

Alkusanat

Ympäristöministeriö julkisti syksyllä 2017 tiekartan, jonka viitoittamana maamme kiinteistö- ja rakennusalan tarkoituksena on siirtyä vähähiilliseen rakentamiseen vuoteen 2025 mennessä. Tässä raportissa VTT arvioi ympäristöministeriön toimeksiannosta vaikutuksia, joita vähähiiliselle rakentamiselle ehdotetut ohjaustoimenpiteet aiheuttaisivat. Selvityksen pohjana ovat kesällä 2017 valmistunut ehdotus tiekartaksi rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauksessa (Bionova Oy) sekä siihen liittyvä, viranomaisvaikutuksia kartoittava selvitys (Rakennustarkastusyhdistys).

Vaikutusarviointi tehtiin lokakuun 2017 ja helmikuun 2018 välisenä aikana. Työtä ohjasi ympäristöministeriön nimeämä ohjausryhmä, johon kuuluivat Harri Hakaste, Lauri Jääskeläinen, Matti Kuittinen, Simon Le Roux ja Laura Valkonen ympäristöministeriöstä, Ari Ilomäki Rakennusteollisuus RT:stä, Jyri Seppälä Suomen ympäristökeskuksesta sekä Mikko Nousiainen Green Building Council Suomesta.

Sisällysluettelo

Alkusanat.....	3
Lyhenteet ja määritelmät	5
1. Tausta.....	6
2. Tavoite.....	8
3. Arvioitavat toimenpiteet.....	9
4. Arviointimenetelmät ja menettelytavat	10
5. Kvantitatiivisessa arviossa hyödynnetyt taustatiedot ja niiden pohjalta tehdyt oletukset ja laskentamallit	11
5.1 Khk-päästöt.....	11
5.2 Rakennuskustannukset.....	22
6. Arviointitulokset.....	23
7. Käytönaikaisen energiakulutuksen khk-päästöjen laskennan kysymyksiä.....	43
8. Tuotteiden khk-arvon määrittelyn kysymyksiä.....	48
9. Yhteenveto ja suosituksia.....	52

Liitteet

- Liite 1: Valmistuneiden rakennusten määrät kerrosalana
- Liite 2: Suomen kasvihuonekaasupäästöt
- Liite 3: KHK-säästöarviot toimenpiteittäin

Tiivistelmä

Abstract

Lyhenteet ja määritelmät

BAT	best available technology
CEN	Comité Européen de Normalisation tai engl. European Committee for Standardization
CO ₂	hiilidioksidi
CO ₂ -ekv	hiilidioksidiekvivalentti, joka ilmaisee kasvihuonekaasujen kokonaismäärän painotettuna eri kaasujen potentiaaleilla vaikutuksella ilmaston lämpenemiseen
ELCD	European life cycle data
khk	kasvihuonekaasu
MRL	maankäyttö- ja rakennuslaki
RTY	Rakennustarkastusyhdistys
RAHI	rakennuksen hiilijalanjälki; raportin ”Tiekartta rakennuksen elinkaarren hiilijalanjäljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauksessa” nimen lyhenne
VRK	Väestörekisterikeskus
Vähähiilisyys	Tässä vähähiilisyydellä tarkoitetaan tuotteen tai palvelun aiheuttamia vähäisiä khk-päästöjä

1. Tausta

Rakennuksen kasvihuonekaasupäästöt (khk-päästöt) riippuvat rakennuksen elinkaaren aikana tehdyistä valinnoista. Olennaisia valintoja tehdään rakennuspaikan valinnassa, rakentamisen ja korjaamisen suunnittelussa, tuotteiden valinnassa, rakentamisen, ylläpidon ja huollon toteutuksessa, rakennuksen käytössä ja lopulta rakennusosien käyttöön päätyttyä niiden loppusijoituksessa tai kierrätyksessä. Syntyviin khk-päästöihin voidaan vaikuttaa ohjaamalla. Ohjaamista voidaan toteuttaa kansallisella tasolla rakennusmääräyksin ja ohjein ja verotuksellisilla keinoilla. Kunnallisella tasolla ohjaamista voidaan toteuttaa kaavoituksen avulla esimerkiksi rakennusoikeuteen liittyvin keinoin ja rakennusvalvontaan liittyen esimerkiksi lupamaksujen, neuvotteluohjauksen avulla sekä tontinluovutukseen liittyvien ehtojen avulla. Julkiset rakentajat voivat vaatia kohteiltaan rakennusmateriaalien valintaan ja/tai energiatehokkuuteen perustuvaa vähähiilisyttä. Lisäksi sekä valtio että kunnat voivat ohjata monissa yhteyksissä jakamalla informaatiota, tukemalla tutkimusta, tuote- ja palvelukehitystä ja erilaisten merkintä- ja arviointimenetelmien kehittämistä ja tarjontaa.

Raportin ”Tiekartta rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauksessa” (RAHI-raportti)¹ esitetään suuntaa antava ehdotus tiekartan ajalliselle vaiheistukselle. RAHI-raportissa esitetään kahdeksan vaihetta ja kuhunkin vaiheeseen liittyviä ohjauskeinoja. Seuraavassa eri vaiheisiin liittyvät keinot luetellaan erillisinä:

1. Ministeriö julkaisee menettelytavan ja siihen liittyvän päästötietokannan, joiden avulla khk-päästöt voidaan raportoida yhteismitallisesti
2. Julkiset hankkeet määrätään ilmoitusvelvollisiksi khk-päästöjen suhteen
3. Kunnat liittävät tontinluovutukseen khk-päästöihin liittyviä ehtoja
4. Julkisirahoitteisiin hankkeisiin liitetään kannustimia tai ehtoja
5. Kunnat ottavat kaavoituksessa huomioon khk-päästöt ja asettavat khk-perusteisia kaavamääräyksiä
6. Kansallisella tasolla otetaan käyttöön menettelytapa, jonka avulla materiaaleihin ja käyttöön liittyvät päästöt otetaan huomioon kokonaisuutena

¹ Tiekartta rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauksessa: Bionova Oy. 29.6.2017. <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B4B3172BC-4F20-43AB-AA62-A09DA890AE6D%7D/129197>.

7. Kansallisella tai kuntatasolla otetaan käyttöön veroihin tai maksuihin liittyviä yksityistä sektoria ohjaavia kannustimia
8. Kansallisella tasolla asetetaan khk-päästöjen ilmoitusvelvollisuus valituille rakennustyypeille, esimerkiksi kerrostaloille
9. Kansallisella tasolla asetetaan khk-päästöjen rajat valituille rakennustyypeille
10. Kansallisella tasolla asetetaan khk-päästöjen rajat kaikille rakennustyypeille
11. Asetetut raja-arvot tarkistetaan pyrkien tehostamaan ohjauksen vaikutusta

RAHI-raportin rinnalla laadittiin raportti "Viranomaisnäkökulma rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälkihjaukseen" (RTY-raportti)². RTY-raportissa tarkastellaan, miten ja millä keinoin hiilijalanjälki voidaan ottaa huomioon yksittäisissä rakentamishankkeissa osana normaalia rakentamisen viranomaisvalvontaa. Raportissa sivutaan myös muita kunnan mahdollisuuksia ohjata rakentamista vähähiilisempään suuntaan esimerkiksi kaavoituksen keinoin.

² Viranomaisnäkökulma rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälkihjaukseen 29.6.2017. Rakennustarkastusyhdistys RTY ry. Pekka Virkamäki, Lauri Jääskeläinen, Eeva Huttunen, Leena Salmelainen ja Markku Hienonen. <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B0AF5142F-F2BD-4DD3-81CD-D341B31741A1%7D/129192>.

2. Tavoite

Tämän selvityksen tavoitteena on arvioida rakentamiseen liittyvien kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen tähtäävän ohjauksen vaihtoehtoisten menettelytapojen

- toteutettavuutta ottaen huomioon uudis- ja korjausrakentaminen, julkinen ja yksityinen rakentaminen ja eri rakennustyytit,
- vaikutusta eri tyyppiin ja eri kokoihin rakennusmateriaali- ja rakennustuotevalmistajiin ja muihin toimijoihin
- vaikutusta rakentamisen kustannuksiin
- vaikutusta rakentamisen aiheuttamiin kasvihuonekaasupäästöihin.

Arvion päähuomio kohdistettiin rakennusmateriaaleihin liittyvien khk-päästöjen ohjaukseen. Lisäksi arvioitiin mahdollisuuksia ohjata khk-päästöjä siten, että ohjaus kohdistuu rakennusmateriaaleista aiheutuvien khk-päästöjen ja rakennusten käytöstä aiheutuvien khk-päästöjen summaan. Jälkimmäistä arvioitiin pohtimalla ongelmia ja mitä kysymyksiä tulisi ratkaista, jotta koko rakennuksen yhteenlaskettu khk-päästö antaisi todenmukaisen kuvan rakennuksen potentiaalisesta vaikutuksesta khk-päästöihin. Lopuksi esitettiin yksinkertaistettu menettelytapa khk-päästöjen yhteen laskennalle ja arvioitiin vaikutuksia, jos kansallisella tasolla asetetaan joko ilmoitusvelvollisuus tai raja-arvo.

Rakentaminen vaikuttaa ympäristöön paitsi khk-päästöjen takia myös luonnon resurssien käytön ja muiden haitallisten päästöjen takia. Niiden käsittely ei kuitenkaan ollut tämän arvion tavoitteena.

3. Arvioitavat toimenpiteet

Selvitykseen valittiin arvioitaviksi taulukon 1 mukaiset toimenpiteet. Arvioinnin näkökulmat esitetään taulukossa 2.

Taulukko 1. Arvioitavat ohjaustoimenpiteet.

1	Julkisin varoin toteutettavalle uudis- ja korjausrakentamiselle asetetaan khk-päästöjen ilmoitusvelvollisuus
2	Kiinteistöverosta annetaan alennus, kun uudisrakennuksen tai korjauksen khk-päästö alittaa annetun raja-arvon
3	Rakennuslupamaksusta annetaan alennus, kun rakentamisen khk-päästö alittaa annetun raja-arvon
4	Rakentamiseen myönnetään lisärakennusoikeus, kun rakentamisen khk-päästö alittaa annetun raja-arvon
5	Uudis- ja korjausrakentamiselle asetetaan kansallisella tasolla khk-päästöjen ilmoitusvelvollisuus
6	Uudis- ja korjausrakentamiselle asetetaan kansallisella tasolla khk-päästöjen raja-arvot

Taulukko 2. Arvion näkökulmat.

1	Soveltuvuus uudisrakentamiseen
2	Soveltuvuus korjausrakentamiseen
3	Soveltuvuus eri rakennustypeille
4	Soveltuvuus rakennushankkeen eri vaiheisiin
5	Vaikutus rakennusalan toimijoihin
6	Vaikutus markkinoihin
7	Vaikutus viranomaistyöhön
8	Vaikutus rakennuskustannuksiin
9	Vaikutus khk-päästöihin

4. Arviointimenetelmät ja menettelytavat

Toimenpiteiden soveltuvuutta ja vaikutuksia eri näkökulmien arvioitiin laadullisesti pohtien tekijöitä ja niiden aiheuttamien vaikutuksien suuntaa ja voimakkuutta. Tekijöinä (muuttujina) otettiin huomioon esimerkiksi asetettujen raja-arvojen vaativuus tai käytettyjen kannusteiden kuten verohelpotuksien taso.

Joidenkin näkökulmien suhteen tehtiin myös määrällisiä arvioita. Kvantitatiiviset arviot tehtiin esimerkkilaskelmina oletuksien avulla ja hyödyntäen tilasto- ja muita relevantteja tietoja khk-päästöjen määrästä, rakennuskannasta ja rakennusten massasta ja ostoenergian kulutuksesta.

Vaikutuksia rakennuskustannusvaikutuksiin arvioitiin karkeasti määrällisesti miettimällä, kuinka paljon rakennusmateriaaleihin liittyvien KHK-päästöjen ohjaus voisi vaikuttaa valittujen rakennustyyppien kokonaiskustannuksiin ottaen huomioon mahdolliset muutokset suunnittelukustannuksissa ja tuotekustannuksissa.

Päästövaikutusten suhteen arvioitiin kuinka suureen osaan uudisrakennuskannasta ja/tai korjattavista rakennuksista ohjaus kohdistuu ja mikä voisi olla määrällinen suora merkitys. Arvioitiin vaikutusta olettaen, että ohjaus voi vaikuttaa suunnitteluvaihtelujen kautta ja/tai vaikuttamalla tuotekehitykseen. Arviossa hyödynnettiin tekijän nykytietämystä erityyppisten rakennusten päästöjen nykytasosta.

Ensimmäiset alustavat arviot käsiteltiin VTT:n työpajoissa, joihin osallistuivat

- Tarja Häkkinen (työpajojen valmistelu ja tulosten käsittely)
- Miimu Airaksinen
- Terttu Vainio
- Jari Shemeikka
- Sirje Vares
- Tarja Mäkeläinen
- Teemu Vesanen
- Sakari Pulakka.

5. Kvantitatiivisessa arviossa hyödynnetyt taustatiedot ja niiden pohjalta tehdyt oletukset ja laskentamallit

5.1 Khk-päästöt

Khk-päästöjen vaikutuksia arvioitiin laskennallisesti kaikille taulukossa 1 esitetyille ohjaustoimenpiteille.

Laskentamallilla tarkoitetaan tässä yksinkertaisia laskentakaavoja, joiden parametrit perustuvat oletettuihin arvoihin. Tässä luvussa selitetään, mihin aineistoon oletetut arvot pääosin perustuvat.

Rakennuksien khk-päästöt arvioitiin esimerkkirakennusten khk-päästöjen perusteella. Vaikutusarvion laskentamalleissa olennaisia asioita ovat oletukset rakennustyypeistä, joihin ohjaustoimenpide vaikuttaa, ja oletukset tuotekehityksessä tai suunnitteluratkaisuissa tapahtuvien muutoksien voimakkuudesta. Laskentakaavojen laadinnassa olennaiset oletukset koskevat lisäksi

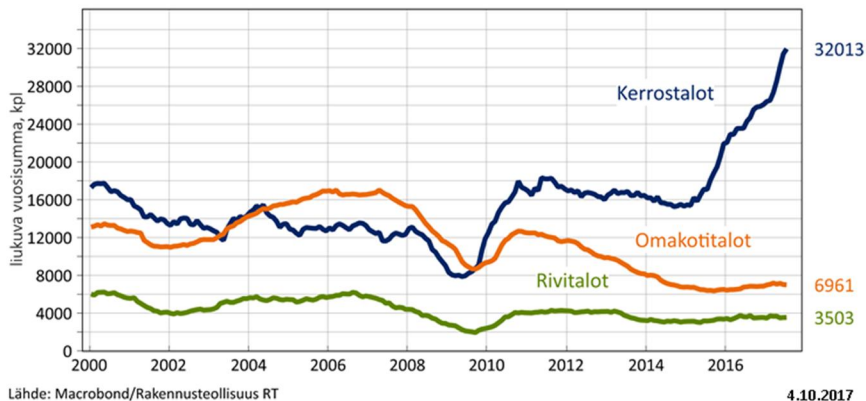
- tulevia rakennusmääriä eri rakennustyyppien suhteen
- eri rakennustyyppien ja rakennusosien päästöarvoja
- tuoteteollisuuden nykyisiä päästöarvoja.

Rakennusmäärät

Liitteessä 1 esitetään valmistuneiden rakennusten määrät Suomessa viimeisen kymmenen vuoden aikana tilastokeskuksen tietojen mukaan.

Perusoletuksena on, että rakentaminen jatkuu suunnilleen samassa volyymissä myös seuraavina vuosina. Joidenkin rakennustyyppien osalta volyyymiä on jonkin verran vähennetty tapauksissa, joissa ei ole todennäköistä, että nykyinen rakentamisen vauhti jatkuisi tulevaisuudessa (ks. esimerkiksi kuva 1). Arvioissa oletetut uudisrakentamisen määrät esitetään taulukoissa 3 ja 4.

Asuntoaloitukset talotyypeittäin



Kuva 1. Asuntoaloitukset talotyypeittäin.

Taulukko 3. Uudisrakentamisen määrät, joita käytettiin eri toimenpiteiden vaikutusarvioinneissa.

Toimenpide	Vaikutusalue	khk-päästölaskennassa käytetty kerrosala/v
Julkisin varoin toteutettavalle uudis- ja korjausrakentamiselle asetetaan khk-päästöjen ilmoitusvelvollisuus	Kuntien ja kuntayhtymien ja valtion rakentamat rakennukset Valtion rakentamat satunnaiset rakennukset	250 000 m ² /vuosi ³ ja 30 000 m ² /vuosi Yhteensä 280 000 m ² /vuosi
Kiinteistöverosta annetaan alennus, kun uudisrakennuksen tai korjauksen khk-päästö alittaa annetun raja-arvon	Omakotitalot	1 440 000 m ² /vuosi ⁴

³ Kattaa viimeaikaisesti (vuoden 2010 jälkeen) toteutuneen kuntien, kuntayhtymien ja valtion rakentamisen kerrosalan vuodessa. Tieto perustuu Rakennusrekisterin rakennushankeilmoituksiin. Rakennusrekisterin mukaan kuntien ja kuntayhtymien rakennuskannan kerrosala on n. 39 milj. m². Rakennukset ovat pääasiassa peruskouluja ja ammatillisia oppilaitoksia (33 %), yhdyskuntatekniikkaa palvelevia rakennuksia sekä muita saman tyyppisiä teollisuus ja varastorakennuksia (18 %), päiväkoteja (4 %) ja muita sosiaali- ja terveystoimen kiinteistöjä (16 %), toimisto- ja liikerakennuksia (10 %), asuinrakennuksia (10 %) sekä urheilu ja kulttuurirakennuksia (9 %). Rakennusrekisterin mukaan valtion rakennuskannan kerrosala on 5.3 milj. m². Suurimmat ryhmät ovat toimistorakennukset (23 %), korkeakoulut, muut oppilaitokset ja tutkimuslaitokset (23 %), varasto- ja erilaiset maatalouden rakennukset (20 %), asuinrakennukset (13 %), liikenteen ja liikerakennukset (10 %), kulttuurirakennukset (6 %) ja sosiaali- ja terveystoimenrakennukset (5 %).

⁴ Historiatiedon mukaan vuosina 2007–2016 rakennettiin vuositasolla omakotitaloja noin 11 500 kpl (keskiarvo). Tässä oletettu kuitenkin, että rakentamisen määrä tulee olemaan 8000 kpl/vuosi. Tilastokeskuksen rakennus- ja asuntotuotantotilastosta poimitun aikasarjan

Toimenpide	Vaikutusalue	khk-päästölaskennassa käytetty kerrosala/v
Rakennuslupamaksusta annetaan alennus, kun rakentamisen khk-päästö alittaa annetun raja-arvon	Omakotitalot	1 440 000 m ² /vuosi
	Omakotitalot ja rivitalot	1 440 000 + 430 000 m ² /vuosi
	Pientalot ja kerrostalot	1 440 000 + 430 000 + 1 300 000 m ² /vuosi ⁵
Uudis- ja korjausrakentamiselle asetetaan kansallisella tasolla khk-päästöjen ilmoitusvelvollisuus	Toimitilarakentaminen (Toimisto ja liikerakennukset)	750 000 m ² (150 000 m ² + 600 000 m ²)
	Toimitilat ja kerrostalot ⁶	2 020 000 m ² / vuosi
	Toimitilat, kerrostalot ja pientalot	3 890 000 m ² / vuosi
Uudis- ja korjausrakentamiselle asetetaan kansallisella tasolla khk-päästöjen raja-arvot	Kerrostalot ja toimitilat	2 050 000 m ² /v (1 300 000 m ² + 750 000 m ²)
	Kerrostalot, toimitilat ja pientalot	3 920 000 m ² /vuosi
	Asuintalot, toimitilat, opetus-, hoitoalan-, kokoontumis- ja liikenteen rakennukset ⁷	4 760 000 m ² /vuosi
	Edellisten lisäksi maatalous-, teollisuus- ja varastorakennukset ⁵	6 660 000

Rakennuskanta

Tilastokeskuksen mukaan⁸ Suomen rakennuskanta, johon ei lasketa kesämökkejä eikä maatalous- tai muita talousrakennuksia) käsitti vuoden 2015 lopussa kaikkiaan 1,5 miljoonaa rakennusta. Asuinrakennuksia, joista suurin osa on erillisiä pientaloja, oli koko rakennuskannasta 85 prosenttia. Muita kuin asuinrakennuksia oli yhteensä 222 000 eli 15 prosenttia koko rakennuskannasta. Asuinrakennuksista lähes 59 prosenttia on rakennettu vuonna 1970 tai sen jälkeen, erillisistä pientaloista 56 prosenttia ja kerrostaloista 65 prosenttia.

Rakennuskannan koko kerrosala oli vuoden 2015 lopussa yhteensä yli 467 miljoonaa neliometriä. Rakennusten keskimääräinen pinta-ala oli noin 312 neliometriä, muiden kuin asuinrakennusten keskimääräinen pinta-ala oli 294 neliometriä. Kerrosalaan suhteutettuna asuinrakennusten osuus koko kerrosalasta oli 63 %. Muista kuin asuinrakennuksista teollisuusrakennukset olivat kerrosalaltaan suurin ryhmä.

2012–2017 mukaan "asunnon" kerrosala on keskimäärin 177 m². Nettoalana tämä on 165 m².

⁵ Oletettu 650 kpl/v ja 2000 m²/kpl

⁶ Yksityisin varoin toteutetut kerrostalot

⁷ Oletettu sama rakentamismäärä kuin edellisenä kymmenenä vuotena vuosittain (liite 1)

⁸ Suomen virallinen tilasto (SVT): Rakennukset ja kesämökit [verkkojulkaisu]. ISSN=1798-677X. 2015, Rakennuskanta 2015. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 23.1.2018]. Saantitapa: http://www.stat.fi/til/rakke/2015/rakke_2015_2016-05-26_kat_002_fi.html.

Rakennusosat ja uudisrakennuksen päästöarvot

Rakentamisen vaiheiden ja eri rakennusosien vaikutusta rakennuksen khk-päästöihin on arvioitu aiemmin YM:n tilaamassa parametrisessa selvityksessä. Selvityksessä tapaustutkimuksen kohteena oli tyypillinen asuinkerrostalo. Arviossa otettiin huomioon mahdollisimman tarkasti kaikki rakentamisen osat ja vaiheet. Seuraavassa taulukossa 4 esitetään arviotulos asuinkerrostalon materiaaleihin liittyvistä khk-päästöistä perustuen viitteeseen⁹. Taulukon 4 arviotuloksiin ei sisälly vaihtelua, joka aiheutuu materiaaliakohtaisesta vaihtelusta (esimerkiksi tuotteiden – kuten tietyn tyyppisen sementin – eri pitkiä kuljetusmatkoista, erilaisista valmistusmenetelmistä tai valmistuksen erilaisesta polttoainepohjasta.

Taulukon 4 tuloksia hyödynnettiin laskentakaavojen laadinnassa.

Taulukko 4. Asuinkerrostalon arvioidut khk-päästöt.
Esimerkkiasuinkerrostalo kg KHK / kerros-m².

	CO ₂ -ekv, kg/krs-m ²		
	Perusarvo	Arvioitu minimiarvo	Arvioitu maksimiarvo
Maa-ainekset	0,4	0,0	2,9
Paalutus	8,6	0,0	30,6
Perustukset	13,9	7,7	22,0
Alapohjat	9,4	8,6	18,3
Erillinen, kantava rakennusrunko	0,0	8,6	0,0
Ulkoseinät	75,4	33,8	108,8
Väliseinät	51,3	20,4	51,3
Välipohjat	86,4	49,3	104,3
Yläpohjat	23,6	9,8	33,4
Parvekkeet	37,9	14,3	37,9
Hormit	6,5	1,6	18,7
Portaat	0,4	0,0	0,4
Ei-kantavat väliseinät	6,9	5,7	12,2
Ikkunat, ovet, lasitukset	22,0	17,1	28,1
Kiintokalusteet, varusteet, pintamateriaalit	26,5	20,0	33,4
Kiinnittämättömät materiaalit	7,3	5,3	9,0
Talotekniikka	12,6	9,4	15,5

⁹ Ruuska, A., Häkkinen, T. 2014. The significance of various factors for GHG emissions of buildings, International Journal of Sustainable Engineering. 10.1080/19397038.2014.934931.

	CO ₂ -ekv, kg/krs-m ²		
	Perusarvo	Arvioitu minimiarvo	Arvioitu maksimiarvo
Korjausrakentamisen materiaalit, 50 v	114	86,0	144
Rakentaminen	67,2	36,7	97,8
Korjausrakentaminen	5,1	4,1	6,1
Purkutyö	26,5	16,3	36,7
Yhteensä	602	355	812
Yhteensä ilman maa-aineksia, paalutusta, korjausta, korjausrakentamista ja purkutyötä	447	248	591

Uudisrakennusten materiaali-perusteiset khk-päästöt perustuvat edellä mainittuun ja muihin aikaisempiin rakennuskohtaisiin selvityksiin. Niihin on otettu mukaan kaikki rakennuksen päämateriaalit. Laskennassa käytetyt lähtöarvot eivät sisällä paalutuksia, maa-aineksia eikä skenaarioita 50 vuoden korjauksille.

Khk-arvon perusteena oli kantavan rakenteen päärakennusaine. Pientalojen khk-päästöjen määrittämisessä pitäisi lisäksi ottaa huomioon myös julkisivumateriaalien sekä sisäverhouksien jakauma. Taulukko 5 esittää rakennettujen asuinrakennusten jakauman kantavan rakennusaineen mukaan¹⁰ (tilastopohjana vuosina 2000–2009 asuinrakentaminen), mikä oli pohjana khk-päästöjen edustettavuuden arvioissa. Seuraavassa esitetään vaikutusarvioinneissa käytetyt khk-päästöt:

- Asuinrakennuksissa kantava rakenne on ollut pääosin puuta (61 %) (taulukko 5). Tämä johtuu siitä, että eniten puurunkoista kerrosalaa on rakennettu pientaloina (erilliset pientalot, 87 % ja rivitalot 64 %). Tämän vuoksi asuintalojen khk-päästöt on arvioitu erikseen pientaloille (erilliset pientalot sekä rivitalot) ja kerrostaloille.
- Kaikkien käytettyjen rakennusaineiden osalta pientalojen materiaalienjakauma on hyvin kirjava. Tässä laskennassa pientalojen perustapauksen khk-päästö edustaa painotettua arvoa kantavan rakenteen mukaan. Taustatietona käytetty laskenta sisältää elinkaaren vaiheet A1, A2, A3 ja A4, mutta ei ota kaikkia materiaaleja ja rakentamisen prosessia kattavasti huomioon. Aikaisemman arvion perusteella kerrosalalla painotettu khk-päästö pientaloille oli 141 kg/m². (Puurunkoisten rakennuksien khk-päästö keskiarvo laskennassa oli 126 kg/m², tiilirunkoisen rakennuksen khk-päästö oli 208 kg/m²)

¹⁰ Tilastokeskus 2016. Kommunikoiti tilastokeskuksen kanssa.

ja betonirunkoisen rakennuksen khk-päästö oli 312 kg/m² ¹¹ ja teräsrunkorakennuksen khk-päästö oli 170 kg/m² ¹²). Tämän raportin arvioissa uudisrakentamisen khk-päästöarvona erillisten pientalojen ja rivitalojen osalta käytettiin runkomateriaalien kerrosalalla painotettuja päästöarvoja, jotka aikaisemman arvion mukaan ovat erillisille pientaloille 141 kg/m² ja rivitaloille 190 kg/m². Laskennassa käytettiin arvoja 180 ja 230 kg/m² pyrkien ottamaan huomioon aikaisemmassa arvioissa arvion ulkopuolelle jätetyt materiaalit ja prosessit.

