

Rakennusten toimivuusominaisuuksien merkitys rakennusten hiilijalanjäljen sääntelyyn ja raja-arvojen näkökulmasta

Esiselvitys ympäristöministeriölle

DI, TkT Tarja Häkkinen
Arkkitehti, TkT Matti Kuittinen

20.12.2023

1. Esiselvityksen tausta ja tavoite

1.1 Tausta

Vuonna 2023 hyväksytyn uuden rakentamislain¹ 38 §:n mukaan rakentamishankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan sen käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla vähähiiliseksi. Uuden rakennuksen tai rakentamislupaa edellyttävän laajamittaisesti korjattavan rakennuksen hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki on raportoitava rakentamislupaa varten tehtävässä ilmastaselvityksessä.

Lain mukaan hiilijalanjäljen arvioinnin on katettava rakennuksen elinkaari tai laajamittaisesti korjattavan rakennuksen korjauksen ja sen jälkeisen elinkaaren vaiheet. Arvioinnissa on käytettävä rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmää sekä kansallisen päästötietokannan tietoja tai muita arviointimenetelmän mukaisia ympäristöominaisuustietoja.

Lisäksi määrätään, että uuden rakennuksen hiilijalanjälki ei saa ylittää käyttötarkoituksittain säädettyä raja-arvoa ja että uuden rakennuksen hiilijalanjäljen raja-arvojen on perustuttava rakennuksen koko elinkaaren aikana tapahtuvaan energian ja materiaalien kulutukseen.

Lain mukaan valtioneuvoston asetuksella voidaan antaa tarkempia säännöksiä uuden rakennuksen hiilijalanjäljen raja-arvoista. Ympäristöministeriön asetuksella voidaan antaa tarkempia säännöksiä rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmästä ja arvioinnissa käytettävistä tiedoista sekä ilmastaselvityksen laatimisesta.

Raja-arvojen asettamisessa on tärkeää, että rajat ovat rakentamisessa toteutettavissa aiheuttamatta kohtuuttomia taloudellisia tai muita vaikeuksia, että raja-arvosäädökset kohtelevat eri toimijoita rakentamisen eri tilanteissa riittävän samanarvoisesti ja että raja-arvojen asettamisella saavutetaan riittävässä määrin tavoiteltuja päästövähennyksiä.

Oikealle tasolle asetettujen raja-arvojen määrittämiseksi on välttämätöntä tehdä varsin laajaa selvitystä rakennusten nykyisistä päästöistä ja eri tekijöiden vaikutuksesta päästötasoihin.

Raja-arvojen suhteen on herännyt myös runsaasti keskustelua siitä, aiheuttavatko raja-arvot mahdollisesti eriarvoisuutta ja ongelmia. Näitä saattaisi aiheutua esimerkiksi tilanteissa, joissa rakennuspaikan luonne ja olemassa olevat kaavamääräykset vaikuttavat lähtökohtaisesti ja merkittävästi rakennuksen hiilijalanjälkeen. Koko alan kannalta ongelmallista voisi myös olla, jos raja-arvosääntely hankaloittaisi joidenkin arvokkaiksi ja tärkeiksi nähtyjen laatuominaisuuksien tai toimivuusominaisuuksien saavuttamista. Tällaisia saattaisivat olla esimerkiksi rakennusten elinkaariominaisuudet (säilyvyys, joustavuus ja uudelleenkäytettävyys), joilla on merkittävää vaikutusta rakennusten elinkaaren aikaiseen materiaalitehokkuuteen.

Tarpeen onkin selvittää, miten merkittäviä vaikutuksia voi aiheutua esimerkiksi rakennuspaikan luonteesta ja kaavamääräyksistä ja miten merkittäviä tavanomaisesta poikkeavat toimivuusominaisuudet ovat ympäristövaikutusten kannalta, miten nämä asia tulisi ottaa huomioon mahdollisten raja-arvojen asettamisessa sekä mitkä tekniset ominaisuudet ja toimivuusominaisuudet nähdään rakennusalalla keskeisimmiksi hiilijalanjäljen säädöskehityksessä huomioon otettaviksi.

1.2 Tavoitteet

Esiselvityksen tarkoituksena on:

1. Selvittää mitä rakentamisen toimivuusominaisuuksia eri sidosryhmät pitävät sellaisina tärkeinä ominaisuuksina, joiden soveltamista hiilijalanjäljen raja-arvosääntelyllä ei saisi rajoittaa.
2. Selvittää mille kohdassa 1 tunnistetuille ominaisuuksille on olemassa indikaattorit tai kriteeristö, tai mille sellaiset voitaisiin tarpeeksi nopeasti kehittää.
3. Arvioida alustavasti mitkä toimivuusominaisuudet vaikuttavat merkittävästi rakennuksen hiilijalanjälkeen, kun se lasketaan rakennuksen pinta-alayksikköä kohden.

¹ https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/Mietinto/Sivut/YmVM_27+2022.aspx Valiokunnan mietintö YmVM 27/2022 vp HE 139/2022 vp Ympäristövaliokunta Hallituksen esitys eduskunnalle rakentamislainsäädännön muuttamisesta ja siihen liittyviksi laeiksi. 3.5.2023

4. Tunnistaa erilaisia toimivuusominaisuuksiin liittyviä muuttujia, joilla saattaa olla merkittäviä vaikutuksia hiilijalanjälkeen saman rakennuksen käyttötapaluokan sisällä (esimerkiksi rakennuksen korkeus ja rakenteelliseen turvallisuuteen liittyvät tekijät).
5. Laatia suunnitelma hankkeesta, jossa laskennallisesti tarkasteltaisiin mitkä em. tekijöistä todellisuudessa ovat merkittäviä ja mitkä eivät.

Esiselvityksen tavoiteltuna tuloksena on tukea hiilijalanjäljen raja-arvoa koskevaa säädöskehitystä.

Työn menettelytapoina ovat haastattelut, kirjallisuusselvitys sekä johtopäätösten, suositusten ja ehdotusten laadinta näiden tehtävien avulla saatujen tulosten pohjalta. Haastateltavat valitaan yhdessä ympäristöministeriön kanssa. Haastateltavat ovat rakentamisen ja sen sidosryhmien edustajia. Lisäksi haastatellaan Tanskan ja Ranskan viranomaisia, joilla jo on kokemusta raja-arvosääntelystä. Kirjallisuuskatsausta varten kootaan eurooppalaista viimeaikaista kirjallisuutta, jossa on käsitelty hiilijalanjäljen raja-arvojen asettamiseen ja sääntelyyn liittyvää asioita.

2. Johdanto

2.1 Sääntelyn tarve

Ympäristöministeriö laati vähähiilisen rakentamisen tiekartan vuosina 2016–2017. Sitä laadittaessa tutkittiin erilaisia vaihtoehtoisia tapoja, joilla voitaisiin vähentää rakennusten ja rakentamisen kasvihuonekaasupäästöjä. Vaihtoehtoina hiilijalanjäljen raja-arvoille oli varhaisessa vaiheessa myös rakennustuotteiden ympäristöverotuksen kautta mahdollisesti tapahtuva sääntely. Se osoittautui kuitenkin hankalaksi, koska EU:n yhteinen rakennustuoteasetus ei antanut mahdollisuuksia vaatia tietoja tuotteiden ilmastovaikutuksista. Tuotteiden verokantaan puuttuva sääntely ei myöskään saanut sidosryhmien tukea. Tästä syystä jäljelle jäi rakennuksen elinkaaren aikaisiin laskennallisiin kasvihuonekaasupäästöihin perustuva sääntely, jossa asetettaisiin päästöille ylärajat. Sääntely olisi siis samankaltainen, kuin energiankulutuksen pohjalta laskettuihin raja-arvoihin perustuva voimassa oleva energiatehokkuuden lainsäädäntö.

2.2 Toimivuusominaisuuksista

Kestävän rakentamisen määrittelyn yksi kiintoisa vaihtoehto perustuu pyrkimykseen yhdistää rakentamisen toimivuusajattelu ja elinkaariajattelu ekotehokkuuskonseptin avulla. Ekotehokkaassa toiminnassa palvelut tuotetaan mahdollisimman vähäisin ympäristövaikutuksin. Rakentamisen suhteen tämä voidaan tulkita siten, että ekotehokas rakentaminen tuottaa asiakkaan ja yhteiskunnan vaatimuksien mukaisen toimivuuden aiheuttaen samalla mahdollisimman edulliset ympäristövaikutukset².

Toimivuutta on jäsenneilty eri tavoin. Seuraava jäsentely pohjautuu VTT:n käyttämään jäsentelyyn³, jota on muokattu elinkaariominaisuuksia koskevan määrittelytyön⁴ pohjalta:

- sisäolosuhteet (sisäilmasto, ääniolosuhteet, valaistusolosuhteet)
- säilyvyys (tekninen kestävyys, kunnossapidettävyyys)
- joustavuus (muunneltavuus, monikäyttöisyys)
- uudelleenkäytettävyys (siirrettävyys, uudelleenkäytettävyys komponentteina)
- turvallisuus (rakenteellinen turvallisuus, paloturvallisuus, käyttöturvallisuus, murtoturvallisuus)
- viihtyisyys (esteettinen koettavuus)
- esteettömyys
- käytettävyys (tilasuhteet, orientoituus, käytön helppous).

² Rakennus- ja kiinteistöalan ekotehokkuus. Suomen ympäristö. Ympäristöministeriön julkaisuja 580. 2002. Kirjoittajat Häkkinen, Huovila, Tattari, Vares, Seppälä, Koskela, Leivonen, Pyökkö.

³ Ns. VTT ProP:n mukaisesti. VTT ProP oli rekisteröity tavaramerkkinä EU:n sisämarkkina-alueella (nro 839589)

⁴ Harri Hakasteen johtama asiantuntijaryhmän työ. Loppuraportti Rakentamisen elinkaariominaisuudet. Kirjoittajat Harri Hakaste, Tarja Häkkinen, Sini Saarimaa, Jukka 2023.

Rakennusten toimivuusominaisuudet nähdään kestäväen rakentamisen olennaisina indikaattoreina myös monissa kestäväen rakentamisen luokittelujärjestelmissä samoin kansainvälisissä kestäväen rakentamisen standardeissa⁵.

Ympäristövaikutusarvioissa rakennusten aiheuttamia vaikutuksia ei kuitenkaan käytännössä suhteuteta rakennusten tuottamaan toiminnalliseen arvoon sen kvantitatiiviseen mittaustavan puutteen takia. Joidenkin toimivuusominaisuuksien suhteen tasoa voidaan ilmaista numeerisesti. Esimerkiksi sisäilman laatua voidaan mitata ja kuvata kosteutta, lämpötilaa ja pitoisuuksia koskevien muuttujien avulla. Näihin perustuen on laadittu luokituksia⁶. Teknistä kestävyttä voidaan puolestaan kuvata käyttöikäennusteen avulla, mutta laskentamenetelmiä on laadittu vain joillekin tuotteille, kuten betonirakenteille⁷. Monille toimivuusominaisuuksille kuten muunneltavuudelle, monikäyttöisyydelle, uudelleenkäytettävyydelle ja kunnossapidettävyydelle, on laadittu indikaattoreita ja niitä koskevia kriteereitä⁸.

Käytännössä vaikutuksia mitataan suhteuttamalla ne rakennuksen laajuutta mittaavaan yksikköön (pinta-alaan tai tilavuuteen), vaikka menettelytavan ongelmallisuus tunnustetaan: Käytössä olevassa menettelytavassa vertaillaan toimivuusarvoltaan erilaisia tuotteita. Lisäksi menettelytapa ei ota huomioon sitä, että hyvä toimivuus ja erityisesti tarpeen mukainen joustavuus voi merkittävästi kasvattaa rakennuksen käyttöikää, millä puolestaan on merkittävä vaikutus rakentamisen ympäristövaikutuksiin. Keskeinen ongelma aiheutuu myös siitä, että vaikka hyvä toimivuus voi kasvattaa käyttöikää ja täten vähentää ympäristövaikutuksia, niin investointivaiheessa panostukset hyvään toimivuuteen voivat lisätä rakennusaikaista luonnonvarojen käyttöä ja siitä aiheutuvia ympäristövaikutuksia.

Rakennuksen toimivuuden huomioiminen ympäristövaikutusten arvioinnin yhteydessä on uudestaan noussut keskeiseksi kysymykseksi. Rakennuslalle voi aiheutua haittoja ja vääristymiä, jos rakennusten hiilijalanjäljelle asetetaan raja-arvoja, joiden arviointimenetelmässä tulokset lasketaan suhteuttamalla vaikutukset ainoastaan rakennuksen laajuuteen ja ottamatta huomioon rakennusten toimivuuteen liittyviä laatueroja.

