
16.11.2018
Päivitetty 25.2.2019



YMPÄRISTÖMINISTERIÖ

A/I Elinkaariajattelun vaikutusmahdollisuudet rakentamisen ohjaamisessa

Yhteystiedot

PL 52 (Jaakonkatu 3)
FI-01621 Vantaa
Finland
Kotipaikka Vantaa
Y-tunnus 0625905-6
Puh. +358 10 3311
Faksi +358 10 33 21818
www.poyry.fi

Pöyry Finland Oy

Kaikki oikeudet pidätetään Tätä asiakirjaa tai osaa siitä ei saa kopioida tai jäljentää missään muodossa ilman Pöyry Finland Oy:n antamaa kirjallista lupaa.

MRL:n kokonaisuudistuksen vaikutusten arviointitarpeet rakentamisen osa-alueella

Tämä raportti on ensimmäinen osa (Osa A) projektin MRL:n kokonaisuudistuksen vaikutusten arviointitarpeet rakentamisen osa-alueella raporttikokonaisuudesta. Osan A lisäksi raportit tullaan tekemään myös projektin osista B ja C. Raporttikokonaisuus liittyy maankäyttö- ja rakennuslain kokonaisuudistuksen vaikutusten arviointiin.

Käsillä oleva raportti on täydentyvä ja tässä vaiheessa siihen on koottuna Osan A työpaketin AI (Elinkaariajattelu ja rakentamisen kestävä laatu) päätelmät sekä Osaa A taustoittavaa aineistoa. Raporttia tullaan täydentämään työpaketeilla AII (Rakennuksen suunnitelmallinen käyttö ja ylläpito) sekä AIII (Digitaalisuuden läpivienti ja laaja hyödyntäminen). Työpaketti AII raportoidaan marraskuun 2018 loppuun mennessä ja työpaketti AIII tammikuun 2019 puoleenväliin mennessä.

Osa A jälkeen laaditaan raportit osista B ja C, jotka sisältävät seuraavat työpaketit: BIV (Rakennusvalvonnan järjestäminen) ja CV (Rakentamisen lupajärjestelmä). Osa B raportoidaan helmikuun 2019 loppuun mennessä ja osa C huhtikuun 2019 loppuun

Osa A

Selvitys on toteutettu asiantuntijatyönä ympäristöministeriön tilauksesta. Selvitystyön tavoitteena oli tutkia elinkaariajattelun vaikutusmahdollisuuksia rakentamisen ohjauksessa.

Vaikutusten arvioinnin osalta Tilaja oli määritellyt ennakkoon kysymykset, joihin arvioinnissa tuli syventyä. Työhön ovat Pöyryltä osallistuneet Ida Erämaa, Sirku Huisko, Samir Abboud, Sami Mäkinen, Jani Suonio, Leena Kotkavuori, Anna-Liisa Koskinen, Eija Multanen ja Jenni Bäck sekä Green Building Partners Oy:ltä Timo Rintala.

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO	3
2	MAANKÄYTTÖ- JA RAKENNUSLAIN NYKYTILA JA UUDISTUS	3
2.1	Lainmuutoksessa huomioon otettavia seikkoja	5
3	NYKYTILA – RAKENNUKSEN ELINKAAREN HUOMIOINTI RAKENTAMISSESSA	6
3.1	Nykyinen rakennuskanta ja uudisrakentaminen	6
3.2	Rakentamisen ohjauksen nykytila ja tunnistetut haasteet	7
3.3	Rakentamisen takuu-aika	7
3.4	Elinkaariajattelu nykylainsäädännössä	8
3.4.1	Energiatehokkuus	8
3.4.2	Ekologiset näkökohdat rakentamisessa	9
3.4.3	Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje	9
3.4.4	Ympäristönäkökulma	10
4	HUOMIOON OTETTAVIA MUUTOSTEKIJÖITÄ JA ILMIÖITÄ	10
4.1	Ilmastonmuutos	10
4.2	Digitalisaatio	11
4.3	Resurssitehokkuus	11
4.4	Energiatuotanto	13
5	ELINKAARIAJATTELUN ULOTTUVUUDET RAKENTAMISSESSA	15
5.1	Rakennuksen elinkaari	15
5.2	Elinkaarianalyysimenetelmä	16
5.2.1	Osarakenteiden vaikutus päästöihin	16
5.2.2	Systeemin rajaus	19
5.2.3	Indikaattorit	19
5.3	Ohjausvälineen muoto ja elementit	19
5.4	Elinkaaren huomioiminen korjausrakentamisessa	21
6	VAIKUTUSARVIOT ELINKAARIAJATTELUSTA RAKENTAMISSESSA	22
6.1	Taloudelliset vaikutukset	22
6.1.1	Vaikutukset kotitalouksien asemaan	23
6.1.2	Vaikutukset yrityksiin	24
6.1.3	Vaikutukset julkiseen talouteen	25
6.1.4	Vaikutukset kansantalouteen	26
6.2	Vaikutukset viranomaisten toimintaan	26
6.3	Ympäristövaikutukset	27
6.4	Yhteiskunnalliset vaikutukset	28
6.4.1	Vaikutukset terveyteen	28
6.4.2	Vaikutukset käyttäjille	29

6.5	Kustannusvaikutukset	29
6.6	Tasa-arvo ja yhdenvertaisuus	31
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	31
8	LÄHDELUETTELO	33

Kuvat

Kuva 1 Rakennussektorin elinkaariset kasvihuonepäästöt vuonna 2008 (Mt CO ₂ -ekv) (Koskela, et al., 2013)	11
Kuva 2 Suomen talouden suurimmat luonnonvaravirrat 2008 (Koskela, et al., 2013)	12
Kuva 3 Sektoreilta tulevat ja lähtevät materiaalivirrat (Mt, megatonni), 2008 (Koskela, et al., 2013)	13
Kuva 4 Rakennuksen vaiheet (Pöyry, 2018).....	15
Kuva 5 Tapaustutkimus rakentamisvaiheen päästöjen jakauma puu- ja betonirakenteille. (Korteniemi, et al., 2011)	18
Kuva 6 Rakennuksen elinkaarimalli tulevaisuudessa (Pöyry 2018)	20

Taulukot

Taulukko 1 Rakennuskannan kehitys ja rakennuskanta kerrosaloittain vuonna 2017. Ei sisällä vapaa-ajan asuinrakennuksia eikä maatalouden tuotantorakennuksia. Kerrosalojen keskineliömäärät selvityksestä Korjausrakentaminen Suomessa. (Tilastokeskus, 2017).....	6
Taulukko 2 Asuinkerrostalon arvioidut khk-päästöt. Esimerkkikerrostalo kg KHK/ k-m ² . Lähde: (Häkkinen & Vares, 2018).....	17

1 JOHDANTO

Vaikutusarviossa käsitellään elinkaariajattelun tuomista velvoitteena rakentamisen ohjauksen piiriin eli normiohjauksen sekä informaatio-ohjauksen muodostamaa kokonaisuutta. Normiohjauksella viitataan elinkaarianalyysin velvoittavuuteen metodina (ei päästörajoitukseen) ja informaatio-ohjauksella elinkaariarvioiden menetelmien määrittelyyn ja esimerkiksi tuotetietojen saavutettavuuden mahdollistamiseen. Vaikutustenarvion on tarkoitus luoda kuva ohjauksen muodostamasta kokonaisuudesta ja sen tavoitteista, sekä järjestelmän toiminnalle olennaisista rajauksista ja toiminnalle merkityksellisistä elementeistä. Vaikutustenarvio perustuu yhteistoiminnalliseen vaikuttavuusanalyysiin sekä kirjalliseen materiaaliin.

EU valmistelee parhaillaan ehdotusta kestäväen rakentamisen eurooppalaisiksi ydinindikaattoreiksi. Level(s)-indikaattoreiden tavoitteena on luoda vapaaehtoinen yhteiseurooppalainen tapa kuvata rakennusten kestävyttä. Ehdotuksen mukaan kestävyttä arvioidisiin kuudella eri osa-alueella: hiilijalanjälki, resurssitehokkaat materiaalikierrot, vedenkulutus, terveet ja viihtyisät tilat, sopeutuminen ilmastonmuutokseen sekä elinkaarikustannukset ja arvo. Komission ehdotuksessa esitettyjen mittareiden kantaviksi teemoiksi on valittu koko elinkaaren käsittävä lähestymistapa. Lisäksi on mahdollista, että tulevaisuudessa Euroopassa rakentamisen resurssitehokkuutta säädellään myös velvoittavasti. (RTY ry., 2017) (European Commission, 2017)

Aiemman tutkimus- ja selvitystyön pohjalta voidaan sanoa, että on olemassa laaja konsensus siitä, että tulevassa lainsäädännössä olisi tarpeen vahvemmin huomioida rakennuksen elinkaaren eri vaiheet, uudisrakentaminen, korjaaminen, ylläpito ja huolto sekä rakennuksen loppuvaihe. Sekä suomalainen tutkimus että kansainvälinen kehitys osoittavat, että elinkaariarviot ovat välineinä toimivia elinkaariajattelun integroimiseksi osaksi rakentamisen eri vaiheissa tehtävää päätöksentekoa ja rakennuksen käytön eri vaiheita. Elinkaariajattelu ja elinkaariarvio menetelmänä parantavat myös rakentamisen ohjauksen ymmärrettävyyttä vahvistamalla tiedollista pohjaa rakennuksen eri vaiheista ja niihin liittyvistä toimenpiteistä. Menetelminä LCA (life cycle assessment) ja LCC (life cycle cost) mahdollistaisivat elinkaaren vaiheiden erityispiirteiden yksityiskohtaisen huomioimisen käytännössä, tehostaen myös toiminnan ohjaamista.