- Kerrostalojen osalta eniten kerros-m² rakennettiin betonikerrostaloina (98 %). Tämän mukaan myös tässä esimerkilaskennassa kerrostalojen khk-päästö edustaa betonirakennusta. Käytetty khk-päästö perusratkaisuna olevalle asuinkerrostalolle on 440 kg/m² (taulukko 4).
- Ohjaustoimenpide 1 käsittelee julkisin varoin toteutettavia rakennuksia. Tässä laskennassa on oletettu, että kaikki uudisrakennettavat julkisin varoin toteutettavat rakennukset ovat kerrostalomaista betonirakentamista. Khk-päästönä on tässä tapauksessa käytetty betonirakentamisen arvoja (440 kg/m²).
- Teräsrunkoisille toimitiloille on aikaisemmin laskettu tapaustutkimuksen perusteella khk-päästöarvo 360 kg/m² ¹³. Arvio ei kuitenkaan kattanut kaikkia rakentamiseen käytettäviä materiaaleja. Tilastokeskuksen mukaan eniten toimistoja tehdään betonirunkoisena ¹⁴. Tässä toimitiloille käytettiin oletusarvona arvoa 450 kg/m².
- Muille rakennuksille käytettiin arvoa 500 kg/m².

¹¹ Rekola, M. 2011. Ekopassi hanke. Tulokset esitetty Kaskinen, Hannu. Rakentajan ympäristöjälki. TM Rakennusmaailma, nro 6, 2011.

¹² Proceedings of the 3rd Workshop on sustainable building projects in steel – case studies for a new design approach. January 29, 2013, Timisoara, Romania. Edited by V. Ungureanu, A. Ciutina, H. Koukkari. – Timisoara: Orizonturi Universitare, 2013. ISBN 978-973-638-526-1 (Case: Single detached residential building in Finland).

¹³ Proceedings of the 3rd Workshop on sustainable building projects in steel – case studies for a new design approach. January 29, 2013, Timisoara, Romania. Edited by V. Ungureanu, A. Ciutina, H. Koukkari. – Timisoara: Orizonturi Universitare, 2013. ISBN 978-973-638-526-1 (Chapter III, Case study: Steel Intensive Multi-storey office building. Adaptation for two Climate regions) (Vares et al. 2013. SB-Steel hankkeen tapaustutkimus, Osa 3, suomalainen toimistorakennus, khk-päästö oli 365 kg/m²)

¹⁴ Olemassa olevassa kannassa (2000–2009) oli toimistorakennuksien kerrosneliöistä 76 % betonirunkoisia.

Taulukko 5. Uudisrakentamisessa käytetty kantava rakennusaine (2000–2009), kerrosala (m²) ja osuudet (%) ¹⁵.

Talotyyppi/kantava rakenne	Betoni m ²	Puu m ²	Teräs m ²	Tiili m ²	Yhteensä m ²
Erilliset pientalot	2 272 046 (10 %)	1 9060 137 (87 %)	65 268 (0,3 %)	475 549 (2%)	2 1873 000 (100 %)
Rivitalot	1 497 675 (35 %)	2 780 662 (64 %)	15 696 (0,4 %)	31 872 (0,7 %)	4 325 905 (100 %)
Asuinkerrostalot	9 834 636 (98 %)	168 574 2 %	43 434 0,4 %	33 263 0,3 %	1 0079 907 (100 %)
Asuinrakennukset yhteensä	13 604 357 (37%)	22 009 373 (61 %)	124 398 (0,34 %)	540 684 (1,5 %)	36 278 812 (100 %)

Kvantitatiivisissa arvioissa tehtiin lisäksi oletuksia siitä, kuinka suuri osa projekteista toteutettaisiin vähähiilisemmillä konsepteilla eri ohjaustoimenpiteiden yhteydessä.

Rakennusten purkamisen ja korjausrakentamisen vaikutus

Korjausrakentamisen khk-vaikutukset syntyvät korjauksen materiaaleista ja korjausrakentamisen vaikutuksesta käytönaikaiseen energiankulutukseen. Materiaalipohjaiset khk-päästöt syntyvät korjauksessa uusien materiaalien käytöstä ja rakennusosien purkamisen jätteiden käsittelystä. Energiakorjaukset vähentävät käytönaikaista energiankulutusta ja samalla pienentävät khk-päästöjä.

Korjausrakentaminen kuluttaa uusia materiaaleja sekä synnyttää korjausjätettä. Suomessa kertyi jätteitä talonrakennustyömailla 1700 tuhatta tonnia sekä maa- ja vesirakentamisen ylijäämämaita yli 23000 tuhatta tonnia (2008). Talonrakennustyömailla kertyneistä jätteistä uudisrakennusten jätemäärä oli 15 %, korjausrakentamisen purkujättemäärä noin 59 % ja kokonaisten rakennusten purkujätteen osuus 27 %¹⁶. Korjausten ja purkamisen määrä on lisääntymässä nykyisestä, mikäli rakennuskanta halutaan pitää kunnossa. Arvio vuodeksi 2020 on että korjauksen ja purkamisen jätemäärä on yli 1,1 tuhatta tonnia (ei sisällä kokonaan purettuja rakennuksia).

VTT:ssä tehdyn arvion mukaan tyypillisen 6-kerroksisen asuinkerrostalon korjauksen materiaalien menekki ja 50 vuoden elinkaarella oli perustapauksessa yhteensä 105 kg/m² ja materiaalit jakautuivat seuraavasti¹⁷ (vrt. taulukko 4):

- talotekniikkakorjauksen materiaalit 5...10 kg/m² (korjattu kerran),

¹⁵ Tilastokeskus 2016. Kommunikointi tilastokeskuksen kanssa.

¹⁶ Perälä & Tienhaara. 2010. VTT-S-04480-10, julkaisematon.

¹⁷ Ruuska, A., Häkkinen, T. 2014. The significance of various factors for GHG emissions of buildings. International Journal of Sustainable Engineering. 10.1080/19397038.2014.934931.

- ikkunoiden, ovien ja lasituksen materiaalit 8...12 kg/m² (korjattu kerran),
- kiintokalusteiden, varusteiden ja pintarakenteiden materiaalit 55...94 kg/m² (korjattu 50 vuoden aikana 4 kertaa),
- märkätilojen materiaalit 11...17 kg/m² (korjattu kerran).

Rakennuskantaa vanhenee koko ajan, joten rakennusten korjaus- ja peruskorjaus-tarve tulee lisääntymään. Valtakunnallisesti korjausrakentamisen khk-päästöihin vaikuttaa rakennuskannan ikä, koko ja talotyyppi. Eniten kerrosalaa on asuinrakennuksissa (42 %). Peruskorjausiässä ovat 70–80 luvun rakennukset. Korjausrakentamisen khk-päästön määrään vaikuttaa huomattavasti, tehdäänkö korjauksia säästävänä vai purkavina korjauksina.

Jos oletetaan, että kaikki korjausjäte on peräisin rakenteista, jotka vaihdetaan uusiin, niin materiaalien kulutus korjausrakentamisessa olisi ainakin 1,1 tuhatta tonnia per vuosi ja lisäksi syntyisi vastaava määrä korjausjätettä, jolle pitäisi löytää käyttö.

VTT on aiemmin arvioinut, että eri rakennustyypeistä aiheutuu seuraavia määriä jätettä:

Taulukko 6. Korjausjätteen määrä rakennustyypeittäin.

	2008, 1000 tonnia	osuudet	2020, (jos kasvuoletus 7 %) 1000 tonnia
Pientalot	322	31 %	
Rivi- ja kerrostalot	274	27 %	
Liike- ja julkiset rakennukset	266	26 %	
Teollisuus ja varastorakennukset	108	10 %	
Muut rakennukset	59	6 %	
Yhteensä	1 029	100 %	1 100

Rakennuksien purkaminen aiheuttaa Suomessa VTT:n arvion mukaan noin 600 000 tonnia purkujätettä vuodessa. SYKE on aikaisemmin arvioinut¹⁸, että rakennusjäte koostuu puu-, metalli-, betoni- ja muusta mineraalipohjaisesta jätteestä sekä sekajätteestä ja käsittelemättömästä jätteestä. Näiden osuudet ovat vastaavassa järjestyksessä 26 %, 10 %, 25 %, 20 % ja 19 %. SYKE on aiemmin lisäksi arvioinut ns. vältettyjä päästöjä eri jätelajikkeiden käytöstä. Ko. arvion mukaan¹⁸ vältetty päästö on puujätteellä 900 kg khk/tonni, metallijätteellä 700 kg khk/tonni, betoni- ym. Jätteellä 10 kg khk/tonni ja sekajätteellä 460 kg khk/tonni. Purkujätteen

¹⁸ Ympäristöministeriön raporteja 8/2013. Rakennusmateriaalien ympäristövaikutukset Selvitys rakennusmateriaalien vaikutuksesta rakentamisen kasvihuonekaasupäästöihin, tiivistelmäraportti. Kirjoittajat Antti Ruuska, Tarja Häkkinen, Sirje Vares, Marja-Riitta Korhonen ja Tuuli Myllymaa.

hyödyntäminen on jo nykyisin suhteellisen korkealla tasolla. Tässä oletettiin, että puu- ja metallijätteestä hyödynnetään nyt 75 %, betoni- ja muista mineraalipohjaisista jätteistä 50 % ja muusta jätteestä 30 %.

Vaikutusarviossa arvioitiin toimenpidettä, jonka mukaan purkuluvan saamiseksi olisi ilmoitettava purkujätteen hyötykäyttö ja arvioitava kasvihuonekaasuvaikutus siltä osalta jätteestä, jota ei hyödynnetä. Tässä toimenpiteen vaikutusta on arvioitu olettamalla, että purkujätteen koostumus ja hyödyntämisellä vältetyt päästöt ovat edellä esitetyn mukaisia (olettaen kuitenkin että sekajätteen ja käsittelemättömän jätteen hyödyntämisen aiheuttama säästö olisi 230 kg khk/tonni) ja että ilmoitusvelvollisuus pienentäisi hyödyntämättömän jätteen määrää tasaisesti eri lajikkeilla joko 5 tai 10 %.

Rakennusmateriaaleihin liittyvien khk-päästöjen arvioinnin suositeltu kattavuus ohjauksen yhteydessä

Kaikissa arvioituissa toimenpiteissä lähtökohtana on ajatus, että rakennushankkeiden yhteydessä jouduttaisiin arvioimaan rakennuksen aiheuttamat khk-päästöt. Arviointi olisi luonnollisesti sitä nopeampaa ja helpompaa mitä rajatumpi osa rakennuksen osista ja materiaaleista olisi otettava arviointiin mukaan. Toisaalta mitä pienempi osa rakennuksen osista otetaan mukaan arvioon sitä pienemmäksi ja merkityksettömän tuntuiseksi arvo muuttuu. Tämän vuoksi kaikkien ohjaustoimenpiteiden suhteen suosituksena on, että arvion pitäisi olla kattava. Suositeltavinta olisi ottaa huomioon mahdollisimman suuri kokonaisuus mukaan lukien myös esimerkiksi talotekniikka ja kiintokalusteet yms. Esimerkiksi kiintokalusteet voitaisiin ottaa mukaan laskentaan standardiarvoina. Tämän avulla ilmoitettu luku vastaisi mahdollisimman hyvin koko kokonaisuutta. Toinen vaihtoehto on, että tuloksen yhteyteen tuotaisiin selvyyksiin pohjautuva tieto lasketun arvon tyypillisestä osuudesta koko rakennuksen khk-arvosta. Tämän hankaluutena on, että kokonaisuus koostuu muuttujista ja ei ole olemassa vakiotasoa esimerkiksi talotekniikan osuudesta koko hiilijalanjäljestä.

Suosittelavaa olisi, että myös tontin rakentaminen ja maamassojen vaikutukset otettaisiin mukaan arviointiin, koska merkitys voi joissakin tapauksissa olla suuri (vrt. edellinen taulukko). Koska rakentamisen sijoittelu kunnan alueella on kaavoituksessa määriteltyä, niin tontin laadusta aiheutuvien vaikutusten huomioon ottaminen ei kuitenkaan välttämättä ole hyvä ratkaisu.

Silloin kun ohjaus koskee julkisin varoin toteutettavia kunnallisia rakennuksia, niin tontin maarakentamisen osuus olisi erityisen perusteltua ottaa huomioon arviossa, koska kunta on vastannut myös kaavoituksesta.

Rakennuksen energiankäytön aiheuttamat khk-päästöt

Rakennuksen energiankäytön khk-päästöt voidaan laskea rakennuksen simuloitun tai toteutuneen energiankäytön sekä lämmön ja sähkön tuotannon khk-päästöjen avulla.

Tässä työssä olemassa olevien rakennuksen käytönaikaisia khk-päästöjä käsiteltiin mallirakennuksien pohjalta hyödyntäen VTT:n aiemmin laatimaa E-PASS-työkalua¹⁹. Uusille asuin kerrostaloille ja toimitiloille rakennuksien kulutukset arvioitiin takaisinpäin laskien s20E-lukuvaatimuksesta. Pientalon lämpöenergianlaskennassa käytettiin myös E-PASS-työkalua. Sähkö arvioitiin 2018 voimaan tulleiden rakennusmääräysten mukaisesti. Tämän jälkeen lämmönkulutus laskettiin olettaen, että E-luvun sallima kaikki muu kulutus on kaukolämpöä. Laskennassa käytettiin uusien määräysten mukaisia kertoimia sähkölle ja kaukolämmölle.

Khk-päästöt arvioitiin Suomen energiateollisuuden keskimääräisen sähkön ja kaukolämmön tuotannon perusteella. Arviossa otettiin lisäksi huomioon nettotuonti ja jakelu ja siirtohäviöt. Arvio peruu vuoden 2016 tilastoon. Huomioon täytyy ottaa, että vuosi 2016 oli khk-päästöjen näkökulmasta epäedullisempi vuosi kuin muutamat aikaisemmat, koska sähköä jouduttiin tuomaan enemmän Venäjältä ja Viirosta kuin esimerkiksi vuonna 2015. Tuontisähkön profiilit perustuvat ELCD:n dataan (2008–2015) ja ne eivät perustu tuoreimpaan tietoon. Nettotuonti oli yhteensä 22 % ja oma tuotanto 78 %. Kokonaistuonnista tuotiin pohjoismaista 70 % ja loput Viirosta ja Venäjältä. Näin arvioitujen khk-arvot olivat 0,173 kg/kWh kaukolämmölle ja 0,152 kg/kWh sähkölle.

Rakennuksien lämmön ja sähkön käytöstä aiheutuvat kulutukset ja päästöt vuositasolla esitetään seuraavissa taulukoissa.

Taulukko 7. Eri rakennustyyppien arvioitujen energiankulutukset (sähköenergian kulutus ja lämpöenergian kulutus (tilat ja vesi). Vanha rakennus arvioitu 70-luvun rakennustavan mukaisesti. Säilyvyöhyke Helsinki 1979.

	Rakennusvuosi	Kulutus, kWh/m ²
Uuden asuin kerrostalon lämpöenergian kulutus	2018–	91
Uuden asuin kerrostalon sähköenergian kulutus	2018–	37
Uuden pientalon lämpöenergian kulutus	2018–	96
Uuden pientalon sähköenergian kulutus	2018–	27
Uuden toimitilarakennuksen lämpöenergian kulutus)	2018–	56
Uuden toimitilarakennuksen sähköenergian kulutus	2018–	60
Vanhan asuin kerrostalon lämpöenergian kulutus	1971–1980	153
Vanhan asuin kerrostalon sähköenergian kulutus	1971–1980	36
Vanhan pientalon lämpöenergian kulutus	1971–1980	191
Vanhan pientalon sähköenergian kulutus	1971–1980	40
Vanhan toimitilarakennuksen lämpöenergian kulutus	1971–1980	115
Vanhan toimitilarakennuksen sähköenergian kulutus	1971–1980	61

¹⁹ <http://cic.vtt.fi/epass/vtt/>. Laskettuun tulokseen lisättiin LVI-laitteiden sähkönkulutus.

Taulukko 8. Eri rakennustyyppien arvioidut khk-päästöt vuoden 2016 khk-arvoja käyttäen

	Helsinki
	kg CO ₂ /m ²
Uuden asuinkerrostalon lämpöenergian khk-päästö (tilat ja vesi) kg/brm ²	15,8
Uuden asuinkerrostalon sähköenergian khk-päästö kg/brm ²	5,6
Yhteensä	21,4
Uuden pientalon lämpöenergian khk-päästö kg/brm ²	16,0
Uuden pientalon sähköenergian khk-päästö kg/brm ²	4,1
Yhteensä	20,1
Uuden toimitilarakennuksen lämpöenergian khk-päästö kg/brm ²	9,70
Uuden toimitilarakennuksen sähköenergian khk-päästö kg/brm ²	9,1
Yhteensä	18,8
Vanhan asuinkerrostalon lämpöenergian khk-päästö kg/brm ²	26,4
Vanhan asuinkerrostalon sähköenergian khk-päästö kg/brm ² (70-luvun talo)	5,4
Yhteensä	31,9
Vanhan pientalon lämpöenergian khk-päästö kg/brm ²	33,0
Vanhan pientalon sähköenergian khk-päästö kg/brm ²	6,1
Yhteensä	39,1
Vanhan toimitilarakennuksen lämpöenergian khk-päästö kg/brm ²	19,9
Vanhan toimitilarakennuksen sähköenergian khk-päästö kg/brm ²	9,3
Yhteensä	29,1

Arviointituloksen merkityksellisyys

Khk-päästöjen kvantitatiivista laskentaa voidaan pitää vain suuruusluokka-arviona, koska lähtöarvot perustuvat kohtuullisen pieneen aineistoon ja lähtöarvojen suhteen on tehty karkeita oletuksia eri lähteissä esitettyjen tulosten yhteismitallistamiseksi. Lisäksi säästövaikutusarviot perustuvat oletuksiin ohjauskeinojen aiheuttamista muutoksista rakentamisen käytännöissä. Tarkempien khk-päästöjen säästövaikutusten arviointia varten täytyisi tarkemmin selvittää rakennusalan eri toimijoiden todennäköisiä reaktioita eri ohjaustoimiin sekä talotyyppikohtaisia säästöpotentiaaleja.

5.2 Rakennuskustannukset

Vaikutusta rakennuskustannuksiin arvioitiin kvantitatiivisesti suunnittelukustannusten perusteella. Lähtökohtana oli oletus, että suunnittelukustannus on noin 800 euroa / päivä tai noin 150 euroa / neliö noin 3000 neliön kerrostalon tapauksessa.

Lisäksi oletettiin, että mikäli saatavilla olisi selvät ohjeet, työkalut ja tietokannat, niin khk-päästön arviointiin kuluisi 0,5–2 päivää kerrostalomaisessa rakentamisessa. Laskemiseen tarvittavan ajan tarpeeseen vaikuttaa enemmän rakennetyyppien ja erilaisten osien määrä rakennuksessa kuin rakennuksen koko. Koulu- ja asuinrakennuksissa on tyypillisesti vähemmän rakennetyyppejä ja erikoisrakenteita kuin muissa rakennuksissa, joten niiden kohdalla arviointikustannus olisi pienempi kuin mahdollisesti monimutkaisemmassa liike- ja toimitilarakentamisessa. Arviointikustannuksiin vaikuttaa merkittävästi myös konseptoitujen ratkaisujen käyttö ja luonnollisesti kokemus ja arvioinnin toistojen määrä.

Jos oletetaan, että suunnittelukustannus on noin 150 e/m², niin esimerkiksi 3000 neliön rakennuksen suhteen 1000 euron arviointikustannus nostaisi suunnittelukustannusta noin 0,2 %.

Eri toimenpiteiden arvioinnin yhteydessä arvioidaan lisäksi lyhyesti, aiheuttaisiko ohjaustoimenpide suunnittelulle sellaisia haasteita, että suunnittelu-aika ja -kustannus kasvaisi myös muutoin kuin arvioinnin takia.

6. Arviointitulokset

Taulukoissa 9–14 esitetään arvioiden tulos kutakin toimenpidettä kohden.

Taulukko 9. Vaikutusarvio toimenpiteelle *Julkisin varoin rakennettaville rakennuksille ja korjaamiselle asetetaan kansallisella tasolla khk-päästöjen ilmoitusvelvollisuus (toimenpide 1).*

Toimenpiteen kuvaus ja toimenpiteestä päättäminen	<p>Ilmoitusvelvollisuus annettaisiin maankäyttö- ja rakennuslakiin (MRL) liittyvänä lisätehtävänä tai velvoitteena²⁰.</p> <p>Julkisen sektorin rakennuksia omistavat kunnat, kuntayhtymät ja valtio. Rakennusrekisterin mukaan kuntien ja kuntayhtymien rakennuskannan kerrosala on n. 39 milj. m². Rakennukset ovat pääasiassa peruskouluja ja ammatillisia oppilaitoksia (33 %), yhdyskuntatekniikkaa palvelevia rakennuksia sekä muita saman tyyppisiä teollisuus ja varistorakennuksia (18 %), päiväkoteja (4 %) ja muita sosiaali- ja terveystoimen kiinteistöjä (16 %), toimisto- ja liikerakennuksia (10 %), asuinrakennuksia (10 %) sekä urheilu ja kulttuurirakennuksia (9 %). Rakennusrekisterin mukaan valtion rakennuskannan kerrosala on 5.3 milj. m². Suurimmat ryhmät ovat toimistorakennukset (23 %), korkeakoulut, muut oppilaitokset ja tutkimuslaitokset (23 %), varasto- ja erilaiset maatalouden rakennukset (20 %), asuinrakennukset (13 %), liikenteen ja liikerakennukset (10 %), kulttuurirakennukset (6 %) ja sosiaali- ja terveystoimenrakennukset (5 %).</p> <p>Ilmoitusvelvollisuutta on laajemmin käsitelty taulukossa 13. Siinä esitetyt arviot koskevat myös julkista rakentamista.</p>
Soveltuvuus uudisrakentamiseen	<p>Toimenpide soveltuisi parhaiten uudisrakentamiseen, ja sen toteuttaminen kannattaisi aloittaa uudisrakentamisesta.</p> <p>Ilmoitettujen arvojen vertailukelpoisuus vaatii yhtenäistä menettelytapaa, jossa on määritetty arviointisysteemin rajat, tulosityksikkö ja lähtötieto tai lähtötietovaatimukset. Jos halutaan, että arviointi sujuu nopeasti – esimerkiksi yhdessä työpäivässä tai vähemmässä määrässä – niin käytössä täytyy olla menetelmä ja työkalu, jotka ovat erittäin helppokäyttöisiä.</p> <p>Heti alussa pitäisi olla päämääränä myös luokituksen kehittäminen ja ymmärryksen kehittäminen vaihteluväleistä. Tätä varten ilmoitettuja tietoja täytyisi alkaa koota. Samalla kannattaisi päättää koottavan informaation sisällöstä ja sen myöhemmästä analyysistä silmällä pitäen esimerkiksi raja-arvojen asettamista ohjauksen myöhemmissä vaiheissa.</p> <p>Ilmoitetun tuloksen täytyisi olla näkyvissä yleisölle ja rakentajille (esimerkiksi energiatodistuksen yhteydessä rakennuksen julkisessa tilassa).</p>

²⁰ Terminologian suhteen tässä noudatetaan samoja määrittelyjä kuin julkaisussa Kuntien tehtävät ja velvoitteet 2015 Täydennysraportti, Valtiovarainministeriön julkaisun 30/2015:

- Tehtävällä tarkoitetaan laissa tai asetuksessa mainittua asiakkaille suunnattua tehtävää tai palvelua, joka kuntien tulee toteuttaa tai jota kunnat voivat toteuttaa lainsäädännössä mainituin ehdoin. Asiakkaina voivat olla kuntalaiset, ihmiset kuntalaisuudesta riippumatta, yritykset ja yhteisöt, valtion viranomaiset ja muut kuntaorganisaation ulkopuoliset tahot.
- Velvoitteella tarkoitetaan laissa tai lainsäädännön nojalla asetuksessa kunnalle säädettyä kuntia velvoittavaa määräystä siitä, miten lakisääteinen tehtävä tulee toteuttaa.
- Suosituksella tai ohjeella tarkoitetaan lain tai asetuksen täydennykseksi annettua suositusta siitä, miten tehtävä tulee toteuttaa.
- Säädöksiä ovat lait ja tasavallan presidentin, valtioneuvoston ja ministeriöiden antamat asetukset. Säädös sisältää joukon säännöksiä. Myös yksittäisessä pykälässä voi olla useita säännöksiä.