Ratkaisuvaihtoehtoina on esitetty menettelytapoja, joissa esimerkiksi muunneltaville tai monikäyttöisille rakennuksille sallittaisiin korotettu raja-arvo tai otettaisiin käyttöön uusia muuttujia (kuten käyttöaika tai käyttäjien määrää) laskentakaavan nimittäjänä. Elinkaariominaisuuksien (joustavuus, säilyvyys ja uudelleenkäytettävyys) suhteen ympäristöhyödyt on mahdollista ottaa elinkaarilaskennassa huomioon määrittämällä käyttöikä muuttujaksi ja arvioimalla uudelleenkäytön vaikutuksia. Näistä jälkimmäinen menettelytapa onkin tyypillisesti käytössä arviointimenetelmissä, mutta ympäristöhyödyn arvioinnilla ei ole vaikutusta hiilijalanjäljen raja-arvoihin liittyvissä käytännöissä, koska hiilijalanjälkeä ei lasketa yhteen ympäristöhyödyn (tai hiilikädenjäljen) kanssa.

2.2 Päästöjen ja raja-arvojen laskennasta lyhyesti

Rakennusten aiheuttamien kasvihuonekaasupäästöjen arvioinnin pääperiaatteista on sovittu kansainvälisesti ja eurooppalaisessa yhteistyössä. Eurooppalainen standardi EN 15804⁹ määrittää rakennustuotteiden ympäristöselosteiden laadinnan yleissäännöt ja EN 15978¹⁰ esittää laskentamenetelmän rakennusten ympäristövaikutusten arviointiin.

Keskeisimmät laskentasäännöt koskevat huomioon otettavien asioiden rajauksia ja skenaarioita rakennuksen elinkaaren aikaisista seikoista. Rajauksia koskevat säännöt määrittelevät, mitkä elinkaaren vaiheet otetaan huomioon ja mitkä kaikki rakennuspaikan ja rakennuksen osat sekä niihin liittyvät prosessit

⁵ ISO 21929. ISO 21929-1:2011. Sustainability in building construction — Sustainability indicators — Part 1: Framework for the development of indicators and a core set of indicators for buildings

⁶ Esimerkiksi RT 07-11297. Sisäilmastoluokitus 2018. Kirjoittajat J Säteri ja M Ahola. Julkaisija Sisäilmayhdistys ry

⁷ Betoniyhdistys, by 65 Betoninormit 2021

⁸ Esimerkiksi YM-julkaisussa Rakennusten elinkaariominaisuudet. Luku 3.2 Joustavuus. Kirjoittaja Sini Saarimaa

⁹ SFS-EN 15804:2012 + A2:2019. Kestävä rakentaminen. Rakennustuotteiden ympäristöselosteet. Laadinnan yleissäännöt

¹⁰ EN 15978 Sustainability of construction works – Assessment of environmental performance of buildings – Calculation method.

otetaan huomioon. Skenaarioita koskevat periaatteet puolestaan määrittelevät, miten mallinnetaan esimerkiksi tuotteiden käyttöikä ja uusimisjaksot, rakennuksen energiankulutus ja rakennuksen purku ja jätteenkäsittelyt. Rajauksia ja skenaarioita koskevat säännöt vaikuttavat ratkaisevasti laskennan lopputulokseen ja siten myös eri rakennuksille laadittujen arvioiden vertailukelpoisuuteen.

Kolmas lopputulokseen merkittävästi vaikuttava asia on lähtödatan laatu. Rakennusten ympäristövaikutusten arvio tehdään käytännössä luetteloimalla rajauksia ja skenaarioita koskevien sääntöjen mukaisesti elinkaaren aikaiset (tai rajauksen mukaisesti huomioon otettavien vaiheiden) materiaalit ja energialähteet. Kun tiedetään näiden laadut ja määrät, niin lopputulos lasketaan osatulojen summaksi kertomalla kukin materiaalmäärä ja energialähdemäärä näiden omalla päästökertoimella ja lopulta laskelmalla tulot yhteen.

Lähtödata voi olla luonteeltaan spesifistä tai geneeristä. Geneeristä tietoa tarvitaan, koska rakennusten ympäristövaikutusten arviot tehdään usein suunnitteluprosessin vaiheissa, joissa ei ole vielä tietoa valittujen tuotteiden valmistajista. Geneerisen tiedon suhteen on kuitenkin tärkeää, että se on mahdollisimman relevanttia. Suomessa SYKE:n laatima ja ylläpitämä CO2data.fi -tietokanta pyrkii vastaamaan tähän tarjoamalla rakentamisen tuotteita, prosesseja ja energialähteitä koskevaa päästötietoa. Tavoitteena on, että päästötieto edustaa Suomessa käytettävien tuotteiden, prosessien ja energialähteiden tyypillistä tasoa. Tyypillinen taso muuttuu vuosien myötä samalla kun tuotantoprosessit kehittyvät, minkä takia geneeristä päästötietoa tarjoavaa tietokantaa on ylläpidettävä ja muutettava tarpeen mukaan. Eurooppalaisen standardin EN 15804 tarkoituksena on puolestaan varmistaa, että tuotteiden ympäristöselosteiden päästötiedot ovat vertailukelpoisia.

Rakennukselle laskettu kokonaispäästö lasketaan usein lopulta rakennuksen laajuutta kuvaavaa yksikköä kohden. Yksikön täsmällinen määrittäminen on myös tärkeää tulosten vertailukelpoisuuden kannalta. Esimerkiksi lämmitetyn bruttoalan käyttö jakajana lämmitetyn nettoalan sijasta aiheuttaisi tulokseen noin 10 prosentin eron.

Rakennuksia koskevat päästöraja-arvot voidaan käytännössä määrittää siten, että ensin lasketaan päästöarvot sovitulla menettelytavalla riittävän suuresta joukosta rakennuksia. Samalla tutkitaan lopputulosten vaihtelua ja vaihteluun vaikuttavia tekijöitä. Riittävän kattavan laskennan pohjalta voidaan määrittää, tarvitaanko eri raja-arvot esimerkiksi eri käyttötarkoitusten rakennuksille tai onko muita seikkoja, jotka puoltavat erilaisten raja-arvojen asettamista. Riittävän kattavan laskennan avulla raja-arvot voidaan lopulta asettaa sellaiselle tasolle, että rajat voidaan toisaalta täyttää aiheuttamatta liian suuria taloudellisia, teknisiä tai rakennuksen toimivuuteen liittyviä ongelmia ja että asetettujen rajojen avulla voidaan toisaalta saavuttaa niitä päästövaikutuksia, joihin ohjauksella pyritään.

Raja-arvojen mielekkyyden kannalta on hyvin tärkeää, että samalla, kun asetetaan raja-arvot, määritetään myös päästölaskennan keskeiset säännöt. Rakennusten tai rakennussuunnitelmien päästöarvioita voi verrata raja-arvoon vain, jos ne on laskettu samoilla rajauksilla ja skenaarioilla koskevilla säännöillä relevanttia päästötietoa käyttäen.

2.3 Kustannusoptimaalisten tasojen tarkastelu

Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin mukaisesti EU-maiden on asetettava rakennusten energiatehokkuutta koskevia vähimmäisvaatimuksia. Euroopan komissio on vahvistanut vertailumenetelmäkehityksen energiatehokkuusvaatimusten kustannusoptimaalisten tasojen laskemiseksi.

Rakennusten energiatehokkuutta koskevat vaatimukset perustuvat ns. kustannusoptimaalisten tasojen laskennassa saatuihin tuloksiin. Kustannusoptimaalisella tasolla rakennuksen energiatehokkuuteen tehtävä investointi on saatavissa takaisin pienentyneen energiankulutuksen tuomana säästönä rakennuksen käytön aikana¹¹. Yhteisessä menetelmässä¹² määritellään, kuinka energiatehokkuustoimenpiteitä, uusiutuviin

¹¹ Valtioneuvoston U-kirjelmä U 26/2022 vp Valtioneuvoston kirjelmä eduskunnalle komission ehdotuksesta Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiiviksi rakennusten energiatehokkuudesta (uudelleenlaadittu). https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/Kirjelma/Sivut/U_26+2022.aspx

¹² KOMISSION DELEGOITU ASETUS (EU) N:o 244/2012, annettu 16 päivänä tammikuuta 2012, rakennusten energiatehokkuudesta annetun Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2010/31/EU täydentämisestä

energiälähteisiin perustuvia toimenpiteitä ja toimenpiteiden kokonaisuuksia vertaillaan niiden energiatehokkuuden ja niiden toteuttamiseen liittyvien kustannusten perusteella. Kustannusoptimaalisuuden arvioinnissa otetaan huomioon primäärienergian uusiutumaton osa. Laskelmat tehdään vertailurakennuksille arvioimalla erilaisten muunnosten tuomaa energian säästöä ja arvion mukaan laskelmat on tehtävä vähintään 10 kokonaisuudesta/muunnoksesta sekä vertailutapauksesta. Kokonaiskustannuslaskelmien tuloksena saadaan määritellyn laskentajakson aikana aiheutuneiden kustannusten nettonykyarvo.

Uuden direktiiviehdotuksen mukaan päästöttömän rakennuksen vaatimustasoa ei enää koskisi kustannusoptimaalinen tarkastelu. Tällöin on mahdollista, että rakennukseen tehdyt investoinnit eivät enää maksaisi itseään takaisin saavutettuna energiansäästönä (Energiatehokkuusvaatimusten kasvaessa. U-kirjelmä U 26/2022 vp).

Kustannusoptimaalisten tasojen laskentaan perustuva lähestymistapa periaatteessa soveltuu varsin hyvin energiatehokkuutta koskeviin tarkasteluihin, koska energialla on hinta, jota laskelmissa voidaan soveltaa. Sen sijaan päästöjen rajoittamista koskevissa laskelmissa lähestymistapa ei sovellu, koska selvää hintaa ei ole. Eri toimenpidevaihtoehtojen ja –kokonaisuuksien kustannusten laskentaa vertailurakennusten avulla on kuitenkin tarpeen tehdä vertailurakennusten avulla saman tyyppisillä menetelmillä kuin mitä on tehty energiatehokkuusvaatimusten kustannusoptimaalisten tasojen selvittämiseksi.

2.5 Rakennusten energiankulutuksen raja-arvosäätelystä

Rakennusten käytönaikaista energiankulutusta säännellään E-lukusäädöksillä. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta (1010/2017) koskee sisäilmaston ylläpitämiseen energiaa käyttävän uuden rakennuksen suunnittelua ja rakentamista. Laskennallisen energiatehokkuuden vertailuvuon on täytettävä raja-arvo, joka asetuksessa annetaan eri käyttötarkoituksiluokille.

Energiasäätelyn suhteen ei ole juuri ollut tieteellistä keskustelua korotettujen arvojen tarpeesta joidenkin rakennuksen ominaispiirteiden mahdollistamiseksi. Tutkimuksen fokus on päinvastoin ollut pyrkiä löytämään hyviä ja innovatiivisia energiatehokkaita ratkaisuja¹³. Poikkeuksena on kuitenkin olemassa olevien rakennusten energiasäätely. Keskustelua on herättänyt ja tutkimusta on tehty siitä, miten energiasäätely vaikuttaa kulttuurihistoriallisesti arvokkaan rakennusperinnön säilyttämiseen^{14 15}. Energiasäätelyn problematiikka on keskittynyt erityisesti korjausrakentamiseen. Toinen paljon keskustelua herättänyt aihe on rakennusten käytön ja käyttäjien rooli energiasäätelyssä¹⁶ ja mahdollisuudet sen mallintamiseen ja huomioon ottamiseen¹⁷.