Rakentamisen ohjaukselta odotetaan pelisääntöjä, joissa huomioidaan entistä vahvemmin rakennuksen koko elinkaari. Ohjaukselta odotetaan myös dynaamisuutta, joka vastaa toimintaympäristön muutoksiin, ja lisäksi järjestelmän toivotaan tukevan innovointia rakentamisen sektorilla ja toimintaympäristön kehittymistä kestäväällä tavalla. Vaikutusarviossa esitetään elinkaariajattelun rakentamisen ohjaukseen tuomia ulottuvuuksia välineiden mahdollisuuksien ja riskien hahmottamisen avulla.

2 MAANKÄYTTÖ- JA RAKENNUSLAIN NYKYTILA JA UUDISTUS

Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999) ja asetus (895/1999) tulivat pääosiltaan voimaan 1.1.2000. Sen jälkeen lakiin on tehty lukuisia muutoksia, ja myös uusia säännöksiä on hyväksytty. Viimeisimpiä merkittäviä rakentamiseen liittyviä muutoksia ovat olleet rakentamisen lupien sujuvoittamiseen liittyvät muutokset keväällä 2017.

Rakentamisen ohjauksen kannalta tärkeimmät muutokset ovat olleet olennaisiin teknisiin vaatimuksiin ja niiden asetuksenantovaltuuksiin liittyvät muutokset 2013 ja 2017 sekä pätevyysvaatimuksia koskenut muutos 2014.

Lain toimivuutta on seurattu tiiviisti sen voimaantulosta alkaen. Vuonna 2014 valmistui laajin tähän mennessä tehdyistä arvioinneista (Suomen Ympäristö, 2014). MRL:n ja yksityisoikeudellisen rakentamisen vastuujärjestelmän suhdetta ja toimivuutta toivottiin selvitetävän. Rakentamisen ohjaukseen liittyvistä asioista arvioinnissa korostettiin erityisesti viranomaisvalvonnan kehittämistarvetta, resurssien lisäämistä sekä olennaisia teknisiä vaatimuksia koskevien säännösten selkeyttämistä. Rakentamisen ohjauksen puolella onkin jo selkiytetty olennaisia teknisiä vaatimuksia koskevia säännöksiä toteuttamalla Suomen rakentamismääräyskokoelman kokonaisuudistus. Uudet rakentamismääräykset tulivat voimaan tammikuussa 2018.

Ympäristöministeriössä on käynnistynyt maankäyttö- ja rakennuslain kokonaisuudistuksen valmistelu loppuvuodesta 2017. Tavoitteena on yksinkertaistaa alueidenkäytön suunnittelujärjestelmää, kehittää rakentamisen ohjausta ja helpottaa lain toimeenpanoa. Uudistuksessa on tarkoitus ottaa huomioon alueidenkäytön suunnittelun ja rakentamisen ohjauksen tulevaisuuden näkymät, aluehallinnon muutokset ja jatkuvasti muuttuva toimintaympäristö. Näköpiirissä olevia laajoja ilmiöitä ovat muun muassa ilmasto- ja energiakysymykset, aluerakenteen erilaistuminen, kaupungistuminen, liikkumisen murros, elinkaari- ja vähähiilisyysnäkökohdat, digitalisaatio sekä hallinnon muutokset. Koska maankäyttö- ja rakennuslain lisäksi monet muut lait vaikuttavat alueidenkäyttöön ja rakentamiseen, uudistuksessa kirkastetaan myös eri säädösten roolia. (Ympäristöministeriö, 2018)

Ympäristöministeriö on julkaissut 14.4.2018 päivätyn keskustelupaperin käynnissä olevan maankäyttö- ja rakennuslain uudistamisen suuntaviivoiksi. Muistiossa on todettu rakentamisen ohjauksen osalta yhdeksi tarkasteltavaksi kokonaisuudeksi elinkaariajattelu ja kestävä rakentaminen.

Nykyinen rakentamista koskeva sääntely on laadittu lähinnä uudisrakentamista silmällä pitäen. Rakennuskantamme kuitenkin uudistuu noin 1 % vuodessa. Rakennusten terveellisyyteen, turvallisuuteen, toimivuuteen ja rakennuskannan resurssitehokkuuden tavoitteisiin liittyviä haasteita ei ole mahdollista ratkaista vain uudisrakentamista sääntelemällä. Toisaalta korjausrakentamisen tiukemmat vaatimukset saattavat hidastaa korjauksiin ryhtymistä, kun pelätään niistä aiheutuvia kustannuksia. (Ekroos, et al., 2018)

Nykyiläisäädännön uudistamisessa on otettu tavoitteeksi, että rakentamisen ohjauksessa otetaan huomioon erilaiset laajat yhteiskunnalliset ilmiöt kuten ilmastomuutos, aluerakenteen erilaistuminen, kaupungistuminen, digitalisaatio, liikkumisen murros ja siirtyminen puhtaan energian käyttöön. Maankäyttö- ja rakennuslailla on useita rajapintoja muun sektorilainsäädännön ja eri politiikan sektoreilla tapahtuvaan kehitystyöhön. Lakia uudistaessa keskeisessä asemassa ovat rakentamisen kysymykset kuten rakentamisen laatu ja vastuukysymykset, viranomaisohjauksen toimivuus ja lainsäädännön yhteensopivuus muun lainsäädännön kanssa. Uudistuksessa on huomioitava Suomen EU-jäsenyyden ja kansainvälisten sitoumusten tuomat vastuut. (Ympäristöministeriö, 2018)

2.1 Lainmuutoksessa huomioon otettavia seikkoja

Tulevassa lainsäädännössä olisi tarpeen selkeästi erottaa rakennuksen elinkaaren eri vaiheet, uudisrakentaminen, korjaaminen, ylläpito ja huolto. Näin sen ymmärrettävyys ja mahdollisuus ottaa huomioon elinkaaren vaiheiden erityispiirteet sääntelyssä paransi merkittävästi. (Ekroos, et al., 2018)

Lain uudistamistarpeen taustalla on monia yhteiskunnan muutostekijöitä ja ilmiöitä, jotka vaikuttavat rakentamisen ohjaukseen aiempaa voimakkaammin ja nopeammalla syklillä (Ympäristöministeriö, 2018). Yhteiskunnalliset ja ympäristölähtöiset ilmiöt ovat aiempaa vaikeammin ennustettavissa. Tämä tulee muuttamaan alueidenkäytön ohjauksen ja rakentamisen toimintaympäristöä.

Kiinteistöliiketoiminnan kehityksellä ja kiinteistömarkkinoiden monipuolistumisella on suora yhteys myös rakennus- ja kiinteistökehityshankkeiden toteutukseen. Hankkeiden rahoitus, uusien rahoitusmuotojen kehittyminen sekä rahoitukseen liittyvät erilaiset ehdot ovat olennainen osatekijä hankkeiden toteutuksessa. Sijoittajien vahvat tuotto-odotukset sekä hankkeiden rahoitus, sen kesto-aika ja muut rahoituksen ehdot edellyttävät ennakoitavuutta niin aikataulujen kuin hankkeiden sisällönkin suhteen. Nämä kaikki asettavat vaatimuksia hankkeiden nopealle, aikataulutetulle ja riskit minivoivalle etenemiselle. (Ekroos, et al., 2018)

Rakentamisen laadusta, tai paremminkin laadun heikkoudesta, puhutaan paljon. Lain uudistuksen yhtenä lähtökohtana onkin etsiä keinoja parempaan rakentamisen laatuun. Maankäyttö- ja rakennuslaki asettaa rakentamiselle myös hyvään laatuun tähtäviä vaatimuksia (MRL 117 §) sekä edellyttää noudattamaan hyvää rakennustapaa. Laadullisten vaatimusten täytyminen kuuluu rakennushankkeeseen ryhtyvälle, jolloin hankkeeseen ryhtyvä erilaisin sopimus- ja toimeksiantojärjestelyjen avulla varmistaa lain ja sitä täydentävien normien sisällön toteutumisen. Uudis- ja korjausrakentamishankkeissakin noudatetaan lähes poikkeuksetta Rakennusurakan yleisiä sopimusehtoja (YSE 1998). Ehtojen mukaan urakoitsija vastaa osapuolten sopiman ajan siitä, että urakan lopputulos on urakkasopimuksen mukainen. Rakennusurakan yleisten sopimusehtojen (YSE 1998) mukaan urakan takuu-aika on 2 vuotta urakan vastaanotosta, elleivät osapuolet keskenään muuta sovi. Takuu-aikana urakoitsija on velvollinen korjaamaan kustannuksellaan suorituksessaan ilmenneet puutteet ja viat. Takuuajan riittävyys on herättänyt paljon keskustelua, koska osa virheistä ilmenee vasta pidemmän ajan kuluessa. YSE:n päivittäminen on kuitenkin koettu lähes mahdottomaksi kilpailuoikeudellisista syistä johtuen.