	<p>Jos ilmoitusvelvollisuus ei kattaisi kaikkea julkista rakentamista vaan se kohdistettaisiin tiettyihin rakennustyyppihin, niin täytyisi ottaa huomioon eri rakennustyyppien rakennusmäärät julkisella puolella. Jos ilmoitusvelvollisuus kohdistettaisiin esimerkiksi vain uusiin toimitiloihin, niin suora khk-päästövaikutus olisi hyvin marginaalinen. Sitä tärkeämpää olisi tulosten ja tiedon julkistamisesta ja levittämisestä huolehtiminen.</p>
Soveltuvuus korjausrakentamiseen	<p>Toimenpide soveltuu periaatteessa myös korjausrakentamiseen. Korjausrakentamisen suhteen ilmoitetun khk-arvon merkitys voi kuitenkin jäädä heikoksi. Merkityksen ymmärtäminen edellyttäisi vertailumahdollisuutta esimerkiksi korjaamisella saavutettavan energiansäästön khk-arvoon. Tämä taas edellyttäisi sitä, että myös energian käytön khk-arvon laskennalle kehitettäisiin menettelytapa ja muunnosarvot olisivat saatavilla. Menettelytavassa voitaisiin ainakin alkuvaiheessa tyytyä khk-päästöjen arvioimiseen perustuen sovitun ajankohdan mukaiseen vuosikeskiarvoon käyttäen valtakunnallisia keskiarvoja.</p> <p>Korjausrakentamisessa ilmoitusvelvollisuus voisi koskea saavutettua khk-päästömuutosta (ks. esimerkki taulukossa 13).</p>
Soveltuvuus eri rakennustyypeille	<p>Toimenpide soveltuu parhaiten sellaisille rakennustyypeille, joita on paljon (kuten asuinrakennukset, koulut, päiväkodit), koska vertailuarvot parantavat tuloksen merkityksen ymmärtämistä. Tuloksen merkityksen ymmärtäminen on hankalampaa erikoisrakennusten suhteen ja sellaisten rakennustyyppien suhteen, joita on vähän tai joissa toiminto voi vaihdella paljon. Esimerkiksi eri toimintoja palvelevien monitoimihallien khk-arvot (khk/m²) eivät ole vertailukelpoisia.</p> <p>Laskentavelvollisuus voisi kuitenkin olla hyödyllinen myös monikäyttöisten ja erikoisrakennusten kohdalla, jos se kannustaisi vaihtoehtoisten ratkaisujen tarkasteluun suunnittelussa.</p> <p>Kun valittaisiin niitä rakennustyyppisiä, joita ilmoitusvelvollisuus koskisi, niin olisi luonnollisesti otettava huomioon uudisrakennusmäärät. Koulut ja päiväkodit ja mahdollisesti sosiaali- ja terveystoimen kiinteistöt sekä asuinrakennukset saattaisivat olla hyviä kohteita aloittaa.</p>
Soveltuvuus rakennushankkeen eri vaiheisiin	<p>Toimenpide soveltuu sekä lupa-, hankinta- ja käyttöönottovaiheeseen. Edellytyksenä on, että suunnittelijoiden käytössä on menetelmät, tietokannat ja työkalut kummankin arvon laskemiseen. Lupavaiheen tulos tarvitsee lähtöarvoksi geneerisiä arvoja ja hankinta- ja käyttöönottovaiheen tulos tarvitsee lähtöarvoksi käytettyjen materiaalien ja tuotteiden tietoja esimerkiksi ympäristöselosteiden muodossa. Jotta hankintavaiheessa voitaisiin tehdä todellisiin khk-arvoihin perustuvaa valintaa, niin tuotteiden ympäristöselosteiden tulisi edustaa mahdollisimman hyvin ostettavaa tuotetta sen sijaan, että ympäristöseloste olisi laskettu esimerkiksi eurooppalaisena keskiarvona tai teollisuuden globaalina keskiarvona.</p> <p>Suosittelavina olisi, että arvio tehtäisiin aluksi lupavaihetta varten geneerisillä tai oletettujen tuotteiden arvoilla ja lopulta julkistettu tulos perustuisi toteutuneen ratkaisun sellaiseen arvoon, jossa olennaiset muutokset olisi korjattu ja päivitetty.</p>
Vaikutus eri rakennusalan toimijoihin	<p>Jotta ohjaustoimenpide toimisi halutulla tavalla siten, että julkisin varoin toteutettava rakentaminen näyttäisi tietä kohti vähähiilistä rakentamista, niin tilaajilta kaittaisiin aktiivisuutta hiilijalanjäljen tavoiteasetannassa, vaihtoehtojen valinnassa ja tuloksen seurannassa. Olisi erittäin toivottavaa, että vähähiiliselle rakentamiselle saataisiin myös strateginen tuki, mikä mahdollistaisi kunnianhimoisetkin tavoitteet. Tavoitteellisuus ja vaihtoehtojen etsintä – pelkän loppuarvioinnin sijasta – vahvistaisi ohjaustoimenpiteen merkitys ja heijastusvaikutuksia muuhun rakennusalaan.</p> <p>Ilmoitusvelvollisuus edellyttäisi hiilijalanjäljen laskentaosaamista suunnittelijalta tai konsultilta. Tämä voisi vaikeuttaa pienten suunnittelutoimistojen ja/tai rakentajien toimintaa suhteessa isoihin. Työkalukehitys on kuitenkin menossa siihen suuntaan, että rakennuksen khk-päästön laskeminen on nopeaa ja helppoa. Edellytyksenä on joka tapauksessa tuotetietojen ja laskentatyökalujen saatavuus.</p>

	<p>Vastaavasti rakentajalla täytyisi olla laskentaymmärrystä niin, että rakentaja osaa vaatia tuloksen päivittämistä silloin kun tarpeen.</p> <p>Julkisille rakennuksille asetettu khk-päästön ilmoitusvelvollisuus todennäköisesti tehostaisi tuotteiden ympäristövaikutusten arviointia ja lisäisi valmistajien halukkuutta tehdä tuotearvioita ja jakaa tietoa. Jos ilmoitusvelvollisuus koskisi toteutunutta arvoa, niin edellytyksenä olisi, että monilta tuotevalmistajilta on saatavissa khk-tietoa. Tämä vaatii tuotevalmistajilta arvoketjun tuntemista ja khk-päästön ilmoittamista ja voi vaikeuttaa pienten toimijoiden toimintaa suhteessa isoihin. Suunnitteluprosessia helpottamaan täytyisi vähitellen kehittää paitsi tietoja siinänsä myös e-kirjastoja, joiden avulla suunnittelijat voivat hakea tietoja valmistajien sivuilta. Tämän kehittäminen vaatii erillistä ponnistusta.</p> <p>Toivottavaa on, että myös tuotetasolle tulisi aikanaan ilmoitusvelvollisuus. Käytännössä tämä vaatisi, että asiasta sovittaisiin yhteisesti eurooppalaisella tasolla.</p>
Vaikutus markkinoihin	<p>Kuntien, kuntayhtymien ja valtion rakennusten osuus rakennuskannasta on 7 % ja uudisrakentamisesta 5 %. Julkisin varoin toteutettujen rakennusten osuus kokonaisuudesta on niin pieni, että vaikutus markkinoihin olisi todennäköisesti pieni. Ohjausmenetelmällä olisi todennäköisesti enemmän vaikutusta suunnitteluprosessin muutokseen kuin markkinoihin. Ainakin julkisten hankkeiden yhteydessä suunnittelijat todennäköisesti vertailisivat muutamia vaihtoehtoja ja niiden vaikutusta lopputulokseen edellyttäen, että esimerkiksi YM tarjoaisi käytettäväksi helpokäyttöisen työkalun ja julkisen geneerisen tietokannan. Jos vertailu olisi kohtuullisen helppoa, niin khk-näkökulmaa saatettaisiin ruveta ottamaan huomioon myös muissa suunnittelukohteissa.</p> <p>Toimenpiteellä voisi aiheuttaa jonkin verran kilpailuneutraaliteettiin liittyviä ongelmia sellaisten rakennusten – kuten esimerkiksi sairaaloiden – kohdalla, joita rakennetaan sekä julkisin että yksityisin varoin. Merkitys olisi kuitenkin vähäinen, koska vähäinen kustannusvaikutus ei juuri vaikuttaisi hankkeen kannattavuuteen.</p>
Vaikutus viranomaistyöhön kunnissa ja ympäristöministeriöön	<p>Ohjaustoimenpide edellyttää rakennusvalvonnalta jonkin verran lisää tietoa ja resursseja, jotta ilmoitukset kyettäisiin käsittelemään. Koska vastuu laskennasta kuitenkin on suunnittelijalla, niin lisäresursseja ei tarvita merkittävästi.</p> <p>Käytännössä tällä ohjaustoimenpiteellä olisi enemmän vaikutusta viranomaistyöhön kasvukeskusten kunnissa, joissa rakentamista tehdään huomattavasti enemmän kuin muualla.</p> <p>Jos tieto tulisi näkyville esimerkiksi energiatodistukseen, niin se edellyttäisi järjestelmän kehittämistä. Näin ollen se aiheuttaisi lisätyötä ARA:lle tai muulle julkiselle toimijalle, joka olisi vastuussa tiedon kokoamisesta ja saatavuudesta.</p> <p>Jotta toimenpiteen avulla opittaisiin ja ymmärrys khk-päästöistä kasvaisi, niin on suositeltavaa, että ministeriön tai muun julkisen toimijan vastuulla olisi arviointimenetelmän, tietokantojen ja työkalujen julkaisu ja ylläpitäminen.</p>
Vaikutus rakennus- ja muihin kustannuksiin	<p>Joissakin tapauksissa ilmoitusvelvollisuus voisi johtaa paitsi arviointiin ja sen aiheuttamiin kustannuksiin (ks. kohta 5.2) myös todelliseen pyrkimykseen khk-arvojen kannalta edullisen suunnitteluratkaisun löytämiseen. Uusien suunnitteluratkaisujen löytämiseen liittyvä pohdinta ja vaihtoehtojen tutkiminen nostaisivat suunnittelukustannusta jonkin verran, mutta suunnittelukustannusten lisä olisi marginaalista hankkeen kokonaiskustannuksiin verrattuna. Vaihtoehtojen etsinnän perusteella aktiivisissa kunnissa asuinrakennuksille, opetustiloille ym. saatettaisiin kuitenkin löytää hyviä vähähiilisiä konsepteja tarjottavaksi esimerkiksi myös muille.</p>
Vaikutus khk-päästöihin	<p>Ilmoitusvelvollisuus koskisi vuositasolla noin 280 000 m² rakennuksia (kuntien, kuntayhtymien ja valtion rakennukset). Oletetaan, että ilmoitusvelvollisuus johtaisi siihen, että noin kolmasosassa rakentamisesta (esimerkiksi opetukseen, päivähoidon ja toimistotyöhön liittyvissä rakennuksissa) saavutettaisiin 5 tai 10 %:n säästö khk-päästöissä. Tällöin suora vaikutus vuositasolla olisi noin 6000 tai 12000 tonnia khk-päästöjä.</p>

	<p>Tämän lisäksi vaikutusta voisi tulla jonkin verran välillisesti, jos samalla menetettytapoja ja saavutuksia tiedotetaan aktiivisesti suunnittelijoille, rakentajille ja omistajille ja khk-näkökulma otettaisiin huomioon myös muussa suunnittelussa. Jos yksityisin varoin toteutetusta asuin- ja toimitilarakentamisesta saavutettaisiin 1 %:n vähennys khk-päästöissä, niin säästövaikutus olisi noin 13 000 tonnia.</p> <p>Vaikutusta voisi tulla jonkin verran myös, jos ilmoitusvelvollisuus aktivoisi tuotevalmistajia ripeämpään tuotekehitykseen khk-päästöjen vähentämiseksi. Jos tämä johtaisi esimerkiksi 2 % säästöön sementin valmistuksen khk-päästöissä, niin se merkitys olisi $0,02 * 700 \text{ kg khk/tn sementtiä} * 1200000 \text{ tn sementtiä/vuosi} = 17 000 \text{ tn khk per vuosi}$ (perustuen Finnsementin ympäristöraportin ilmoittamaan valmistusmäärään omasta klinkkeristä).</p>
--	---

Taulukko 10. Vaikutusarvio toimenpiteelle *Kiinteistöverosta annetaan alennus, kun uudisrakennuksen tai korjauksen khk-päästö alittaa annetun raja-arvon (toimenpide 2).*

Toimenpiteen kuvaus ja toimenpiteestä päättäminen	<p>Kunnan on vahvistettava kiinteistöveroprosentit laissa säädetyn vaihteluvälin rajoissa.²¹</p> <p>Kiinteistövero lasketaan kiinteistön verotusarvon ja kunnallisten veroprosenttien perusteella. Verotusarvo määrätään erikseen maapohjan ja rakennuksen osalta. Rakennuksen verotusarvo perustuu kaavamaisesti rakennuksen rakenteellisten ominaisuuksien perusteella laskettuun jälleenhankinta-arvoon ja rakennuksen ikään, joka otetaan huomioon kaavamaisen ikälennuksen muodossa.</p> <p>Jos kunnan / kuntien kiinteistövero on laissa säädetyn vaihteluvälin alarajalla, niin kunnalla ei olisi mahdollisuutta käyttää tätä kannustinta, vaan asia täytyisi toteuttaa lainsäädännöllisesti.</p>
Soveltuvuus uudisrakentamiseen	<p>Ilmoitettujen arvojen vertailukelpoisuus on tämän toimenpiteen yhteydessä erityisen tärkeää. Vertailukelpoisuus vaatii erittäin selkeää ja yhtenäistä menettelytapaa, joka määrittää systeemin rajat, tuloksikön ja lähtötietovaatimukset. Käytössä täytyisi todennäköisesti olla myös hyvin helppokäyttöinen työkalu.</p> <p>Julkaisussa "Rakennusten kiinteistöveron porrastaminen energiatehokkuuden ja lämmitystavan perusteella"²¹ mainitut reunaehdot energiatehokkuuden sitomisesta kiinteistöveroon pätevät todennäköisesti pitkälti myös kiinteistöveron sitomiseen khk-päästöihin. Vaikeimmin ratkaistava kysymys on, miten khk-päästö voidaan määrittää verolainsäädännöltä edellytettävällä täsmällisyydellä ja kuka määrittää tiedon verotusta varten. Vaikka määrittely olisi hyvin kaavamaisista, arvio vaatii kuitenkin rakentamiseen liittyvää osaamista ja tehtävä ei sovi verohallinnon henkilökunnalle. Verohallinnon olisi saatava tieto muualta, mutta tiedon tulisi olla läpinäkyvää ja varmennettua. Verohallinnon tulisi saada luotettava tieto automaattisesti. "Kiinteistövero on pitkälle koneellista massamennettelyä, joka perustuu olemassa olevien rekisteritietojen hyödyntämiseen. Verohallinto saa uudisrakennuksia koskevat tiedot VRK:n muutostietopalvelusta sähköisesti rakennustunnuksella (kiinteistötunnus ja VRK-rakennusnumero) identifioituna. VRK:n väestötietojärjestelmässä olevia kiinteistötietoja ylläpidetään maanmittauslaitoksen kiinteistötietojärjestelmän avulla. Tällä hetkellä näistä tiedoista käsitellään verohallinnossa koneellisesti pientalo- ja talousrakennustiedot, mutta ei esimerkiksi kerrostalotietoja."²¹</p> <p>Ohjaustoimenpide kannattaisi toteuttaa vain, jos voidaan arvioida, että sillä olisi suoraa vaikutusta haluttuun lopputulokseen (khk-päästöjen väheneminen). Vero-</p>

²¹ Rakennusten kiinteistöveron porrastaminen energiatehokkuuden ja lämmitystavan perusteella. Ympäristöministeriön raporteja 22/2009. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/41435/YMra22_2009_Rakennusten_kiinteistöveron_porrastaminen.pdf?sequence=3.

	<p>alennuksen kannustavuutta voidaan arvioida esimerkkilaskelman pohjalta. Tar kastellaan esimerkkinä sitä, että asetetun khk-ajan alittaminen aiheuttaisi 30 %:n alennuksen kiinteistöverosta 5 tai 10 ensimmäisen vuoden ajaksi. Sellaisen uudisrakennuksen kohdalla, jonka verotusarvo on 100 000, veronalennus merkitsisi vuodessa $0,3 * 0,005 * 100\,000\text{ e} = 150$ euroa, viidessä vuodessa 750 euroa ja 10 vuodessa 1500 euroa. Vaihtoehtoisesti kolmen vuoden vapautus merkitsisi 1500 euroa. Muutaman tuhannen euron veronalennus todennäköisesti kannustaisi joitakin omakotitalorakentajia pyrkimään khk-päästöjen säästöön.</p> <p>Suomessa rakennetaan vuosittain noin 8000 omakotitaloa. Jos neljäsosa näistä saavuttaisi veroalennukseen vaaditun tason, se merkitsisi kolmen vuoden vapautuksen perusteella laskien 3 milj. euron veromenetyksen ($3 * 0,25 * 8000 * 500$).</p> <p>Jos pyrkimys vähäisempään khk-päästöön toisaalta aiheuttaisi esimerkiksi 1000 euron lisän suunnittelu ja arviokustannuksissa (ks. edellä kohdassa 5.2), niin kannustava vaikutus (ja veromenetykset) jäisi todennäköisesti hyvin pieneksi.</p>
Soveltuvuus korjausrakentamiseen	<p>Sitoutuneen khk-arvon ($\text{kg CO}_2\text{e/m}^2$) sääntely raja-arvojen avulla soveltuu huomattavasti korjausrakentamiseen. Jos asetettu enimmäisarvo olisi vaativa (pieni luku), sääntely voisi estää tai haitata peruskorjauksia.</p> <p>Jos kuitenkin haluttaisiin säädellä nimenomaan rakennusmateriaaleihin liittyvää khk-päästöä, yksi mahdollisuus olisi asettaa vaatimus sidottuna saavutettavan energiansäästön khk-arvoon. Vaatimuksena voisi olla esimerkiksi, että veronalennuksen saa, jos korjaamisessa aiheutuneet sitoutuneet khk-päästöt kompensoidaan energiansäästöä vastaavina khk-säästöinä enintään kolmessa vuodessa. Kiinteistöveronalennus kannustaisi todennäköisesti lähinnä vain omakotitalojen korjaajia. Lisäksi vaatimusta on vaikea asettaa niin, että se olisi haastava, joten positiivinen (khk-päästöjä vähentävä) merkitys jäisi todennäköisesti mitättömäksi.</p> <p>Edellä uudisrakentamisen kohdalla mainitut tiedot täsmällisyyttä ja saantia koskevat reunaehdot koskevat myös korjausrakentamista.</p>
Soveltuvuus eri rakennustyypeille	<p>Veroalennuksen tyyppinen kannuste soveltuu todennäköisesti parhaiten omakotitaloille ja muille sellaisille hankkeille ja rakennustyypeille, joissa rakentamiseen ryhtyvä on myös rakennuksen tuleva käyttäjä ja vastaa kiinteistön maksuista suoraan.</p> <p>Periaatteessa menettelytapa soveltuu parhaiten sellaisille rakennustyypeille, joita on paljon (kuten asuinrakennukset) ja jotka ovat keskenään kohtalaisen saman tyyppisiä ja joille raja-arvo olisi täten mahdollista määrittää.</p>
Soveltuvuus rakennushankkeen eri vaiheisiin	<p>Toimenpide soveltuu parhaiten lupavaiheeseen, koska laskentatavan olisi oltava mahdollisimman kaavamainen. Lupavaiheen tulos tarvitsee lähtöarvoksi geneerisiä arvoja. Erityisen tärkeää olisi, että tiedot olisi saatavilla helposti, jotta (omakotitalon) rakentamiseen ryhtyvä voisi etukäteen arvioida mahdollisuutta saavuttaa asetettu raja-arvo.</p> <p>Soveltuva menettelytapa voisi olla esimerkiksi sellainen, että</p> <ul style="list-style-type: none"> • laskennan voi ensin tehdä annetuilla geneerisillä / standardiarvoilla • laskennassa voi geneerisen arvon sijasta käyttää spesifistä tuotekohtaista arvoa, jos myös toteutuksessa vaaditaan vastaavan khk-vaatimuksen täyttävän tuotteen käyttöä • laskenta täytyisi toteutusvaiheessa korjata kaikilta niiltä osin, joissa toteutuksessa käytettävät tuotteet poikkeavat merkittävästi annetuista arvoista. <p>Oltiin myös selvittävää mahdollisuus soveltaa energiatodistusten ”rakenteellisen energiatehokkuuden” menettelytapaa. Sen mukaan E-lukulaskelmaa ei tarvitse tehdä, jos valitaan rakenteet, joilla on annettujen taulukon mukaiset normaalia paremmat U-arvot. Vastaavasti voitaisiin yksinkertaistaa sitoutuneiden khk-arvojen määrittelyä kertomalla tietyt ratkaisut, joiden perusteella rakennus hyväksytään vähähiiliseksi arvioimatta.</p>

Vaikutus eri rakennusalan toimijoihin	Toimenpiteen toteuttaminen edellyttäisi hiilijalanjäljen laskentaosaamista suunnittelijalta tai konsultilta. Koska laskentatavan täytyisi kuitenkin olla yksinkertainen, niin lisäosaamisen vaatimus ei olisi haastava eikä todennäköisesti vaikeuttaisi pientenkään suunnittelutoimistojen tai rakentajien toimintaa.
Vaikutus markkinoihin	Mikäli puupohjaisten materiaalien khk-päästöjen laskenta säilyy nyky menetelmien mukaisena, niin ohjaustoimenpide saattaisi jonkin verran edelleen vahvistaa puurakentamisen osuutta pientalojen uudisrakentamisessa. Koska kuitenkin valtaosa omakotitaloista tehdään puurakenteisina, niin raja-arvo täytyisi todennäköisesti asettaa sellaiselle tasolle, että myös puurakennuksen kohdalla olisi tarpeen tehdä erityisiä vähähiilisiä suunnitteluvaihtoehtoja.
Vaikutus viranomaistyöhön	Toimenpide edellyttäisi rakennusvalvonnalta jonkin verran lisää tietoa ja resursseja, jotta ilmoitukset kyettäisiin käsittelemään. Koska vastuu laskennasta kuitenkin on suunnittelijalla, niin lisäresursseja ei tarvita merkittävästi. Toimenpide edellyttäisi myös lisäyksiä verohallinnan laskenta- ja tiedonkeruujärjestelmään kuten selitetty edellä kohdassa "soveltuvuus uudisrakentamiseen" ja aiheuttaisi järjestelmän muutostalustuksia. Lisäksi ministeriön tai muun julkisen toimijan vastuulla olisi huolehtia siitä, että tarjolla on helppokäyttöistä ja selkeää tietoa, menetelmiä ja työkaluja ja mahdollisesti "rakenteellisen khk-tehokkuuden" sääntöjen määrittely. Raja-arvon määrittäminen vaatisi etukäteistyötä jotta arvo osataan asettaa oikealle tasolle.
Vaikutus rakennus- ja muihin kustannuksiin	Vaikutus rakennuskustannuksiin olisi mahdollisesti varsin vähäinen. Mikäli tarjottu laskentamenetelmä olisi hyvin yksinkertainen ja selkeä, niin sen pohjalta saattaisi olla kohtalaisen helppoa pyrkiä alun alkaen khk-päästöjen kannalta hyväksi arvioituun lopputulokseen. Jos taas haluttu raja-arvo voitaisiin saavuttaa esimerkiksi valitsemalla etukäteen rakennuksen runkomateriaalin, niin suunnittelukustannus ei kasvaisi. Käytännössä suuri osa (lähes 90 %) omakotitaloista tehdään nykyään talotehtaiden toimituksena jonkinasteisiin talopaketteina tai esivalmistetuista osista ²² . Konseptoitujen ratkaisujen kohdalla kustannusvaikutus olisi todennäköisesti vähäinen, koska se jakautuisi monelle rakennukselle. Tosin konseptoituihin ratkaisuihin tehdään usein merkittäviä muutoksia, jotka johtuvat asiakkaasta ja rakennuspai- kasta.
Vaikutus khk-päästöihin	Oletetaan, että kiinteistöveron alennus kannustaisi 5 % rakentajista valitsemaan vaihtoehdon joka täyttää raja-arvo-vaatimuksen. Oletetaan, että raja-arvo vaatimus olisi 160 kg khk/m ² ja että tässä arvioissa käytetty tyypillinen arvo on lähellä puisen omakotitalon tyypillistä arvoa. Jos oletetaan lisäksi, että puolet kannustimen tavoittelijoista olisi muuten rakentanut kivirakennuksen ja puolet joka tapauksessa puurakennuksen. Tällöin kannustin aiheuttaisi vuosittain noin 9 000 tonnin khk-päästövähennyksen. Seurausvaikutuksena voisi olla lisäksi pieni yleinen pyrkimys khk-päästöiltään edullisimpiin ratkaisuihin erityisesti konseptoitujen ratkaisujen suhteen. Jos raja-arvo asetettaisiin kohtalaisen lieväksi siten, että sen saavuttaminen olisi mahdollista suhteellisen vähäisellä parannuksella tavanomaiseen suunnitteluun, niin se saattaisi johtaa erityisesti valmistaloteollisuudessa muutoksien tekemiseen. Esimerkiksi keskimäärin 10 kg khk/m ² :n khk-vähennys talopaketeissa aiheuttaisi noin 11 000 tonnin säästön. Seurausvaikutuksena voisi olla myös rakennusmateriaalivalmistajien talotehtaiden tuotekehitystyötä khk-päästöjen vähentämiseksi. Raja-arvon tasolla olisi vaikutusta siihen, kuinka paljon toimenpide mahdollisesti kannustaisi tuote- ja valmistaloteollisuutta tuote- ja konseptien kehitykseen.

²² RTT:n mukaan uusista omakotitaloista 75 % perustuu erilaajuisiin talopaketteihin ja loppuosasto noin puolet tehdään pitkästä tavarasta.

Taulukko 11. Vaikutusarvio toimenpiteelle **Rakennuslupamaksusta annetaan alennus, kun rakentamisen khk-päästö alittaa annetun raja-arvon (toimenpide 3).**

<p>Kuvaus, päättäminen, taustatietoa</p>	<p>Kunnat tarvitsevat maksutuloja rakennusvalvontatehtävän toimintaedellytysten turvaamiseksi ja sen asiakaspalvelun sähköisen asioinnin investointeihin. Kuntaliiton suosituksen²³ mukaan rakennusvalvonnan menot tulisi kunnan talouden kannalta kattaa kokonaan rakentajilta perittävillä viranomaismaksuilla.</p> <p>Rakennuksen rakentamisen (MRL 125.1 §) rakennuslupamaksuun sisältyy seuraavat viranomaistehtävät: neuvonta, rakennuslupahakemuksen (MRL 125 § 1) vastaanotto, vastaavan työnjohtajahakemuksen/-ilmoituksen vastaanotto, hakemusten kirjaaminen sekä asiakirjojen alustava tarkastus, RHR-tietojen kirjaaminen, naapurikuulemiset, lausuntojen hankkiminen, mahdollinen kaupunkikuvallisen ja teknisen asiantuntijaelimen arviointi. Rakennusvalvontaviranomaiset voivat itse päättää, kuinka paljon rakennusvalvonnan resursseja sitoutuu viranomaistehtäviin. Maankäyttö- ja rakennuslaki antaa joustoa mm. työmailloilla tehtävien viranomaiskatselmusten lukumäärään. Kuntaliiton suositukseen sisältyy vaihtoehtoisia maksuyskiköitä kuten esimerkiksi rakennuskohtainen maksu (euroa/rakennus), rakennuksen kokonaisalan neliömaksu (euroa / kokonaisalaneliometri). Rakennuskohtainen maksu (euroa / rakennus) määrätään ottaen huomioon valvontatehtävän vaativuus ja valvontatehtävään käytettävä aika. Kuntaliiton suosituksen mukaisesti "lakisääteisen kunnallisen maksun määrittämisessä tulee noudattaa kustannusvastaavuuden periaatetta. Kustannusvastaavuus määritellään maksutulojen prosentiosuutena kokonaiskustannuksista. Täydellinen kustannusvastaavuus vastaa omakustannusperusteista hinnoittelua. Valtuusto voi kuitenkin päättää yksittäisen palvelusuorituksen kohdalla tätä alemmasta maksusta. Kunnissa ei siten noudateta valtion maksuperustelakia, jossa maksun määrittäminen on sidottu omakustannushintaan."²³</p> <p>Tässä arvioidaan toimenpidettä, jossa kunnat tai suuret kunnat sopivat antavansa tietynsuuruisen alennuksen rakennuslupamaksusta, kun rakentamisen khk-päästö alittaa annetun raja-arvon. Toimenpiteen oletetaan tulevan mahdolliseksi esimerkiksi suurten kuntien yhteisen strategiatyön kautta.</p>
<p>Soveltuvuus uudisrakentamiseen</p>	<p>Toimenpide soveltuisi parhaiten uudisrakentamiseen.</p> <p>Ilmoitettujen arvojen vertailukelpoisuus on tämän toimenpiteen yhteydessä erityisen tärkeää. Vertailukelpoisuus vaatii hyvin selkää ja yhtenäistä menettelytapaa, joka määrittää arvioinnin rajat, tulosityksikön ja lähtötietovaatimukset.</p> <p>Ohjaustoimenpide kannattaisi toteuttaa vain, jos voidaan arvioida, että sillä olisi suoraa vaikutusta haluttuun lopputulokseen (khk-päästöjen väheneminen). Lupamaksun alennuksen kannustavuutta voidaan arvioida esimerkkilaskelman pohjalta.</p> <p>Helsingissä vuoden 2017 rakennuslupamaksu kultakin rakennukselta on 560 euroa ja lisäksi rakennuksen tai sen osan kokonaisalan mukaan 6,6 euroa/m². Kun kyse on omakotitalon tai paritalon erillisestä talousrakennuksesta tai rakenteiltaan yksinkertaisesta ja korkeintaan 200 neliömetrin suuruisesta rakennuksesta, tai niiden laajennuksesta, niin rakennuslupamaksu on 260 euroa rakennukselta ja rakennuksen tai sen osan kokonaisalan mukaan 6,6 euroa/m².²⁴ Esimerkiksi 2000 m²:n kerrostalon rakennuslupamaksu olisi näin noin (560 + 6,6*2000) 14 000 euroa ja 180 neliön omakotitalon noin (260 + 6,6*180) 1400 euroa. Jos näistä maksuista saisi 50 %:n alennuksen, niin se merkitsisi kerrostalon kohdalla 7 000 euron lupamaksusäästöä ja omakotitalon kohdalla noin 700 euron säästöä.</p>

²³ Rakennusvalvontaviranomaisen tehtävien maksuperusteet ja taksan mallipohja 2012. Suositus. Kuntaliiton verkkojulkaisu.