Energiasäätelyn toimivuuspohjaisesta lähestymistavasta huolimatta tutkimuksessa tuodaan myös esille säätelyn aiheuttamia rajoituksia suunnittelulle¹⁸. Esimerkiksi Tuohy (2009)¹⁹ tutki UK:n säännösten vaikutusta toimistorakennusten ilmanvaihdon menetelmän valintaan. Hänen mukaansa säätelymenetelmät voivat rajoittaa suunnitteluratkaisuja ja mahdollisuutta soveltaa käyttäjien tarpeiden mukaisia ratkaisuja.

vahvistamalla vertailumenetelmäkehys rakennusten ja rakennusosien energiatehokkuutta koskevien vähimmäisvaatim.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012R0244>

¹³ Xiaodong Cao, Xilei Dai, Junjie Lou. Building energy-consumption status worldwide and the state-of-the-art technologies for zero-energy buildings during the past decade. 2016. *Energy and Buildings*. Vol. 128, 15 September 2016, Pages 198-213. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.06.089>

¹⁴ Mozzarella, L. 2015. Energy retrofit of historic and existing buildings. The legislative and regulatory point of view. *Energy and Buildings*. Vol. 95. 2015. Pp. 23-31

¹⁵ Galatioto, A., Ciulla, G. and Ricciu, R. An overview of energy retrofit actions feasibility on Italian historical buildings. *Energy*. Vol. 137, Pp. 991-1000. 2017

¹⁶ Esimerkiksi Occupant performance and building energy consumption with different philosophies of determining acceptable thermal conditions. J. Toftum, R.K. Andersen. October 2009. *Building and Environment* 44(10):2009-2016 DOI:10.1016/j.buildenv.2009.02.007

¹⁷ Gram-Hanssen K., Georg, S., Christiansen, E. and Heiselberg, P. 2018. What next for energy-related building regulations? the occupancy phase. *Building Research & Innovation*. Vol. 46. Issue 7.2018

¹⁸ Esimerkiksi Fischer, J. and Guy, S. Re-interpreting regulations: Architects as intermediaries for low-carbon buildings SAGA Journals. Vol. 46. Issue 12. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0042098009344228>

¹⁹ Paul Tuohy (2009) Regulations and robust low-carbon buildings, *Building Research & Information*, 37:4, 433-445, DOI: 10.1080/09613210902904254

Tutkimuksen suosituksena on erityisen palvelutasoa kuvaan parametrin käyttöönotto, jonka avulla rakennuksen käyttäjiä voidaan informoida rakennuksen käytön rajoista. Toimivuuuspohjaisen rakentamisen hyötyjä teoreettisesti pohdiskelevassa artikkelissaan Gann ym. (2010)²⁰ kyseenalaistavat lähestymistavan eroja verrattuna deskriptiiviseen sääntelyyn sanoen, että myös toimivuuuspohjaisessa rakentamisessa valinnat usein tehdään sellaisten ennalta tunnettujen ratkaisujen mukaisesti, joiden tiedetään johtavan vaaditun toimivuuden saavuttamiseen.

Eri tekijöiden vaikutusta rakennuksen energiantarpeeseen on tutkittu paljon, mutta yleisenä lähestymistapana on ollut auttaa parhaiden ratkaisujen löytymistä ja edistää energiatehokkuusinnovaatioita. Kaupunkiympäristöjen kaavamääräysten takia mahdollisten ratkaisujen ulkopuolelle voi kuitenkin käytännössä rajautua paljon esimerkiksi sellaisia luonnosvaiheen arkkitehtonisia muuttujia, kuten rakennuksen muoto, orientaatio, lasijulkisivun pinta-ala ja rakennuksen väri, joilla voi olla paljon merkitystä energian ja päästöjen kannalta (Capozzoli et al. 2009)²¹.

Siirtyminen rakennusten seinien U-arvojen kaltaisista deskriptiivisistä vaatimuksista energiatehokkuusvaatimukseen EPBD-direktiivin hyväksymisen myötä on mahdollistanut kustannusoptimaalisuuden käsitteiden sisällyttämisen rakennusmääräyksiin ja nettollaenergiatasojen soveltamisen uusiin rakennuksiin uudelleenlaaditussa EPBD-direktiivissä (Economidou et al. 2020)²². Yhteisesti sovitut ja riittävän tarkoin kuvatut simuloinnin menetelmät ovat ylipäättään tehneet mahdolliseksi energiatehokkuusmuuttajaan perustuvien raja-arvojen asettamisen. Nämä mahdollistavat myös monitavoiteoptimoinnin ja päästöjen ja kustannusten käsittelyn yhtä aikaa energian kanssa (Ciardiello et al. 2020)²³. Nämä menetelmät ovat tarpeen myös asettaessa päästöjä koskevia raja-arvoja. Koko rakennuksen päästösääntelyyn tarvitaan lisäksi yhtenäiset menetelmät materiaalisidonnaisten päästöjen arvioimiseksi, jotta osataan asettaa raja-arvojen oikeat tasot ja saadaan vertailukelpoisia tuloksia.

3. Raja-arvojen asettaminen muissa maissa

Hiilijalanjäljen raja-arvosääntely on voimassa Hollannissa, Ranskassa ja Tanskassa. Näiden maiden sääntelyn kokemuksia pyrittiin selvittämään haastatteluin sekä aineiston pohjalta.

Tanskassa raja-arvosääntely otettiin käyttöön 2023. Tätä edelsi hanke, jossa Aalborgin yliopistossa toimiva rakentamista tutkiva BUILD-instituutti laski 60 tavanomaisen tanskalaisen rakennuksen päästöt²⁴. Laskennassa käytettiin instituutin kehittämään LCAByg-ohjelmaa ja sen systeemirajausta. Ensimmäiset raja-arvot vuonna 2023 asetettiin tasolle, jonka alittaa 90 % tavanomaisista rakennuksista. Raja-arvoja kehittävän sosiaali- ja asuntovirasto SBST:n mukaan raja-arvoja tullaan tiukentamaan kahden vuoden välein. Vuonna 2025 kolmanneksen uudisrakennuksista tulisi olla vähempihilisiä kuin 2023. Vuonna 2025 vastaava tavoite on ¼ ja vuonna 2029 jo 9/10. Vuoden 2025 raja-arvosääntelyä varten SBST teettää parhaillaan laskelmia, joissa otetaan huomioon erityisesti rakennusmateriaalien, rakennuksen koon, käyttötarkoituksen vaikutus raja-arvon alittamisen mahdollisuudessa. Myös korjaushankkeiden raja-arvosääntely on harkinnassa, vaikka siihen liittyviä haasteita on tunnustettu laajalti. Tämän lisäksi kantavien rakenteiden uudelleenikäytön ilmastohyötyjä selvitetään osana sääntelyä. Raja-arvosääntelyyn päädyttiin teollisuuden vaatimuksesta, ja

²⁰ David M. Gann, Yusi Wang & Richard Hawkins (1998) Do regulations encourage innovation? - the case of energy efficiency in housing, *Building Research & Information*, 26:5, 280-296, DOI: 10.1080/096132198369760

²¹ Impacts of architectural design choices on building energy performance applications of certain uncertainty and sensitivity techniques. Alfonso Capozzoli, Houcem Eddine Mechri and Vincenzo Corrado Politecnico di Torino, Department of Energetics, TEBE Research Group, Torino, Italy. *Building simulation 2009*. Eleventh International IBPSA Conference Glasgow, Scotland July 27-30, 2009.8 p

²² Review of 50 years of EU energy efficiency policies for buildings M. Economidou, V. Todeschi, P. Bertoldi, D. D'Agostino, P. Zangheri, L. Castellazzi. *Energy & Buildings* 225 (2020) 110322. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110322>

²³ Adriana Ciardiello, Federica Rosso, Jacopo Dell'Olmo, Virgilio Ciancio, Marco Ferrero, Ferdinando Salata. Multi-objective approach to the optimization of building shape and envelope in building energy design. *Applied energy*. Vol. 280. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115984>

²⁴ Esimerkiksi Fischer, J. and Guy, S. Re-interpreting regulations: Architects as intermediaries for low-carbon buildings *SAGA journals*. Vol. 46. Issue 12. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0042098009344228>

toistaiseksi kokemukset ovat olleet myönteiset. Raja-arvoja tarkistetaan ja tiukennetaan seuraavan kerran vuodelle 2025. Loma-asunnot sekä rakennusten laajennukset eivät kuulu raja-arvosääntelyn piiriin.²⁵

4. Muuttujat

4.1 Muuttujien yleinen esittely

Rakennukset jaetaan ryhmiin käyttötarkoituksen mukaisesti. Tilastokeskuksen luokituksen mukaan rakennukset jaetaan seuraaviin luokkiin²⁶:

- Asuinrakennukset
- Vapaa-ajan rakennukset
- Liikerakennukset
- Toimistorakennukset
- Liikenteen rakennukset
- Hoitoalan rakennukset
- Kokoonntumisrakennukset
- Opetusrakennukset
- Teollisuuden ja kaivannaistoiminnan rakennukset
- Energiarakennukset
- Yhdyskuntatekniikan rakennukset
- Varastorakennukset
- Pelastustoimen rakennukset
- Maatalousrakennukset ja eläinsuojat
- Muut rakennukset

Rakennuksen tilojen ja tilavaatimusten tulee olla sen käyttötarkoitukselle ominaisia. Lisäksi esimerkiksi rakennuksien varustetarpeet, käyttäjämäärät ja käyttöajat vaihtelevat käyttötarkoituksittain, minkä vuoksi käyttötarkoitus vaikuttaa lähtökohtaisesti rakennuksen materiaalien ja energian kulutukseen ja siten myös niistä aiheutuviin elinkaariin päästöihin.

Saman käyttötarkoitukseluokan sisälläkin rakennusten kasvihuonekaasupäästöt voivat erota merkittävästi. Päästöihin vaikuttavat merkittävästi monet tekniset ja arkkitehtoniset seikat kuten erityisesti päämateriaalien valinta, energiatarpeen tyydyttämiseen valittu energialähde ja rakennuksen muoto. Lisäksi saman käyttötarkoitukseluokan sisällä rakennuksilla voi olla ainakin jonkin verran erilainen toimivuus; eroja voi olla esimerkiksi muunneltavuudessa tai osien uudelleenkäytettävyydessä ja sen vaatimassa purettavuudessa. Sekä teknisarkkitehtoniset että toimivuuserot voivat perustua tilaajan haluun tai tarpeeseen, mutta ne voivat perustua myös rakentamisen tiivyydestä ja ympäröivien rakennusten sijoittelusta johtuviin seikkoihin. Säädöksiin perustuvan vaaditun toimivuuden toteuttaminen voi joissakin ympäristöolosuhteissa vaatia erilaisia teknisiä ja materiaalipanostuksia esimerkiksi vaadittujen äänioolosuhteiden tai paloturvallisuuden täyttämiseksi.

Osa edellä mainituista päästöeroja aiheuttavista seikoista voi olla sellaisia, että ne on tarpeen ottaa huomioon hiilijalanjäljen säädösohjauksessa sallimalla poikkeuksia tietyille käyttötarkoitukseluokalle asetettuun raja-arvoon. Mahdollisia syitä ovat ainakin seuraavat:

- Kaupunkien mahdollisuus kaavoittaa rakentamista paikoille, joissa esimerkiksi rakennuksen muodosta aiheutuisi vaikeasti kompensoitavissa oleva päästölisiä; ilman mahdollisuutta esimerkiksi rakentaminen tiiviiseen kaupunkiympäristöön tai mahdollisuus rakentaa purettujen rakennusten tilalle vaikeutuisi
- Julkisille ja yksityisille tilaajille mahdollisuus vaatia poikkeuksellisen hyviä elinkaariominaisuuksia, vaikka materiaalien mahdollisesta lisätarpeesta aiheutuisi myös päästöjen kasvua. Mahdollisuuden avulla voitaisiin lisätä rakentamisen pitkäikäisyyttä ja vähentää rakentamisen materiaaliressurssien kuluttamista.
- Julkisille ja yksityisille tilaajille mahdollisuus vaatia muita poikkeuksellisen hyviä toimivuusominaisuuksia. Mahdollisuuden avulla voitaisiin sallia esimerkiksi sisäympäristön erityisen korkea laatu.

²⁵ SBST:n valmisteleva virkahenkilö Helle Redder Momsen, haastattelutieto.

²⁶ Tilastokeskus. Rakennusluokitus 2018. <https://www.stat.fi/fi/luokitukset/rakennus/>

Toisaalta raja-arvosäätelyn tarkoituksena on vahvistaa sitä, että rakennusalan toimijat kehittävät innovatiivisia ratkaisuja päästöjen vähentämiseen. Tämän vuoksi poikkeuksia tulisi sallia vain ehdottoman välttämättömissä tapauksissa kuten tasaveroisten mahdollisuuksien turvaamiseksi tai sellaisten suunnitteluratkaisujen sallimiseksi, joiden avulla voidaan välillisesti merkittävästi parantaa rakennuksen pitkäikäisyyttä ja joiden hyöty ei tule näkyväksi käytössä olevan arviointimenetelmällä laskettaessa.

Eri syistä aiheutuvien päästöerojen merkityksen selvittämiseksi tässä raportissa käytetään seuraavaa toimivuusominaisuuksien ja teknisarkkitehtonisten ominaisuuksien jäsentelyä (taulukko 1). Näiden lisäksi käyttötarkoitus lähtökohtaisesti aiheuttaa rakennukseen hiilijalanjälkeen vaikuttavia eroja. Tätä ei kuitenkaan otettu jäsentelyssä huomioon olettaen mahdolliset raja-arvot käyttötarkoituksikohtaisiksi.