Rakentamisen ohjauksessa on Suomessa käytetty yleensä tietyssä järjestyksessä, niiden tyypillinen vaiheistus on ollut (a) neuvonta, (b) taloudellinen ohjaus, (c) normiohjaus. Tukevina toimenpiteinä on käytetty (d) osaamisen tason nostoa, (e) tuotekehitystä / palveluiden kehittämistä / koerakentamista. Näiden lisäksi ohjauskeinovalikoimaan kuuluvat (f) tutkimus ja (g) kaavoitustoimilla ohjaaminen. (Häkkinen, 2011) Elinkaarianalyysiin perustuva arviointiohjaus näyttää soveltuvan erityisen hyvin projektoituvan ja verkostoituvan yhteiskunnan, ja rakentamisen, ohjauskeinoksi. Nykyyymmärryksen mukaan mikään itsenäinen ohjausinstrumentti ei tuota riittävää vaikuttavuutta, vaan riittävä viranomaisohjaus asetetaan ohjauskeinokokonaisuuden kautta. (Häkkinen, 2011) Arviointiohjauksella voidaan nähdä olevan nykylainsäädäntöä täydentävä vaikutus. Arviointiohjaus on myös normiohjausta tai usein myös taloudellisia ohjauskeinoja dynaamisempi malli, missä ”kehitykselle” ei luoda raja-arvoja. Ohjauskeinon vaikuttavuuden kannalta on kuitenkin olennaista, että se koetaan hyödylliseksi. Käytännössä menetelmä tai toimintatapa loisi itsessään toimijalle lisäarvoa tai omaa potentiaalia sen luomiseen.

3 NYKYTILA – RAKENNUKSEN ELINKAAREN HUOMIOINTI RAKENTAMISSESSA

3.1 Nykyinen rakennuskanta ja uudisrakentaminen

Suomalaisesta rakennuskannasta, 1,52 miljoonaa rakennusta, on määrällisesti suurin osa asuinrakennuksia (85 %). Kerrosaloittain asuinrakennusten osuus on 63 % koko rakennuskannasta. (Tilastokeskus, 2017) Rakennuskanta on kasvanut tasaisesti usean vuosikymmen ajan. Suomen kansanvarallisuus oli vuonna 2010 775 mrd. €, josta asuinrakennukset olivat 217 mrd. € (28 %) ja muut talonrakennukset olivat 132 mrd. € (17 %). (Holmijoki, 2013) Rakennetun omaisuuden tila 2017 raportin mukaan rakennuskannan korjausvelan määrä on 30-50 mrd. €, liikenneväyläverkon 5 mrd. € ja yhdyskuntateknisten järjestelmien liki miljardi euro. Tämän lisäksi rakennetussa ympäristössä on muutosvelkaa, joka tarkoittaa rakenteiden ja järjestelmien päivittämistä nykypäivän vaatimustasolle. (ROTI, 2017)

Taulukko 1 Rakennuskannan kehitys ja rakennuskanta kerrosaloittain vuonna 2017. Ei sisällä vapaa-ajan asuinrakennuksia eikä maatalouden tuotantorakennuksia. Kerrosalojen keskineliömäärät selvityksestä Korjausrakentaminen Suomessa. (Tilastokeskus, 2017)

Käyttötarkoitus	Vuosi					Kerrosala		
	1980	1990	2000	2010	2017	1000 k-m ²	%	k-m ² /rakennus
Kaikki rakennukset	934 845	1 162 410	1 299 624	1 446 096	1 523 196	456 959	100	300
A. Asuinrakennukset	842 662	1 012 163	1 120 714	1 234 602	1 294 426	287 363	63	222
Erilliset pientalot	775 678	914 928	1 002 747	1 101 707	1 152 489	159 043	35	138
Rivi- ja ketjutalot	22 613	52 522	66 281	76 241	81 293	34 631	8	426
Asuin kerrostalot	44 371	44 713	51 686	56 654	60 644	95 999	21	1 583
C-X Muut rakennukset	92 183	150 247	178 910	211 494	228 770	173 408	38	758
C Liikerakennukset	21 926	33 138	40 294	41 961	43 868	27 944	6	637
D Toimistorakennukset	7 551	9 913	11 037	10 835	10 834	18 754	4	1 731
E Liikenteen rakennukset	10 640	36 784	45 225	54 716	57 760	12 361	3	214
F Hoitoalan rakennukset	3 992	5 796	6 978	8 058	9 077	11 855	3	1 306
G Kokoontumisrakennukset	6 659	10 231	12 943	13 509	14 510	9 446	2	651
H Opetusrakennukset	7 750	8 545	9 136	8 903	8 987	17 767	4	1 977
J Teollisuusrakennukset	19 507	29 106	36 437	40 629	45 870	52 062	11	1 135
K Varistorakennukset	8 730	5 446	6 423	27 170	32 408	21 584	5	666
X Muut rakennukset	5 428	6 948	10 437	5 713	5 456	1 844	0	338

Rakentaminen on myös merkittävä toimiala ja merkityksellinen taloudellisesta näkökulmasta usealla eri tavalla. Asumisen hinta ja rakennuskantaan sitoutunut kansallisomaisuus ovat tekijöinä merkittäviä kansantaloudellisesta näkökulmasta. Suurena ydinkysymyksenä MRL:n uudistuksessa tulisi olla nykyisen rakentamisen lainsäädännön laajentaminen olemassa olevan kiinteistökannan ohjaukseen, jossa säästöpotentiaali on moninkertainen suhteessa uudisrakentamiseen. Huomioiden Suomelle asetetut velvoitteet ja sitoumukset ei uudisrakentamisen ja merkittävien peruskorjausten ohjauksella ole riittävää vaikutusta rakennusten energiankäyttöön vaaditulla aikataululla. Itse asiassa uudisrakentamisella on 2030 vuoteen mennessä päästöihin enemminkin haitallinen vaikutus rakennusvaiheen korkeiden päästöjen johdosta.

3.2 Rakentamisen ohjauksen nykytila ja tunnistetut haasteet

Ympäristöministeriön julkaisemassa Maankäytön ja rakentamisen ohjauksen uudistaminen -raportissa (7/2018) tunnistettiin nykyisen rakentamisen ohjausjärjestelmän haasteiksi mm.

- Sääntely on laadittu lähinnä uudisrakentamista silmälläpitäen. Uudisrakentaminen on noin prosentti vuositasona. Rakennuskantaan liittyviä haasteita ei tästä syystä pystytä ratkaisemaan nopealla aikataululla.
- Tulevassa lainsäädännössä olisi tarpeen selkeästi erottaa rakennuksen elinkaaren eri vaiheet, uudisrakentaminen, korjaaminen, ylläpito ja huolto. Näin sen ymmärrettävyys ja mahdollisuus ottaa huomioon elinkaaren vaiheiden erityispiirteet sääntelyssä paranisi merkittävästi.
- Ei määrittele rakentamisen ketjun kaikkien osapuolten roolia ja vastuita hankkeissa
- Rakentamisen pirstoutuminen useisiin osa-alueisiin ja rakentamisen sääntelyn lisääntyminen on synnyttänyt sopimussuhteiden verkostoja, jossa vastuita joudutaan selvittämään useiden sopijaosapuolten välillä
- Rakennusurakan yleiset sopimusehdot (YSE) ovat vuodelta 1998, jonka jälkeen rakentamisen toimintaympäristö on muuttunut huomattavasti

Raportin mukaan rakentamisen koko ketjun eri osapuolten tehtävät, roolit ja vastuut olisi määriteltävä laissa nykyistä tarkemmin ja selkeämmin. Tulevassa lainsäädännössä tulisi huomioida rakennuksen elinkaari siten, että uudisrakentaminen, korjaaminen, ylläpito ja huolto olisivat sääntelyn perustana. (Ekroos, et al., 2018)

Lainsäädännön puutteiden lisäksi olemassa olevien vaikuttavuus voi olla heikkoa tai säännösten käyttö on jäänyt vähemmälle painoarvolle. Ohjauksen, joka perustuu lukuarvoihin, on todettu olevan vaikuttavinta. (RTY ry., 2017)

3.3 Rakentamisen takuuajaka

Elinkaariajattelussa esille nousee rakentamisen koko elinkaari. Rakentamisessa urakoitsijalla on tyypillisesti 2 vuoden takuuajaka rakennuksen vastaanotosta. Tämä 2 vuoden takuuajaka on liian lyhyt merkittävien teknisten ongelmien esille tulemiseksi. Tämä johtaisi siihen, että nähdään perusteluna pidentää takuuajaka rakennushankkeissa. Pidentyneessä takuuajassa ennätetään nähdä paremmin merkittävät tekniset ongelmat sekä ohjata käyttö- ja ylläpitohenkilökuntaa kiinteistön oikeaan käyttöön.