²⁴ https://www.hel.fi/static/rakvv/maksut/Rakennusvalvontataksa_2017.pdf

	<p>Jos pyrkimys vähäisempään khk-päästöön toisaalta aiheuttaisi esimerkiksi 400 / 1000 euron lisän arviokustannuksissa (omakotitalo / kerrostalo) ja mahdollisesti jonkin verran lisää suunnitteluun kuluvaan lisäajan takia (ks. arvio jäljempänä), niin kannustava vaikutus (ja lupamaksumenetykset) jäisi todennäköisesti kohtalaisen pieneksi.</p> <p>Jos raja-arvo asetettaisiin kohtalaisen lieväksi siten, että sen saavuttaminen olisi mahdollista suhteellisen vähäisellä parannuksella tavanomaiseen suunnitteluun, niin se saattaisi johtaa erityisesti hyvin konseptoidussa tuotannossa (kuten valmistaloteollisuudessa) muutoksien tekemiseen.</p> <p>Suomessa rakennetaan vuosittain noin 8000 omakotitaloa ja noin 650 asuinkerrostaloa. Jos viidennes näistä saavuttaisi lupamaksun alennukseen vaaditun tason, se merkitsisi vuosittain noin 4 miljoonan euron lupamaksumenetystä, jos oletetaan että maksut ovat samaa suuruusluokkaa kaikissa kunnissa.</p>
Soveltuvuus korjausrakentamiseen	<p>Sitoutuneen khk-arvon (kg CO₂e/m²) sääntely raja-arvojen avulla soveltuu huomasti korjausrakentamiseen. Jos asetettu enimmäisarvo olisi vaativa (pieni luku), sääntely voisi estää tai haitata peruskorjauksia.</p> <p>Jos kuitenkin haluttaisiin säädellä nimenomaan rakennusmateriaaleihin liittyvää khk-päästöä, yksi mahdollisuus olisi asettaa vaatimus sidottuna saavutettavan energiansäästön khk-arvoon. Vaatimuksena voisi olla esimerkiksi, että lupamaksun alennuksen saa, jos korjaamisessa aiheutuneet sitoutuneet khk-päästöt kompensoituvat energiansäästöä vastaavina khk-säästöinä enintään kolmessa vuodessa.</p> <p>Edellä uudisrakentamisen kohdalla mainitut tiedon täsmällisyyttä ja saantia koskevat reunaehdot koskevat myös korjausrakentamista.</p>
Soveltuvuus eri rakennustyypeille	<p>Jos raja-arvo esitetään yksikössä kg CO₂e/m², niin menettely soveltuu vain sellaisille rakennustyypeille, joissa toiminnot ovat samankaltaisia (kuten ryhmissä asuinrakennukset, hotellit tai toimistot). Lisäksi raja-arvon asettaminen edellyttäisi, että ohjauksen piirissä olevista rakennustyypeistä olisi saatavissa niin paljon dataa, että arvon määrittelyä varten voitaisiin järkevästi laskea keskiarvoja tai osuuksia rakennuksista, jotka jäisivät ajatellun raja-arvon ylä- ja alapuolelle.</p> <p>Laskennallisesti ajatellen parhaiten sopiva rakennustyyppi on asuinkerrostalo.</p> <p>Koska kyseessä on kannustin eikä kaikkia koskeva velvoite, niin asuinrakennukset voisivat muutenkin olla soveltuva kohde.</p>
Soveltuvuus rakennushankkeen eri vaiheisiin	<p>Samoin kuin taulukossa 10 soveltuva menettelytapa voisi olla esimerkiksi sellainen, että</p> <ul style="list-style-type: none"> • laskennan voi ensin tehdä annetuilla geneerisillä / standardiarvoilla • laskennassa voi geneerisen arvon sijasta käyttää spesifistä tuotekohtaista arvoa, jos myös toteutuksessa vaaditaan vastaavan khk-vaatimuksen täyttävän tuotteen käyttöä • laskenta täytyisi toteutusvaiheessa korjata kaikilta niiltä osin, joissa toteutuksessa käytettävät tuotteet poikkeavat merkittävästi annetuista arvoista. <p>Vastaavasti kuin kiinteistöveron alentamiseen liittyvän kannusteen kohdalla olisi myös selvitettävä mahdollisuus soveltaa energiatodistusten "rakenteellisen energiatehokkuuden" menettelytapaa. Sen mukaan E-lukulaskelmaa ei tarvitse tehdä, jos valitaan rakenteet, joilla on annettun taulukon mukaiset normaalia paremmat U-arvot. Vastaavasti voitaisiin yksinkertaistaa sitoutuneiden khk-arvojen määrittelyä kertomalla tietyt ratkaisut, joiden perusteella rakennus hyväksytään vähähiiliseksi arvioimatta.</p>
Vaikutus eri rakennusalan toimijoihin	<p>Toimenpide edellyttäisi hiilijalanjäljen laskentaosaamista suunnittelijalta tai konsultilta. Tämä voisi vaikeuttaa pienten suunnittelutoimistojen ja/tai rakentajien toimintaa suhteessa isoihin. Laskentasysteemin täytyisi kuitenkin olla hyvin selkeä, joten sen käyttöönotto olisi todennäköisesti kohtalaisen helppoa myös pienimmissä toimistoissa.</p>

	<p>Vastaavasti rakentajalla (urakoitsijalla) täytyisi olla laskentaymmärrystä niin, että tulos tulisi tarpeen vaatiessa päivitettyä oikein.</p> <p>Koska kannuste ei todennäköisesti aiheuttaisi suurta muutosta, niin sen vaikutus toimijoihin olisi pienehkö.</p> <p>Toimenpide kuitenkin todennäköisesti tehostaisi tuotteiden ympäristövaikutusten arviointia ja lisäksi valmistajien halukkuutta tehdä tuotearvioita ja jakaa tietoa. Tämä vaatii tuotevalmistajilta arvoketjun tuntemista ja khk-päästön ilmoittamista ja voi vaikeuttaa pienten toimijoiden toimintaa suhteessa isoihin</p>
Vaikutus markkinoihin	<p>Lupamaksukannustinta yritettäisiin todennäköisesti hyödyntää sellaisten ratkaisujen avulla, jotka eivät vaadi löytyäkseen suurta suunnittelupanostusta (koska vähänkään suuremman lisäsuunnittelun jälkeen taloudellinen hyöty olisi todennäköisesti pienempi kuin suunnittelun lisäkustannus). Kannustin voisi markkinoilla aiheuttaa pientä siirtymää sellaisiin ratkaisuihin, joiden tuoma säästö khk-päästöissä on ilmeinen (esimerkiksi puun käytön lisääminen).</p> <p>Toisaalta pientalojen kohdalla raja-arvo täytyisi asettaa ottaen huomioon, että valtaosa omakotitaloista tehdään puurakenteisina. Omakotitalojen järkevä raja-arvo asettuisi mahdollisesti sellaiselle tasolle, että siihen ei olisi mahdollista päästä pelkästään valitsemalla puun päämateriaaliksi vaan lisäksi olisi tehtävä muitakin vähähiilisiä valaintoja.</p> <p>Jos laskentatapa olisi monimutkainen, niin voisi johtaa talotehtaiden kilpailukyvyn paranemiseen verrattuna yksittäisiin rakentajiin.</p>
Vaikutus viranomaistyöhön	<p>Toimenpide edellyttäisi rakennusvalvonnalta jonkin verran lisää tietoa ja resursseja, jotta ilmoitukset kyetään käsittelemään. Koska vastuu laskennasta kuitenkin on suunnittelijalla, niin lisäresursseja ei tarvita merkittävästi.</p> <p>Jos menettely olisi kohdan "soveltuvuus suunnittelu- ja rakennusprosessin eri vaiheisiin" mukainen, niin rakennusvalvonnan täytyisi tarkistaa ilmoitus sekä lupaa että käyttöönottoaiheessa.</p> <p>Suosittelavaa olisi, että ministeriön tai muun julkisen toimijan vastuulla olisi huolehtia siitä, että tarjolla on helposti käytettävät tiedot, menetelmät ja työkalut. Lisäksi tarvittaisiin ohjeet asiakirjalle, jonka avulla ilmoitetaan rakennuksen khk-päästö ja joka täytyy liittää rakennuslupahakemukseen. Raja-arvon määrittäminen vaatisi etukäteistyötä, jotta arvo osataan asettaa oikealle tasolle.</p> <p>Energiatodistuksien valvonnassa ja tulosten rekisteröinnissä ARA:lla on rooli. Vastaavasti täytyisi olla kansallinen valvova viranomainen, joka myös ylläpitäisi rekisteriä. Rekisteri olisi hyvä etukäteen suunnitella sellaiseen muotoon, että kerättyjä tietoja voitaisiin hyödyntää tutkimuksissa ja selvityksissä, jotka palvelisivat asiaan liittyvän ymmärryksen kasvamista. Jatkossa pitäisi ottaa huomioon tiedon käyttömahdollisuudet ja yhdistely esimerkiksi energiatodistuksen laadinnassa tuotettavien tietojen kanssa. Tämä olisi tärkeää, jotta ymmärrys paranisi ja ohjausta voitaisiin jatkossa kehittää järkevämpään suuntaan.</p>
Vaikutus rakennus- ja muihin kustannuksiin	<p>Edellä olevan mukaisesti lupamaksukannustinta yritettäisiin todennäköisesti hyödyntää sellaisten ratkaisujen avulla, jotka eivät vaadi löytyäkseen suurta suunnittelupanostusta (koska vähänkään suuremman lisäsuunnittelun jälkeen taloudellinen hyöty oli pienempi kuin suunnittelun lisäkustannus). Näin ollen vaikutus rakennuskustannuksiin olisi useissa tapauksissa todennäköisesti vähäinen ja nostaisi kustannuksia lähinnä arvioon kuluvan ajanmukaisesti.</p> <p>Alennus rakennuslupamaksussa olisi todennäköisesti kannustimena sen verran vähäinen, että tilaajat tai omistajat eivät olisi halukkaita pelkästään kannustimen motivoimana panostamaan uusien suunnitteluvaihtoehtojen etsimiseen ja kehittämiseen.</p>

Vaikutus khk-päästöihin	Oletetaan, että kannustetta hyödynnettäisiin omakotitalojen uudisrakentamisessa. Oletetaan, että lupamaksun alennus kannustaisi 5 % / 10 % rakentamisesta valitsemaan vaihtoehdon, joka täyttää raja-arvo-vaatimuksen. Oletetaan, että raja-arvoa vaatimus olisi 160 kg khk/m ² ja että tässä raportissa käytetty tyypillinen arvo on lähellä puisen omakotitalon tyypillistä arvoa ja että puolet kannustimen tavoittelijoista olisi muuten rakentanut kivirakennuksen ja puolet joka tapauksessa puurakennuksen. Oletetaan, että edellisessä tapauksessa suunnittelulla tavoiteltu säästö olisi 20 kg/m ² ja jälkimmäisessä 100 kg/m ² . Oletetaan, että lisätapauksena, että myös rivitalorakentamisesta 5 %/ 10%:n osalta pyritäisiin kannusteen takia 30 kg khk/m ² alempaan arvoon kuin ilman kannustinta. Nämä 4 tapausta johtaisivat laskennallisesti 4300 / 8600 ja 5000 / 9900 khk-tonnin vuosisäästöön.
-------------------------	--

Taulukko 12. Vaikutusarvio toimenpiteelle *Rakentamiseen myönnetään lisärakennusoikeus, kun rakentamisen khk-päästö alittaa annetun raja-arvon (toimenpide 4).*

Kuvaus, päättäminen, taustatietoa	<p>Rakennusoikeudella tarkoitetaan sitä kaikkea, mitä rakennuspaikalle saa rakentaa joko asemakaavan, MRL:n tai rakennusjärjestyksen perusteella ²⁵.</p> <p>Rakennusoikeudessa viitataan kerrosalaan, johon luetaan kerrosten alat ulkoseinien ulkopinnan mukaan laskettuina ja se kellarikerroksen tai ullakon ala, johon sijoitetaan tai voidaan näiden tilojen sijainnista, yhteyksistä, koosta, valoisuudesta ja muista ominaisuuksista päätellen sijoittaa rakennuksen pääasiallisen käyttötarkoituksen mukaisia tiloja. Jos ulkoseinän paksuus on enemmän kuin 250 millimetriä huoneistoa rajaavan väliseinän paksuus on enemmän kuin 200 millimetriä, saa rakennuksen kerrosala ylittää muutoin rakennettavaksi sallitun kerrosalan tästä aiheutuvan pinta-alan verran (MRL 115 § 3 mom.)²⁶.</p> <p>Tässä arvioidaan toimenpidettä, jossa kunnat sopisivat myöntävänsä tietyn määrän lisärakennusoikeutta asemakaavoitetulle tontille, jos tontille rakennettava rakennus alittaa khk-arvon suhteen tietyn asetetun raja-arvon.</p>
Soveltuvuus uudisrakentamiseen	<p>Toimenpide soveltuu uudisrakentamiseen ja täydennysrakentamiseen. Huomioon tulee kuitenkin ottaa riittävät oikeusturvavaatimukset esimerkiksi naapuruston kannalta. Myös kaupunki- ja ympäristökuvalliset reunaehdot saattavat estää lisärakennusoikeuden myöntämisen.</p> <p>Ilmoitettujen arvojen vertailukelpoisuus on tämän toimenpiteen yhteydessä erityisen tärkeää. Vertailukelpoisuus vaatii yhtenäistä menettelytapaa. Menettelytavan täytyy määrittää systemaattisesti rajat, tuloksikoko ja lähtötieto/lähtötietovaatimukset.</p> <p>Ohjaustoimenpide kannattaisi toteuttaa vain, jos voidaan arvioida, että sillä olisi suoraa vaikutusta haluttuun lopputulokseen (khk-päästöjen väheneminen). Lisärakennusoikeuden kannustavuutta voidaan arvioida esimerkkilaskelman pohjalta. Jos oletetaan, että</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rakennusoikeuden hinta on 700 e/m² (300–900 e/m²) • Myyntihinnat 6000 e/m² (4000–6000 e/m²) • Rakennuskustannus 3000 e/m² (2000–3000 e/m²)

²⁵ https://www.hel.fi/static/rakvv/ohjeet/Rakennusoikeutta_vai_kerrosalaa.pdf

²⁶ MRL 115.3 §:n säännöstä on muutettu lailla 812/2017: "Jos ulkoseinän paksuus on enemmän kuin 250 millimetriä tai huoneistoa rajaavan väliseinän paksuus on enemmän kuin 200 millimetriä, saa rakennuksen kerrosala ylittää muutoin rakennettavaksi sallitun kerrosalan tästä aiheutuvan pinta-alan verran. Rakennuksen rakennettavaksi sallitun kerrosalan saa ylittää myös väestönsuojan tai taloteknisten järjestelmien edellyttämän kuilun, hormin tai yleisiin tiloihin avautuvan teknisen tilan rakentamiseen tarvittavan pinta-alan verran." Ottaen huomioon kerrosalaa koskeva siirtymäsäännös (MRL 217 §) sovelletaan ennen vuotta 2000 lainvoimaistuneisiin asemakaavoihin kuitenkin vuoden 1958 rakennuslain kerrosalan laskeamista koskevia sääntöjä.

	<p>Tällöin esimerkiksi 10 %:n lisärakennusoikeus tontille, jolle asemakaavan mukaan saisi rakentaa 2000 kerrosneliötä, voisi tuottaa esimerkiksi perustajarakentajalle 600 000 euron lisätulon. Vastaavasti 5 %:n lisärakennusoikeus toisi samassa tapauksessa perustajarakentajalle 300 000 euron lisätulon. Vaikka raja-arvo olisi asetettu suhteellisen tiukaksi, niin kannustin todennäköisesti houkuttelisi ainakin kaikkea sellaista rakentamista, joissa investointi ja myynti tapahtuvat nopeahkolla syklillä.</p> <p>Lisärakennusoikeus olisi todellinen kannustin mutta toimii vain alueilla, joilla halutaan rakentaa ja rakennusoikeudella on merkittävä hinta. Toisaalta juuri näillä alueilla tehdään pääosa uudisrakentamisesta. Lisärakennusoikeudella olisi kuitenkin merkitystä vain sellaiselle rakentamiselle, jossa lisäneliöistä on suoraa hyötyä. Lisäneliöistä ei ole hyötyä esimerkiksi hoitoalan rakentamisessa, kun hoitopaikkojen mitoitus tehdään suhteessa käyttö- ja huoltokuluihin.</p>
Soveltuvuus korjausrakentamiseen	Toimenpide soveltuisi lisä- ja täydennysrakentamiseen samoin kuin varsinaiseen uudisrakentamiseen.
Soveltuvuus eri rakennustyypeille	<p>Raja-arvon määrittäminen vaatisi paljon selvitystyötä. Järkevä raja-arvo olisi todennäköisesti mahdollista määrittää sellaisille rakennustyypeille, joita rakennetaan paljon ja jotka on tarkoitettu keskenään hyvin samankaltaisiin käyttöihin kuten asuinrakennukset, toimistot ja hotellit.</p> <p>Raja-arvon määrittämisessä vaikeutena olisi ratkaista, miten raja-arvo asetetaan suhteessa puurakentamiseen ja muuhun rakentamiseen. Jos raja-arvo asetettaisiin niin, että hyödyn voisi saada vain hyvin vähähiilinen puurakennus, niin hyödyn saaminen esimerkiksi betonirakentamiseen perustuvalla ratkaisulla olisi erittäin haasteellista (nykystandardien mukaisilla peruseräillä). Jotta raja-arvo kannustaisi kaikkiin materiaaleihin perustuvaa rakentamista kehittämään nykyistä vähähiilisempiä innovaatioita, niin yksi mahdollinen keino voisi olla vaatia puurakennusten kohdalla laskentaa, jossa puun polton hiilidioksidipäästöt otetaan khk-arvon laskennassa huomioon.</p>
Soveltuvuus rakennushankkeen eri vaiheisiin	Mitä merkittävämmästä kannustimesta ja sen tuottamasta hyödystä olisi kyse, niin sitä tarkemmin tulisi myös tarkistaa, että hyödynsaaja on täyttänyt hyödyn saamisen kriteerit. Tämän takia kannustin tulisi toteuttaa niin, että tulos täytyisi todentaa toteutusvaiheessa. Vastaavasti täytyisi määritellä sanktiot, jotka aiheutuisivat raja-arvojen alittamisesta tapauksista, joissa lisärakennusoikeus on hyödynnetty.
Vaikutus eri rakennusalan toimijoihin	Kannustin innostaisi todennäköisesti erityisesti rakennusliikkeitä kehittämään suunnitteluratkaisuja ja hankintaprosesseja. Toimenpide voisi vaikeuttaa pienten rakennusliikkeiden toimintaa suhteessa isoihin, joilla paremman resurssit innovatiivisten ratkaisujen kehittämiseen, mutta merkittävä kannustin voisi innostaa kaikkia toimijoita innovatiivisten ideoiden ja vaihtoehtojen pohdintaan.
Vaikutus markkinoihin	Kannustinta voitaisiin mahdollisesti käyttää siten, että nimenomaisena tavoitteena olisi houkutella rakennusliikkeitä kehittämään uusia innovaatioita vähähiiliseen rakentamiseen. Tämä voisi tapahtua niin, että raja-arvo asetettaisiin niin alhaiselle tasolle, että sen saavuttaminen vaatisi todellista suunnitteluratkaisujen kehittämistä ja tuotteiden huolellista valintaa. Tätä kautta kannustin voisi innostaa myös tuoteteollisuutta kehittämään tuotteitaan ja mahdollisesti tuomaan markkinoille uusia vähähiilisiä tuotteita. Tämän kannustimen avulla saattaisi olla mahdollista tuottaa merkittäviä vähähiilisen rakentamisen demonstraatioita.
Vaikutus viranomaistyöhön	<p>Toimenpide edellyttää rakennusvalvonnalta jonkin verran lisää tietoa ja resursseja, jotta ilmoitukset kyetään käsittelemään. Koska vastuu laskennasta kuitenkin on suunnittelijalla, niin lisäresursseja ei tarvita merkittävästi. Lisäresursseja tarvittaisiin kuitenkin erityisesti siihen, että toteutunut ratkaisu tarkistetaan.</p> <p>Lisäksi ministeriön tai muun julkisen toimijan vastuulla olisi huolehtia siitä, että tarjolla on helposti saatavilla olevaa tietoa, menetelmiä ja työkaluja.</p>

	Keinon toteutuminen vaatisi kunnalta paljon halua käyttää tätä ohjauskeinoa. Valtiolla ei ole keinoja pakottaa kuntaa käyttämään tätä ohjauskeinoa. Tällä ohjauskeinolla kunta ei maata luovuttaessaan tai vuokratessaan saa myyntituloa tai vuokratuottoa siltä tontin osalta, jolle on myönnetty lisärakennusoikeutta. Eli käytännössä kunta subventoisi vähähiilisyttä. Tulisi harkita, edellyttäisikö tämän ohjauskeinon käyttö valtiolta osallistumista esimerkiksi avustamalla.
Vaikutus rakennus- ja muihin kustannuksiin	Jos raja-arvo asetettaisiin hyvin haasteelliselle tasolle, niin rakennuskustannus yksittäisen rakennuksen kohdalla todennäköisesti nousisi selvästi. Koska kannustin kuitenkin olisi iso, niin kohtalaisesta noususta huolimatta, innovatiivisen vähähiilisen ratkaisun etsiminen voisi olla rakentajalle kannattavaa.
Vaikutus khk-päästöihin	Kannusteen avulla voisi yksittäisten rakennusten tasolla saavuttaa huomattavia vähennyksiä khk-päästössä. Toimenpidettä kannattaisi käyttää vähähiilisten demonstraatiokohteiden kannustamiseen.

Taulukko 13. Vaikutusarvio toimenpiteelle *Kansallisella tasolla khk-päästöjen ilmoitusvelvollisuus (toimenpide 5)*.

Toimenpiteen kuvaus ja toimenpiteestä päättäminen	<p>Maankäyttö- ja rakennuslaissa (132/1999, MRL) määritellään rakentamista koskevat yleiset edellytykset, olennaiset tekniset vaatimukset sekä rakentamisen lupamenettely ja viranomaisvalvonta. Tarkemmat rakentamista koskevat säännökset ja ohjeet annetaan Suomen rakentamismääräyskokoelmassa ²⁷.</p> <p>Tässä arvioidaan toimenpidettä, jossa rakentamismääräyksiin sisällytetään säännös rakennusten khk-päästöjen ilmoittamisesta ja samalla annetaan ohjeet siitä, mitä rakennustyyppijä ilmoitusvelvollisuus koskee ja miten tulos on arvioitava ja ilmoitettava. Tämän toimenpiteen suhteen arvio tehtiin niin, ohjauksen kohde on joko rakennusmateriaaleista aiheutuvat päästöt tai sekä rakennusmateriaaleista että rakennuksen energiankäytöstä aiheutuvat khk-päästöt.</p> <p>Lisätoimenpiteenä arvioidaan khk-päästöjen ilmoitusvelvollisuutta purkuluvan hakemisen yhteydessä. MRL:n mukaan rakennusta tai sen osaa ei saa purkaa ilman lupaa asemakaava-alueella tai alueella, jolla on voimassa rakennuskielto asemakaavan laatimiseksi. Lupa on myös tarpeen, jos yleiskaavassa niin määrätään. Purkamisluvan edellytyksenä on, ettei purkaminen merkitse rakennettuun ympäristöön sisältyvien perinne-, kauneus- tai muiden arvojen hävittämistä eikä haittaa kaavoituksen toteutumista. Alla purkavan korjausrakentamisen yhteydessä mainittu toimenpide merkitsisi lisämääritystä, että purkamisen aiheuttama ympäristövaikutus täytyy ilmoittaa määritetyn indikaattorin avulla.</p>
Soveltuvuus uudisrakentamiseen	<p>Ilmoitusvelvollisuutta voidaan helpoiten soveltaa uudisrakentamiseen, ja toteuttaminen kannattaisi aloittaa uudisrakentamisesta.</p> <p>Ilmoitettujen arvojen vertailukelpoisuus vaatii yhtenäistä menettelytapaa. Menettelytavan täytyy määrittää systeemin rajat, tulosyksikkö ja lähtötieto sekä lähtötietovaatimukset. Jos halutaan, että arviointi sujuu nopeasti – esimerkiksi yhdessä työpäivässä tai vähemmässä määrässä – niin käytössä täytyy olla menetelmä ja työkalu, jotka ovat erittäin helppokäyttöisiä.</p> <p>Eurooppalaiset standardit eivät sellaisenaan riitä yhtenäiseksi menettelytavaksi. Standardit antavat monesta lopputulokseen olennaisesti vaikuttavasta asiasta vain periaatteen; standardit eivät määritä lähtöaineiston laatua riittävän tarkasti ja lisäksi standardeja ei ole saatavilla ilmaiseksi eikä kaikkia relevantteja standardeja ole saatavilla suomeksi. Lainsäädännössä tulisi voida viitata menetelmiin ja tietokantoihin, jotka ovat julkisesti ja läpinäkyvästi saatavilla.</p> <p>Jos ohjauksen kohteena olisi materiaaleista ja käytöstä aiheutuvien päästöjen summa, niin yhtenäisen menettelytavan pitäisi koskea myös rakennuksen lämmön ja sähkön kulutuksen arviointia ja energia-arvon muuttamista khk-arvoksi.</p>