Taulukko 1 Hiilijalanjälkeen vaikuttavien muuttujien jäsentely.

Toimivuusmuuttujat	
Sisäolosuhteet	Sisäilmasto
	Ääniolosuhteet
	Valaistusolosuhteet
Säilyvyys	Tekninen kestävyys
	Kunnossapidettävyyys
Joustavuus	Muunneltavuus
	Monikäyttöisyys
Uudelleen-käytettävyys	Siirrettävyys
	Uudelleenkäytettävyys osina
Turvallisuus	Rakenteellinen turvallisuus
	Paloturvallisuus
	Käyttöturvallisuus
	Murtoturvallisuus
Viihtyisyys	Esteettinen koettavuus
Esteettömyys	Liikkuminen
	Kognitiivinen esteettömyys
	Aistiesteettömyys
Kaavoitukseen liittyvät muuttujat	
Rakennuksen sijainti	Sijainti tontilla
	Sijainti kaupunkirakenteessa
	Sijoitusvaatimus lähelle toista rakennusta tiiviissä rakentamisessa
Rakennuksen muoto	Rungon muoto
	Kattokulma
	Parvekkeiden malli
	Sivukäytävän vaatimus tai kielto
Ulkonäkö	Julkisivumateriaali
	Kattokulma
	Lasitukset
	Aukotukset ja ikkunat
Tilojen käyttö	Pihakannen kielto tai vaatimus
	Maanalaisten tilojen kielto tai vaatimus
	Maanpäällisen kellarin kielto tai vaatimus
Rakennustapa	Vaatimus runkomateriaalista
	Vaatimus julkisivu- tai katemateriaalista

	Perustustavan vaatimus tai rajoitus
Tyyli	Vaatimus tiettyyn ympäristöön soveltuvasta arkkitehtuurista
Piha ja ympäristö	Istutusvaatimukset
	Hulevesien hallinnan vaatimukset

4.2 Muuttujiin vaikuttavia näkökulmia

Muuttujia tarkasteltiin eri näkökulmista. Pohdinnan näkökulmat olivat seuraavia:

- Tekijän merkittävyys hiilijalanjäljen kannalta
- Tekijän mitattavuus
- Perustelut mahdolliselle raja-arvon ylitysoikeudelle.
Perustelu voi liittyä
 - a) tekijän merkittävään vaikutukseen rakennuksen tai sen osan käyttöikäen (ja tätä kautta materiaalitehokkuuteen ja päästöihin),
 - b) tekijän muuhun merkittävään hyötyyn (kuten kaupunkikuvalliseen arvoon tai muuhun rakennuksen käyttäjille hyvinvointia tuottavaan arvoon)

Muuttujien tarkastelu tehtiin kirjoittajien tutkimustoimintaan pohjautuvan asiantuntemuksen perusteella viittaamatta kirjallisuuteen. Tällainen kirjallisuusselvitys olisi kuitenkin suositeltava lisä jatkotutkimuksien yhteydessä. Tulokset esitetään luvussa 5.2.

5. Sidosryhmien haastattelut

5.1 Haastateltavat ja haastattelukysymykset

Haastattelulla pyrittiin selvittämään ympäristöministeriön nimeämien sidosryhmien edustajien näkemyksiä siihen, mitkä tekijät voisivat helpottaa tai vaikeuttaa rakennusten hiilijalanjäljen raja-arvon alittamista. Haastattelukysymykset esitetään taulukossa 2.

Haastateltavia olivat

- Toimitusjohtaja Antti Ruuska, Green Building Council Suomi
- Toimitusjohtaja Janne Tähtikunnas, Rakennusinsinööriliitto
- Johtava asiantuntija Petri Pylsy Kiinteistöliitto
- Yksikön päällikkö Kaisa-Reeta Koskinen, Helsingin kaupunki, Ilmastoyksikkö
- Ympäristö- ja energiaohtaja Pekka Vuorinen, Rakennusteollisuus RT
- Tekninen johtaja Mikko Somersalmi, Rakli
- Arkkitehti SAFA Asko Takala, Kirsti Sivén & Asko Takala Arkkitehdit Oy

Taulukko 2. Haastattelukysymykset

1	Kokemukset hiilijalanjäljen arvioinnin hankkeista Laskelmien tekemiseen tai tilaamiseen liittyvä huomio: Liittyykö prosessiin erityisiä epäkohtia tai hyviä puolia, joita haluat mainita?
	a) Oletko tilannut rakennusten elinkaariarviointeja?
	b) Oletko osallistunut hankkeisiin, joissa on arvioitu rakennuksen hiilijalanjälkeä?
	c) Oletko itse tehnyt rakennusten elinkaariarviointeja?
2	Oletetaan että raja-arvosääntely koskisi ainoastaan sellaisia uusia rakennuksia, jotka eivät saa ylittää tiettyä E-luvun raja-arvoa. Oletetaan, että omakotitalot olisi vapautettu sääntelystä
	a) Tunnistatko teknisiä tai arkkitehtonisia seikkoja, jotka voisivat vaikeuttaa tiettyyn raja-arvoon pääsemistä?
	b) Tunnistatko vastaavia seikkoja, jotka voisivat helpottaa tiettyyn raja-arvoon pääsemistä?
	c) Onko mielestäsi olemassa teknisiä tai arkkitehtonisia ratkaisuja, jotka voisivat hiilijalanjäljen raja-arvosääntelyn vuoksi jäädä pois rakentamisesta?

	d) Onko mielestäsi olemassa vastaavia ratkaisuja, joita raja-arvosääntely voisi lisätä rakentamisessa?
	e) Olisiko jotkut tekniset tai arkkitehtoniset ratkaisut mahdollistettava, vaikka ne johtaisivat korkeampaan hiilijalanjälkeen?
	f) Olisiko jotkut ratkaisut kiellettävä, vaikka ne johtaisivat matalampaan hiilijalanjälkeen?
3	Hiilijalanjäljen raja-arvoon vaikuttavat rakennuksen toiminnalliset ja taloudelliset tekijät. Oletetaan että raja-arvosääntely koskisi ainoastaan sellaisia uusia rakennuksia, jotka eivät saa ylittää tiettyä E-luvun raja-arvoa. Oletetaan, että omakotitalot olisi vapautettu sääntelystä.
	a) Tunnistatko toiminnallisia tai taloudellisia seikkoja, jotka voisivat vaikeuttaa tiettyyn raja-arvoon pääsemistä?
	b) Tunnistatko vastaavia seikkoja, jotka voisivat helpottaa tiettyyn raja-arvoon pääsemistä?
	c) Onko mielestäsi olemassa toiminnallisia tai taloudellisia seikkoja, jotka voisivat hiilijalanjäljen raja-arvosääntelyn vuoksi jäädä pois rakentamisesta?
	d) Onko mielestäsi olemassa vastaavia ratkaisuja, joita raja-arvosääntely voisi lisätä rakentamisessa?
	e) Olisiko jotkut toiminnalliset tai taloudelliset ratkaisut mahdollistettava, vaikka ne johtaisivat korkeampaan hiilijalanjälkeen?
	f) Olisiko jotkut ratkaisut kiellettävä, vaikka ne johtaisivat matalampaan hiilijalanjälkeen?
4	Muut täydentävät havainnot ja tiedot. Tuleeko mieleesi muita havainnoita aiheesta? Onko käytössäsi tietoja hiilijalanjälkeen tai sen raja-arvoihin liittyvistä havainnoista, joita voisi jakaa ympäristöministeriön käyttöön?

5 Haastattelujen ja muuttuja-analyysin tulokset

5.1 Haastattelutulosten yhteenveto

Haastattelujen tulosten yhteenveto esitetään taulukoissa 3–9.

Taulukko 3 Kokemukset hiilijalanjäljen arvioinnin hankkeista.

Haastateltava	Haastattelutulos
Green Building Council Suomi	– Runsaasti kokemusta sekä elinkaariarviointien tekemisestä että tilaamisesta.
Helsingin kaupunki	– Paljon kokemusta arvioiden tilaamisesta. Tilattu jo kauan omille kiinteistöille.
Kiinteistöliitto	– Kokemusta elinkaaren hiilijalanjäljen arvioinnin tietyistä vaiheista, kuten E-luvun ja energiatehokkuuden laskenta. Tehnyt sisäilma- ja energiasimulointeja sekä energiaan liittyvää päästölaskentaa.
Rakennusteollisuus RT	– Ovat teettäneet useita elinkaariarviointeja.
Rakli	– Jäsenistö on teettänyt runsaasti hiilijalanjälkilaskelmia, joiden tuloksia Rakli on hyödyntänyt. Eivät ole itse teettäneet tai tehneet arviointeja.
RIL	– On tilannut arvioita, ei kuitenkaan tehnyt niitä itse.
SAFA	– On tilannut arvioita monipuolisesti, ei kuitenkaan tehnyt niitä itse.

Taulukko 4 Raja-arvoon pääsemistä vaikeuttavia tekijöitä.

Haastateltava	Haastattelutulos
Green Building Council Suomi	– Korkeus – Korkea laatu, "superluxus" – Rakennuksen monimutkainen muoto tai esimerkiksi kulttuurihistorialliseen ympäristöön sopiminen – Rakennuspaikan raivaukseen ja valmisteluun liittyvät tekijät
Helsingin kaupunki	– Rakennuksen massoittelu ja ulkopiiri – Rakenteellinen pysäköintivaatimus kaavassa – Pihakannet

	<ul style="list-style-type: none"> - Rakenteellinen monimutkaisuus (vaikka usein karsiutuu pois taloudellisista syistä)
Kiinteistöliitto	<ul style="list-style-type: none"> - Rakennuksen muoto - Usean eri käyttötarkoituksen rakennukset - Massoittelu, esimerkiksi pistetalo vs. lamellitalo - Ulkovaipan ala suhteessa rakennuksen kokoon - Lämmitystapa (kaukolämpö vs. maalämpö)
Rakennusteollisuus RT	<ul style="list-style-type: none"> - Korkeus - Rakennuksen tyyppi (esim. lamellitalo vs. pistetalo) - Kaavamääräykset - Meluntorjunta - Parempi elinkaarilaatu
Rakli	<ul style="list-style-type: none"> - Kerrosmassa ja monimuotoisuus - Rakennuspaikka ja pysäköinnin sijoitus tontilla - Maanpäällisen osan runkomateriaali - Energijärjestelmät - Rakennuksen käyttö - Rakennuksen ajateltu elinkaari - Muuntojoustavuus - Monikäyttöisyys ja yhteistoiminnallisuus
RIL	<ul style="list-style-type: none"> - Asemakaavasta johtuvat massoitteluvaatimukset, esimerkiksi sama rakennusoikeus toteutettuna useaan pistetaloon tai yhteen lamellitaloon - Runkomateriaalit - Korkeat rakennukset - Tiukkojen palovaatimusten rakennukset
SAFA	<ul style="list-style-type: none"> - Vaipan suhde pinta-alaan liian suuri - Hankalat perustusolosuhteet - Korttelitason yhteiset ratkaisut, esimerkiksi maanalainen pysäköinti - Tuotteiden vaihto toisiinsa kustannussyistä - Tilaajan huono hankintaosaaminen ja innovatiivisuuden puute

Taulukko 5 Raja-arvoon pääsemiseen helpottavia tekijöitä.

Haastateltava	Haastattelutulos
Green Building Council Suomi	- (ei vastausta)
Helsingin kaupunki	- (ei vastausta)
Kiinteistöliitto	<ul style="list-style-type: none"> - Puu - Painovoimainen ilmanvaihto
Rakennusteollisuus RT	- Vähähiiliset tuotteet, esimerkiksi vähähiilinen betoni
Rakli	<ul style="list-style-type: none"> - Vähähiilinen betoni - Tilatehokkuus
RIL	- (ei vastausta)
SAFA	<ul style="list-style-type: none"> - Hyvä rakennuspaikka ja suotuisa kaava - Rakennuksen tilaohjelman optimointi - Vapaammin laaditut kaavamääräykset - Kannusteet, esimerkiksi rakennusoikeus tai menettelyjen joustavuus

Taulukko 6. Raja-arvosäätelyn myötä mahdollisesti vähentyviä ratkaisuja.