Takuuajan pidentämisen yhtenä keinona voisi olla rakennushankekohtainen pakollinen vakuutus, joka kattaisi ensimmäisen 10 vuoden jaksolla esille tulevien merkittävien puutteiden, kuten kosteusongelmien, teknisen korjauksen. Esitetty jakso on riittävä merkittävien rakennusvirheiden esille tulemiselle. Menettelyssä ensisijainen mahdollisuus korjauksiin annettaisiin pääurakoitsijalle, mutta mikäli korjauksia ei suoriteta kohtuullisessa ajassa, voisi vakuutusyhtiö tehdä korjaukset omatoimisesti. Menettelyllä voitaisiin taata loppuasiakkaan oikeusturva ja korjausten suorittaminen ilman kohtuutonta häirtä ja odotusta. Käytännössä pakollinen vakuutus johtaisi myös siihen, että vakavarainen ja hyvämaineinen yritys, jolla on selkeät menettelyt rakentamisen valvontaan saisi vakuutuksen edullisemmin, jolloin myös menettelyjen kehittäminen olisi kannattavaa.

Riippuen vakuutusten hinnoittelusta ja niissä nähtävistä riskeistä vakuutuksen kustannus rakennushankkeissa voi olla merkittävä. Kokonaiskustannusta on erittäin vaikea arvioida, mutta positiivinen vaikutus laadun paranemisessa sekä asunnon ostajan oikeusturvan paranemisessa olisi kuitenkin merkittävä.

3.4 Elinkaariajattelu nykyainsäädännössä

3.4.1 Energiatehokkuus

Rakennuksen energiatehokkuus on olennainen tekijä rakennuksen toiminnassa. Nykylainsäädäntö ohjaa rakentamisen suunnittelua ja sen elinkaaren aikaisia vaikutuksia säätämällä teknisiä vaatimuksia energian käytöstä ja sen tarpeeseen vaikuttavista ominaisuuksista rakennuksessa. Energiatehokkuutta on pyritty lisäämään rakentamisessa mm. energiatodistusten, ympäristölupien ja vapaaehtoisten energiasäästösopimusten kautta. Energiatehokkuuteen liittyvät määräykset löytyvät Suomen rakentamismääräyskokoelmasta. Ilmanvaihdon energiatehokkuus varmistetaan rakennuksen käytön kannalta tarkoituksenmukaisilla keinoilla tinkimättä terveellisestä, turvallisesta ja viihtyisästä sisäilmastosta. Energiatehokkuuden luokitusjärjestelmä ja laskentamethodi uudistettiin 2018. E-luvun laskentamethodia ja sen ohjausvaikutuksia on kritisoitu, mutta suunniteltaessa rakennuksia energiatehokkuuteen kiinnitetään nykyisin paljon huomiota.

Lain mukaan kaikkien rakennusten tulee jatkuvasti täyttää turvallisuuden, käyttökelpoisuuden ja terveellisuuden perusvaatimustaso (MRL 166 §). Energiahuoltoon kuuluvat järjestelmät on pidettävä sellaisessa kunnossa, että ne rakennuksen rakennustapa huomioon ottaen täyttävät energiatehokkuudelle asetetut vaatimukset. (MRL, 1999) Laki asettaa muitakin vaatimuksia, kuten kysymyksen energihuollon järjestelmien kunnossapitämisestä, mutta lain valvonta ei käytännössä aktualisoidu rakennusvalvonnan toimesta. (RTY ry., 2017)

Energiatehokkuudella on myös muita yhteiskunnallisia tavoitteita kuin hiilijalanjäljen pienentäminen. Rakennusten omistajia ja käyttäjiä palvelisi jatkossakin normiohjaus, jossa rakennusten energiatalous tulee optimoiduksi elinkaarenaikaisten investointi- ja käyttökustannusten suhteen. Koska esimerkiksi asuintaloissa rakennusliikkeet (investoijat) ja talojen käyttäjät (energian maksajat) ovat eri tahoja, ei käyttötalouden elinkaarioptimi välttämättä toteudu kovinkaan hyvin ilman normiohjausta. Tulevien energiakustannusten arviointi on luonnollisesti hyvin epävarmaa eikä vähiten sen vuoksi, että rakennusten energiankäyttöön saatetaan jatkossakin kohdistaa fiskaalista verotusta, vaikka päästöperusteinen ohjaustarve olisi jo lähes kadonnut. Verotus ohjaisikin tällöin LVI-varustelun ja rakennusmateriaalien suurempaan kysyntään lämpötalouden kohentamiseksi ja muuttuvien kustannusten hillitsemiseksi.

Energiatehokkuus ei määrittele rakennuksen kokonaissäästöjä, vaan tilan käytön tehostaminen vähentää energiakäyttöä ja näin ollen kokonaissäästö on huomattava, jos toimitilastrategian mukainen tavoitetasoon päästään. (Suomen kansallinen energia tehokkuuden toimintasuunnitelma NEEAP -3, 2014)

3.4.2 Ekologiset näkökohdat rakentamisessa

MRL:n suunnittelun ja rakentamisen säännöstössä ohjataan, että rakennuksen elinkaari tulee ottaa huomioon, niin että rakennus on sen käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla ekologisesti kestävä. Säännöksessä (MRA 55 §) otetaan kantaa myös rakennuksen resurssitehokkuuteen sen käyttövaiheessa. Säännöksessä ohjataan, että käyttö- ja huolto-ohjeessa tulee ilmoittaa rakennuksen sekä rakennusosien suunniteltu käyttöikä (sama määräys löytyy myös MRL 117 i §). Tämän lisäksi säännöksessä huomioidaan myös rakennuksen purkuvaihe. Säännöksen perustelu osassa tarkennetaan, että ohjaus koskee suunnittelu ja että rakentamismateriaalien ympäristövaikutusten selvittäminen ei ole rakennusluvan kannalta kriittinen tekijä. ”Rakennusta suunniteltaessa tulee tarpeen mukaan selvittää rakennusmateriaalien ja tarvikkeiden aiheuttama rakennuksen elinkaaren aikainen ympäristörasitus” sekä määrätään, että ”erityistä huomiota tulee kiinnittää rakennusosien ja teknisten järjestelmien korjattavuuteen ja vaihdettavuuteen.” (MRA 55 §) (MRA, 1999)

Säännös on sinänsä kattava, mutta se on jäänyt valtaosin ”kuolleeksi kirjaimeksi”. Säännöksellä ei ole ollut rakennusmääräysten tai jätelainsäädännön kaltaista ohjausvaikutusta siinä käsiteltävissä teemoissa. (RTY ry., 2017) Myös nykylainsäädäntö pohjautuu elinkaariajatteluun. Ajattelun toiminnallistaminen on jäänyt kuitenkin puutteelliseksi. Ohjausvaikuttavuuden tehostamiseksi vaaditaan toimenpiteitä, jotka tehostavat myös nykylainsäädännössä velvoittavien ohjauskeinojen käytön tehostumista. Keskeisiä näistä ovat käyttö- ja huolto-ohjeen käytön tehostaminen ja energiatehokkuus.