²⁷ <http://www.ym.fi/rakentamismaaraykset>

	<p>Tähän liittyy useita kysymyksiä, joiden ratkaisu vaikuttaa yhteenlasketun tuloksen periaatteelliseen oikeellisuuteen (ks. tarkemmin luvussa 7 käsitelty problemaatiikka).</p> <p>Heti alussa pitäisi olla päämääränä myös luokituksen kehittäminen ja ymmärryksen kehittäminen vaihteluväleistä ja tekijöistä, joiden avulla lopputulokseen voi vaikuttaa. Oppimisen ja ymmärtämisen kannalta keskeistä olisi sekä lähtötietojen että laskentamenetelmien julkisuus, läpinäkyvyys ja selkeys.</p> <p>Tuloksien keräämisestä ja saatavuudesta pitäisi huolehtia.</p> <p>Jos ohjaus kohdistuisi yhteenlaskettuun khk-arvoon, niin olisi luontevaa liittää tieto khk-päästöstä myös energiatodistuksen yhteyteen.</p> <p>Tiedolla olisi kuitenkin selvästi enemmän merkitystä uudisrakennusmarkkinoilla kuin vanhojen kiinteistöjen markkinoilla. Tiedon seuranta ja yleisen ymmärryksen kehittämistä varten olisi hyvä perustaa julkinen tietokanta, jonne tiedot talletettaisiin järkevässä formaatissa. Formaatti voisi olla sellainen, että khk-päästön lisäksi kerrotaan rakennuksen sijaintia, tyyppiä, kokoa, päämateriaaleja, lämmön ja sähkön kulutusta ja E-luokkaa koskevat tiedot.</p>
<p>Soveltuvuus korjausrakentamiseen</p>	<p>Toimenpidettä olisi laskennallisesta näkökulmasta mahdollista soveltaa myös kaikkeen korjausrakentamiseen. Korjausrakentamisen suhteen ilmoitetut khk-arvon merkityksellisyys jäisi kuitenkin heikoksi, jos ohjaus kohdistuisi vain rakennusmateriaaleista aiheutuviin khk-päästöihin. Toimenpide saattaisi tällöin joissain tapauksissa aiheuttaa väärinkäsityksen siitä, että korjausrakentamista pitäisi välttää. Merkityksellisuuden parantaminen edellyttää vertailumahdollisuutta esimerkiksi korjaamisella saavutettavan energiansäästön khk-arvoon. Tämä taas edellyttäisi sitä, että myös energian käytön khk-arvon laskennalle kehitetään menettelytapa ja muunnosarvot olisivat saatavilla. Menettelytavassa voitaisiin ainakin alkuvaiheessa tyytyä khk-päästöjen arvioimiseen sovitun ajankohdan mukaiseen vuosikeskiarvoon käyttäen valtakunnallisia keskiarvoja.</p> <p>Korjausrakentamisessa ilmoitusvelvollisuus voisi koskea saavutettua khk-päästömuutosta. Muutos voitaisiin laskea tietylle ajanjaksolle laskemalla yhteen käytön-aikaisen energiankulutuksen muuttunut khk-arvo (negatiivisena, jos khk-päästöjä säästyy ja positiivisena jos päästöä aiheutuu lisää) sekä korjausrakentamisen materiaalien käytön khk-päästö (positiivisena arvona). Ajanjakson valinnassa täytyisi ottaa huomioon lämmön ja sähkön tuotannon tavoitellut muutokset vuoteen 2030 mennessä ja 2050 mennessä. Soveltuva ajanjakso voisi olla noin 20 vuotta. Jos oletetaan, että olemassa olevan rakennuksen käytön khk-päästö olisi 35 kg/m² (ks. taulukko 8), korjauksen seurauksena säästettäisiin 20 % käytön khk-päästöissä, käytön päästömuutokset otettaisiin huomioon 20 vuoden, lämmön ja sähkön tuotannon päästömuutoksia sinä aikana ei otettaisi huomioon ja että korjaamisen materiaaleihin liittyvät päästöt olisivat 50 kg/m², niin tässä esimerkkitapauksessa ilmoitettava päästömuutos olisi $(50-20 \cdot 0,2 \cdot 35)$ kg khk/m² = -90 kg khk/m².</p> <p>Purkavaa korjausrakentamisen tai yleensä rakennuksen purkamisen yhteydessä ilmoitusvelvollisuus voisi koskea purkamisen ja loppusijoituksen / kierrätyksen / uudelleenkäytön (standardin CEN 15804 määrittelemien C- ja D-vaiheen) khk-päästöjä. Vaihtoehtoisesti purkuvaiheessa voitaisiin käyttää muuta indikaattoria kuten jätteen määrä tai erityyppisten jätteiden määrä. Ilmoitusvelvollisuus voisi vähäisessä määrin kannustaa säästävään korjausrakentamiseen mutta erityisesti ilmoitusvelvollisuus voisi kannustaa kierrätyksen ja uudelleenkäytön vaihtoehtojen etsimiseen. Samalla voitaisiin noudattaa standardien CEN 15804 ja CEN 15978 elinkaariperiaatetta ja ottaa huomioon arvioitavien rakennuksien koko elinkaari (investointivaiheessa vaiheet A ja mahdollisesti B ja purkuvaiheessa C ja D).</p> <p>Tuloksien keräämisestä ja saatavuudesta pitäisi huolehtia. Tiedon viestintään täytyisi kehittää keino.</p>

<p>Soveltuvuus eri rakennustyypeille</p>	<p>Määräys ilmoitusvelvollisuudesta soveltuu periaatteessa parhaiten sellaisille rakennustyypeille, joita on paljon (erityisesti asuinrakennukset) ja joissa on suhteellinen samankaltaisia toimintoja, koska tämän avulla saataisiin nopeasti vertailuarvoja samankaltaista toimivuutta / palvelua tarjoavan rakennuksen khk-päästöistä neliötä kohden ja mahdollisista vaihteluväleistä. Tämä parantaisi tuloksen merkityksen ymmärtämistä.</p> <p>Tuloksen merkityksellisyys on heikompi / heikko erikoisrakennusten suhteen ja sellaisten rakennustyyppien suhteen, joita on vähän tai joissa toiminto voi vaihdella paljon. Esimerkiksi eri toimintoja palvelevien monitoimihallien khk-arvot (khk/m²) eivät ole vertailukelpoisia.</p> <p>Vastustus yleistä ilmoitusvelvollisuutta kohtaan voisi kuitenkin olla suurin juuri asuinrakentamisen kohdalla, jossa pyritään hyvin suureen kustannustehokkuuteen ja/tai jossa rakentamiseen ryhtyvä ei aina ole ammattimainen rakentaja. Tämän vuoksi saattaisi olla hyvä vaiheistaa ilmoitusvelvollisuus ja aloittaa toimitiloista. Tämä joka tapauksessa palvelisi sitä, että monet suunnittelijat joutuisivat arvioimaan ja näin myös oppisivat käyttämään laskentamenetelmiä nopeasti ja kustannustehokkaasti. Tämä auttaisi siihen, että kustannusvaikutus olisi pienempi, kun aikanaan ilmoitusvelvollisuus laajenisi myös asuinrakennuksiin. Lisäksi toimitiloissa saattaa olla enemmän suunnitteluvapautta kuin asuinrakennuksissa, jotka pyritään tekemään erittäin kustannustehokkaasti ja samoja ratkaisuja toistaen.</p>
<p>Soveltuvuus rakennushankkeen eri vaiheisiin</p>	<p>Toimenpide soveltuu sekä lupa- että käyttöönottovaiheeseen. Edellytyksenä on, että suunnittelijoiden käytössä on menetelmät, tietokannat ja työkalut kummankin arvon laskemiseen. Lupavaiheen tulos tarvitsee lähtöarvoksi geneerisiä arvoja, ja käyttöönottovaiheen tulos tarvitsee lähtöarvoksi käytettyjen materiaalien ja tuotteiden ympäristöselosteita.</p> <p>Suosittelavana olisi, että lopulta julkistettu tulos perustuisi toteutuneen ratkaisun arvoihin. Vaikka käytettäisiin suunnitteluvaiheen arvoja, niin olennaiset muutokset tulisi joka tapauksessa päivittää julkistettavaan arvoon.</p> <p>Tuloksien merkityksellisyyden ja ohjausvaikutuksen vuoksi geneeristen arvojen tulisi mahdollisimman hyvin kuvata todellisia suomalaisia käytäntöjä ja tuotekohtaisten arvojen tulisi olla todellisia tuotekohtaisia arvoja eikä perustua liian suurien tuoteryhmien keskiarvoihin. Jotta toimenpiteen avulla voitaisiin yrittää karsia markkinoilta esimerkiksi hiilijalanjäljeltään huonoja sementtejä, metalleja tai luonnonkiviä, niin tuoteselosteet eivät saisi perustua eurooppalaisiin tai maailman keskiarvoihin.</p>
<p>Vaikutus eri rakennusalan toimijoihin</p>	<p>Toimenpide edellyttäisi hiilijalanjäljen laajaa laskentaosaamista suunnittelijoilta tai konsulteilta. Tämä voisi vaikeuttaa pienten suunnittelutoimistojen ja/tai rakentajien toimintaa suhteessa isoihin. Työkalukehitys on kuitenkin menossa siihen suuntaan, että rakennuksen khk-päästön laskeminen on nopeaa ja helppoa. Edellytyksenä on tuotetietojen ja laskentatyökalujen saatavuus. Suositeltavana olisi joka tapauksessa, että arviot tehtäisiin suunnitteluprosessin yhteydessä eikä jälkikäteen pelkkänä arviona. Elleivät suunnittelijat itse ymmärrä khk-tulokseen vaikuttavia asioita ja arviointiperiaatteita, niin se heikentää ohjaustoimenpiteen haluttua vaikutusta – suunnittelun ja rakentamisen päätymistä kohti vähähiilisempiä ratkaisuja.</p> <p>Vastaavasti rakentajalla täytyy olla laskentaymmärrystä niin, että osaa vaatia tuloksen päivittämistä silloin kun tarpeen.</p> <p>Mitä suuremmalle osalle uudisrakennuksista ilmoitusvelvollisuus kohdistuisi, niin sitä enemmän se todennäköisesti tehostaisi tuotteiden ympäristövaikutusten arviointia, lisäksi valmistajien halukkuutta tehdä arvioita ja jakaa tietoa. Jos ilmoitusvelvollisuus koskee toteutunutta arvoa, niin edellytyksenä on, että monilta tuotevalmistajilta on saatavissa khk-tietoa. Tämä vaatii tuotevalmistajilta arvoketjun tuntemista ja khk-päästön ilmoittamista ja voi vaikeuttaa pienten toimijoiden toimintaa suhteessa isoihin.</p>

	<p>Suosittelavaa kuitenkin on, että myös tuotetasolle tulisi aikanaan ilmoitusvelvollisuus. Tämä täytyisi kuitenkin sopia eurooppalaisella tasolla.</p> <p>Suunnitteluprosessia helpottamaan täytyisi kehittää e-kirjastoja, joiden avulla suunnittelijat voivat hakea tietoja valmistajien sivuilta. Tämän kehittäminen vaatii erillistä ponnistusta.</p> <p>Mikäli ilmoitusvelvollisuus koski materiaaleista ja käytöstä aiheutuvien khk-päästöjen yhteenlaskettua arvoa, niin jälkimmäinen osatekijä ei aiheuttaisi mainittavaa lisäosaamista, jos energia-arvio tehtäisiin nykyisin käytössä olevin menettelytavoim. Kulutusarvon muuttaminen khk-arvoksi tehtäisiin sähkölle, kaukolämmölle ja muille energialähteille annettujen kertoimien avulla.</p>
Vaikutus markkinoihin	<p>Ilmoitusvelvollisuuden kohdentuminen ja kattavuus vaikuttavat jonkin verran vaikutukseen markkinoihin. Todennäköistä on, että ilmoitusvelvollisuus ei kuitenkaan johtaisi kovin merkittäviin markkinoilla näkyviin muutoksiin. Ohjaustoimenpide voisi kuitenkin jonkin verran edistää puurakentamista. Lisäksi vaikutuksena voisi olla, että tuotteiden hiihijälänjälkeen kiinnitettäisiin jonkin verran huomiota myös hankinnan aikana, jolloin markkinaetua saisivat tuotevalmistajat, jotka voivat tuottaa markkinoille khk-arvoltaan parempia tuotteita kuin samaa tuotetta tarjoavat kilpailijat.</p> <p>Ilmoitusvelvollisuus voisi aktivoida tuoteteollisuutta paitsi ympäristöselosteiden tekemiseen myös ympäristövaikutuksien vähentämiseen tähtäävään tuotekehitystyöhön. Tätä pitäisi pitää ohjaustoimenpiteen tärkeänä tavoitteena ja juuri siksi lähtötietojen (tuotteita koskevien tietojen) laatuvaatimusten oikea määrittely olisi tärkeää.</p> <p>Ohjausmenetelmällä olisi todennäköisesti vaikutusta suunnitteluprosessin muutokseen. Ilmoitusvelvollisuus voisi jossain määrin edistää vaihtoehtoja vertailevia suunnittelukäytäntöjä erityisesti, jos ilmoitusvelvollisuus kohdistuisi toimitilarakentamiseen.</p>
Vaikutus viranomaistyöhön	<p>Toimenpide edellyttäisi rakennusvalvonnalta jonkin verran lisää tietoa ja resursseja, jotta ilmoitukset kyettäisiin käsittelemään. Koska vastuu laskennasta kuitenkin on suunnittelijalla, niin lisäresursseja ei tarvita merkittävästi.</p> <p>Lisäksi ministeriön tai muun julkisen toimijan vastuulla olisi huolehtia siitä, että tarjolla on helposti käytettävä tarpeellinen tieto, menetelmät ja työkalut. Tuloksien keräämisestä ja saatavuudesta ja analysoinnista pitäisi huolehtia. Analysointi olisi tärkeää esimerkiksi silmällä pitäen mahdollisesti tulevaisuudessa asetettavia raja-arvoja.</p> <p>Lisätyötä aiheutuisi myös julkistettavan tiedon vaatimien järjestelmien kehittämisen ja ylläpito.</p>
Vaikutus rakennus- ja muihin kustannuksiin	<p>Jos ilmoitusvelvollisuus koskisi vain toimitiloja, niin arvioinnista lisätyötä ei osin aiheutuisi lainkaan, koska jo nyt osalle toimitiloista tehdään ympäristövaikutusten arviointia.</p> <p>Jos ilmoitusvelvollisuuden ansiosta toisaalta ryhdyttäisiin tekemään vaihtoehtoisia konsepteja ja etsimään vähähiilisiä ratkaisuja – mikä juuri olisi ohjaustoimenpiteen tavoite – niin suunnitteluun voisi oikeasti kulua enemmän aikaa. Alkuvaiheessa innovatiivisia ratkaisuja ehkä etsittäisiin sellaisiin kohteisiin, joiden suhteen jo nyt suunnitteluun kulutetaan suhteellisesti ottaen kohtalaisesti aikaa.</p>
Vaikutus khk-päästöihin	<p>Suora vaikutus rakentamisen khk-päästöihin olisi ainakin aluksi todennäköisesti vähäinen. Jos ilmoitusvelvollisuus johtaisi kohderakennusryhmässä siihen, että 10 % rakentamisesta (pinta-alan mukaan) tehtäisiin niin, että khk-säästö olisi 10 % kohderyhmän tyypillisestä arvosta, niin vastaavat laskennalliset säästöt olisivat suuruusluokkaa 3400 tonnia (pelkät toimitilat), 9100 tonnia (toimitilat ja asuinkeuhkot) ja noin 13 000 tonniin (toimitilat ja asuinrakennukset).</p> <p>Vastaava vähennys (10 % kohderyhmästä ja 10 %:n vähennys khk-päästöistä) merkittäisi rakennuksen käytön aiheuttamista päästöistä 20 vuoden laskentajaksona 16 000 tonnia, jos kohderyhmänä olisi asuintalot ja toimitilat.</p>

	<p>Jos säästön saisi toteuttaa joko materiaaleista tai käytöstä tai molemmista aiheuttuvia päästöjä vähentämällä, niin se antaisi toimijoille enemmän vaihtoehtoja ja voisi myös johtaa suurempiin säästöihin.</p> <p>Vaikutus riippuisi todennäköisesti paljon tulosten julkaisemisen ja viestinnän tavoista ja asteesta. Jos tuloksia vertailtaisiin ja viestittäisiin aktiivisesti sekä sijoittajille että käyttäjille ja toisaalta rakentajille ja suunnittelijoille, niin ilmoitusvelvollisuus saattaisi johtaa hiilijalanjäljellä kilpailuun ja aktiiviseen tuotteiden, talokonseptien ja suunnittelukonseptien kehittämiseen. Tämän avulla saattaisi olla mahdollista päästä em. arvioita selvästi suurempiin säästöihin.</p> <p>Ottaen huomioon, että vuoteen 2050 tavoitellaan lähes hiilineutraalia energiantuotantoa ja että vuodesta 2020 vuoteen 2050 on 30 vuoden ajanjakso, niin laskennallisena elinkaarena käytönaikaisille khk-päästöille olisi syytä käyttää suhteellisen lyhyttä ajanjaksoa eli enintään 30 vuoden jaksoa. Jos laskennassa oletettaisiin, että päästö ei pienene vähitellen vaan pysyisi vakioarvona, niin olisi perusteltua käyttää lyhyempää aikajaksoa, esimerkiksi 20 vuoden aikajaksoa.</p> <p>Jos lisäksi purkuluvan yhteyteen liitetty ilmoitusvelvollisuus johtaisi noin 10 %:n vähennykseen hyödyntämättömän jätteen määrässä eri lajikkeilla, niin se voisi aiheuttaa noin 8 000 tonnin khk-säästöön.</p>
--	---

Taulukko 14. Vaikutusarvio toimenpiteelle *Kansallisella tasolla asetetaan rakennusten khk-päästöjen raja-arvo(t) (toimenpide 6).*

<p>Kuvaus, päättäminen, taustatietoa</p>	<p>Maankäyttö- ja rakennuslaissa (132/1999, MRL) määritellään rakentamista koskevat yleiset edellytykset, olennaiset tekniset vaatimukset sekä rakentamisen lupamenettely ja viranomaisvalvonta. Tarkemmat rakentamista koskevat säännökset ja ohjeet annetaan Suomen rakentamismääräyskokoelmassa ²⁸.</p> <p>Tässä arvioidaan toimenpidettä, jossa rakentamismääräyksiin sisällytetään säännös rakennusten khk-päästöjen raja-arvoista. Samalla annettaisiin ohjeet siitä, mitä rakennustyyppijä raja-arvot koskevat ja miten tulos on arvioitava ja ilmoitettava ja annetaan tarpeelliset lähtötiedot ja työkalut.</p> <p>Tämän toimenpiteen suhteen arvio tehtiin niin, ohjauksen kohde on joko rakennusmateriaaleista aiheutuvat päästöt tai sekä rakennusmateriaaleista että rakennuksen energiankäytöstä aiheutuvat khk-päästöt. Tässä systeemin rajausta sis poikkeaa standardin EN 15978 rajauksesta, jonka mukaan arvioinnin kohde on rakennus ja sen paikka²⁹.</p>
<p>Soveltuvuus uudisrakentamiseen</p>	<p>Ohjaustoimenpide soveltuu parhaiten uudisrakentamiseen.</p> <p>Arvojen laskeminen ja vertailu annettuihin raja-arvoihin vaatii yhtenäistä ja erittäin selkeää menettelytapaa. Menettelytavan täytyisi määrittää hyvin selvästi systeemin rajat, tulosyksikkö ja lähtötieto sekä lähtötietovaatimukset. Lähtötiedot vaikuttavat tulokseen niin olennaisesti, että lähtötietovaatimusten sijasta tulisi luoda geenerisen tiedon tietokannat. Jos halutaan, että arviointi sujuu nopeasti, niin käytössä täytyisi olla menetelmä ja työkalu, jotka ovat erittäin helpokäyttöisiä.</p> <p>Eurooppalaiset standardit eivät sellaisenaan riitä yhtenäiseksi menettelytavaksi. Standardit antavat monesta lopputulokseen olennaisesti vaikuttavasta asiasta vain periaatteen; standardit eivät määritä lähtöaineiston laatua riittävän tarkasti ja lisäksi standardeja ei ole saatavilla ilmaiseksi eikä kaikkia relevantteja standardeja</p>

²⁸ <http://www.ym.fi/rakentamismaaraykset>

²⁹ SFS-EN 15978. Sustainability of construction works. Assessment of environmental performance of buildings. Calculation method. Section 7.4.1: "In this context, the object of assessment is the building and its site. This includes all the upstream and downstream processes needed to establish and maintain the function(s) of the building, from the acquisition of raw materials to their disposal or to the point where materials exit the system boundary either during or at the end of the building life cycle."

	<p>ole saatavilla suomeksi. Lainsäädännössä tulisi voida viitata menetelmiin ja tietokantoihin, jotka ovat julkisesti ja läpinäkyvästi saatavilla.</p> <p>Jos ohjauksen kohteena olisi materiaaleista ja käytöstä aiheutuvien päästöjen summa, niin yhtenäisen menettelytavan pitäisi koskea myös rakennuksen lämmön ja sähkön kulutuksen arviointia ja energia-arvon muuttamista khk-arvoksi. Tähän liittyy useita kysymyksiä, joiden ratkaisu vaikuttaa yhteenlasketun tuloksen periaatteelliseen oikeellisuuteen (ks. tarkemmin luvussa 7 käsitelty problemaatiikka).</p> <p>Käytettävien raja-arvojen määrittäminen edellyttää, että niiden pohjaksi on käytettävissä paljon tietoa rakennustyypeistä, jotka otetaan mukaan järjestelmään. Raja-arvot tulisi määrittää niin, että raja-arvon saavuttaminen ei missään vaiheessa vaadi nopeaa suurta muutosta rakentamisessa mutta kuitenkin niin, että ohjauksella saadaan aikaan muutos haluttuun suuntaan. Käytännössä raja-arvoja tulisi niiden määrittelyssä arvioida laskennallisesti ja energiasimulointia hyödyntäen, jotta voitaisiin systemaattisesti selvittää mahdollisuuksien rajoissa olevat raja-arvot.</p> <p>Tuloksien keräämisestä ja saatavuudesta pitäisi huolehtia. Kootun tiedon pohjalta raja-arvoja pitäisi myöhemmin tarkistaa ja päivittää. Näin ollen tieto täytyisi koota ja tallettaa sellaisessa muodossa, että se palvelisi ymmärryksen kasvua. Tuloksen yhteydessä täytyisi ilmoittaa kaikki muut tarvittavat tiedot tuloksen merkityksen ymmärtämiseksi (kuten rakennuksen tyyppi, tilavuus ja pinta-ala, sijainti, mahdollisesti päämateriaalit ja energiatehokkuus).</p> <p>Jos ohjaus kohdistuisi yhteenlaskettuun khk-arvoon, niin olisi luontevaa liittää tieto khk-päästöstä myös energiatodistuksen yhteyteen.</p> <p>Tiedolla olisi selvästi enemmän merkitystä uudisrakennusmarkkinoilla kuin vanhojen kiinteistöjen markkinoilla. Tiedon seurantaa ja yleisen ymmärryksen kehittämistä varten olisi hyvä perustaa julkinen tietokanta, jonne tiedot talletettaisiin järkevässä formaatissa. Formaatti voisi olla sellainen, että khk-päästön lisäksi kerrotaan rakennuksen sijaintia, tyyppiä, kokoa, päämateriaaleja, lämmön ja sähkön kulutusta ja E-luokkaa koskevat tiedot.</p> <p>Jos annettu raja koskisi arvoa, johon lasketaan mukaan myös käyttöiän aikaiset uusimiset, niin sillä olisi enemmän merkitystä myös rakennuksen käytön aikana. Tällöin tulisi pohdittavaksi se, että pitäisikö todistusta päivittää todellisten korjausten ja uusimisjaksojen mukaan ja mitä tapahtuisi, jos oletettu tulos ei toteutuisi ja esimerkiksi asetettu raja-arvo ylittyisi. Täytyisi myös välttää tilanne, jossa asetettu raja-arvo kannustaisi järkevien tai välttämättömien korjausten siirtämiseen tai laiminlyöntiin.</p>
<p>Soveltuvuus korjausrakentamiseen</p>	<p>Raja-arvojen määrittäminen rakennusmateriaaleihin liittyviin khk-päästöihin korjausrakentamisessa olisi erittäin vaikeaa. Menettely soveltuisi korjausrakentamiseen vasta, kun rakentamisen ja rakennuksen käytön khk-päästöjä ohjattaisiin yhdessä asettaen raja-arvoja niiden summalle. Tällöinkin vaikeutena on löytää hyvä ratkaisu tarkasteltavan elinkaaren pituudelle ja käytönaikaisten khk-päästöjen laskennalle.</p> <p>Ratkaisu voisi olla esimerkiksi sen tyyppinen, että raja-arvo esitetään summalle, jossa lasketaan yhteen arvioitu korjausrakentamisen yhteydessä aiheutunut khk-päästö sekä arvioitu käytön aikainen päästösäästö kerrottuna esimerkiksi kymmenellä tai kahdellakymmenellä. Huomioon otettavan ajanjakson täytyisi olla joko kohtalaisen lyhyt, jos oletettaisiin sähkön ja lämmöntuotannon khk-päästöjen pysyvän vakioina, tai vaihtoehtoisesti laskennassa täytyisi ottaa huomioon ennusteet energiantuotannon khk-päästöjen kehityksestä. Jos huomioon otettava ajanjakso olisi pitkä – esimerkiksi 50 vuotta – ja samalla oletettaisiin, että fossiilisia polttoaineita käytetään 2060- ja 2070-luvuilla samoin kuin nyt, niin korjauksen investointivaiheen materiaaleihin liittyvät päästöt olisivat marginaaliset.</p> <p>Edellä taulukossa 12 esitettäisiin ilmoitusvelvollisuutta koskevana esimerkkinä seuraava:</p>

	<p>Jos oletetaan, että olemassa olevan rakennuksen käytön khk-päästö olisi 35 kg/m² (ks. taulukko 7), korjauksen seurauksena säästettäisiin 20 % käytön khk-päästöissä, käytön päästömuutokset otettaisiin huomioon 20 vuoden, lämmön ja sähkön tuotannon päästömuutoksia sinä aikana ei otettaisi huomioon ja että korjaamisen materiaaleihin liittyvät päästöt olisivat 50 kg/m², niin tässä esimerkkitapauksessa ilmoitettava päästömuutos olisi (50-20*0,2*35) kg khk/m² = -90 kg khk/m².</p> <p>Vastaavasti asetettava raja-arvo voisi koskea edellä kuvatulla periaatteella lasketua summaa ja vaatimus voisi olla, että merkittävässä korjausrakentamisessa on saavutettava esimerkiksi 20 vuoden ajanjaksolla arvioiden vähintään esimerkiksi 50 kg khk/m²:n suuruisen säästö.</p> <p>Oikea raja-arvon löytämiseksi kuitenkin tehtävä paljon laajempaa kartoitusta ja arviointia eri rakennustyypeille kuin mitä tämän selvityksen yhteydessä on ollut mahdollista tehdä.</p>
Soveltuvuus eri rakennustyypeille	<p>Jos raja-arvo esitetään yksikössä kg CO₂e/m², niin menettely soveltuu parhaiten sellaisille rakennustyypeille, joissa toiminnot ovat samankaltaisia (kuten ryhmissä asuinrakennukset, hotellit tai toimistot). Lisäksi raja-arvon asettaminen edellyttäisi, että ohjauksen piirissä olevista rakennustyypeistä olisi saatavissa niin paljon tietoja, että voitaisiin järkevästi laskea keskiarvoja tai osuuksia rakennuksista, jotka jäävät ajatellun raja-arvon ylä- ja alapuolelle.</p> <p>Laskennallisesti ajatellen parhaiten sopiva rakennustyyppi on asuinkerrostalot.</p>
Soveltuvuus rakennushankkeen eri vaiheisiin	<p>Soveltuva menettelytapa voisi olla esimerkiksi sellainen, että</p> <ul style="list-style-type: none"> • laskennan voi ensin tehdä annetuilla geneerisillä / standardiarvoilla • laskennassa voi geneerisen arvon sijasta käyttää spesifistä tuotekohtaista arvoa, jos myös toteutuksessa vaaditaan vastaavan khk-vaatimuksen täyttävän tuotteen käyttöä • laskenta täytyisi toteutusvaiheessa korjata kaikilta niiltä osin, joissa toteutuksessa käytettävät tuotteet poikkeavat merkittävästi annetuista arvoista. <p>Korjaukset toteutusvaiheessa saatettaisiin voida tehdä vähällä vaivalla, jos tulos alun perin raportoitiin muokattavina taulukoina, joista ilmenee kunkin mukaan lasketun osan määrä ja khk-arvo. Hankinnan yhteydessä tuotetoimittajilta tulisi tällöin vaatia ympäristöseloste, jonka arvoilla suunnitteluvaiheen arvio korjattaisiin.</p>
Vaikutus eri rakennusalan toimijoihin	<p>Toimenpiteen toteuttaminen edellyttäisi hiilijalanjäljen laskentaosaamista suunnittelijalta tai konsultilta. Tämä voisi vaikeuttaa pienten suunnittelutoimistojen ja/tai rakentajien toimintaa suhteessa isoihin. Toisaalta toimenpide voisi myös luoda markkinoita pienille suunnittelutoimistoille, jotka olisivat erikoituneita päästöjen arviointiin. Laskentajärjestelmän täytyisi kuitenkin olla hyvin selkeä, joten sen käyttöönotto olisi todennäköisesti kohtalaisen helppoa myös pienimmissä toimistoissa.</p> <p>Vastaavasti rakentajalla (urakoitsijalla) täytyisi olla laskentaymmärrystä niin, että tulos tulisi oikein päivitettyä tarpeen vaatiessa.</p> <p>Mitä suuremmalle osalle uudisrakennuksista määräys raja-arvosta kohdistuisi, niin sitä enemmän se todennäköisesti tehostaisi tuotteiden ympäristövaikutusten arviointia, lisäksi valmistajien halukkuutta tehdä arvioita ja jakaa tietoa. Jos toteutuneet arvot otettaisiin huomioon raja-arvomääräyksessä, niin edellytyksenä olisi, että monilta tuotevalmistajilta olisi saatavissa khk-tietoa. Tämä vaatii tuotevalmistajilta arvoketjun tuntemista ja khk-päästön ilmoittamista ja voi vaikeuttaa pienten toimijoiden toimintaa suhteessa isoihin. Suositeltavaa kuitenkin on, että myös tuotetasolle tulisi aikanaan ilmoitusvelvollisuus sopivan siirtymäajan jälkeen.</p> <p>Suunnitteluprosessia helpottamaan täytyisi kehittää e-kirjastoja, joiden avulla suunnittelijat voivat hakea tietoja valmistajien sivuilta. Tämän kehittäminen vaatii erillistä ponnistusta.</p>