Haastateltava	Haastattelutulos
Green Building Council Suomi	- (ei vastausta)
Helsingin kaupunki	- Monimutkaisien muotoiset rakennukset
Kiinteistöliitto	<ul style="list-style-type: none"> - Kaukolämmön käyttö - Innovaatiot

Rakennusteollisuus RT	<ul style="list-style-type: none"> – Tiettyä materiaalia hyödyntävä arkkitehtuuri, esimerkiksi muuratut tai valetut rakennukset – Korkeat rakennukset ja tehokas tilankäyttö – Entisille teollisuusalueille rakentaminen
Rakli	– (ei vastausta)
RIL	– Runsaasti materiaaleja käyttävät erityiset rakennukset (esim. Oodi)
SAFA	<ul style="list-style-type: none"> – Massoitteluratkaisut, joissa on paljon ulkovaippaa ja perustuksia suhteessa pinta-alaan – Huonosti valmistellut KVR-hankintamallit

Taulukko 7. Raja-arvosääntelyn myötä mahdollisesti lisääntyviä ratkaisuja.

Haastateltava	Haastattelutulos
Green Building Council Suomi	– (ei vastausta)
Helsingin kaupunki	<ul style="list-style-type: none"> – Parempi energiatehokkuus – Vähähiilisten betonien käyttö
Kiinteistöliitto	<ul style="list-style-type: none"> – Ilmanvaihdon (laskennallisesti paremmat) ratkaisut – Painovoimainen ilmanvaihto – Hirsirakentaminen
Rakennusteollisuus RT	<ul style="list-style-type: none"> – Kierrätysmateriaaleja sisältävät tuotteet – Vähähiiliset tuotteet, esimerkiksi hiilineutraali teräs tai vähähiilinen betoni
Rakli	– (ei vastausta)
RIL	– (ei vastausta)
SAFA	<ul style="list-style-type: none"> – Kompaktisti muotoillut rakennukset – Innovatiivisten toimijoiden hankkeet

Taulukko 8. Ratkaisuja, jotka pitäisi sallia, vaikka ne johtaisivat korkeampiin päästöihin.

Haastateltava	Haastattelutulos
Green Building Council Suomi	– (ei vastausta)
Helsingin kaupunki	– Aurinkopaneelit
Kiinteistöliitto	– (ei vastausta)
Rakennusteollisuus RT	<ul style="list-style-type: none"> – Ilmastonmuutoksen vaikutuksiin varautuminen – Melualueelle rakentaminen
Rakli	<ul style="list-style-type: none"> – Jatkuvan ja monitoimisen käytön rakennukset – Tilat, joissa voidaan osoittaa että päästöt per käyttäjä ovat pienet – Keskeisellä paikalla mutta huonoilla perustusolosuhteilla oleva rakennus tulisi voida tehdä, jos se tukee esim. palveluverkon toteutumista
RIL	– Korkeat rakennukset
SAFA	<ul style="list-style-type: none"> – Erityisryhmiä palvelevat kohteet – Poikkeuksellisessa kulttuuriympäristössä tapahtuva täydennysrakentaminen

Taulukko 9. Ratkaisuja, jotka pitäisi kieltää, vaikka ne johtaisivat alhaisempiin päästöihin.

Haastateltava	Haastattelutulos
Green Building Council Suomi	– (ei vastausta)
Helsingin kaupunki	– (ei vastausta)
Kiinteistöliitto	– (ei vastausta)
Rakennusteollisuus RT	– Energiatehoton hirsirakentaminen
Rakli	– Huonosti rakennetut lyhyen takuajan ”tikkutalot”
RIL	– Lyhyen käyttöiän ratkaisut ja tuotteet

	– Tekniseltä kestävyydeltään riskialttiit ratkaisut, esimerkiksi eriste villan päällä ohut rappaus
SAFA	– Epäterveet ratkaisut – Holtittomat ja epäterveelliset materiaalivalinnat

5.2 Muuttujien arvio

Kirjoittajien työpajatyöskentelyn tuloksena laadittu muuttuja-arvio esitetään seuraavassa taulukossa.

Taulukossa esitetään alustava arvio erilaisten rakennuksen toimivuus- ja teknisten ominaisuuksien vaikutuksesta rakennuksen hiilijalanjälkeen. Ajatuksena on, että mahdolliset hiilijalanjäljen raja-arvot asetettaisiin määrittelemällä käyttötarkoitukseluokittain vertailurakennuksia, jotka edustavat tavanomaista rakentamista. Arvion tarkoituksena on tunnistaa ominaisuuksia, joilla on merkittävästi hiilijalanjälkeä kohottava vaikutus mutta joiden suhteen olisi mahdollisesti tarpeen sallia raja-arvon ylityksiä. Syynä olisi ominaisuuden tuottama muu merkittävä arvo tai se, että rakentaja ei voi ulkoa tulevien määräysten vuoksi välttää kyseessä olevaa ominaisuutta. Arviota laadittaessa oletuksena olisi lisäksi, ettei asetettu raja-arvo olisi niin vaativalla tasolla, että esimerkiksi muutaman prosentin lisä materiaalien määrässä vaikeuttaisi ratkaisevasti raja-arvoon pääsemiseen.

Tekijän mitattavuuden kohdalla arvioidaan mahdollisuutta määrittää ko. ominaisuus yksiselitteisesti. Esimerkiksi jos muunneltavalle rakennukselle sallittaisiin raja-arvoa ylittävä päästö, se edellyttäisi muunneltavuuden tunnistamista suunnitteluratkaisusta selkeän kriteerin avulla.

Taulukko 10. Arvio poikkeavien toiminnallisten ja teknisten vaatimusten vaikutuksesta päästöihin ja raja-arvoihin.

TOIMIVUUSVAATIMUKSET: RAKENTAMISMÄÄRÄYKSIÄ TAI TAVANOMAISTA KÄYTÄNTÖÄ PAREMMAN TOIMIVUUDEN VAIKUTUS	
Sisäilmasto	
Tekijän merkittävyys hiilijalanjäljen kannalta	Ilmanvaihto ja materiaalien emissiot ovat sisäilmastoon vaikuttavia päätekijöitä. Eivät todennäköisesti vaikuta merkittävästi hiilijalanjälkeen.
Tekijän mitattavuus	Materiaalien päästöluokituksen ja sisäilmaluokituksen nojalla.
Perustelut mahdolliselle raja-arvon ylitysoikeudelle.	Ei tunnistettuja merkittäviä perusteita, vaikka sisäilmasto on yksi keskeisimmistä rakennuksen laatutekijöistä. Sisäilmasto liittyy olennaiseen vaatimukseen rakennuksen terveellisyydestä. Normaalia poikkeavia vaatimuksia asetetaan harvoin.
Jatkoselvitystarve	Ei tunnistettua tarvetta jatkoselvitykselle.
Ääniolosuhteet	
Tekijän merkittävyys hiilijalanjäljen kannalta	Voi jonkin verran vaikuttaa hiilijalanjälkeen melualueilla, jos julkisivujen ja erityisesti ikkunoiden tulee olla tavanomaista parempia ääneneristävyyden kannalta.
Tekijän mitattavuus	Ominaisuus osoitetaan rakennusvalvonnalle tietyillä teknisillä ratkaisulla tai selvityksillä.
Perustelut mahdolliselle raja-arvon ylitysoikeudelle.	Oletettavasti ei vaikuttaisi merkittävästi, mutta vaatisi selvitystä.
Jatkoselvitystarve	Jatkoselvitykseen, liittyy olennaiseen tekniseen vaatimukseen rakennuksen ääniympäristöstä.
Valaistusolosuhteet	
Tekijän merkittävyys hiilijalanjäljen kannalta	Oletettavasti ei vaikuttaisi merkittävästi hiilijalanjälkeen. Ikkunoiden kokoa rajoittaa jo energiatehokkuuden lainsäädäntö.
Tekijän mitattavuus	Osana sisäilmastoluokitusta. Valaistusstandardiin SFS- EN 12464-1 esittää sisätilojen valaistusvaatimukset näkötehtävän edellyttämällä tavalla. Kriteereitä sisältyy myös rakennusten ympäristöluokitusjärjestelmiin.
Perustelut mahdolliselle raja-arvon ylitysoikeudelle.	Teoriassa hyvän päivänvalon määrän tavoittelu hankalissa ahtaissa kortteleissa voisi johtaa suurempiin ikkunoihin, joista voisi aiheutua myös enemmän tuotesidonnoisia päästöjä. Ks. energiatehokkuusrajoite edellä.

	Luonnonvalo on tärkeä laatutekijä monissa tiloissa, mutta normaalista poikkeavia vaatimuksia esitetään harvoin.
Jatkoselvitystarve	Ei tunnistettua tarvetta jatkoselvitykselle.
Tekninen kestävyys	
Tekijän merkittävyys hiilijalanjäljen kannalta	Voi olla merkittävä, jos ratkaisukeinona on rakentamisen materiaalien määrien tai laadun erot verrattuna vaadittuun vähimmäisratkaisuun. Esimerkiksi ainevahvuudet, suojabetonien vahvuudet, ruostumattomasta teräksestä tehdyt rakennusosat.
Tekijän mitattavuus	Teknisen kestävyuden laskennallinen arvio käyttöikäinä mahdollista tietyille säärasitetuille tuotteille ja betonirakenteille. Mitattavuus kuitenkin puutteellista.
Perustelut mahdolliselle raja-arvon ylitysoikeudelle.	Erytisen pitkäikäisille rakennuksille voisi sallia suuremman raja-arvon. Pitkä käyttöikä todennäköisesti vähentää uuden rakentamisen tarvetta. Parempi kestävyys ei kuitenkaan saisi olla peruste suurille päästöille nyt, koska CO2:n vaikutusaika ilmakehässä on pitkä. Lisäksi uuden rakentamisen tarve tulevaisuudessa vaikuttaa enemmän materiaalien ja energian kulutukseen, mutta vähemmän päästöihin teollisuuden päästökemityksen myötä.
Jatkoselvitystarve	Jatkoselvitys tarpeen, mutta korrelaatioiden tunnistaminen voi olla haasteellista. Liittyy myös rakenteen kunnossapidettävyyteen (jolla ei oletettavasti olisi merkittäviä päästövaikutuksia).
Kunnossapidettävyyys	
Tekijän merkittävyys hiilijalanjäljen kannalta	Rakenteen huollettavuus voi edellyttää helppoa saavutettavuutta tai purettavuutta, joihin saattaa liittyä monimutkaisempi tai enemmän materiaaleja käyttävä ratkaisu. Syy-seuraussuhde on kuitenkin monitahoinen, koska huollettavuus ei välttämättä edellytä enemmän materiaaleja; tilanne voi olla myös päinvastainen.
Tekijän mitattavuus	Hyvin vaikeasti mitattava. Voi olla tapauskohtaisesti osoitettavissa teknisen ratkaisun avulla.
Perustelut mahdolliselle raja-arvon ylitysoikeudelle.	Kunnossapidettävyyys voi lisätä käyttöikää ja vähentää uuden rakentamisen tarvetta. Ei kuitenkaan tunnistettuja perusteita.
Jatkoselvitystarve	Ei tunnistettua tarvetta jatkoselvitykselle.
Muunneltavuus	
Tekijän merkittävyys hiilijalanjäljen kannalta	Muunneltavuus voisi joissain tapauksissa edellyttää erityisiä ratkaisuja, joihin kuluisi enemmän materiaaleja kuin ilman muunneltavuutta. Vaikutus olisi todennäköisesti pieni, koska laskenta tehtäisiin neliömetrikohtaisesti koko rakennuksen eikä sen yksittäisen tilan tasolla. Muunneltavaksi suunnitteleminen ja rakentaminen ei takaa sen toteutumista.
Tekijän mitattavuus	On olemassa erilaisia indikaattoreita ja kriteereitä, joiden avulla voi osoittaa muunneltavuutta. Muunneltavuuden mitattavuudessa kuitenkin edelleen puutteita.
Perustelut mahdolliselle raja-arvon ylitysoikeudelle.	Muunneltavuus voisi vähentää uuden rakentamisen tarvetta, koska rakennusta voitaisiin muokata tuleviin käyttötarkoituksiin. Tämän seikan käyttö perusteena päästöjen lisäämiselle ei kuitenkaan ole yksinkertaista, koska päästöjen vähentämisellä on ajallinen merkitys juuri nyt. Muunneltavuus on joissakin käyttötarkoituksissa tavanomaista, joten se voitaisiin niissä rakennustyypeissä ottaa lähtökohtaisesti huomioon raja-arvoa määritettäessä.
Jatkoselvitystarve	Jatkoselvitys tarpeen.
Monikäyttöisyys	
Tekijän merkittävyys hiilijalanjäljen kannalta	Tilan tai talon monikäyttöisyys vaikuttaisi todennäköisesti eniten ilmanvaihdon, energiantarpeen, täydentävien rakennusosien ja talotekniikan lisääntyneeseen tarpeeseen tai niiden laatuun. Monikäyttöisyys voi lisätä energian kulutusta ja sitä kautta päästöjä, kun tulos lasketaan pinta-alayksikköä kohden.
Tekijän mitattavuus	On olemassa indikaattoreita ja kriteereitä, joiden avulla voi osoittaa monikäyttöisyyttä. Monikäyttöisyyden yksikäsittéisessä mitattavuudessa ja osoittamisessa on myös ongelmia.