3.4.3 Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje

Osana rakentamisen laatuun liittyviä ongelmia on rakennusten oikea, suunnitelmallinen ja ennakoiva ylläpito. Rakennusten suunnitelmalliseen ylläpitoon on kiinnitetty huomiota pitkään ja lainsäädäntöä on kehitetty ohjaamaan kiinteistön omistajia ja käyttäjiä ottamaan suunnitelmallinen ylläpito huomioon. (Ekroos, et al., 2018)

”Käyttö- ja huolto-ohje on väline kiinteistön elinkaaren hallintaan, ja se tukee ympäristötaseiden laatimista. Sen avulla voidaan saavuttaa ylläpidon tavoitteet kiinteistön taloudellisen käyttöiän ajan” (Rakentamismääräyskokoelma, 2000)

Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeesta säädetään maankäyttö- ja rakennuslain 117 i §:ssä. Sen mukaan rakennushankkeeseen ryhtyvä vastaa siitä, että sellaiselle rakennukselle, jota käytetään pysyväan asumiseen tai työskentelyyn tai rakennusta varten tarvittavan rakennuspaikan tai tontin tekniseen hoitoon tai kunnossapitoon, laaditaan käyttö- ja huolto-ohje. Käyttö- ja huolto-ohje on laadittava myös rakennuksen korjaus- ja muutostyössä tai käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä silloin, kun toimenpide edellyttää rakennuslupaa. Käyttö- ja huolto-ohjetta ei kuitenkaan tarvitse laatia tilapäiselle eikä määräaikaiselle rakennukselle, sellaiselle loma- tai virkistyskäyttöön tarkoitettu rakennukselle, jota ei käytetä ympärivuotisesti, eikä tuotanto- ja varastorakennukselle, jossa ei pysyvästi työskennellä. Käyttö- ja huolto-ohjeen tulee sisältää rakennuksen käyttötarkoitus ja rakennuksen ominaisuudet sekä rakennuksen ja sen rakennusosien ja laitteiden suunniteltu käyttöikä huomioon ottaen tarvittavat tiedot rakennuksen asianmukaista käyttöä ja kunnossapitovelvollisuudesta huolehtimista varten. (MRL, 1999)

Huoltokirja on asialista ja tavoitteellista kiinteistönpitoa tukeva kiinteistökohtainen asiakirjakokonaisuus sisältäen suunnittelussa ja rakentamisessa päätetyt kiinteistön

elinkaarialouden perusteet. Huoltokirja on väline kiinteistön käytön aikaisen elinkaaren hallintaan ja sen tulee tukea ympäristötaseiden laatimista. (Kukkonen & Pirinen, 2000) Keskeisiä seurannan indikaattoreita ovat olleet energian ja veden kulutus.

3.4.4 Ympäristönäkökuuma

Merkittävimmät lain oikeusohjeet ympäristönäkökulman kannalta koskevat energiatehokkuutta (MRL 115 a ja 117 g §), rakennustuotteita (MRL 152 §), lupien myöntämisedellytyksiä (MRL 135 §, 136 §, 137 §, 138 §, 139 §), hulevesiä (MRL 13 a luku) ja rakennuksen kunnossapitoa (MRL 166 §). Maankäyttö- ja rakennusasetuksen puolelta voi erityisesti nostaa esiin ekologisia näkökohtia rakentamisessa koskevan säännöksen (MRA 55 §) sekä jätehuoltotilojen järjestämistä koskevan säännöksen (MRA 56 §). (RTY ry., 2017)

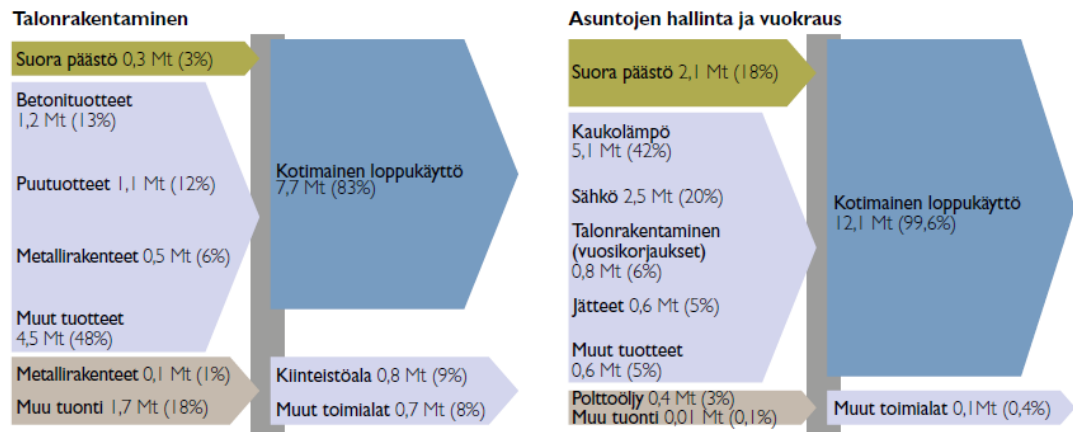
Edellä mainittu ekologisia näkökohtia rakentamisessa koskeva perussäännös (MRA 55 §) täsmentää maankäyttö- ja rakennuslain tavoitteellista säännöstä (MRL 12 §:n 2 kohtaa). Säännös sinänsä on kattava. Se on kuitenkin toistaiseksi jäänyt valtaosin ”kuolleeksi kirjaimeksi”. Suurimmat vaikutukset tulevat valtakunnallisista rakennusmääräyksistä (Suomen rakentamismääräyskokoelma) sekä jätelainsäädännöstä. MRA:n perustelumuiiston mukaan rakennusmateriaalien ja -tarvikkeiden aiheuttaman rakennuksen elinkaaren aikaisen ympäristöaristuksen selvittäminen ei voi olla lupahakemuksen käsittelyn kannalta kriittinen kysymys. (RTY ry., 2017)

4 HUOMIOON OTETTAVIA MUUTOSTEKIJÖITÄ JA ILMIÖITÄ

4.1 Ilmastonmuutos

Ilmastonmuutoksen ja hiilidioksidipäästöjen vähentäminen on toimintaa ohjaava tavoite niin eurooppalaisella, kansallisella kuin paikallisella tasolla. Kiinteistötoiminta ja rakentaminen kuuluvat toimialoina merkittäviin kasvihuonekaasupäästöjen tuottajiin. Näillä toimialoilla energiatehokkuuden ja resurssitehokkuuden lisäämisellä on merkittävä potentiaali kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä (Koskela, et al., 2013)

Ilmastonmuutos on huomioitu rakentamisen ohjauksessa vahvasti jo nykylainsäädännössä. Nykylainsäädännössä ohjauksen fokuksessa on ollut energiankulutus. Rakennusten suora energiankulutus kattaa noin 2/3 rakennuksen elinkaarenaikaisista hiilidioksidipäästöistä. 1/3 päästöistä on sitoutuneena rakennukseen. Sen lisäksi, että rakennussektori tuottaa kasvihuonekaasupäästöjä, sen vaikutus välillisesti maa-aineksen oton seurauksena on merkittävä (Kuva 1). Kasvavaan rakennuskantaan myös sitoutuu vuosittain suuri määrä kasvihuonekaasuja, ja rakennuskannalla on merkittävä ilmastonlämpenemispotentiaali (GWP). Toimialakohtainen tarkastelu on tehty viimeksi vuonna 2013. Viimeisimmässä toimialakohtaisia materiaaliavirtoja tarkastelleessa tutkimuksessa *Suomen talouden materiaaliavirrat* on hyödynnetty vuoden 2008 tilastoja. Kuvan yksi esittämään kaavioon merkittävimpinä muutoksina nykytilaan ovat maa-aineksen määrän vähentyminen noin 20 % sekä muutokset kaukolämmön- ja sähköntuotannon ominaispäästöjen osalta.



Kuva 1 Rakennusektorin elinkaariset kasvihuonepäästöt vuonna 2008 (Mt CO₂-ekv) (Koskela, et al., 2013)

4.2 Digitalisaatio

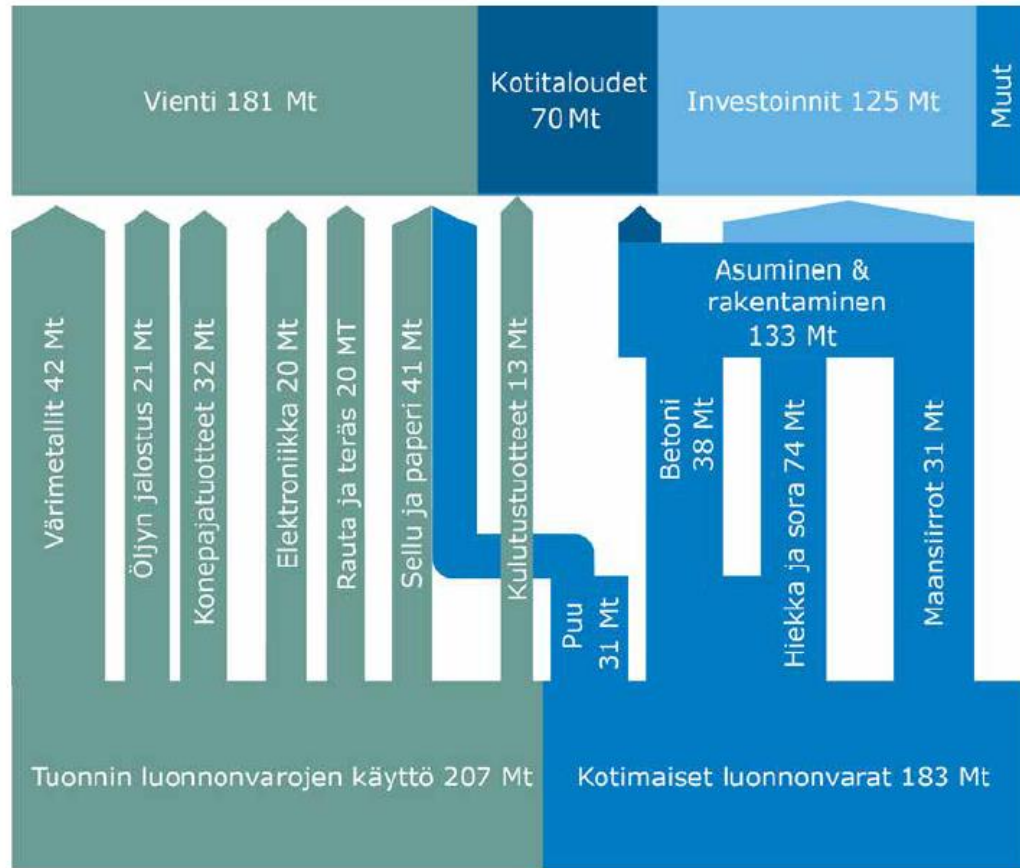
Rakennusalalla suunnittelun digitalisaation ja tiedonhallinnan kehittyminen ovat jo pitkällä ja useampien toimijoiden arkipäivää. Tiedonhallinnan kehittyminen on vain kiihtyvä ilmiö ja mahdollistaa tulevaisuudessa yhä useampien näkökulmien huomioimisen rakentamisen suunnittelussa ja rakennetun ympäristön hoidossa ja ylläpidossa. Tiedonhallinnan kehittämisen kansallisena tavoitteena (KIRA-digi) on toimintaympäristöjen ketteröittäminen esimerkiksi avoimilla rajapinnoilla ja toimintaympäristöjä harmonisoimalla. Tavoitteena on luoda parempaa tuottavuutta, resurssitehokkuutta sekä laatua. Toimintatapojen tehostumisen oletetaan luovan myös toimialalle kasvupotentiaalia. (Ympäristöministeriö, 2016)