<p>Vaikutus markkinoihin</p>	<p>Vaikutus markkinoihin riippuu asetetun raja-arvon tasosta. Jos raja-arvo asetettaisiin niin, että valtaosa ohjauksen kohteena olevista rakennuksista täyttää vaatimuksen, niin suora vaikutus markkinoihin olisi pieni.</p> <p>Vaativan raja-arvon asettaminen kohtaisi todennäköisesti paljon vastustusta, joten sen asettaminen olisi vaikeaa, mutta toteutettuna sillä voisi olla huomattava vaikutus markkinoihin.</p> <p>Raja-arvo pitäisi kuitenkin asettaa sellaiselle tasolle, että se kannustaisi valmistajia tekemään tuotekehitystä ja vaatisi suunnittelijoita kiinnittämään huomiota asiaan. Muuten koko toimenpiteellä ei olisi juuri vaikutusta ohjauksen kohteena olevaan asiaan.</p> <p>Nykyisillä standardoiduilla laskentasäännöillä laskien puurakennuksen khk-päästöt ovat tyypillisesti merkittävästi pienemmät kuin muista päämateriaaleista tehtyjen rakennusten. Raja-arvon asettaminen voisi vahvistaa puurakentamista markkinoilla. Lievä vaatimus voisi johtaa markkinoiden muutoksen sijasta siihen, että teräs- ja mineraaliteollisuudessa pyrittäisiin tuotekehityksen avulla laskemaan khk-tasoa hieman, jotta kilpailuasetelma markkinoilla säilyisi.</p> <p>Jos ohjauksen ja arvioinnin kohteena olisi standardin EN 15978 mukaisesti myös rakennuspaikka, niin toimenpide suosisi myös hyvään maaperään ja tai suurella tonttitehokkuudella tehtäviä kohteita, joita ei rasita asemakaavassa ole maanalaisten tilojen toteutusvelvoite.</p> <p>Keskeistä olisi, että markkinoilla olisi jonkin verran aikaa valmistautua raja-arvojen aiheuttamiin muutoksiin. Pitkä valmistautumisaika voisi toisaalta johtaa siihen, että suunnitteilla olevaa rakentamista pyrittäisiin jouduttamaan varsinkin, jos asetettu raja-arvo olisi vaativa.</p> <p>Jos raja-arvo kohdistettaisiin materiaaleista aiheutuvien khk-päästöjen ja rakennuksen käytöstä aiheutuva khk-päästön summaan, niin rakentajat todennäköisesti etsisivät kustannustehokkainta tapaa saavuttaa vaatimus tarvittaessa joko parantamalla energiatehokkuutta, hyödyntämällä uusiutuvia energialähteitä tai pienentämällä rakennuksen materiaaleista aiheutuvia khk-päästöjä. Tässäkin tapauksessa yhtenä markkinavaikutuksena voisi olla puurakentamisen aseman vahvistuminen.</p> <p>Vaikutusta rakennusteollisuuden kilpailukykyyn on vaikea arvioida. Jos asetetut raja-arvot olisivat hyvin vaativia ja pakottaisivat sekä tuote- että rakennusteollisuutta kehittämään khk:n kannalta merkittävästi parempia ratkaisuja, niin tämä nostaisi kustannuksia erityisesti niillä, jotka joutuisivat tekemään eniten muutoksia heikentäen kilpailukykyä. Toisaalta jos kehittämisessä edettäisiin nopeasti, niin kansainvälinen kilpailukyky vihreitä arvoja todennäköisesti yhä enemmän korostavilla markkinoilla voisi parantua. Pitkällä aikavälillä tämä olisi varmasti tärkeämpi näkökohta.</p>
<p>Vaikutus viranomaistyöhön</p>	<p>Toimenpide edellyttää rakennusvalvonnalta jonkin verran lisää tietoa ja resursseja, jotta ilmoitukset kyetään käsittelemään. Koska vastuu laskennasta kuitenkin on suunnittelijalla, niin lisäresursseja ei tarvita merkittävästi.</p> <p>Jos menettely olisi kohdan "soveltuvuus elinkaaren eri vaiheisiin" mukainen, niin rakennusvalvonnan täytyisi tarkistaa ilmoitus sekä lupa- että käyttöönottovaiheessa. Tämä aiheuttaisi lisää työtä ja kustannuksia.</p> <p>Lisäksi ministeriön tai muun julkisen toimijan vastuulla olisi huolehtia tarvittavien menetelmien, tietojen ja työkalujen saatavuudesta ja ylläpidosta. Tarpeen olisi myös perustaa ja ylläpitää rekisteriä tuloksista ja huolehtia siitä, että analyysien avulla raja-arvoja voidaan tarkentaa ja vaativuutta voitaisiin lisätä mahdollisuuksien mukaan.</p>
<p>Vaikutus rakennus- ja muihin kustannuksiin</p>	<p>Jos asetettu raja-arvo olisi vaativa, niin suunnittelukustannukset kasvaisivat enemmän kuin arvioitiin tarvittavan ajan veran. Toisaalta tämä ei vaikuttaisi suunnittelukustannusten kasvuun pitkällä aikavälillä, koska vähitellen suunnittelijoiden ymmärrys kasvaisi ja suunnittelukäytännöt muuttuisivat siten, että perusratkaisuna käytettäisiin kehitettyjä vähähiilisiä konsepteja.</p>

<p>Vaikutus khk-päästöihin</p>	<p>Seuraavassa esitetään ensin arvio mahdollisesta päästösäästöstä, jos ohjauksessa käytetty raja-arvo kohdistettaisiin rakennusmateriaaleihin liittyviin päästöihin. Arviossa oletetaan, että kaksi</p> <ul style="list-style-type: none"> • raja-arvo asetettaisiin tasolle, jossa kaksi kolmannelle kohderyhmän rakentamisesta joutuisi korjaamaan suunnitteluratkaisuja. Tarvittava muutos vastaisi suuruudeltaan 20 % keskiarvotasosta. <p>Arvioidut säästetyt khk-päästöt olisivat kohderyhmän mukaan 121000 / 170000 / 225000 / 353000 (kohderyhmä asuinkerrostalot ja toimitilat / kaikki asuinrakennukset ja toimitilat / edellisten lisäksi opetus-, hoito-, kokoontumis- ja liikenteen rakennukset / edellisten lisäksi maatalouden, teollisuuden ja varastorakennukset).</p> <p>Jos ohjaus kohdistettaisiin rakennuksen käytön aiheuttamiin khk-päästöihin, niin päästösäästöt vastaavilla oletuksilla ja samoilla kohderyhmillä³⁰ olisivat investointivuonna 5700 / 11000 / 13000 / 18000 khk-tonnia. Vastaavat luvut 20 vuoden ajanjaksolla ovat 115000 / 220000 / 263000 / 360000 khk-tonnia (kohderyhmä asuinkerrostalot ja toimitilat / kaikki asuinrakennukset ja toimitilat / edellisten lisäksi opetus-, hoito-, kokoontumis- ja liikenteen rakennukset / edellisten lisäksi maatalouden, teollisuuden ja varastorakennukset).</p> <p>Jos ohjaus kohdistettaisiin sekä materiaaleista että energian käytöstä aiheutuviin päästöihin, tämä antaisi tuotekehittäjille ja suunnittelijoille enemmän vapauksia etsiä optimaalisia vähähiilisiä ratkaisuja. Lisäksi raja-arvoja voitaisiin asteittain kiristää siten, että säästöjä pitäisi lopulta etsiä sekä parhaiden energia- että parhaiden materiaaliratkaisujen avulla.</p> <p>Oletetaan, että esimerkiksi uuden kaukolämpöalueella sijaitsevan E-lukuvaatimuksen täyttävän asuinkerrostalon rakennusmateriaaleista aiheutuva kokonaispäästö on 450 kg/m², lämmönkulutus 90 kWh/m², sähkönkulutus 37 kWh/m² ja niistä aiheutuva päästö 21 kg/m². Oletetaan lisäksi, että laskenta tehtäisiin kaukolämmön ja sähkön nykyisillä khk-arvoilla ottamatta huomioon päästöjen kehitystä ja että laskenta-ajanjaksoksi täten valittaisiin kohtalaisen lyhyt kahdenkymmenen vuoden jakso. Tällöin oletettu tyypillinen khk-päästön kokonaisarvo asuinkerrostalolle olisi yhteensä noin 900 kg/m². Käytännössä uusien betonisten asuinrakennusten khk-arvo jakautunee normaalijakauman mukaisesti, mutta pienellä osalla (puukerrostaloilla nykyisten laskentamenettelytapojen mukaisesti laskettaessa) on merkittävästi alempi arvo. Asetettava raja-arvo voisi joka tapauksessa olla kohtalaisen lähellä arvioitua tyypillistä arvoa.</p> <p>Khk-vaatimus voitaisiin asettaa siten, että siihen on mahdollista päästä joko parantamalla energiatehokkuutta niin, rakennus sijoittuu astetta parempaa energialuokkaan E-luvulla mitattuna (verrattuna vaadittuun tasoon, esimerkiksi energiatodistuksen luokasta C luokkaan B) tai pitämällä rakennus energiatehokkuudeltaan vaaditussa tasossa mutta vähentämällä rakennusaineisiin liittyviä khk-päästöjä.</p>
--------------------------------	---

³⁰ Taulukon 8 pohjalta khk-arvona käytöstä aiheutuille päästöille käytettiin asuinkerrostaloille arvoa 22 kg khk/m², pientaloille 31 kg khk/m² ja muille 19 kg khk/m². Ks. liite 4

7. Käytönaikaisen energiakulutuksen khk-päästöjen laskennan kysymyksiä

Kasvihuonekaasupäästöt ovat tulossa uudeksi näkökulmaksi rakentamisen normiohjaukseen, mutta siitä huolimatta myös rakentamisen energiatehokkuutta tullaan edelleen ohjaamaan. Energiatehokkuus halutaan säilyttää rakentamisen ohjauksessa erityisesti, koska khk-indikaattoriin perustuva ohjaus ei tue energiankäytön tehostumista, jos energian käyttö perustuu ydinenergiaan tai uusiutuviin energialähteisiin. Myös näitä halutaan säästää. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi³¹ säätelee kansallista lainsäädäntöä. Rakennusten energiatehokkuus kuuluu jatkossakin rakennusten säädöskehikkoon niin Suomessa kuin muissakin jäsenvaltioissa.

Rakennuksen khk-päästöt jaetaan usein kahteen ryhmään, joita englanniksi kutsutaan termeillä ”Embodied greenhouse gases” sekä ”Operational greenhouse gases”. Tässä käytetään vastaavasti termejä materiaaleista aiheutuvat khk-päästöt ja käytönaikaiset khk-päästöt. Rakennuksen khk-päästöjen arvioinnissa edelliset arvioidaan määrälaskennan tuloksen ja tuotteiden khk-arvojen avulla. Jälkimmäinen arvioidaan rakennuksen simuloidun tai toteutuneen energiankäytön sekä lämmön ja sähkön tuotannon khk-päästöjen avulla.

Käytönaikaisten khk-päästöjen merkitys on suuri rakennuksen elinkaaren aikana. Materiaaleihin sitoutuneiden khk-päästöjen merkitys kuitenkin kasvaa, kun rakennusten energiatehokkuus paranee ja erityisesti kun aletaan rakentaa lähes nollaenergiarakennuksia tai nollaenergiarakennuksia. Kysymys ei ole pelkästään suhteellisesta muutoksesta, vaan esimerkiksi uusiutuvaan energiaan liittyvä tekniikka kuten aurinkotekniikka ja varastot voivat lisätä huomattavasti materiaaleista aiheutuvia khk-päästöjä.

Käytönaikaisten khk-päästöjen määrä rakennuksen elinkaareissa pienenee myös ajan kuluessa samalla kun lämmön ja sähkön tuotannon khk-päästöt vähenevät. Sen sijaan rakennusmateriaaleista aiheutuvat khk-päästöt aiheutuvat pääosin investointivaiheessa ja niitä voidaan siis arvioida tämän hetkisen tilanteen pohjalta. Lisäksi sähkön käyttö ei ole rakennusmateriaalien tuotannossa yhtä keskeinen asia kuin - mitä se on enenevässä määrin - rakennuksen käytön aikaisen energian suhteen. Rakentamisen päämateriaalien tuotannossa energianlähteenä käytetään huomattavalta osin polttoaineita kuten koksi ja puuta.

Rakennusten ostoenergiasta huomattava osa on sähköä ja kaukolämpöä. Vastaavasti sähkön ja kaukolämmön tuotannon khk-päästöjen pitkän ja lyhyen ajan vaihtelulla on vaikutusta rakennuksen todelliseen hiilijalanjälkeen.

Jos khk-arvo lasketaan summaamalla tuntitason kulutus tuntitason khk-arvolla, saadaan rakennuksen käytön khk-päästölle eri arvo kuin kertomalla vuositason sähkönkulutus keskimääräisellä khk-arvolla. Tulevaisuuden rakennusten älykkäät tekniikat voivat tosin vaikuttaa siihen, että kulutusta voidaan paremmin säädellä vähentäen käyttöä hetkinä, jolloin sähkö on kalleinta ja kuormittavinta.

³¹ Energy Performance of Buildings Directive. <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/buildings>

Laskentamenetelmällä on erittäin suuri merkitys sähkön ja kaukolämmön khk-arvoon. Tulokseen vaikuttaa huomattavasti systeemin rajausta ja se, mitä keskiarvoa laskennassa käytetään. Myös yhteistuotannon laskentatavalla on huomattava merkitys lopputulokseen.

Käytön aikainen energiankulutus tapahtuu tulevaisuudessa, joten tarpeen on ennustaa ja ottaa huomioon myös päästöjen kehitys. Kansallisen ilmastostrategian mukaan kaukolämmön ja sähkön tuotannossa tule tapahtumaan merkittäviä muutoksia vuoteen 2030 mennessä³².

Rakennuksen elinkaaren aikaista khk-arvoa laskettaessa olisi kuitenkin hyvä, jos materiaaleista aiheutuvat ja käytön aikaisesta energiasta aiheutuvat khk-päästöt voitaisiin laskea yhteen. Jotta tulokset olisivat järjeviä ja ohjaisivat rakennusalan valintoja oikeaan suuntaan, niin täytyisi ratkaista miten menetellään seuraavien kysymysten suhteen:

1. Kuinka pitkä elinkaari otetaan huomioon

Vuosikymmenien taakse ulottuvia skenaarioita tai ennustuksia on vaikea tehdä, ja, mitä pitemmälle yritetään ennustaa, sitä todennäköisemmin tehdään virheellisiä arvioita.

Rakennuksen pitkän elinkaaren aikana muutoksia tapahtuu todennäköisesti sekä rakennuksen lämmityksen ja ilmastoinnin tekniikoissa että energiateollisuuden energialähteissä ja tuotantoteknologioissa.

Rakennuksiin voidaan lisätä vuosikymmenien kuluessa esimerkiksi paikallista uusiutuvan energian tekniikka.

Kansallisen ilmastostrategian mukaan kaukolämmön ja sähkön tuotannossa tulee tapahtumaan merkittäviä muutoksia vuoteen 2030 mennessä (ks. viite 33).

Jos arvio tehdään hyvin pitkälle elinkaarelle ja jos arvio tehdään nykyisen (tai tarkemmin sanottuna muutaman vuoden takaisen) energiatuotannon khk-päästöjen perusteella, niin useimmissa tapauksissa investointivaiheen materiaaleista aiheutuvien khk-päästöjen osuus jää vähäiseksi. Seuraavassa on laskettu esimerkkiosuudet asuinkeuhkokuolle käyttämällä tämän raportin luvussa 5 esitettyjä arvoja ja laskemalla elinkaaren pituudeksi 20, 25, 50 tai 75 vuotta.

³² Työ- ja elinkeinoministeriön julkaiseman kansallisen energia- ja ilmastostrategian taustaraportin (Raportti kansalliselle energia- ja ilmastostrategialle vuoteen 2030. 1.2.2017, päivitetty 2.2.2017. Työ- ja elinkeinoministeriö s. 159–161) mukaan tavallisen lauhdevoiman ja nettotuonin yhteenlaskettu osuus tulee perus- ja politiikkaskenaarioiden mukaan olemaan vuonna 2030 noin 5–6 % kun se vuonna 2015 oli noin 24 %. Vastaavasti tuuli-, aurinko- ja ydinvoiman osuus tulee kasvamaan noin 29 %:sta noin 68 %:in. Kaukolämmön ja siihen liittyvän sähköntuotannon polttoaineet tulevat saman taustaraportin mukaan muuttumaan niin, että kivihiihen, öljyn, maakaasun ja turpeen osuus tulee laskemaan nykyisestä (vuoden 2014 tasosta) noin 62 %:sta noin 32 %:in. Vastaavasti sekä kaukolämmön että sähkön khk-päästöt tulevat muuttumaan selvästi jo vuoteen 2030 mennessä. Vuoteen 2050 mennessä tavoitteena on lähes hiilineutraali yhteiskunta ja 80–95 % prosentin vähennys khk-päästöissä verrattuna vuoden 1990 tasoon.

Laskelmassa huomioon otettu elinkaaren (rakennuksen käyttöajan) pituus	Materiaaleista investointivaiheessa aiheutuvien khk-päästöjen osuus elinkaaren aikana	Rakennuksen energian käytöstä aiheutuvien khk-päästöjen osuus elinkaaren aikana olettaen, että energian päästöt eivät muutu
20 vuotta	59	41
25 vuotta	45	55
50 vuotta	29	71
75 vuotta	22	78

Jos halutaan, että ohjaus kannustaa tekemään parannuksia sekä tuotetuotannossa ja materiaalien valinnassa että rakennuksen energiatehokkuudessa, olisi hyvä, että ajanjakso olisi kohtalaisen lyhyt – 20 vuotta tai 25 vuotta – ja kummankin asian painoarvo kohtalaisen samanlainen. Lyhyttä ajanjaksoa puoltaa myös ennustettu fossiilisten polttoaineiden käytön vähentyminen.

2. Miten valitaan nykypäästön arvo, jos laskennassa käytetään tämänhetkisen energiantuotannon khk-arvoja

Jos rakennuksen energiankäytöstä aiheutuvat päästöt laskettaisiin aina esimerkiksi kaksi vuotta aikaisemmin toteutuneen sähkön ja kaukolämmön khk-arvojen perusteella, niin se luonnollisesti johtaisi siihen, että peräkkäisinä vuosina valmistuneiden rakennusten arviotulokset eivät olisi vertailukelpoisia, koska sähkön ja kaukolämmön tuotannon khk-päästöt vaihtelevat vuodesta toiseen ja pitkällä aikajaksolla on lisäksi vähenevä trendi. Tämä johtaisi myös siihen, että mahdollisesti asetettava raja-arvo tulisi korjata vuosittain, jotta peräkkäisinä vuosina valmistuneita rakennuksia kohdeltaisiin samoin. Käytännössä nykypäästöä edustamaan täytyisi varmaankin valita jokin muu arvo kuin usuin saatavissa oleva tulos sähkön ja kaukolämmön khk-arvosta. Jos ohjaus ja asetetut raja-arvot haluttaisiin pitää muuttumattomana esimerkiksi viiden tai kymmenen vuoden ajan, niin periodin viimeisinä vuosina ”nykyarvona” käytettäisiin itse asiassa seitsemän tai kahdentoista vuoden takaisia arvoja.

Vanhentuneiden arvojen sijasta olisi nykyarvoa kuvaamaan parempi käyttää lyhyen ajanjakson ennustetta – esimerkiksi kymmenen vuoden päähän ulottuvaa ennustetta (vrt. kysymys 6).

3. Miten lasketaan tämän hetkinen kaukolämmön ja sähkön khk-arvon vuosikeskiarvo

Jos sähkön ja kaukolämmön khk-arvona käytettäisiin toteutunutta arvoa, niin vuosikeskiarvon laskennan tapa täytyisi päättää. Sähkön ja kaukolämmön tuotannon khk-arvon vuosikeskiarvo voitaisiin laskea joko yhden tai useamman vuoden keskiarvona. Useamman vuoden käyttöä puoltaa se, että arvo vaihtelee mm. sääolosuhteiden mukaan. Toisaalta khk-arvon kehityksessä on ollut

viimeisten vuosikymmenien aikana selvä trendi alaspäin, joten mahdollisimman uusi arvo saattaisi kuitenkin olla parempi kuin usean vuoden keskiarvo.

4. Käytetäänkö vuosi-, kuukausi- vai tuntikeskiarvoja ja mitä laskennassa otetaan huomioon

Sähkön khk-päästön yksikköpäästö tuntitasolla vaihtelee vuoden mittaan paljon; suurimmat arvot voivat olla moninkertaisia pienimpiin tunti-arvoihin verrattuna. Erityisesti hyvin energiatehokkaissa taloissa ostoenergian kulutus voi kohdistua paljolti ajankohtiin, jolloin tuotanto on kuormittavinta. Tämän vuoksi lopputuloksen kannalta on merkityksellistä, käytetäänkö arvioissa tietoja tuntikulutuksista ja vastaavasti tuntitason khk-päästöistä. Käytännössä tuntitason laskelmien vaatiminen johtaisi kuitenkin hankalasti vastattaviin tietotarpeisiin ostoenergian tuntitasoisesta khk-päästöistä. Kuukausikeskiarvojen käyttö voisi olla suositeltavaa, koska datan saatavuus olisi parempi ja laskentatapa ehkä osin korjaisi sitä virhettä, joka aiheutuu hyvin energiatehokkailla rakennuksilla vuosikeskiarvoja käytettäessä.

5. Millä periaatteilla lasketaan yhteistuotannon päästöt sähkölle ja kaukolämmölle.

Sähkön ja kaukolämmön yhteistuotannossa aiheutuvat khk-päästöt voidaan kohdentaa kaukolämmölle ja sähkölle eri menetelmiä käyttäen. Yleisimmin käytetyt kohdentamismenetelmät ovat hyödynjakomenetelmä ja energiamenetelmä³³:

- Energiamenetelmällä polttoaineet ja päästöt jaetaan tuotettujen energioitten suhteessa, mikä tarkoittaa sitä, että molemmille tuotteille päästöt kohdentuvat kokonaishyötysuhteen mukaan. Toisaalta pelkästään lämpöä tuottavien laitoksien hyötysuhde on tyypillisesti vähän parempi kuin yhteistuotannossa tuotettu ja näin ollen lämpö saa tätä menetelmää käyttäen ylimääräisiä päästöjä erillistuotantoon nähden.
- Hyödynjakomenetelmällä polttoaineet ja päästöt jaetaan vaihtoehtoisen tuotannon mukaan. Vaihtoehtoisena tuotantona sähkölle käytetään lauhdetuotantoa ja lämmölle vesikattilalämpöä. Tätä menetelmää käyttäen yhteistuotannon hyöty jakautuu molemmille tuotteille ja molemmat tuotteet saavat paremman hyötysuhteen erillistuotantoon nähden. Tämä on oikeutetumpi menetelmä kaukolämmön osalta.

6. Mitä ja miten laadittua skenaariota tulisi käyttää tulevien vuosien sähkön ja kaukolämmön khk-arvoille.

Jos rakennuksen energian käyttöön liittyvien khk-päästöjen laskennassa kuitenkin haluttaisiin ottaa huomioon sähkön ja kaukolämmön ennakoitu kehitys, niin tätä varten täytyisi laatia skenaario. Skenaario voisi perustua kansalliseen

³³ Klobut K. ym. 2014. Tulevaisuuden kaukolämpöasuinalueen energiaratkaisut. VTT Technology 187. Espoo. 85 s.

strategiaan ottaen huomioon sähkön ja kaukolämmön tuotannossa tavoitellut muutokset uusiutuvien energioiden ja ydinvoiman hyödyntämisestä ja kivihiilen, öljyn, maakaasun ja turpeen osuuksista. Viisainta olisi pohjautua skenaariossa olemassa oleviin vuoden 2030 tavoitteisiin, koska ohjauksen alkaessa vuosi 2030 olisi jo kohtuullisen lähellä ja mahdollisesti myös kohtuullisen hyvin enustettavissa (vrt. kysymykset 1 ja 2).

7. Miten lasketaan myydyin energian khk-arvo

Rakennuksen energian käytöstä aiheutuvien khk-päästöjen ongelmakentässä tässä raportissa on pääosin keskitytty pohtimaan valtakunnallisesti tuotetun sähkön ja kaukolämmön kysymyksiä. Toisaalta myös hajautetun uusiutuvan energian arviointiin hyvin energiatehokkaissa taloissa liittyvät menetelmällisiä kysymyksiä. Esimerkiksi mitä pidemmälle edetään rakennusten energiankulutuksen vähentämisessä ja mikäli nollaenergiataloja ja plusenergiataloja ryhdytään rakentamaan merkittävästi, niin tärkeämmäksi tulee myös miettiä myydyin energian khk-arvo.