Perustelut mahdolliselle raja-arvon ylitysoikeudelle.	Monikäyttöisyys voi vähentää uuden rakentamisen tarvetta, jos sama rakennus voi palvella monta eri käyttötarkoitusta. Samalla päästöjen määrä neliötä kohden monikäyttöisessä rakennuksessa voi olla suurempi kuin yksikäyttöisessä rakennuksessa. Päästöt käyttäjää tai käyttötuntia kohden voivat olla vähäisemmät, mikä voisi olla perustelu ylityksien sallimiselle neliötä kohden laskettaessa.
Jatkoselvitystarve	Jatkoselvitys tarpeen.
Siirrettävyys	
Tekijän merkittävyys hiilijalanjäljen kannalta	Siirrettäväksi suunniteltu rakennus on yleensä kevyt, ja siten todennäköisesti myös vähähiilinen. Rakenteen tulee olla jäykkä ja nostettavissa, mikä saattaa marginaalisesti johtaa lisääntyneeseen materiaalien tarpeisiin.
Tekijän mitattavuus	Osoitettavissa teknisen ratkaisun perusteella, ei erillistä mitattavaa indikaattoria.
Perustelut mahdolliselle raja-arvon ylitysoikeudelle.	Siirrettävä rakennus voisi vähentää uusien rakennusten tarvetta esimerkiksi osana palveluverkostoa. Oletus on, ettei siirrettävyys kuitenkaan vaikuttaisi merkittävästi päästöihin, joten ylitysoikeudelle ei olisi tarvetta.
Jatkoselvitystarve	Ei tunnistettua tarvetta jatkoselvitykselle.
Uudelleenkäytettävyys osina	
Tekijän merkittävyys hiilijalanjäljen kannalta	Uudelleenkäytettävyys liittyy purettavuuteen ehjinä osina, mistä seuraa esimerkiksi vaatimus liitosten helppoon avattavuuteen. Heikoin uudelleenkäytettävyys olisi esimerkiksi paikalla valetuilla betonirakenteilla joiden päästöt tavanomaisella nykyrakentamisella ovat suhteellisen suuria. Uudelleenkäytettyyden kannalta edullisia ovat esimerkiksi pilari-palkki-ratkaisut tai helposti irrotettavat levyelementit. Uudelleenkäytettävyys osina ei oletettavasti aiheuttaisi massamäärien kasvua.
Tekijän mitattavuus	Osoitettavissa teknisen ratkaisun pohjalta ja joidenkin ratkaisua kuvaavien indikaattorien avulla. Ei erillistä mitattavuutta.
Perustelut mahdolliselle raja-arvon ylitysoikeudelle.	Uudelleenkäytettävyys on arvokas ominaisuus mm. pitkäikäisyyden ja materiaaalitehokkuuden kannalta. Ei kuitenkaan vaikuttaisi päästöilytyksen tarpeeseen.
Jatkoselvitystarve	Ei tunnistettua tarvetta jatkoselvitykselle.
Rakenteellinen turvallisuus	
Tekijän merkittävyys hiilijalanjäljen kannalta	Rakenteellisen turvallisuuden varmistaminen voi joissakin tilanteissa edellyttää suuremmille kuormille tai kulumille mitoitettuja rakenteita, joihin voi kuluva enemmän materiaalia tai eri laatuista materiaaleja. Voi olla merkittävä tekijä esimerkiksi maanjäristysalueella tai hyvin korkeissa rakennuksissa. Nämä vaatimukset ovat osa rakennusmääräyksiä. Ilmastonmuutokseen varautuminen voisi saada aikaan tarvetta sään äärioloista johtuvaan varautumiseen. Myös varautuminen terroriuhkiin voi edellyttää tavanomaista korkeampaa rakenteellista turvallisuutta.
Tekijän mitattavuus	Riskeihin varautumisen voisi osoittaa hankekohtaisesti teknisin ratkaisuin.
Perustelut mahdolliselle raja-arvon ylitysoikeudelle.	Rakenteellisen turvallisuuden vaatimusten mukainen varmistaminen joissakin tapauksissa kuten korkeissa rakennuksissa saattaa aiheuttaa päästörajoissa huomioon otettavaa massamäärän kasvua. Turvallisuuden lisääminen voisi myös joissakin muissa poikkeustilanteissa perustella suuremmat päästöt (erityiset sijainnit ja käyttäjäryhmät). Toisaalta tulisi välttää tilanne, jossa turvallisuuden lisääminen olisi sallittua etuoikeutetuille käyttäjille ilman hiilirajoja.
Muita huomioita	Jatkoselvitys tarpeen (ks. kaavamääräykset / korkeus)
Paloturvallisuus	
Tekijän merkittävyys hiilijalanjäljen kannalta	Joissakin tapauksissa paloturvallisuus voi edellyttää huomattavaa lisämateriaalin käyttöä (esim. palonsuojalevyt) tai lisäjärjestelmiä (esim. sprinklaus). Näillä voi olla merkittäviä tuotesidonnaisia päästövaikutuksia tietyissä rakennustyypeissä ja -korkeuksissa.

Tekijän mitattavuus	Paloluokitus olemassa ja niitä vastaavat tekniset vakioratkaisut. Vaatimuksen mukaisuuden voi osoittaa myös toiminnallisen palomitoituksen kautta.
Perustelut mahdolliselle raja-arvon ylitysoikeudelle.	Raja-arvon ylittäminen voisi olla sallittua erityisistä sijaintiin tai riskeihin liittyvistä syistä.
Jatkoselvitystarve	Jatkoselvitys tarpeen. Sijainti ja suhde naapurirakennuksiin tai muuhun maankäyttöön voi vaikuttaa paloriskeihin.
Käyttöturvallisuus	
Tekijän merkittävyys hiilijalanjäljen kannalta	Turvallisempi liikkuminen rakennuksessa on rakennusmääräyksistä tuleva vakiovaatimus. Tavanomaista parempi käyttöturvallisuus voisi edellyttää esimerkiksi kulkuväylien, kaiteiden tai portaiden väljempää mitoittamista tai sulana pitoa. Nämä eivät pääosin kuitenkaan sisälly raja-arvotarkasteluun.
Tekijän mitattavuus	Luokittelua ei olemassa.
Perustelut mahdolliselle raja-arvon ylitysoikeudelle.	Ei tunnistettuja perusteita ylitykselle. Määräystä parempi käyttöturvallisuus olisi kuitenkin tärkeä elinkaarilaatua parantava tekijä.
Jatkoselvitystarve	Ei tunnistettua tarvetta jatkoselvitykselle.
Murtoturvallisuus	
Tekijän merkittävyys hiilijalanjäljen kannalta	Ks. kohta rakenteellinen turvallisuus, terroriuhat. Ei merkittävää vaikutusta.
Tekijän mitattavuus	Luokittelua ei tiedossa.
Perustelut mahdolliselle raja-arvon ylitysoikeudelle.	Ei tunnistettuja perusteita ylitykselle. Parempi murtoturvallisuus olisi joissakin tapauksissa elinkaarilaatua parantava tekijä.
Jatkoselvitystarve	Ei tunnistettua tarvetta jatkoselvitykselle.
Esteettömyys / liikkuminen	
Tekijän merkittävyys hiilijalanjäljen kannalta	Liittyy rakennusmääräyksiin. Ks. käyttöturvallisuus ja siihen liittyvä asetus.
Tekijän mitattavuus	Osoitettavissa teknisen ratkaisun pohjalta.
Perustelut mahdolliselle raja-arvon ylitysoikeudelle.	Ei tunnistettua perustelua.
Jatkoselvitystarve	Ei tunnistettua tarvetta jatkoselvitykselle.
Kognitiivinen esteettömyys	
Tekijän merkittävyys hiilijalanjäljen kannalta	Ei merkittävää vaikutusta.
Tekijän mitattavuus	Luokittelua ei tiedossa.
Perustelut mahdolliselle raja-arvon ylitysoikeudelle.	Ei tunnistettua perustelua.
Jatkoselvitystarve	Ei tunnistettua tarvetta jatkoselvitykselle.
Aistiesteettömyys	
Tekijän merkittävyys hiilijalanjäljen kannalta	Ei merkittävää vaikutusta
Tekijän mitattavuus	Luokittelua ei tiedossa.
Perustelut mahdolliselle raja-arvon ylitysoikeudelle.	Ei tunnistettua perustelua.
Jatkoselvitystarve	Ei tunnistettua tarvetta jatkoselvitykselle.
Esteettinen koettavuus	
Tekijän merkittävyys hiilijalanjäljen kannalta	Esteettinen laatu tulisi olla mahdollista saavuttaa ilman suuria päästöjä. Vaikuttavuus rakennuksen arkkitehtuurin riippuisi kuitenkin raja-arvon tasosta.
Tekijän mitattavuus	Luokittelua ei tiedossa.
Perustelut mahdolliselle raja-arvon ylitysoikeudelle.	Ei tunnistettua perustelua.
Jatkoselvitystarve	Ei tunnistettua tarvetta jatkoselvitykselle.
TEKNISET VAATIMUKSET KAAVAMÄÄRÄYKSIIN POHJAUTUVAN TEKNISEN OMINAISUUDEN VAIKUTUS,	

PERUSTELUNA YLITYSOIKEUDELLE ON KAIKILLA KAAVAMÄÄRÄYS MITATTAVUUDEN SUHTEEN ARVIOITU POIKKEAMAN MÄÄRITETTÄVYYTTÄ	
Rakennuksen muoto	
Tekijän merkittävyys hiilijalanjäljen kannalta	Tärkeä tekijä materiaalien kokonaiskulutuksen ja erityisesti rakennuksen vaipan materiaalien sekä energiatehokkuuden kannalta. Joissain tapauksissa monimutkainen muoto voi olla pakon sanelemaa (esim. täydennysrakentaminen), joissain se voi olla rakennustaiteellisen ratkaisun (eikä välttämättömyyden) sanelemaa.
Tekijän mitattavuus	Osoitettavissa teknisen ratkaisun pohjalta. Rakennuksen tilavuuden ja ulkovaipan pinta-alan suhde (A/V-suhde) voi toimia indikaattorina.
Jatkoselvitystarve	Jatkoselvitys tarpeen, erityisesti A/V-suhteen ja päästöjen mahdollinen korrelaatio.
Rakennuksen korkeus	
Tekijän merkittävyys hiilijalanjäljen kannalta	Korkea rakennus edellyttää vahvempia runkorakenteita ja perustuksia. Näillä on tärkeä merkitys tuotesidonnaisten päästöjen kannalta.
Tekijän mitattavuus	Osoitettavissa teknisen ratkaisun pohjalta. Kerrosten lukumäärä ja korkeus, sekä räystäskorkeus sisältyvät rakennuksen pääpiirustuksiin.
Jatkoselvitystarve	Jatkoselvitys tarpeen yhdessä luhtikäytävän kanssa.
Parvekkeiden muoto	
Tekijän merkittävyys hiilijalanjäljen kannalta	Parvekkeet voivat edellyttää merkittävää lisämateriaalin tarvetta rakennuksessa, mutta ovat toisaalta keskeinen asumisen laadun lisätekijä. Materiaalien kulutus aiheuttaa tuotesidonnaisia päästöjä, erityisesti parvekelaatan valmistuksessa. Vyöhykeparvekkeiden laatat aiheuttavat merkittävästi suuremman materiaalitarpeen kuin yksittäiset parvekkeet. Voi olla merkittävä vaikutus päästöihin. Materiaaliterve pienin ranskalaisissa parvekkeissa.
Tekijän mitattavuus	Tekninen ratkaisu.
Jatkoselvitystarve	Jatkoselvitys tarpeen yhdessä luhtikäytävän kanssa.
Vaatus runkomateriaalista	
Tekijän merkittävyys hiilijalanjäljen kannalta	Runkomateriaalilla voi olla merkittävä vaikutus tuotesidonnaisiin päästöihin. Harvat esimerkit koskevat puurunkoa, jolla on päästöjä alentava vaikutus. Jos kaavavaatimus koskisi päästöjä lisäävän runkomateriaalin käyttöä, tätä olisi luontevinta tarkastella kaavoituksen ilmasto vaikutusten arvioinnissa, eikä raja-arvon ylityspäätteenä. Paikalla valaminen voi nostaa selvitysten mukaan hiilijalanjälkeä, mutta sitä ei kaavamääräyksiin ole vaadittu.
Tekijän mitattavuus	Osoitettavissa teknisen ratkaisun pohjalta. Ilmoitetaan kirjallisesti ja piirroksin rakentamislupaa haettaessa.
Jatkoselvitystarve	Ei jatkoselvitykseen.
Vaatus julkisivu- tai katemateriaalista	
Tekijän merkittävyys hiilijalanjäljen kannalta	Julkisivumateriaalit ovat tavanomaisia kaavavaatimuksissa. Esimerkiksi tiiliverhouksilla voi olla tuotesidonnaisia päästöjä lisäävä vaikutus.
Tekijän mitattavuus	Osoitettavissa teknisen ratkaisun pohjalta. Ilmoitetaan kirjallisesti ja piirroksin rakentamislupaa haettaessa.
Muita huomioita	Jatkoselvitys tarpeen.
Lasitukset	
Tekijän merkittävyys hiilijalanjäljen kannalta	Suurilla lasipinnoilla on vaikutus tuotesidonnaisiin päästöihin. Tätä olisi luontevinta tarkastella kaavoituksen ilmasto vaikutusten arvioinnissa, eikä raja-arvon ylityspäätteenä.
Tekijän mitattavuus	Osoitettavissa teknisen ratkaisun pohjalta. Tieto sisältyy julkisivukuviin rakentamislupaa haettaessa.
Jatkoselvitystarve	Jatkoselvitys voidaan tutkia tiiliverhouksen yhteydessä, mutta kulttuuriperinnön jatkumisen kannalta lasiverhoukset eivät vaikuta yhtä tärkeältä asialta.
Aukotukset ja ikkunat	
Tekijän merkittävyys hiilijalanjäljen kannalta	Suurilla ikkunapinnoilla on vaikutus tuote- ja käyttösidonnaisiin päästöihin. Määräykset asettavat vähimmäiskoon esim. asuinhuoneiden ikkunoiden pinta-alalle. Poikkeuksellisen suuret ikkunat olisivat