Tietomalli mahdollistaa koko elinkaaren aikaisen tiedonhallinnan, tukee kestävästä kehitystä sekä elinkaari- ja ympäristörakentamista. Mallintamisella tuetaan sekä kiinteistöliiketoimintaa että investointiprosessin tehokkaampaa ohjausta. Yleisellä tasolla mallinnus tuottaa mm. tarkempaa tietoa investointipäätöksen tueksi, joustavaa ja avointa tiedonjakoa kaikkien osapuolten kesken, parempaa laatua virtuaalisten analysointityökalujen avulla, taloudellisuutta ja tehokkuutta rakennuksen käyttöön ja ylläpitoon sekä kiinteistön koko elinkaaren kestävästä tiedonhallintaa. (Halmetoja, 2016)

4.3 Resurssitehokkuus

Rakennustoiminta on yksi suurimpia luonnonvarojen kuluttajia Suomessa. Se käyttää vuosittain n. 10 miljoonaa tonnia rakennusmateriaaleja ja -tuotteita. Samalla tuotetaan merkittävä määrä jätettä: 2,2 miljoonaa tonnia vuonna 2011 (Peuranen & Hakaste, 2014). EU-tasolla rakentamistoimiala tuottaa noin kolmanneksen kaikesta syntyvästä jätteestä. Syntyvästä jätteestä Suomessa on arvioitu päätyvän materiaalihyötykäyttöön vain vajaa 30 %. Esimerkiksi suurin osa rakentamisen jätetuusta hyödynnetään tällä hetkellä energiantuotannossa. Myös osa materiaalihyötykäytöstä on jalostusasteeltaan matalaa kuten maatäyttöjä. Hyötykäytössä tulisi kannustaa jättejakeiden korkeampiasteiseen hyötykäyttöön materiaalina. Materiaalihyötykäytössä Suomi on jäänyt jälkeen useasta muusta EU-maasta. EU:n jätedirektiivi (Jätedirektiivi (EY) N:o 98/2008) määrittelee rakennus- ja purkujätteiden kierrätystavoitteeksi 70 painoprosenttia vuoteen 2020 mennessä. Suurena jätteiden tuottajana rakennustoiminnalla on suuri vaikutus ja vastuu valtakunnallisiin tavoitteisiin pääsemisessä. Kierrättäminen tulisi aloittaa jo rakennuksen suunnitteluvaiheessa. Rakentamiseen olisi kehitettävä rakennusmateriaalien uusiokäyttöä tukevia

tuotejärjestelmiä, jotka mahdollistaisivat komponenttien yksinkertaisen purkamisen, kunnostamisen ja uudelleenkäytön. (Pirhonen, et al., 2011)

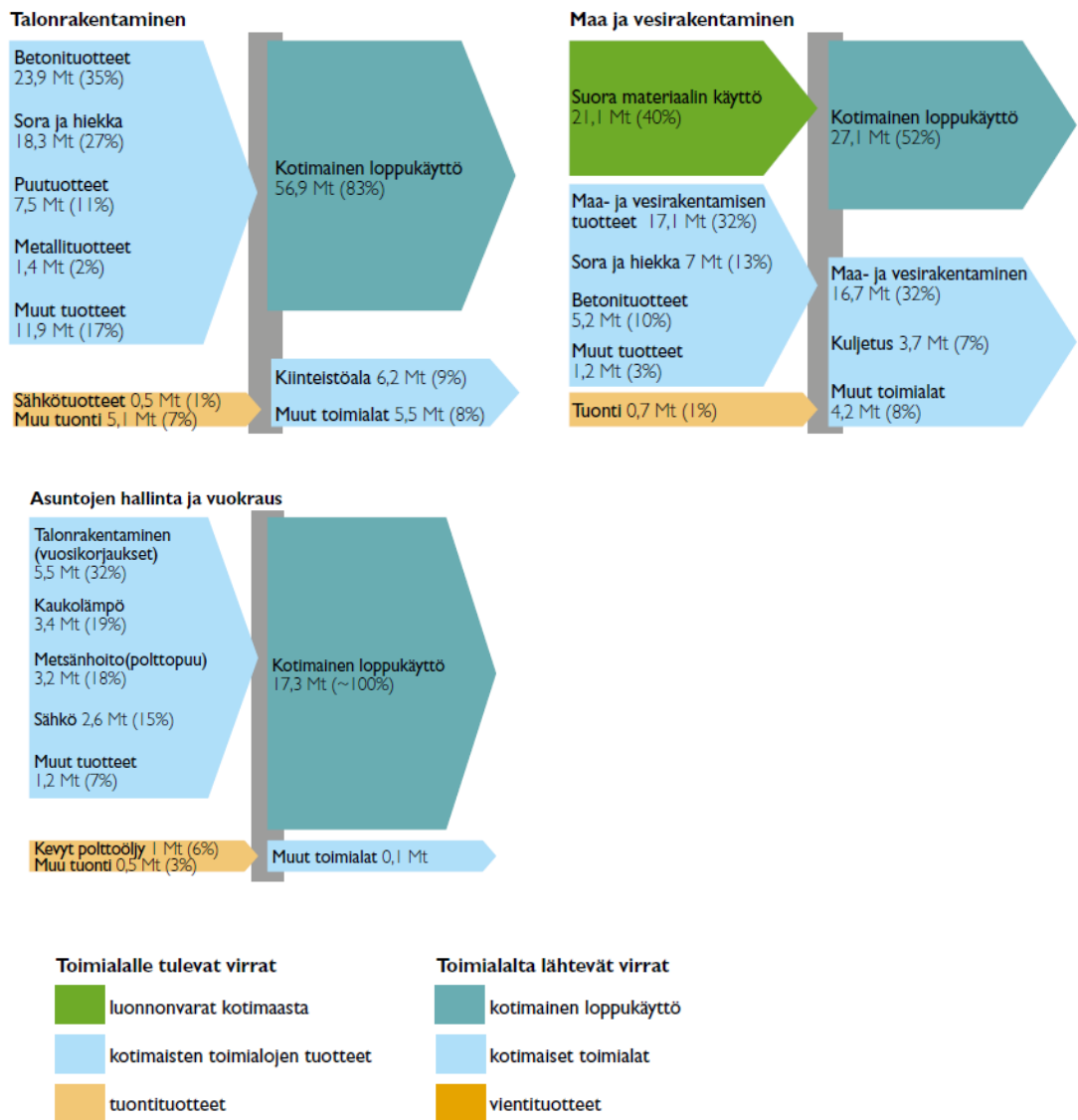


Kuva 2 Suomen talouden suurimmat luonnonvaravirrat 2008 (Koskela, et al., 2013)

Resurssitehokkuus on yksi Eurooppalaisista ja kansallisista keskeisistä tavoitteista. Suomen talouden materiaalivirrat 2008 arviointiraportissa tunnistetaan rakentamisectori yhtenä merkittävimmistä luonnonvaroja käyttävistä toimialoista. Merkittäviä vaikutuksia luonnonvarojen käytön näkökulmasta tunnistettiin rakentamisen sektorilla syntyvän kiviaineksen käytöstä (maa-ainesten oton vaikutukset) sekä kiinteistötoimialan tärkeimmäksi tekijäksi tunnistettiin sähkön- ja lämmön tuotanto. (Koskela, et al., 2013)

Kotimaisista luonnonvaroista puu on ainoa luonnonvara, jota viedään vientiin. Pääosin luonnonvarat käytetään asumiseen ja rakentamiseen – 133 Mt (Kuva 2), näistä vaikutuksiltaan merkittävin on kiviaines.