Rakentamisen khk-päästöjen ohjaus olisi johdonmukaisinta ja tasapuolisinta järjestää siten, että ohjausta ei kohdisteta erikseen materiaaleista aiheutuviin päästöihin ja rakennuksen käytöstä aiheutuviin päästöihin vaan tavoitteet ja raja-arvot koskisivat koko rakennusta. Tämän avulla olisi todennäköisesti parhaiten mahdollista löytää edullisimmat tavat saavuttaa tavoitteet eri rakennusmenetelmillä ja rakennustyypeillä. Edellytyksenä on kuitenkin, että edellä lueteltuihin kysymyksiin löydetään ratkaisut, jotta rakennuksen yhteenlaskettu khk-päästö ei virheellisesti painota kumppaakaan osatekijää eikä aiheuta virhepäätelmiä esimerkiksi erilaisten paikallisten uusiutuvan energian järjestelmien suhteen eikä toisaalta heikennä rakennustuotteiden tuotantoon kohdistuvaa kannustavaa vaikutusta. Edellinen on vaarana, jos materiaaleista aiheutuvat päästöt painottuvat liikaa ja kaukolämpöön ja valtakunnalliseen sähköön pohjautuva ratkaisu näyttäytyisi liioitellun edullisena. Jälkimmäinen on vaarana, jos laskennan täytyy ulottua monien vuosikymmenten päähän ja – todennäköisesti virheellisesti – oletetaan, että fossiilisten energialähteiden käyttö kaukolämmön ja sähkön tuotannossa jatkuu nykytasossa tai viimevuosien tasossa vielä 25 ja 30 vuoden päästä (vuonna 2045 ja 2050) ja niiden jälkeen.

8. Tuotteiden khk-arvon määrittelyn kysymyksiä

KHK-päästöjen tietolähteet

KHK-päästöjen tietolähteitä on useita. KHK päästötiedot eri lähteissä voivat olla esimerkiksi:

- maailmanlaajuisia keskiarvoja (GLO)
- Eurooppalaisia keskiarvoja (RER)
- maakohtaisia keskiarvoja,
- tuoteryhmäkohtaisia arvoja, tai
- valmistajakohtaisia spesifisiä tuotearvoja.

Esimerkiksi tietolähteenä voi olla LCA laskentaohjelman tietokanta, rakennustuotteiden ympäristöseloste (EPD) tai kirjallisuuslähde (tieteellinen julkaisu).

Tunnetuimpia tietokantoja ovat mm. ELCD / ILCD (eurooppalainen, kansainvälinen), NREL (USA), EcolInvent (versiot 2 ja 3) (Sveitsi), SPINE (Ruotsi), US Life Cycle Inventory Database (US), Athena database (Kanada), SimaPro (sisältää useita tietokantoja kuten ELCD, Sveitsiläisen input/output tietokannan sekä EcolInvent tietokannan, USA, eurooppalainen sekä tanskalaisen tietokanta), ICE tietokanta (UK). Laskentaohjelmien yhteydessä olevat tietokannat ovat pääsääntöisesti maksullisia ja edustavat usein maakohtaisia arvoja. Tuotteiden KHK-päästöjä ilmoitetaan myös rakennustuotteiden ympäristöselosteiden yhteydessä (EPD järjestelmä) esimerkiksi EPD Norge (Norja), IBU (Saksa), INIES (Ranska), International EPD system.

Mikäli ohjauksen keinoin veloitetaan arvioimaan rakentamisen materiaaleihin liittyviä khk-päästöjä, niin tietojen pitäisi olla relevantteja ja mieluiten läpinäkyviä. Edellinen on välttämätöntä tuloksen oikeellisuuden kannalta ja jälkimmäinen mm. ymmärryksen ja oppimisen kannalta.

Esimerkinä sementin khk-päästö eri lähteissä

Eri maissa ja eri menetelmällä tuotetun sementin valmistuksen sähkökäytön tehokkuus vaihtelee 89–130 kWh/t sementtiä. Suuri osa valmistajista (90 %) käyttää 130 kWh/t ja 10 % 89 kWh/tonni sementtiä. (<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Cement.pdf>). Lisäksi sähköntuotannon alkuperä eri maissa vaihtelee paljon. Esimerkiksi sähkön valmistus Norjassa aiheuttaa KHK-päästöjä hyvin vähän (lähes 0 kg/kWh) kun taas esimerkiksi Puolan sähkönvalmistus on hyvin kuormittavaa. Lisäksi erittäin suuri vaikutus on sementtivalmistuksessa käytetyllä lämmönlähteellä (jätepohjainen, uusiutuva, uusiutumaton).

Erliaisissa tietokannoissa ja tietolähteissä esitetään hyvin erilaisia khk-päästöjä riippuen sementin laadusta ja edustavuudesta. Esimerkiksi ILCD tietokannassa olevan eurooppalaisen sementin khk päästö on noin 900 kg/tn kun tuotekohtainen arvo voi vaihdella alle 700 selvästi yli 900 kg/tn (koottu viitteeseen VTT-R-04182-14).

Finnsementin ympäristöraportin omasta klinkkeristä valmistetun sementin CO₂-päästö oli noin 600 g/kg vuonna 2016. Viimeisen kymmenen vuoden aikana sementin keskimääräiset hiilidioksidipäästöt ovat vähentyneet 16 %. Polttoaineesta peräisin oleva hiilidioksidipäästö on pienentynyt merkittävästi energiatehokkuuden parantumisen ja kierrätyspolttoaineiden käytön ansiosta. Ympäristöraportin mukaan Finnsementti pyrkii edelleen vähentämään CO₂-päästöjä mm. kierrätyspolttoaineiden, vaihtoehtoisten raaka-aineiden ja sementin seostamisen avulla, jauheen sulamispisteen laskemisen avulla käyttämällä mineralisaattoreita ja parantamalla polttoprosessin energiatehokkuutta. Vuonna 2016 43 % uunien kokonaisenergian tarpeesta perustui kierrätyspolttoaineisiin. Kun klinkkerin poltossa perinteisesti käytetyn hiilen ominaispäästö on 95 g CO₂/MJ, niin vastaavasti rengasmurskeen ominaispäästö on 68 g/MJ. Pitkällä tähtäimellä tavoitteena on korvata 60 % perinteisistä polttoaineista kierrätyspolttoaineilla. Tällä hetkellä Finnsementin eniten myyty sementti on ns. Plussementti, jossa seosaineiden osuus on noin 30 %.

Khk-laskennan kattavuus suunnittelun eri vaiheisiin

Khk-päästölaskennalla on tärkeä merkitys jo suunnittelun alkuvaiheessa, kun päätöksiä rakennuksen sijainnista, sijoittelusta, muodosta, päämateriaaleista tehdään. Rakennuksen khk-tulos riippuu näin laskennan ajankohdasta (suunnittelun asteesta) sekä käytetystä khk-päästöarvosta (geneerinen tai tuotekohtainen).

Rakennusten tietomallintaminen ja mallintamisen kanssa yhteensopivat työkalut tulevat tulevaisuudessa nopeuttamaan ympäristövaikutusten arviointia. Rakennuksen suunnittelu etenee vaiheittain ja suunnittelun aikana tuotetaan useita rakennelmalleja. Yleiset tietomallivaatimukset YTV2012³⁴ (Osat 1–14) määrittävät vaatimukset suunnittelulle (esimerkiksi: Osa 3 Arkkitehtisuunnittelu, Osa 4 Talotekniikkasuunnittelu, Osa 5 Rakennesuunnittelu, Osa 7 Määrälaskenta). Osat 12–14 sisältävät ohjeita tietomallin hyödyntämiseksi rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana, rakentamisessa ja rakennusvalvonnassa. Valitettavasti ohjeita tietomallin hyödyntämisestä päästölaskentaan ei ole. Kun rakennuksien KHK-päästöt tulevat ohjauksen piiriin ohje suunnittelun tasolle tarvitaan.

Standardin EN 15978³⁵ mukaan rakennuksen ympäristöominaisuudet on laskettava hyvin kattavasti rakennusosille ja teknisille järjestelmille (kappale 7.5.2). Huomioon on otettava fyysiseen rakennukseen liittyvät osat kuten perustukset, palkit, pilarit, laatat, ei-kantavat elementit, ulkoseinät, välipohjat, yläpohja, alaslasketut katot, ikkunat ja ovet, sisäseinät, portaat) sekä erilaiset tekniset järjestelmät, vesikalusteet sammutusjärjestelmät, lämmitysjärjestelmät, ilmastointi- ja jäähdytysjärjestelmät. Kaiken kaikkiaan EN 15978:n mukaan laskennassa tulee ottaa huomioon myös rakennuspaikka.

³⁴ Yleiset tietomallivaatimukset YTV2012. Osat 1–14. <https://buildingsmart.fi/yleiset-tietomallivaatimukset-ytv/>.

³⁵ EN 15978:2011 Sustainability of construction works – Assessment of environmental performance of buildings – calculation method.

FIGBC ohjeistus³⁶ on ottanut edellisen standardin pohjaksi ja määrittänyt elinkaartilaskennan rajaukset laskentaan mukaan otettaville materiaaleille / rakennusosille. Ohje koskee kuitenkin valmista rakennusta (as-build).

VTT-R-04182-14³⁷ -julkaisu esittää hiilijalanjälkiarvolle useita tasoja riippuen suunnitteluvaiheesta sekä käytetyistä materiaalien khk-päästötiedoista. Khk-päästö voi olla tyyppi-arvo, tavoitearvo, ohje-arvo, määrää-arvo (osittainen tai kattava määrää-arvo) ja tuote-arvo. Määrittämisen mukaan tyyppi-arvo tarkoittaa keskimääräistä tai tyyppillistä khk-päästöarvoa, tavoitearvo tyyppi-arvon suhteen asetettua tavoitearvoa, ohje-arvo on arvo, joka lasketaan ohjerakenteilla ja geneerisillä materiaaliarvoilla ja tuote-arvo tarkoittaa arvoa, joka on laskettu määritetyille rakenteille ja valmistajakohdaisilla arvoilla.

Viitteen VTT-R-04182-14³⁷ mukaan suunnittelun alkuvaiheessa (yleissuunnittelussa) laskennassa käytetty tuotteen khk-arvon täytyy perustua geneerisiin tyyppisiin arvoihin.

Jos esimerkiksi suomalaisissa rakennushankkeissa tyyppillisesti ostetaan osa sementistä Venäjältä, osa Tanskasta ja osa Suomesta, niin geneerinen maakohtainen arvo lasketaan näiden kolmen maan painotettuna keskiarvotuloksena. Vain silloin tulos parhaiten kuvaa todellista tilannetta Suomessa. Rakennusten materiaali- ja ohje- ja tavoitearvojen laskentaan tarvitaan maakohtaista geneeristä rakennustuotteiden tietokantaa. Rakentamisen toteutusvaiheessa, geneerinen laskenta täytyisi päivittää tuotevalmistajakohdaisella tiedolla ja näin ollen laskennan tulos on silloin kattava tuote-arvo.

Tietolähteiden soveltuvuus maakohtaiseen khk-ohjaukseen

Khk-päästöjä ei ohjata parhaaseen suuntaan, jos laskennassa käytetään esimerkiksi maailmanlaajuisia tai eurooppalaisia khk-päästöjen keskiarvotietoja (vaikka tuotevalmistaja löytyy Suomesta ja vaikka tuotevalmistajan khk-päästöt olisivatkin osana kokonaisuutta). Todennäköistä on, että tuote ostetaan suomalaiselta tuotevalmistajalta ja näin ollen valmistuksen päästöjen pitäisi kuvata tilannetta Suomessa.

Maakohtaisia khk-päästöjä ei ohjata oikein myöskään, jos tavoitearvot on laskettu käyttämällä toisen maan valmistajan tietoja: esimerkiksi EPD Norge tuotetietoja. Vaikka tuotevalmistuksen tiedot Norjassa ja Suomessa olisivatkin samaa suuruusluokkaa tuotevalmistus Norjassa aiheuttaa pienemmät KHK-päästöt sähkönkäytön osalta (sähkö valmistettu melkein kokonaan vesivoimaa käyttäen). Näin ollen laskettu tulos ei sovellu suomalaiseen arviointikäytäntöön.

Tuoteryhmäkohtaisten arvojen khk-päästöjä voidaan käyttää vain suunnittelun alkuvaiheessa, kun asetetaan tavoitearvoja laskentaan, mutta rakennusprosessin edetessä nämä pitäisi päivittää tuotevalmistajakohdaisiin arvoihin, jotta kuvaavat todellista tilannetta.

³⁶ <http://figbc.fi/elinkaarimittarit/laskentaohjeet/elinkaaren-hiilijalanjalki/>.

³⁷ Vares, Häkkinen, Sulankivi. 2015 Tietomallipohjainen ympäristölaskenta VTT:n tutkimusraportti VTT-R-04182-14.

Vaikka EcolInvent tietokantaa on hyvin tunnettu Euroopassa ja useata tahot käyttävät sitä rakennusten ympäristövaikutusten laskennassa, siinä versio 2 tiedot edustavat aggregoituja tuloksia. Laskenta ei ole läpinäkyvä eikä sen takia soveltu maakohtaiseen khk-päästöjen ohjaukseen. EcolInvent tietokantaversio 3 sen sijaan edustaa yksikköprosesseja ja käyttäjä itse kokoaa nämä tuotekokonaisuuksiksi. Kuitenkin siinäkin tuotevalmistuksen energiankulutuksen tiedot edustavat eurooppalaista keskiarvoteknologiaa. Tämä ei sovi kuvamaan suomalaisen valmistajan tietoja, jos suomalainen valmistaja pystyy valmistamaan samaa tuotetta esimerkiksi parhaan mahdollisen teknologian avulla. Lisäksi EcolInvent tietokannassa ei ole välttämättä uusimpia suomalaisia sähkön ja lämmöntuotannon ympäristöprofiileja, koska suomalainen energiateollisuus on viimeisten vuosien aikana vähentänyt runsaasti valmistuksen khk-päästöjä.

9. Yhteenveto ja suosituksia

Rakennussektorin aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt

Suomessa rakennetaan uusia rakennuksia vuosittain noin 8 000 000 kerrosneliötä³⁸. Rakennusmateriaaleihin liittyvät khk-päästöt ovat suuruusluokaltaan välillä 100–1000 kg/m² kun kaikki tekijät otetaan huomioon ja mukaan lukien sekä rakennustyypeistä, suunnitteluratkaisuista että tuotteiden valmistuksesta ja alkuperästä aiheutuvat vaihtelut. Karkeasti voidaan arvioida, että uusien rakennusten rakentaminen aiheuttaa suuruusluokaltaan noin 3 miljoonan tonnin khk-päästöt (vrt. Suomen kokonaispäästöihin jotka esitetty liitteessä 2). Osa päästöistä aiheutuu Suomen ulkopuolella johtuen sekä tuotteiden että sähkön tuonnista.

Olemassa olevan kannan korjausrakentamisesta aiheutuu vuosittain noin 1,1 miljoonan tonnin jätemäärä (sisältäen puupohjaisia, betoni- ja muita mineraalipohjaisia purkumateriaaleja, metalleja sekä muoveja ja laseja). Voidaan olettaa, että tämä täytyy korvata korjausrakentamisessa suuruusluokaltaan samalla määrällä uusia materiaaleja. Eri rakennusmateriaalien valmistuksen khk-päästö on noin välillä 100–4000 g/kg tuotetta. Jos oletetaan, että korjausmateriaaleissa on suhteellisen vähän materiaaleja, joiden ominaispäästö on pienehkö (kuten sahatavaraa ja betonia) ja suhteellisen paljon materiaaleja, joiden ominaispäästö on suurehko (kuten maalit, levyt ja pinnoitetut levyt, lattiamateriaalit, talotekniset laitteet ja tarvikkeet), niin korjausrakentamisen materiaaleista voi kaiken kaikkiaan aiheutua lisäksi noin 0,5–1,2 miljoonan tonnin khk-päästö.

Talonrakentamisen materiaaleihin liittyviä päästöjä syntyy lisäksi rakentamisen vaatimista maa- ja pohja-rakentamisesta ja perustamiseen liittyvistä töistä kuten massavaihdosta, stabiloinneista ja paalutuksista. Näiden suuruusluokkaa ei kuitenkaan ole arvioitu tässä selvityksessä.

Materiaaleihin liittyvät khk-päästöt aiheutuvat pääosin fossiilisten polttoaineiden, sähkön ja kaukolämmön käytöstä raaka-aineiden hankinnassa, valmistuksessa, kuljetuksissa ja työmaalla ja osin prosessipäästöistä kuten kalkkikiven hajoamisesta aiheutuvasta CO₂-päästöstä portlandsementin valmistuksessa.

Materiaaleista aiheutuvien khk-päästöjen lisäksi merkittävä osa rakennus- ja kiinteistösektorin khk-päästöistä aiheutuu olemassa olevien rakennusten tilojen ja käytöveden lämmittämisestä ja sähkön käytöstä. Suomen rakennuskannan koko on yhteensä 467 miljoonaa neliötä. Siitä aiheutuvan käytön aikaisen khk-päästön suuruusluokaksi voidaan karkeasti arvioida (vrt. taulukko 8) noin 15 miljoonaa tonnia khk per vuosi. Eli kaiken kaikkiaan rakennusten energiankäyttö, uudisrakentaminen ja korjausrakentaminen aiheuttaisi khk-päästö määrän 15 + 3 + 1 miljoonaa tonnia³⁹, joka on noin 35 % Suomen khk-päästöistä (vrt. liite 1).

³⁸ Vrt. liite 2

³⁹ Tässä ei ole otettu huomioon maa- ja pohja-rakentamiseen ja perustamiseen liittyviä töitä kuten massavaihdot, stabiloinnit ja paalutukset.

Rakennusten aiheuttamien kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen

Rakennusmateriaaleihin liittyvien päästöjen teoreettinen vähennyspotentiaali on suuri ja päästöt vähenevätkin asteittain, kun tuoteteollisuus vähentää fossiilisten polttoaineiden käyttöä. Esimerkiksi Kauppalehden reportaasin mukaan⁴⁰ SSAB on asettanut tavoitteekseen terästuotannon ilman fossiilisia polttoaineita vuoteen 2045 mennessä. Tavoitteena on korvata fossiiliset polttoaineet uusiutuviin polttoaineisiin perustuvalla sähköllä valmistetulla vedyllä.

Päästöjä voidaan vähentää myös suunnitteluratkaisujen avulla, mutta vähennyspotentiaali on luonnollisesti pienempi kuin tuotekehitykseen perustuva vähennyspotentiaali. Ilman tuotekehitystä ei ole tarjolla hyvin vähähiilisiä tuotteita tai tuotteita, joiden elinkaarissa fossiilisten polttoaineiden käyttö on minimoitu.

Näin mahdollisuudet saada aikaa nopeasti ja suuria vähennyksiä uudisrakentamisen materiaaleihin liittyvissä khk-päästöissä ovat rajoitetut, silloin kun ohjauksen kohteena ovat rakentamisen prosessit (suunnittelu, rakentaminen, hankinnat).

Vaikka rakennusten energiatehokkuus on ollut ohjauksen kohteen jo pitkään, rakennusten khk-päästöjä voitaisiin edelleen pienentää myös energiatehokkuutta parantamalla, siirtymällä kasvihuonekaasujen kannalta puhtaampiin polttoaineisiin ja lisäämällä paikallisten uusiutuvien energialähteiden käyttöä ottaen kuitenkin huomioon niihin liittyvät materiaalipohjaiset päästöt, joita aiheutuu käyttöön tarvittavien laitteiden yms. valmistuksesta. Huomattava merkitys on myös energiatehokkuudessa tapahtuvalla kehityksellä - sähkön ja kaukolämmön khk-päästövähenneillä - mutta sitä ei ohjata rakennuksiin kohdistuvilla määräyksillä.

Työn tavoitteet

Tämän työn tavoitteena oli arvioida vaihtoehtoisten ohjaustoimien vaikutuksia ja soveltuvuutta rakennusten khk-päästöjen vähentämiseen. Arvioituja keinoja ovat:

- Julkisin varoin toteutettavalle uudis- ja korjausrakentamiselle asetetaan khk-päästöjen ilmoitusvelvollisuus
- Kiinteistöverosta annetaan alennus, kun uudisrakennuksen tai korjauksen khk-päästö alittaa annetun raja-arvon
- Rakennuslupamaksusta annetaan alennus, kun rakentamisen khk-päästö alittaa annetun raja-arvon
- Rakentamiseen myönnetään lisärakennusoikeus, kun rakentamisen khk-päästö alittaa annetun raja-arvon
- Uudis- ja korjausrakentamiselle asetetaan kansallisella tasolla khk-päästöjen ilmoitusvelvollisuus

⁴⁰ 7.12.2017B10 – B14

- Uudis- ja korjausrakentamiselle asetetaan kansallisella tasolla khk-päästöjen raja-arvot

Neljän ensimmäisen ohjauskeinoon vaikutuksia arvioitiin materiaaleihin liittyvien khk-päästöjen suhteen, mutta kahden viimeisen keinoon vaikutuksia arvioitiin sekä materiaaleihin että energian käyttöön liittyvien päästöjen vähentämisen suhteen. Arviot soveltuvuudesta eri rakennustyypeille, eri prosessin vaiheisiin ja vaikutuksista toimijoihin ovat suurelta osin relevantteja kummassakin tapauksessa eli kohdistui ohjaus sitten materiaaleista tai energiankäytöstä aiheutuviin päästöihin.

Kaikki arviot on tehty karkeasti ja yksinkertaisten mallien avulla, joten kasvihuonekaasujen kvantitatiiviset arviot ovat suuruusluokka-arvioita. Lähtöarvot perustuvat osin kohtuullisen pieneen aineistoon ja lähtöarvojen suhteen on tehty osin merkittäviä oletuksia eri lähteissä olevien tuloksien yhteismitallistamiseksi.

Eri ohjauskeinojen tehokkuus khk-päästöjen vähentämisessä

Millään tässä arvioidulla ohjaustoimenpiteellä on vaikea saavuttaa huomattavaa suoraa vaikutusta rakennusten khk-päästöjen säästöön. Tämä johtuu siitä, että ensinnäkin ohjaustoimet voidaan todennäköisesti kohdistaa vain osaan rakentamisesta. Toiseksi raja-arvot tai muut säännöt on todennäköisesti määriteltävä niin, että vain osa kohteena olevasta rakentamisesta joutuu tekemään tai haluaa tehdä muutoksia. Kolmanneksi raja-arvo tai muut säännöt on lisäksi todennäköisesti asetettava niin, että muutoksia tekevä suunnittelija tai rakentaja ei joudu tekemään kovin suurta muutosta päästäkseen raja-arvon alle tai toteuttaakseen muun säännön. Jos ohjaus kohdistuisi ainoastaan materiaaleista aiheutuviin päästöihin ja jos edellä mainitut kolme ehtoa toteutuisivat uudisrakentamisen suhteen tasoilla 10 % (koko uudisrakennuskannasta), 10 % (kohderyhmästä) ja 10 % (khk-päästöistä), niin suorana seurausvaikutuksena olisi vain promillen muutos tämän hetken päästöistä. Huomattavasti suuremmillakin osuuksilla (esimerkiksi 50 %, 50 % ja 20 %) saavutetaan vain joidenkin prosenttien muutoksia. Arvioiduista toimenpiteistä vain viimeisellä voitaisiin saavuttaa suuruusluokkaa satojentuhansien tonnin khk-säästö rakentamisen materiaaleihin liittyvistä khk-päästöistä, kun kaikilla muilla toimenpiteillä suora säästövaikutus olisi todennäköisesti joitakin tuhansia tai kymmeniä tuhansia tonneja kasvihuonekaasuja.

Tämän vuoksi ohjaus olisi toteutettava siten, että ohjaustoimi paitsi kannustaisi tai pakottaisi suunnittelijoita ja/tai hankintaa tekemään kasvihuonekaasujen kannalta edullisia ratkaisuja myös kiihdyttäisi tuoteteollisuuden pyrkimyksiä kohti vähähiilisiä tuotteita ja fossiilisten polttoaineiden käytön lopettamista. Ohjaustoimet pitäisi myös toteuttaa siten, että huomattava osa suunnittelijoista ja rakentajista joutuu arvioimaan ja samalla vaatimaan hyvää lähtöaineistoa. Lähtöaineistojen tulisi olla ehdottoman relevantteja ja läpinäkyviä, tuloksien tulisi olla hyvin julkisia ja määräys- tai kannusteperusteista ohjausta pitäisi tukea voimakkaan informaatio-ohjauksen avulla. Tämän vuoksi myös ohjaukseen liittyvä arviointimenetelmän määrittely lähtötietovaatimuksineen on erittäin tärkeää. Esimerkiksi maailmanlaajuisten keskiarvojen tai epärelevanttien lähtöarvojen salliminen kannustaa heikosti hankintatoimea

todellisten vähähiilisten vaihtoehtojen etsintään ja vaatimiseen ja tuotevalmistajia vähähiilisten vaihtoehtojen kehittämiseen.

Eniten säästöjä saavutettaisiin, jos ohjaus kohdistettaisiin sekä materiaaleista että energian käytöstä aiheutuviin päästöihin. Tämä antaisi tuotekehittäjille ja suunnittelijoille enemmän vapauksia etsiä optimaalisia vähähiilisiä ratkaisuja. Lisäksi raja-arvoja voitaisiin asteittain kiristää siten, että säästöjä pitäisi lopulta etsiä sekä parhaiden energia- että parhaiden materiaaliratkaisujen avulla.

Kannustepohjaisilla ohjauskeinoilla vähäinen suora vaikutus

Arvioituista ohjaustoimenpiteistä kannustepohjaiset toimet – joko kiinteistöveron tai lupamaksun alentaminen – sopisivat todennäköisesti parhaiten pientalorakentamiseen ja kannustinta hyödyntävä joukko olisi todennäköisesti pienehkö. Lisäksi kannustimen suuruuden olisi kustannus- ja muista syistä oltava todennäköisesti pienehkö, jolloin myös todennäköinen ponnistelu innovatiivisten ratkaisujen löytämiseksi jäisi suhteellisen vähäiseksi.

Kolmatta kannustepohjaista keinoa – lisärakennusoikeutta – kannattaisi käyttää siellä missä mahdollista innovatiivisten demonstraatiokohteiden saamiseksi. Keinolla ei olisi merkittävää suoraa vaikutusta, mutta sen avulla saatettaisiin saada kivistä erinomaisia esimerkkejä malliksi markkinoille. Kannustin saattaisi olla niin merkittävä, että se saattaisi innostaa joitakin rakentajia yksittäisissä kohteissa merkittävien uusien vähähiilisten vaihtoehtojen kehittelyyn.

Ilmoitusvelvollisuus välivaiheena

Arvioituista keinoista kaksi koski khk-päästöjen ilmoitusvelvollisuutta. Mikäli kohderyhmä on hyvin rajoitettu – kuten julkisin varoin toteuttava asuin- ja opetusrakennusten rakentaminen – niin suora vaikutus jäisi hyvin pieneksi. Toimenpiteellä olisi merkitystä vain, jos se onnistuttaisiin toteuttamaan siten, että siihen liittyy voimakas julkisuus ja informaatio-ohjaus, minkä avulla merkittävä osa suunnittelijakuntaa oppisi ottamaan khk-päästöt huomioon suunnittelukonseptien laatimisessa ja valmistajat haluaisivat kehittää vähähiilisiä tuotteita entistä nopeammalla tahdilla. Mikäli kohderyhmä olisi merkittävä osa rakentamisesta, niin suora vaikutus olisi luonnollisesti todennäköisesti suurempi, koska kohderyhmä olisi isompi.

Ilmoitusvelvollisuutta koskeva ohjaus voitaisiin myös toteuttaa siten, että kohteena olisi rakennusmateriaaleista aiheutuvan khk-päästön sijasta käytöstä ja materiaaleista aiheutuvien khk-päästöjen summa. Säästöt voisivat olla suuremmat, jos ilmoitusvelvollisuus kannustaisi sekä energiatehokkuuden parempaan suunnitteluun että vähäpäästöisiin rakennusmateriaaliratkaisuihin, mutta osa säästöistä kertyisi vähitellen rakennuksen käyttöä karttuessa. Arvioitu yhteenlaskettu säästö olisi kuitenkin edelleen vain kymmeniä tuhansia tonneja kasvihuonekaasupäästöjä.