	suunnittelijan ratkaisu, jonka vaikutus päästöihin olisi luonteva kompensoida suunnittelun muiden ratkaisujen yhteydessä.
Tekijän mitattavuus	Osoitettavissa teknisen ratkaisun pohjalta. Aukkojen pinta-ala, suunta ja U-arvo ovat energiatehokkuuslaskelman lähtötietoja.
Jatkoselvitystarve	Ei tunnistettua tarvetta jatkoselvitykselle.
Pihakannen kieltö tai vaatimus	
Tekijän merkittävyys hiilijalanjäljen kannalta	Pihakannen rakenteet voivat olla merkityksellisiä tuotesidonnaisten päästöjen kannalta. Niiden sisältyminen raja-arvolaskentaan on toistaiseksi määrittelemättä.
Tekijän mitattavuus	Osoitettavissa teknisen ratkaisun pohjalta. Ilmoitetaan rakentamislupaa haettaessa.
Jatkoselvitystarve	Jatkoselvitykseen yhdessä maanalaisten tilojen ja kellareiden kanssa
Maanalaisten tilojen kieltö tai vaatimus	
Tekijän merkittävyys hiilijalanjäljen kannalta	Maanalaisten tilojen rakenteet voivat olla merkityksellisiä tuotesidonnaisten päästöjen kannalta. Niiden sisältyminen raja-arvolaskentaan on toistaiseksi määrittelemättä.
Tekijän mitattavuus	Osoitettavissa teknisen ratkaisun pohjalta. Ilmoitetaan rakentamislupaa haettaessa.
Jatkoselvitystarve	Jatkoselvitys tarpeen.
Maanpäällisen kellarin kieltö tai vaatimus	
Tekijän merkittävyys hiilijalanjäljen kannalta	Maanalaisten tilojen rakenteet voivat olla merkityksellisiä tuotesidonnaisten päästöjen kannalta. Niiden sisältyminen raja-arvolaskentaan on toistaiseksi määrittelemättä.
Tekijän mitattavuus	Osoitettavissa teknisen ratkaisun pohjalta. Ilmoitetaan rakentamislupaa haettaessa.
Jatkoselvitystarve	Jatkoselvitys tarpeen.
Perustustavan vaatimus tai rajoitus	
Tekijän merkittävyys hiilijalanjäljen kannalta	Perustuksilla voi olla erittäin merkittävä vaikutus tuotesidonnaisiin päästöihin. Perustukset eivät kuitenkaan sisälly nykyiseen raja-arvolaskentaan.
Tekijän mitattavuus	Osoitettavissa teknisen ratkaisun pohjalta.
Jatkoselvitystarve	Perustustapoja ei tarvitse selvittää, mutta vesistöjen täyttöjen tai kelluvien rakennusten raja-arvotarkastelu olisi mielellään tutkittava ja vähintään ohjeistettava selkeästi.
Vaatimus tiettyyn ympäristöön soveltuvasta arkkitehtuurista	
Tekijän merkittävyys hiilijalanjäljen kannalta	Liittyy pääasiassa julkisivuihin.
Tekijän mitattavuus	Ei tunnistettua luokittelua, laadullinen tekijä.
Jatkoselvitystarve	Ei tunnistettua tarvetta jatkoselvitykselle.
Istutusvaatimukset	
Tekijän merkittävyys hiilijalanjäljen kannalta	Yleensä koskevat tonttia, harvinaisissa tapauksissa viherkattoja tai -pihoja. Niihin tarvitaan yleensä enemmän aluskerroksia kuin muihin katteisiin. Paino on yleensä raskaampi kuin muissa kattoratkaisuissa, koska viherkatot ja -pihat viivyttävät hulevesiä. Kasvillisuus ja kasvualustat eivät kuulu nykyiseen arviointimenetelmään. Kasvillisuudella on paljon rinnakkaishyötyjä.
Tekijän mitattavuus	Osoitettavissa teknisen ratkaisun pohjalta. Ilmoitetaan rakentamislupaa haettaessa, jos osana kaavamääräyksiä.
Jatkoselvitystarve	Jatkoselvitys tarpeen.
Hulevesien hallinnan vaatimukset	
Tekijän merkittävyys hiilijalanjäljen kannalta	Liittyy yleensä tonttiin, mutta jos koskee rakenteita, ratkaisuna useimmiten viherkatot ja -kannet. Em. Huomiot koskevat siten myös teknisiä hulevesiratkaisuja rakennuksissa.
Tekijän mitattavuus	Osoitettavissa teknisen ratkaisun pohjalta.
Jatkoselvitystarve	Jatkoselvitys tarpeen osana viherkattoja.

Rakentamisen ajankohta	
Tekijän merkittävyys hiilijalanjäljen kannalta	Rakenteiden lämmittäminen tai kuivattaminen voi lisätä energiankulutusta, sääsuojia tai lisätä materiaalien tarvetta (esimerkiksi suurempi sementtimäärä valmisbetonissa). Nykyisen arviointimenetelmän mukaan työmaakohtainen päästölaskenta voidaan tehdä käyttäen vakioituja taulukkoarvoja, joissa em. tekijät eivät näy.
Tekijän mitattavuus	Lämmityksen, kuivana pidon tai muun vastaavan muuttujan tarve on havaittavissa ja yleensä ennakoitavissa. Näistä voidaan muodostaa yhteys energian tai materiaalien mahdolliseen lisäkulutukseen.
Perustelut mahdolliselle raja-arvon ylitysoikeudelle.	Ei tunnistettuja perusteita.
Jatkoselvitystarve	Ei tunnistettua tarvetta jatkoselvitykselle.
SIJAINNISTA AIHEUTUVAT TEKIJÄT, VIITATAAN EDELLÄ ARVIOITUIHIN TEKNISIIN TAI TOIMIVUUSOMINAISUUKSIIN	
Sijainti tontilla	Voi vaikuttaa perustusolosuhteisiin, jotka eivät raja-arvotarkastelussa mukana. Voi vaikuttaa rakennuksen muotoon, jolla suhde päästöihin. Voi vaikuttaa palo- ja meluvaatimukseen sekä esteettömyyteen ja lisäksi edellä käsitelyihin materiaalivaatimuksiin.
Sijainti kaupunkirakenteessa	Voi vaikuttaa perustusolosuhteisiin sekä liikennetarpeisiin, jotka eivät raja-arvotarkastelussa mukana. Voi vaikuttaa korkeuteen, muotoon ja julkisivun erityisvaatimuksiin (esim. kaavan tai kaupunkikuvan vuoksi).
Sijoitusvaatimus lähelle toista rakennusta tiiviissä rakentamisessa	Voi vaikuttaa palo- ja meluvaatimukseen sekä esteettömyyteen ja lisäksi edellä käsitelyihin materiaalivaatimuksiin.

6. Ehdotus selvitystä varten

Seuraavassa on kuvattu esiselvityksen pohjalta hahmottunut ehdotus rakennusten hiilijalanjäljen raja-arvojen selvityksen sisällöksi. Sen pääkohdat on myös tiivistetty erilliseksi liitteeksi. Ehdotus kuvaa raja-arvo-selvityksen vähimmäissisältöä.

Tämän raportin tavoitteen mukaisesti raja-arvoselvityksen päämääränä olisi selvittää laskennallisesti valittujen rakennuksen toimivuus- ja tekniset ominaisuuksien merkittävyyttä hiilijalanjäljen ja sen sääntelyn kannalta. Tarkastelun kohteeksi valitut ominaisuudet ovat sellaisia, joita rakentajan on pakko toteuttaa johtuen esimerkiksi sijainnista tai joilla voidaan katsoa olevan sellainen erityinen hyvinvointia parantava arvo.

Tarkasteltavat muuttujat

Raja-arvojen selvityshankkeessa tulisi tarkastella vähintään seuraavien rakennushankkeelle asetettujen vaatimuksien vaikutusta rakennuksen hiilijalanjälkeen ja sen raja-arvosääntelyyn:

Tarkastelun kohde	Huomioita
1 Muunneltavuus ja monikäyttöisyys	Rakennuksen elinkaariominaisuuksia parantavat ratkaisut
2 Ääniolosuhteet	Esimerkiksi rakennettaessa melualueelle
3 Paloturvallisuus	Esimerkiksi tiiviissä korttelirakenteessa
4 Tekninen kestävyys	Rakennuksen elinkaariominaisuuksia parantavat ratkaisut
5 Rakennuksen muoto	Esimerkiksi asemakaavasta tai rakennuspaikasta johtuva
6 Rakennuksen korkeus	Esimerkiksi asemakaavasta tai rakennuspaikasta johtuva
7 Parvekkeiden muoto	Esimerkiksi asemakaavasta tai rakennuspaikasta johtuva
8 Julkisivu- tai katemateriaalit	Esimerkiksi asemakaavan vaatimuksista johtuvat
9 Julkisivun tai katon lasitukset	Esimerkiksi asemakaavasta tai rakennuspaikasta johtuvat
10 Pihakannet	Esimerkiksi pysäköintitilat. Esimerkiksi asemakaavasta johtuva
11 Maanalaiset tilat	Esimerkiksi pysäköintitilat ja rinneratkaisut. Esimerkiksi asemakaavasta johtuva
12 Viherkatot ja -pinnat	Vain rakennuksen rakenteet, ei kasvillisuutta tai kasvualustaa. Esimerkiksi asemakaavasta johtuva

Laskennan laajuus ja otanta

Tarkasteltavat rakennukset tulisi valita niin, että otos sisältää riittävästi kaikkia sääntelyn piiriin suunniteltuja käyttötarkoitukseluokkia. Otosta voitaisiin tarvittaessa laajentaa niin, että joitakin tärkeitä sääntelyn ulkopuolelle jätettäväksi suunniteltuja käyttötarkoitukseluokkia (esimerkiksi pientaloja) otettaisiin myös mukaan. Tällä saataisiin tietoa sääntelyn perusteluihin sekä mahdollisia sääntelyn jatkokehityksen tarpeita varten.

Rakennusten määrän tulisi olla tarpeeksi kattava, erityisesti jos tavoitteena olisi saavuttaa merkittävät päästövähennykset. Otosten tulisi sisältää vähintään joitakin kymmeniä erillisiä rakennuksia niissä käyttötarkoitukseluokissa, joille raja-arvojen kautta tavoitellaan merkittäviä päästövähennyksiä.

Tarkastelu voitaisiin tehdä parametrisesti käyttäen apuna tyypillisiä rakennusmalleja. Suositeltavampaa olisi kuitenkin tarkastella nimenomaan yksilöllisiä rakennuksia, jotta hankekohtaiset poikkeukset ja erot voitaisiin paremmin tunnistaa.

Keskeistä on lisäksi, että tarkasteltavat rakennukset on otoksessa kuvattu sellaisella tarkkuudella, että niiden avulla voidaan tosiasiallisesti vertailla kunkin valitun toimivuus- ja teknisen ominaisuuden merkittävyyttä.