Useilta eri sektoreilta kohdistuvat paineet pakottavat kiinnittämään huomiota luonnonvarojen käyttöön. Arviointiraportissa (Koskela, et al., 2013) on tunnistettu sektori tai toimialakohtaisia tehostamistoimenpiteitä, mutta toimialakohtaiset toimenpiteet usein johtavat luonnonvarojen käytön lisääntymiseen jollakin toisella sektorilla. Resurssitehokkuuteen on tästä syystä tähdättävä jokaisella toimialalla yhtäaikaaisesti. Kuvassa 3 esitetään taselaskennan tuloksia rakennussectorilla. Talonrakentamisessa ja kiinteistöiden ylläpidossa kulutuskohteet ja materiaalivirrat ovat pääasiassa kotimaisia. (Koskela, et al., 2013)



Kuva 3 Sektoreilta tulevat ja lähtevät materiaalivirrat (Mt, megatonni), 2008 (Koskela, et al., 2013)

Puu- ja betonituotteet sekä maa-ainekset ovat rakentamisen merkittävimmät materiaalivirrat ja myös rakentamisen kasvihuonepäästöjen merkittävimmät lähteet. Suomen nykyisessä taloudellisessa rakenteessa tehokkain tapa vähentää luonnonvarojen käyttöä olisi vähentää prosesseihin sisään meneviä panoksia ja lisätä suljettuja materiaali-kiertoja, varsinkin materiaali-intensiivisillä avainsektoreilla. Materiaalin suora vähentäminen ei pelkästään riitä resurssitehokkuuden saavuttamiseen, tarvitaan muitakin resurssitehokkuutta tukevia toimenpiteitä. Niukkaressurssisen talouden toteuttaminen vaatii merkittäviä ja radikaalejakin muutoksia yhteiskunnassa ja ihmisten ajattelussa. (Seppälä, et al., 2009)

4.4 Energiatuotanto

Jopa 2/3 rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljestä saattaa kertyä sen energian käytöstä, mitä on pyritty rajoittamaan normiohjauksella. Rakennusten vaatiman sähkön ja lämmön kulutuksen rinnalla välittömämpi vaikutus hiilijalanjälkeen on kuitenkin

energian toimittajalla. Kun rakennusmääräyksillä voidaan vaikuttaa joitakin kymmeniä prosentteja energiankäytössä uusien ja peruskorjattavien rakennusten osuudessa, voi lämpöenergian toimittaja vähentää kunkin investointipäätöksensä yhteydessä kokonaispäästöjensä määrää jopa kymmeniä prosenttiyksiköitä alaspäin koko asiakaskannalle eli rakennuksille. Tällainen kehitys näyttäisi toteutuvan lähivuosisikymmeninä.

Kaukolämmön osuus huoneistojen lämmityksestä kasvaa edelleen mm. kaupungistumisen vaikutuksesta. Suurin osa kaukolämpöyhtiöistä on puolestaan päästökauppajärjestelmän piirissä. Kun vaatimukset EU:n hiilineutraalisuudesta vuoteen 2050 mennessä ovat voimistuneet, ja kun EU on jo päättänyt nopeuttaa päästöjen vähentämistä vuoteen 2030 mennessä, tulevat nämä päätökset vaikuttamaan suoraan myös kaukolämmön tuotantoteknologioihin päästöjä vähentävästi, kuten on jo nähtävissä vähäpäästöisillä pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla. Päästöoikeuksien niukkuuden luoma kustannuspaine ohjaa energiayhtiöitä tuotantomuutoksiin. Niinpä nyt rakennettavat uudet ja peruskorjatut rakennukset olisivat vasta elinkaarensa alkupuolella, kun kaukolämmön ja sähkön tuotanto tapahtuisi Suomessa jo lähes päästöttömästi, mikä vastaavasti poistaisi rakennusten käytöstä johtuvat päästöt.

Tästä näkökulmasta energiankulutuksen normiohjaus kaukolämmityksen, sähkölämmityksen ja lämpöpumppujen tapauksessa ei ole välttämätöntä päästöttömyyden saavuttamiseksi ja se voi johtaa varsin kustannustehottomiin ratkaisuihin saavutettavissa oleviin päästövähennyksiin nähden. Lämpöeristävä materiaalikäyttö ja siihen sitoutuva hiilijalanjälki sen sijaan todennäköisesti tällöin kasvaa, kun rakentajan veloitteena on energiankulutuksen vähentäminen normia vastaavaksi.

Päästökaupan mukana laskevaan päästökehitykseen eivät kuitenkaan automaattisesti sisälly oman lämpönsä tuottavat kiinteistöt tai pieniin kaukolämpöverkkoihin liittyneet kiinteistöt, jos kummassakin tapauksessa kulutetaan fossiilisia polttoaineita. Päästökauppajärjestelmän sijaan ne kuuluvat Suomen valtion vastuulla olevaan taakanjakosektoriin, ja vaikutuskanava niihin on lähinnä polttoaineiden energiaverotus, jonka tulisi painaa vähitellen päästöt tavoitetasoa vastaaviksi. Asiaan saattaa liittyä tasapuolisuusnäkökulmia, mikäli energiakustannukset päästökaupan piirissä ja sen ulkopuolella eroavat merkittävästi toisistaan julkisen vallan toimenpiteiden vuoksi. Tämä myös puoltaa normiohjausta ainakin päästökauppajärjestelmästä erillään oleville rakennuksille, jos niiden suunniteltu toiminta aiheuttaa päästöjä.

Energiatehokkuudella on myös muita yhteiskunnallisia tavoitteita kuin hiilijalanjäljen pienentäminen. Rakennusten omistajia ja käyttäjiä palvelisi jatkossakin sellainen normiohjaus, jossa rakennusten energiatalous tulee optimoiduksi elinkaarenaikaisten investointi- ja käyttökustannusten suhteen. Koska esimerkiksi asuintaloissa rakennusliikkeet (investoijat) ja talojen käyttäjät (energian maksajat) ovat eri tahoja, ei käyttötalouden elinkaarioptimi välttämättä toteudu kovinkaan hyvin ilman normiohjausta. Tulevien energiakustannusten arviointi on luonnollisesti hyvin epävarmaa eikä vähiten sen vuoksi, että rakennusten energiankäyttöön saatetaan jatkossakin kohdistaa fisikaalista verotusta, vaikka päästöperusteinen ohjaustarve olisi jo lähes kadonnut. Verotus ohjaisikin tällöin LVI-varustelun ja rakennusmateriaalien suurempaan kysyntään lämpötalouden kohentamiseksi ja muuttuvien kustannusten hillitsemiseksi.

5 ELINKAARIAJATTELUN ULOTTUVUUDET RAKENTAMISESSA

5.1 Rakennuksen elinkaari

Rakennuksen elinkaaren ja käyttöiän kannalta merkittävimmät ratkaisut tehdään suunnitteluvaiheessa. Rakennuksen vaiheet on esitelty kuvassa 4. Rakennuksen elinkaariajattelussa yhdistyvät sekä rakennuksen suunnitteluvaiheen ratkaisut että käyttövaiheen ylläpito. Olavi Holmijoki selvityksessään *Korjausrakentaminen Suomessa* esittää, että korjausrakentaminen tai sen puutteet ovat merkittävin tekijä rakennusten käytettävyyden ja taloudellisen käyttöiän toteuman näkökulmasta. Materiaalivirtojen ja rakennuskantaan sitoutuneiden resurssien näkökulmasta vaiheita ovat tuotevaihe ja purkuvaihe. Rakennuksen materiaalivirtojen näkökulmasta myös huollolla ja korjausrakentamisella on suuri merkitys rakennuksen elinkaaren aikana.



Kuva 4 Rakennuksen vaiheet (Pöyry, 2018)

Rakennuksen elinkaaren keston kannalta olennaisessa osassa on rakennuksen tarve ja sen käytettävyys. Asuinrakentamisen kohdalla, mikä muodostaa suuren osan asuntokannastamme, ihmisten asumiseen kohdistamat tarpeet ovat moninaisia ja ne muuttuvat ajassa. Tämä tarkoittaa, että asunnolla tai rakennuksella pitäisi olla potentiaalia mukautua erilaisiin tarpeisiin ja niiden muutoksiin. (Tapio, 2015) Rakennuksen käyttötarkoituksen muutokset tai varautuminen tilallisiin muutoksiin ovat tekijöitä, jotka huomioidaan jo nykyisessä rakentamisessa. Muuntojoustavuus on käsite, jolla tätä potentiaalia kuvataan. Joustavuus on tärkeä ominaisuus myös, kun tarkastelussa huomioidaan nykyinen rakennuskanta ja jäykkyystekijät nykyisissä asuntomarkkinoissa ja rakentamisen volyymin vaihteluissa. Sekä maankäytön että rakennusten suunnittelussa joustavuuden huomioiminen on olennainen asia, mutta laadullisena tekijänä se on vaikeasti yhteismitattavissa. Joissakin kaupallisissa ympäristöluokitusjärjestelmissä myös muuntojoustavuus on huomioitu.