Vaikutus riippuisi kuitenkin todennäköisesti paljon tulosten julkaisemisen ja viestinnän tavoista ja asteesta. Jos tuloksia vertailtaisiin ja viestittäisiin aktiivisesti sekä

sijoittajille että käyttäjille ja toisaalta rakentajille ja suunnittelijoille, niin ilmoitusvelvollisuus saattaisi johtaa hiilijalanjäljellä kilpailuun ja aktiiviseen tuotteiden, talokonseptien ja suunnittelukonseptien kehittämiseen. Tämän avulla saattaisi olla mahdollista päästä em. arvioita selvästi suurempiin säästöihin. Ilmoitusvelvollisuus olisi kuitenkin hyvä ohjauksen välivaihe, joka auttaisi alaa oppimaan ja soputumaan uuteen.

Raja-arvojen asettamisella suurin potentiaalinen vaikutus

Arvioiduista keinoista viimeinen koski raja-arvon asettamista kansallisella tasolla uudis- ja korjausrakentamiseen. Jos raja-arvo kohdistuisi vain materiaaleista aiheutuviin päästöihin, mutta se olisi sen verran vaativa, että merkittävässä osassa rakentamisesta jouduttaisiin tekemään muutoksia ja jos kohderyhmä olisi tarpeeksi iso kattaen hyvin merkittävän osan koko uudisrakentamisesta, niin raja-arvolla voitaisiin päästä suuruusluokkaa satojentuhansien tonniin khk-päästösäästöihin. Jos raja-arvo kohdistuisi sekä materiaaleista että käytöstä aiheutuviin päästöihin ja olisi niin vaativa, että sen seurauksena suuressa osassa rakentamisesta tehtäisiin sekä energiankäyttöön liittyviä parannuksia että rakennusmateriaalien valintaan ja käyttöön liittyviä parannuksia (tai toiseen näistä liittyviä hyvin merkittäviä parannuksia), niin säästövaikutus saattaisi nousta puoleen tai jopa yhteen miljoonaan khk-tonniin edellyttäen, että kohderyhmä kattaisi ison osan rakentamisesta.

Päästösäästöt kumulatiivisesti arvioiden

Tässä raportissa tehtyjä arvioita khk-säästövaikutuksista ei ole tehty kumulatiivisesti laskien (ks. liite 4 ja taulukot 9–14). Kumulatiivisen vaikutuksen näyttämiseksi voidaan arvioida seuraavasti esimerkiksi asuinkeuhkalojen ja toimitilojen osalta 20 vuoden ajanjaksolta. Oletetaan ohjaustoimenpiteeksi keino, jonka vaikutuksesta kahdessa kolmasosassa rakentamisesta joudutaan tekemään 25 % päästösäästön aiheuttava muutos joko materiaalien suhteen tai energiankäytön suhteen tai osin molempia keinoja käyttäen. Kumulatiivinen säästövaikutus materiaaleihin liittyvien 25 %:n päästösäästöjen suhteen olisi noin 3 miljoonaa tonnia ja energian käyttöön liittyvien päästöjen suhteen noin 1,5 miljoonaa tonnia khk. Tämä on laskettu olettamalla, että uudisrakentamisen materiaaleihin liittyvä kasvihuonekaasupäästö on kerrostaloissa 440–450 kg/m² ja energian käyttöön liittyvä päästö taulukon 8 mukainen. Lisäksi on oletettu, että rakentaminen jatkuisi koko ajan samalla tasolla ja että energiateollisuus ei arviokaudella tekisi muutoksia energian tuotannossa ja tuonnissa. Laskelma ei sisällä 20 vuoden jälkeisiä säästöjä (esimerkiksi vuoden 2045 jälkeisiä säästöjä, jos ohjaus aloitettaisiin vuonna 2025).

Päästösäästön merkittävyys

Päästösäästön merkittävyyttä voi arvioida vertaamalla sitä joidenkin aikaisempien ohjaustoimien vaikutukseen. Uudisrakentamisen energiaohjausta on tehty paitsi

energiatehokkuuden parantamiseksi myös kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. Nykyisten uusien asuinkerrostalojen lämpöenergian kulutus on suuruusluokkaa 30 % vähäisempi kuin 1990-luvun asuinkerrostalojen. Vuoden 2003 uusien määräyksien ansiosta säästetään kunakin vuonna uudisrakentamisessa suuruusluokkaa 30 000 000 kWh lämpöenergiaa, jos oletetaan miljoonan neliön uudisrakentaminen per vuosi (ks. liite 1) ja jos oletetaan, että ilman ohjausta rakentaminen olisi jatkunut samana kuin 1990-luvulla. Tämä merkitsee vuositasolla suuruusluokkaa 8 000 tonnin khk-säästöä⁴¹. Laskettuna kumulatiivisesti 20 vuoden aikana säästö on noin 1,5 miljoonaa tonnia khk laskettuna pelkille asuinkerrostaloille. Pelkien neliöiden pohjalta arvioituna (ks. liite 1) tämä vastaa neljännestä kokonaissäästöstä, mikä olisi siis suuruusluokkaa 6 miljoonaa tonnia khk.

Khk-raja-arvon määrittäminen

Järkevien raja-arvojen osoittamiseksi täytyisi olla paljon tietoja eri rakennustyyppien khk-arvoista mukaan lukien sekä materiaaleista että energian käytöstä aiheutuvat päästöt. Esimerkkinä tässä selvityksessä käsiteltiin asuinkerrostalon tapausta arvioiden, että tyypillinen khk-päästön kokonaisarvo uudisasuinkerrostalolle voisi olla yhteensä suuruusluokkaa 900 kg/m² kahdenkymmenen vuoden laskentajaksolla (eli kertomalla energiankäytön aiheuttama khk-päästö luvulla 20). Tämä voi antaa alustavaa suuntaviivaa siitä, millä suuruusluokkatasolla raja-arvo voisi olla. Raja-arvon asettaminen vaatisi kuitenkin paljon nykyistä parempaa tietoa todellisesta khk-päästöjen jakaumasta erityyppisillä rakennuksilla.

Khk-vaatimus voitaisiin asettaa siten, että siihen on mahdollista päästä joko parantamalla energiatehokkuutta niin, rakennus sijoittuu astetta parempaa energialuokkaan E-luvulla mitattuna (verrattuna vaadittuun tasoon, esimerkiksi energiatodistuksen luokasta C luokkaan B) tai pitämällä rakennus energiatehokkuudeltaan vaaditussa tasossa mutta vähentämällä rakennusaineisiin liittyviä khk-päästöjä. Khk-vaatimuksen numeroarvojen suuruusluokat tulee vielä erikseen selvittää rakennustyyppikohtaisesti, vastaavalla tavalla kuten E-luvun raja-arvot nykyisessä uudisrakentamisen energiatehokkuuden ohjauksessa ja tarkastella rinnan E-luku ohjauksen kanssa, jotta haluttu khk-ohjausvaikutus on yhdenmukainen kaikilla rakennustyypeillä.

Korjausrakentamisen ohjaus

Rakennusmateriaaleista aiheutuvien khk-päästöjen ohjaukseen liittyviä keinoja on vaikea soveltaa korjausrakentamiseen. Korjausrakentamisen materiaaleihin liittyvät kasvihuonekaasupäästöt ovat vuositasolla todennäköisesti pienemmät kuin uudisrakentamisen, ja toimenpide saattaisi joissain tapauksissa aiheuttaa väärinkäsityk-

⁴¹ olettamalla kaukolämpö lämpöenergian lähteeksi ja olettamalla kaukolämmön khk-arvoksi 0,25 kg/kWh. 0,25 kg/kWh*30 000 000 kWh = 8 000 tonnia khk

sen, että korjausrakentamista pitäisi välttää. Korjausrakentamisen kasvihuonekaasupäästöjä pitäisi ehdottomasti ohjata ottamalla huomioon sekä mahdollisesta energiatehokkuuden parantumisesta aiheutuvat päästömuutokset että korjausmateriaalien käytöstä aiheutuvat päästöt. Tämä taas edellyttää sitä, että energian käytön khk-arvon laskennalle kehitetään menettelytapa.

Ratkaisu voisi olla esimerkiksi sen tyyppinen, että merkittävälle korjausrakentamiselle asetettaisiin khk-raja-arvo summalle, jossa lasketaan yhteen arvioitu korjausrakentamisen yhteydessä aiheutunut khk-päästö sekä arvioitu käytön aikainen vuosittainen päästömuutos kerrottuna esimerkiksi kahdellakymmenellä ja ottamatta huomioon korjauksen jälkeistä päästökehitystä sähkön ja kaukolämmön tuotannossa. Tässä raportissa käytettyjä oletusarvoja käyttämällä arvioitiin, että nettovaatimus neliötä kohden voisi olla suuruusluokkaa joitakin kymmeniä khk-kiloja. Oikean raja-arvon löytämiseksi olisi kuitenkin tehtävä paljon laajempaa kartoitusta ja arviointia eri rakennustyypeille kuin mitä tämän selvityksen yhteydessä on ollut mahdollista tehdä.

Korjausrakentamisen materiaaleihin liittyviä päästöihin voidaan vaikuttaa myös ohjaamalla uudisrakentamista, koska korjausrakentamisessa käytetään pitkälti samoja materiaaleja kuin uudisrakentamisessa. Jos uudisrakentamisen tiukka ohjaus johtaa siihen, että tuoteteollisuus kehittää vähähiilisiä tuotteita, niin tämä vaikuttaa myös korjausrakentamiseen.

Reunaehdoja materiaaleista ja energiankäytöstä aiheutuvien khk-päästöjen yhteen laskennalle

Yhteenvetona suositeltavaa olisi, että sekä uudisrakentamisen että korjausrakentamisen päästöjä voitaisiin käsitellä ottaen huomioon sekä materiaaleista että energian käytöstä aiheutuvat päästöt. Edellytyksenä on kuitenkin, että yhteenlaskettu khk-päästö ei virheellisesti painota kumpaakaan osatekijää eikä aiheuta virhepäätelmiä esimerkiksi erilaisten paikallisten uusiutuvan energian järjestelmien suhteen eikä toisaalta heikennä rakennustuotteiden tuotantoon kohdistuvaa kannustavaa vaikutusta.

Materiaaleista ja energiankäytöstä aiheutuvien khk-päästöjen yhteen laskeminen edellyttää, että ensin ratkaistaan monia energian käytöstä aiheutuvien khk-päästöihin liittyviä kysymyksiä. Yksi keskeisistä kysymyksistä koskee huomioon otettavan elinkaaren pituutta. Jos arvio tehdään hyvin pitkälle elinkaarelle nykyisen energiantuotannon khk-päästöjen perusteella, niin useimmissa tapauksissa investointivaiheen materiaaleista aiheutuvien khk-päästöjen osuus jää kohtalaisen pieneksi. Jos halutaan, että ohjaus kannustaa tekemään parannuksia sekä tuotetuotannossa ja materiaalien valinnassa, että rakennuksen energiatehokkuudessa, olisi hyvä, että ajanjakso olisi kohtalaisen lyhyt – 20 vuotta tai 25 vuotta – ja kummankin asian painoarvo kohtalaisen samanlainen. Lyhyttä ajanjaksoa puoltaa myös ennustettu fossiilisten polttoaineiden käytön vähentyminen.

Rakennusten energiankäytöstä aiheutuvien khk-päästöjen ohjausta varten pitäisi myös määritellä, mitä arvoa käytetään sähkön ja kaukolämmön khk-päästöille. Jos

rakennuksen energiankäytöstä aiheutuvien päästöjen laskennan perustaksi valittaisiin nykyarvo eli ohjauksen alussa uusiin saatavissa oleva tieto (todennäköisesti kahden vuoden takaa), niin viiden tai kymmenen vuoden päästä ohjauksen alkamisesta käytettäisiin nykyarvon sijasta 7 tai 10 vuotta vanhoja arvoja. Vanhentuvien arvojen sijasta olisi nykyarvoa kuvaamaan ehkä parempi käyttää lyhyen ajanjakson ennustetta – esimerkiksi kymmenen vuoden päähän ulottuvaa ennustetta. Jos rakennuksen energian käyttöön liittyvien khk-päästöjen laskennassa haluttaisiin ottaa huomioon sähkön ja kaukolämmön ennakoitu kehitys, niin tätä varten täytyisi laatia skenaario. Skenaario voisi perustua kansalliseen strategiaan ottaen huomioon sähkön ja kaukolämmön tuotannossa tavoitellut muutokset uusiutuvien energioiden ja ydinvoiman hyödyntämisestä ja kivihiilen, öljyn, maakaasun ja turpeen osuuksista. Viisainta olisi pohjautua skenaariossa olemassa oleviin tai päivitettyihin vuoden 2030 tavoitteisiin, koska ohjauksen alkaessa vuosi 2030 olisi jo kohtuullisen lähellä ja mahdollisesti myös kohtuullisen hyvin ennustettavissa.

Suosituksia

Keskeisimpiä päätelmiä ja suosituksia tämän arvion pohjalta ovat seuraavat:

- Jo vuosia jatkuneen energiaohjauksen jälkeen rakentamiseen liittyä edelleen huomattava kasvihuonekaasujen säästöpotentiaali.
- Kannustepohjaisella ohjaamisella ja ilmoitusvelvollisuuden perustuvalla ohjauksella on mahdollista saada aikaan hyvin vähäisiä päästösäästöjä. Näitä keinoja kannattaa kuitenkin käyttää esimerkkien aikaan saamiseksi ja oppimisen tueksi.
- Merkittäviä säästöjä saadaan aikaan ainoastaan siten, että ohjaus kohdistuu lähes koko rakennuskantaan ja että huomattava osa toimijoista joutuu tekemään kohtalaisen merkittäviä muutoksia.
- Rakentamisen kasvihuonekaasupäästöjä säätelevä ohjaus kannattaisi toteuttaa siten, että se kohdistuu yhtä aikaa sekä materiaaleista että energiankäytöstä aiheutuviin päästöihin. Tämä antaisi tuotteiden ja rakennusten kehittäjille enemmän vapauksia etsiä säästöjä optimaalisin keinoin.
- Materiaaleista ja energiankäytöstä aiheutuvien päästöjen summan laskenta-periaatteet pitäisi valita huolellisesti. Koska tuotekehitykseen ja tuotteiden valintaan ja toisaalta rakennusten energiankäytön valintoihin liittyy molempiin merkittävä säästöpotentiaali, niin menetelmä olisi hyvä laatia siten, että se ottaa tasapainoisesti huomioon kummankin tekijän. Jos materiaaleista aiheutuvat päästöt painottuvat liikaa, niin ohjaus ei kannusta esimerkiksi paikallisten uusiutuvien energijärjestelmien käytön kehittämiseen. Päinvastaisessa tapauksessa ohjaus ei kannustaisi vähähiiliseen tuotekehitykseen ja vähähiilisten tuotteiden valintaan.

- Rakennusmateriaaleihin liittyvien päästöjen pienentämiseksi ohjaus tulisi ehdottomasti toteuttaa siten, että se lopulta johtaisi vähähiilisten tuotteiden kehittämisen ja markkinoille tulon kiihtymiseen. Raja-arvot ja niiden asteittainen tiukentaminen täytyisi suunnitella ja toteuttaa niin, että pelkät nykytuotteisiin kohdistuvat suunnitteluvalinnat eivät lopulta olisi riittäviä vaatimusten täyttämiseksi. Merkittävä rakentamiseen liittyvä säästöpotentiaali voidaan saavuttaa vain tekemällä merkittävää kehittämistä sekä materiaalien että energiaratkaisujen suhteen ei pelkällä nykytuotteiden valinnalla.
- Ohjauksen vaikuttavuuden kannalta on tärkeää, että kaikissa suunnittelu- ja valintatilanteissa ja lopullisessa todentamisessa voidaan käyttää mahdollisimman relevantteja tietoja kasvihuonekaasupäästöistä.

Liite 1: Valmistuneiden rakennusten määrät kerrosalana

Taulukossa esitetään vuosina 2006–2016 valmistuneiden rakennusten määrät kerrosalana (m²) tilastokeskuksen tietojen mukaisesti⁴².

Rakennustyyppi	Kerrosala (m ²) 2007–2016 yhteensä	Kerrosala (1000 m ²) 2007–2016 keskimäärin per vuosi
Kaikki rakennukset	82007524	8201
Kaikki asuinrakennukset	34548460	3455
Muut kuin asuinrakennukset	47459064	4746
Erilliset pientalot	19470989	1947
Rivi- ja ketjutalot	3370787	337
Asuinkerrostalot	11706684	1171
Vapaa-ajan asuinrakennukset	3074043	307
Liikerakennukset	6823031	682
Toimistorakennukset	2256813	226
Liikenteen rakennukset	2803101	280
Hoitoalan rakennukset	2212357	221
Kokoontumisrakennukset	1240932	124
Opetusrakennukset	2113890	211
Teollisuusrakennukset	6637593	664
Varastorakennukset	5128721	513
Palo- ja pelastustoimen rakennukset	179432	18
Maatalousrakennukset	7259494	726
Muut rakennukset	7729657	773

⁴² Suomen virallinen tilasto (SVT): Rakennus- ja asuntotuotanto [verkkajulkaisu]. ISSN=1796-3257. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 20.10.2017]. Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/ras/tau.html>http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_rak_ras/statfin_ras_pxt_001.px/table/tableViewLayout1/?rxid=2fe9ebf6-3949-4035-a912-39fdd58c3459

Liite 2: Suomen kasvihuonekaasupäästöt

Suomen kasvihuonekaasupäästöt tilastokeskuksen tietojen mukaan⁴³

	2014	2015	2016
KHK-päästöt, 1000 tonnia CO ₂ -ekv.	59 100	55 600	58 800

Suomen kasvihuonekaasupäästöt tilastokeskuksen tietojen mukaan vuonna 2015 (1000 t CO₂ ekv)

	Päästö (1000 tonnia CO ₂ -ekv)
Päästöt yhteensä pl. LULUCF-sektori	55559
Epäsuorat CO ₂ päästöt	52
1 Energiasektori	40816
1A1 Energiateollisuus	16225
1A2 Teollisuus ja rakentaminen (polttoperäiset päästöt)	8449
1A3 Kotimaan liikenne	11111
1A4 Muut sektorit	3779
1A4a Kauppa, palvelut ja julkinen sektori	961
1A4b Kotitaloudet	1458
1A4c Maa-, metsä- ja kalatalous	1360
1A5 Muu erittelemätön polttoainekäyttö	1106
1B Polttoaineiden haihtumapäästöt	145
2 Teollisuusprosessit ja tuotteiden käyttö	6076
2A Mineraaliteollisuus	963
2B Kemianteollisuus	1175
2C Metalliteollisuus	2186
2D Polttoaineiden ja liuottimien muu kuin energiakäyttö	137
2F Otsonikerrosta heikentäville aineille vaihtoehtoisten tuotteiden käyttö	1549
2G Muiden tuotteiden valmistus ja käyttö	35
2H Muut teollisuusprosessien päästöt	32
3 Maatalous	6481

⁴³ Suomen virallinen tilasto (SVT): Kasvihuonekaasut [verkkojulkaisu]. ISSN=1797-6049. 2016. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 20.10.2017]. Saantitapa: http://www.stat.fi/til/khki/2016/khki_2016_2017-05-24_tie_001_fi.html

	Päästö (1000 tonnia CO ₂ -ekv)
4 Maankäyttö, maankäytön muutokset ja metsätalous (LULUCF)	-25991
4A Metsämaa	-34124
4B Viljelysmaa	6677
4C Ruohikkoalueet	683
4D Kosteikot	2304
4E Rakennetut alueet	798
4G Puutuotteet	-2333
5 Jätteiden käsittely	3850
5A Jätteiden sijoittaminen kaatopaikalle	1766
5B Jätteiden biologinen käsittely	113
5D Jätevesien puhdistus	254

Liite 3: KHK-säästöarviot toimenpiteittäin

Toimenpide	Vaikutusalue	khk-päästö-laskennassa käytetty kerrosala m ² /v	Rakentamisesta aiheutuva khk-päästö tonneina (kerrosala * päästö)	Säästöoletukset	Säästö tonneina a-tapauksessa per vuosi	Säästö tonneina b-tapauksessa per vuosi
Julkisin varoin toteutettavalle uudis- ja korjausrakentamiselle asetetaan khk-päästöjen ilmoitusvelvollisuus	Julkisin varoin toteutetut rakennukset	280000	123200	a) Kolmasosa rakentamisesta (esimerkiksi opetus- ja toimistorakennukset) toteutetaan 10 % alemmilla päästöillä b) Seurausvaikutuksena saavutetaan 1 %:n säästö yksityisin varoin toteutetussa asuin- ja toimitilarakentamisessa	12000	13000
Kiinteistöverosta annetaan alennus, kun uudisrakennuksen tai korjauksen khk-päästö alittaa annetun raja-arvon	Omakotitalot	1440000	259200	a) Oletetaan, että kiinteistöveron alennus kannustaisi 5 % rakentamisesta valitsemaan vaihtoehdon joka täyttää raja-arvo-vaatimuksen. Oletetaan, että raja-arvo vaatimus olisi 160 kg khk/m ² ja että tässä arviossa käytetty tyypillinen arvo on lähellä puisen omakotitalon tyypillistä arvoa. Jos oletetaan lisäksi, että puolet kannustimen tavoittelijoista olisi muuten rakentanut kivirakennuksen ja puolet joka tapauksessa puurakennuksen. Oletetaan, että edellisessä tapauksessa suunnittelulla tavoiteltu säästö olisi 20 kg/m ² ja jälkimmäisessä 100 kg/m ² . b) Oletetaan keskimäärin 10 kg khk/m ² vähennys talopaketeissa.	8600	11000

Toimenpide	Vaikutusalue	khk-päästö-lasken-nassa käytetty kerros-ala m ² /v	Rakentamisesta aiheutuva khk-päästö tonneina (kerrosala * päästö)	Säästöoletukset	Säästö tonneina a-tapauksessa per vuosi	Säästö tonneina b-tapauksessa per vuosi
Rakennuslupamaksusta annetaan alennus, kun rakentamisen khk-päästö alittaa annetun raja-arvon	Omakotitalot	1440000	259200	Olettaen, että lupamaksun alennus kannustaisi a) 5 % b) 10 % rakentamisesta valitsemaan vaihtoehdon joka täyttää raja-arvo-vaatimuksen. Oletetaan, että raja-arvovaatimus olisi 160 kg khk/m ² ja että tässä arviossa käytetty tyypillinen arvo on lähellä puisen omakotitalon tyypillistä arvoa. Jos oletetaan lisäksi, että puolet kannustimen tavoittelijoista olisi muuten rakentanut kivirakennuksen ja puolet joka tapauksessa puurakennuksen. Oletetaan, että edellisessä tapauksessa suunnittelulla tavoiteltu säästö olisi 20 kg/m ² ja jälkimmäisessä 100 kg/m ² .	4300	8600
	Omakotitalot ja rivitalot	1870000	358100	Oletetaan, että lisäksi rivitorakentamisesta 5 % osalta pyritäisiin kannusteen takia 30 kg khk/m ² alempaan arvoon kuin ilman kannustinta.	5000	9900

Toimenpide	Vaikutusalue	khk-päästö-laskennassa käytetty kerrosala m ² /v	Rakentamisesta aiheutuva khk-päästö tonneina (kerrosala * päästö)	Säästöoletukset	Säästö tonneina a-tapauksessa per vuosi
Yksityisin varoin toteutettavalle uudis- ja korjausrakentamiselle asetetaan kansallisella tasolla khk-päästöjen ilmoitusvelvollisuus	Toimitilat	750000	337500	Oletetaan, että 10 % kohderyhmän rakentamisesta tekisi suunnitteluratkaisuja, jotka aiheuttaisivat 10 %:n säästön khk-päästöissä verrattuna tyypilliseen tasoon	3400
	Toimitilat ja kerrostalot	750000+1300000	909500	Oletetaan, että 10 % kohderyhmän rakentamisesta tekisi suunnitteluratkaisuja, jotka aiheuttaisivat 10 %:n säästön khk-päästöissä verrattuna tyypilliseen tasoon	9100
	Toimitilat, kerrostalot ja pienitalot	750000+1300000+1870000	1267600	Oletetaan, että 10 % kohderyhmän rakentamisesta tekisi suunnitteluratkaisuja, jotka aiheuttaisivat 10 %:n säästön khk-päästöissä verrattuna tyypilliseen tasoon	13000

Toimenpide	Vaikutusalue	khk-päästö- laskennassa käytetty ker- rosala m ² /v	Rakentamisesta ai- heutuva khk-päästö tonneina (kerrosala * päästö)	Säästöoletukset	Säästö ton- neina a-tapauk- sessa per vuosi
Uudisrakentamiselle asetetaan kansallisella tasolla khk-päästöjen raja-arvot Ohjaustoimi kohdistuu materiaaleista aiheutu- viin khk-päästöihin.	Kerrostalot ja toi- mitilat	1300000+ 750000	909500	Oletetaan, että raja-arvo asetettaisiin tasolle, jossa kaksi kolmannesta kohderyhmän raken- tamisesta joutuisi korjaamaan suunnittelurat- kaisuja. Oletetaan, että tarvittava korjaaminen vastaisi suuruudeltaan 20 % keskiarvotasosta.	122000
	Asuintalot ja toi- mitilat	750000+ 1300000+ 1870000	1267600		170000
	Asuintalot, toimitilat, ope- tus-, hoitoalan-, kokoontumis- ja liikenteen rakennukset	4756000	1685600		226000
	Edellisten lisäksi maatalous-, teol- lisuus- ja varas- torakennukset	6659000	2637100		353000

Toimenpide	Vaikutusalue	khk-päästö-laskennassa käytetty kerrosala m ² /v	Käytöstä aiheutuva päästö vuodessa tonneina	Säästöoletukset	Säästö tonneine 20 vuodessa a-tapauksessa
Uudisrakentamiselle asetetaan kansallisella tasolla khk-päästöjen ilmoitusvelvollisuus. Ohjaustoimi kohdistuu energian käytöstä aiheutuviin päästöihin.	Asuintalot ja toimitilat	1300000+ 1870000+ 750000	1300000*0,021+ 1870000*0,021+ 750000*0,019	Oletetaan, että 10 % kohderyhmästä vähentäisi energian käytöstä aiheutuvia päästöjä 10% (laskentajakso 20 vuotta)	16000
Uudisrakentamiselle asetetaan kansallisella tasolla khk-päästöjen raja-arvot Ohjaustoimi kohdistuu energian käytöstä aiheutuviin päästöihin.	Kerrostalot ja toimitilat	2050000	43600	Oletetaan, että raja-arvo asetettaisiin tasolle, jossa kaksi kolmannesta kohderyhmän rakentamisesta joutuisi korjaamaan suunnitteluratkaisuja. Oletetaan, että tarvittava korjaaminen vastaisi suuruudeltaan 20 % keskiarvotasosta.	115000
	Asuintalot ja toimitilat	3920000	95960		220000
	Asuintalot, toimitilat, opetus-, hoitoalan-, kokoontumis- ja liikenteen rakennukset	4756000	112680		263000
	Edellisten lisäksi maatalous-, teollisuus- ja varastorakennukset	6659000	150740		360000

Purujätteen hyödyntämisestä aiheutuva arvioitu khk-säästö

	purujäte tonneina	hyödyntämätön tonneina	khk-päästösäästö tonneina
puu	156000	39000	3510
metalli	60000	15000	1050
betoni	150000	75000	75
seka-	120000	84000	1932
käsittämätön	114000	79800	1835