Suosittelavaa on myös laskelmien läpinäkyvyys.

Eri hankevaiheiden huomiointi

Pääosa laskennasta tulisi tehdä käyttäen sen hankevaiheen aineistoja, jota sääntely koskisi. Jos sääntely tulee koskemaan rakentamisluvan hakemista, aineistojen tulisi kuvastaa suunnitelmien kypsyttä ja kattavuutta tässä vaiheessa hanketta. Tällöin laskennassa olisi luontevaa hyödyntää myös neliömetri- tai ratkaisukohtaisia kertoimia, joilla voidaan paikata mahdollisesti puutteellisia aineistoja.

Arvioinnin täydentämiseksi olisi lisäksi suositeltavaa tehdä laskenta samasta kohteesta sekä lupavaiheessa että käyttönoton dokumentaation tasoa vastaavasti. Näin voitaisiin tunnistaa suunnitelmien kypsytyksen vaikutus arvioinnin tuloksiin.

Käytettävät yksiköt

Selvityksen tulisi noudattaa samaa yksikköä kuin suunnitellussa lainsäädännössä. Hiilijalanjälkilaskennan tulokset jaettaisiin rakennusten nettoalalla ja 50 vuoden tarkasteluajalla. Tämän lisäksi olisi tärkeää käyttää tarkastelun yksikkönä tietyissä käyttötarkoitukseluokissa myös rakennuksen käyttäjä- tai asiakasmäärää. Tämä olisi tärkeää erityisesti toimistojen, hotellien, koulujen, päiväkotien ja muiden vastaavien liike- tai palvelurakennusten tarkastelussa. Perusteena käyttäjäkohtaiselle tarkastelulle olisi selvittää se, ohjaisiko pinta-alaan perustuva raja-arvosääntely eri suuntaan kuin käyttäjämääriin perustuva sääntely.

Käytettävät päästötiedot

Arviointi tulisi tehdä hyödyntäen kahta eri päästötietojen lähdettä:

- 1) kansallisen päästötietokanta (www.CO2data.fi)
- 2) tuotekohtaisilla ympäristöselosteilla tarkennetut tiedot

Koko aineiston tarkastelu olisi suositeltavaa tehdä kansallisen päästötietokannan tietojen pohjalta. Sen lisäksi olisi syytä tarkastella myös ympäristöselosteisiin pohjautuvien tietojen käytön vaikutusta. Tarkastelu tulisi tehdä analyttisesti selvittäen erojen syitä.

Jotta sääntely olisi aidosti vaikuttavaa, raja-arvot tulisi asettaa käyttäen sellaisia päästötietoja, joissa ei ole mukana kansallisen päästötietokannan konservatiivisuuskerrointa. Myös nämä lähtötiedot ovat saatavilla kansallisessa päästötietokannassa. Muussa tapauksessa tuotesidonnaisten päästöjen osalta päästövähennyksiä ei tosiasiaassa syntyisi lainkaan, koska tuotekohtaiset ympäristöselostetiedot ovat joka tapauksessa alempia kuin päästötietokannan epävarmuuskertoimia sisältävät yleiset tiedot.

Energian päästötiedot

Kansallisen päästötietokannan energiaa koskevissa tiedoissa on edelleen oletus, jonka mukaan pieni osuus fossiilisia polttoaineita olisi käytössä tulevaisuudessa. Tämä oletus voi mahdollisesti vääristää laskelmia,

etenkin kun kivihiiilen energiakäytön kieltävä laki astuu voimaan 2029 ja kaukolämmön päästöt ovat jo nyt pienentyneet. Tästä syystä laskennan tuloksia tulisi korjata siten, että kansallisen päästötietokannan mahdollisesti liian suurien energian päästökertoimien alennettaisiin. Muuten riskinä on se, että ero tietokannan päästökerrointen ja esimerkiksi kaukolämpöverkkojen todellisten päästökerrointen välillä kasvavat liian suuriksi. Suomen ympäristökeskus on kuitenkin yhdessä VTT:n kanssa menossa olevassa hankkeessa laskemassa uusia päivitettyjä päästöarvoja. Kun tulokset valmistuvat, niin kansallisen päästötietokannan arvot on tarkoitus myös korjata. Laskenta on järkevää tehdä käyttäen kansallisia korjattuja energian päästöarvoja.

Paikallisten verkkojen päästökertoimilla tehtäviä vertailevia laskelmia kannattaisi tehdä vain siinä tapauksessa, että raja-arvot harkittaisiin asetettavaksi paikallisesti huomioimaan kunkin verkon päästöt ja niiden oletettu kehittyminen tulevaisuudessa.

Käytettävät työkalut

Laskenta olisi järkevää tehdä käyttäen niitä ohjelmistoja, jotka ovat yleisimmin käytössä rakennusten elinkaariarvioinnissa Suomessa. Tämä tarkoittaisi One Click LCA-ohjelmiston versioita, jossa on huomioitu ympäristöministeriön arviointimenetelmän luonnos vuodelta 2021. On tärkeää hyödyntää nimenomaan tätä versiota, koska ohjelmisto sisältää useita vaihtoehtoisia versioita, joissa käytettävät arviointimenetelmät poikkeavat hieman toisistaan.

Olemassa olevan aineiston hyödyntäminen

Esimerkiksi kaupungeilla, kunnilla, rakennuttajilla ja rakennusliikkeillä on jo olemassa runsaasti laskenta-aineistoa erilaisista hankkeista. Laskennat on todennäköisesti tehty käyttäen samaa työkalua (One Click LCA). Tietoja voitaisiin sen vuoksi yhdistellä työkalun tietokannasta ja näin tuottaa realistista tietoa rakennusten päästöistä viime vuosina.

Ympäristöministeriö on teettänyt kaksi alustavaa tarkastelua rakennusten hiilijalanjäljen raja-arvoista vuosina 2021 ja 2023²⁷. Näiden selvitysten tietopohja on hyvä, ja tarkasteltuja rakennustyypppejä on runsaasti. Molemmat tarkastelut on tehty käyttäen One Click LCA-ohjelmiston tietokannan anonymisoituja tietoja todellisista rakennushankkeista.

Olemassa olevan aineiston hyödyntämiseen vaikuttaa kuitenkin merkittävästi laskennan raja-alue, huolellisuus ja hankevaihe. Näiden tekijöiden vaikutus laskennan tuloksiin tulisi pyrkiä suodattamaan pois tuloksista. Olemassa olevan aineiston hyödynnettävyyteen vaikuttaa huomattavasti myös se, onko aineiston perusteella erotettavissa tarkastelun kohteeksi valittujen muuttujien merkitys.

Vaihtoehtoiset selvitystavat

Edellä kuvatun mukaisesti olisi mahdollista toteuttaa raja-arvoselvitys kolmella vaihtoehtoisella tavalla. Näitä ovat tietokantapohjainen selvitys, hankkeisiin pohjautuva selvitys sekä räätälöity tarkastelu.

Rakennustietokantapohjainen selvitys

Olemassa olevien rakennusten hiilijalanjälkilaskentoihin perustuva selvitys voitaisiin tehdä One Click LCA-ohjelmiston rakennustietokannan pohjalta. Tällöin laajennettaisiin esimerkiksi ympäristöministeriön 2023 tekemää rakennustietokantapohjaista selvitystä niin, että edellä kuvatut hiilijalanjälkeen vaikuttavat toiminnalliset, tekniset ja sijaintiin liittyvät muuttujat huomioitaisiin. Koska tällainen selvitys perustuisi jo tehtyihin rakennusten hiilijalanjälkilaskentoihin, joka voisi kuvata hyvin erityispiirteiden tilastollista esiintyvyyttä. Rakennustietokantapohjaisen selvityksen etuja olisikin jo hyvällä tasolla oleva lähtöaineisto sekä mahdollisesti nopea eteneminen. Toisaalta harvinaisemmat hankkeet eivät välttämättä näkyisi tämän kaltaisessa selvityksessä. Lähestymistavan mahdollisena ongelmana on, että rakennuksia ei ole riittävällä tarkkuudella kuvattu niiden parametrien avulla, jotka on valittu tämän selvityksen tarkastelun kohteiksi.

²⁷ One Click LCA, 2023. Carbon Footprint Limits for Common Building Types – methodology update revision. Julkaisija ympäristöministeriö.

Hankkeisiin pohjautuva selvitys

Eri toimijoiden hankkeisiin perustuva selvitys voitaisiin tehdä kokoamalla tietoja eri kaupunkien, rakennuttajien, rakennusliikkeiden ja tutkimuslaitosten tekemistä hiilijalanjälkilaskelmista. Tietojen yhteismitallisuus olisi varmistettava etukäteen. Vertailemalla hanketietoja tässä esiselvityksessä ehdotettuihin tarkasteltaviin muuttujiin voitaisiin saada laajapohjainen tieto eri muuttujien merkittävydestä. Tältä pohjalta olisi mahdollista jatkolaskennan kautta määrittää tärkeimpien muuttujien mahdollinen vaikutus raja-arvoihin. Tämän selvitystavan etuna olisi mahdollisuus hyödyntää laajan toimijajoukon kokemusta käytännön hankkeista. Toisaalta eri toimijoiden tilaamien laskentojen toimeksiannoissa voi olla kohtuullisen paljon eroavaisuuksia, jotka voivat haitata tietojen yhteismitallistamista. Myös tämän lähestymistavan mahdollisena ongelmana on, että rakennuksia ei ole riittävällä tarkkuudella kuvattu niiden parametrien avulla, jotka on valittu tämän selvityksen tarkastelun kohteiksi. Haitta on tässä kuitenkin edellistä epätodennäköisempi, koska yhteys kunkin hankkeen tilaajaan voi auttaa parametrien tarkennusta.

Laskennallinen tarkastelu

Kolmas vaihtoehto olisi aloittaa räätälöity laskennallinen selvitys, johon valittaisiin runsaasti erilaisia rakennuksia. Laskennassa tulisi olla mukana sekä tavanomaisia että erityispiirteitä sisältäviä rakennuksia. Koska laskenta tehtäisiin vain raja-arvoihin vaikuttavien muuttujien suuruusluokkien arviointia varten, voitaisiin minimoida eri laskijoiden ja eri hankkeiden tietojen mahdolliset epäjatkuvuudet. Edellisiin lähestymistapoihin verrattuna tässä nimenomaisena etuna olisi se, että tarkastelut voitaisiin selkeästi kohdistaa valittujen muuttujien merkittävyden tarkasteluun. Esimerkiksi voitaisiin tarkastella melualueen ääneneristysvaatimuksien merkitystä tutkimalla kahta muutoin täysin samanlaista tavanomaiseksi katsottua asuinkerrostaloa.

7 Yhteenveto

Tämän esiselvityksen tarkoituksena on ollut tukea rakentamislain pohjalta suunniteltua rakennusten hiilijalanjäljen raja-arvosäätelyä. Esiselvitys on laadittu kirjallisuusselvityksen ja sidosryhmien haastattelun pohjalta.

Haastattelujen kautta on pyritty selvittämään mitä rakentamisen toimivuusominaisuuksia eri sidosryhmät pitävät sellaisina tärkeinä ominaisuuksina, joiden soveltamista hiilijalanjäljen raja-arvosäätelyllä ei saisi rajoittaa. Haastattelujen kautta esille nousseita teemoja on täydennetty kirjallisuuden ja kirjoittajien tutkimuskokemuksen pohjalta luetteloksi erilaisia toiminnallisia, teknisiä ja sijaintiin liittyviä tekijöitä, joilla voi olla suora tai epäsuora vaikutus rakennuksen hiilijalanjälkeen. Osana esiselvitystä analysoitiin näiden tekijöiden vaikutusta hiilijalanjälkeen sekä niiden mitattavuutta erilaisin vakiintunein indikaattorein. Analyysin pohjalta tehtiin ehdotus lyhyemmästä selvitettävien tekijöiden luettelosta.

Esiselvityksen yhteenvetona on esitetty ehdotukset selvityshankkeen sisällöksi. Selvitys voitaisiin tehdä rakennustietokantaan, tehtyihin hankkeisiin tai laskentaan perustuen. Rakennustietokantapohjainen vaihtoehto olisi nopein, ja rakentuisi jo tehtyjen raja-arvolaskentojen pohjalle. Hankekohtaisessa vaihtoehdossa hyödynnettäisiin eri toimijoiden laajasti teettämiä arviointeja. Laskentaan perustuvassa vaihtoehdossa laskenta tehtäisiin suurelle rakennusjoukolle, jolloin tulokset olisivat tarkimmat ja valittujen muuttujien vaikutus tulisi selvimmän esille, mutta hanke veisi eniten aikaa ja resursseja.