Elinkaariajattelun lisäämisen keskeinen tavoite tulisi olla menetelmä, jolla luodaan tietopohja joka mahdollistaa eri rakennuksen vaiheiden huomioimisen päätöksenteossa ja tukee informaation ja kommunikoinnin siirtymistä eri toimijoiden välillä. Ohjauksessa käytössä olevat menetelmät eivät vaikuttavuudeltaan ole riittäviä tai niitä ei täysimääräisesti toteuteta tällä hetkellä. (RTY ry., 2017) Elinkaarianalyysilla voidaan tuottaa tietoa jolla vahvistetaan ja monipuolistetaan olemassa olevien ohjauskeinojen käyttöä.

Kestävän rakentamisen prosessit hankkeen tulosten pohjalta rakentamiseen prosessiin tarvittaisiin ensi sijassa seuraavat muutokset prosessien kehittämiseksi kestävän rakentamisen mukaiseksi:

1) kysynnän herättäminen ja loppukäyttäjien tietoisuuden kasvattaminen kestävän rakentamisen vaikutuksista ja potentiaalista

- 2) kestävän rakentamisen vaatimusten hallinnan menetelmien omaksuminen ja käyttäminen
 - 3) prosessiin integroitujen kestävän rakentamisen työkalujen käyttöönotto
 - 4) suunnittelijoiden yhteistyön ja kestävän rakentamisen kompetenssin kehittäminen ja pääsuunnittelijan roolin vahvistaminen
 - 5) uusien kestävän korjausrakentamisen konseptien ja palvelujen kehittäminen.
- (Häkkinen, 2011)

5.2 Elinkaarianalyysimenetelmä

Elinkaarianalyysi on menetelmä, jolla tuodaan suunnitteluvaiheessa rakennuksen koko käyttöiän synnyttämät vaikutukset osaksi suunnitteluratkaisuiden aineistoa. Suunnittelu on aina tulevaisuuteen katsomista, mutta menetelmä mahdollistaa vaikutusten kvantifioinnin ja myös paikallistamisen prosessin eri vaiheisiin. Elinkaarianalyysi on päätöksenteon ja optimaalisten suunnitteluratkaisuiden apuväline rakennuttajalle ja suunnittelijalle. Metodina voidaan käyttää erilaisia välineitä suunnittelukysymyksestä tai hankkeen vaiheesta riippuen. Olennainen osa menetelmää on tuoda vaikutukset näkyviin kaikille osallisille rakennuksen eri vaiheissa.

Elinkaariarviot voidaan lähtökohtaisesti luokitella kolmeen luokkaan:

- Elinkaariarvio perustuen rakennusmateriaalien ja rakennuksen käyttöikäen. Arvio perustuu hankkeen suunnittelussa käytössä olevaan tietoon.
- Elinkaarianalyysissä tarkastellaan yksittäistä indikaattoria kuten hiilijalanjälkeä.
- Täysimääräinen elinkaarianalyysi (cradle to grave), jossa tarkastelu perustuu tuotetietoihin kuten EPD.

Laskentatavat tai arvioitavat asiat voivat erota hankkeen eri vaiheissa tai kohteesta riippuen. Kokonaisvaltaisissa rakentamisen laatuluokituksissa huomioidaan myös kestävän rakentamisen näkökulmat. Käytetyn välineen taso vaikuttaa sen soveltamisen helppouteen, mutta ohjauksena menetelmän vaikuttavuuteen. Suuri osa elinkaarianalyysin vaikuttavuudesta seuraa mahdollisuudesta arvioida vaikutuksia tuotteiden tai suunnitteluratkaisuiden välillä.

Käytössä olevat elinkaariarviomenetelmät ja analyyseissa tehdyt rajaukset sekä tulokset eroavat huomattavasti toisistaan. Yhteismitallisuuden puute vähentää menetelmien käytön mielekkyyttä. Jotta voidaan velvoittaa menetelmän käyttöä tai liittää velvoitteeseen muita ohjaukskeinoja, olisi laskentamenetelmät ja oletukset rajattu tavalla, että tulokset olisivat yhteismitallisia.

Yhteismitallisuutta ja tuloksien tulkinnan helppoutta mahdollistavat etukäteen tehtävät rajaukset mm. koskien systeemiä, huomioitavia rakenteita (rakennus) tai indikaattorien määrää.

5.2.1 Osarakenteiden vaikutus päästöihin

Lähtökohtaisesti rakentamisen merkittävimmät päästövaikutukset syntyvät rakenteista joissa määrällisesti käytetään eniten materiaalia. Merkittävä vaikutus on rakennuspaikalla ja siihen sijoitettavan rakennusmassan koolla ajatellen tarvittavia perustustöitä ja esimerkiksi maaperän stabilointia. Elinkaariarvioin laskentamenetelmää

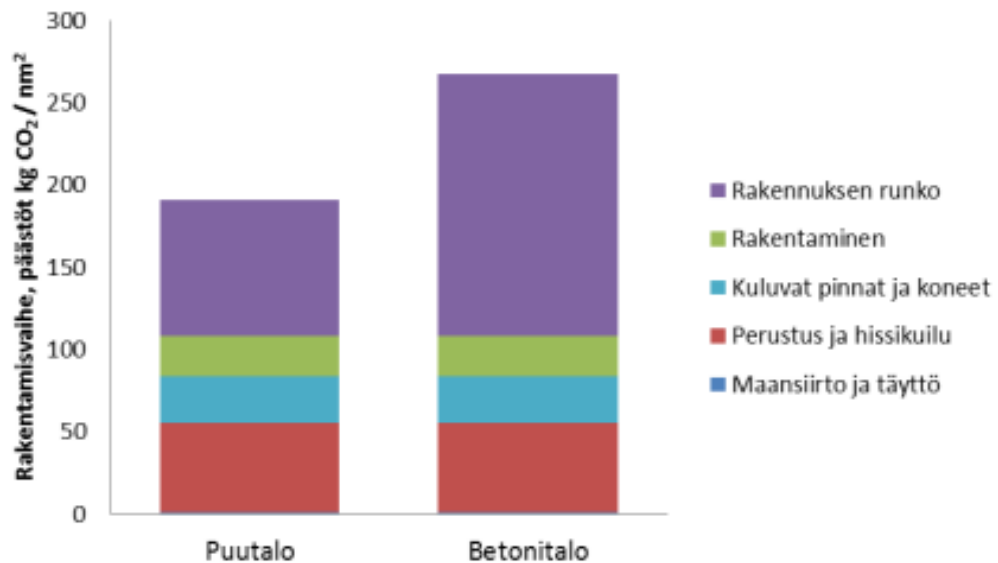
laatiessa on mietittävä otetaanko vertailtavuuden vuoksi menetelmässä huomioon ainoastaan rakennuksen maanpäälliset osat. Rakennuspaikkaan ja osittain mahdollisesti perustustapaan liittyvät vaikutukset voitaisiin analysoida maankäytön suunnittelun yhteydessä ja siten jättää pois rakennukseen liittyvästä analyysistä ulkopuolelle.

Taulukko 2 Asuinkerrostalon arvioidut khk-päästöt. Esimerkkikerrostalo kg KHK/ k-m². (Häkkinen & Vares, 2018)

	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

Taulukossa kaksi esitettyjen osarakenteiden khk-päästöt kerrosneliöittäin indikoivat siitä, että rakenteiden keskiarvotieto, suuren vaihteluvälin johdosta, ei anna riittävän tarkkaa tietoa rakentamisen todellisista vaikutuksista. Tästä syystä rakennusten elinkaariarvio tulee tehdä niissä käytettyjen materiaalien mukaan, jotta analyyseilla luodaan riittävä tiedollinen pohja suunnitteluratkaisuja tehdessä.

Rakentamisvaiheen päästöjen jakauma



Kuva 5 Tapaustutkimus rakentamisvaiheen päästöjen jakauma puu- ja betonirakenteille. (Korteniemi, et al., 2011)

Sitran toteuttamassa tapaustutkimuksessa, jossa verrattiin puu- ja betonirakentamisen vaikutuksia, on esitys rakentamisvaiheen hiilidioksidipäästöistä verrokkien kesken. Esityksessä päästöjen erot syntyvät rakennuksen rungosta. Tapaustutkimuksessa esitettyä tulosta selittää betonirungon suurempi massa ja sen tarvitsemat materiaalit. (Korteniemi, et al., 2011) Esimerkki demonstroi, että rakentamisessa eri rakenteilla on erilainen suhteellinen osuus rakentamisen päästöjen muodostumisessa ja voitaisiin ajatella, että vaikutusten analyysia voisi tällä perusteella rajata koskemaan vain merkittävimpiä rakenteita. Vertailu (Kuva 5) esittää vain rakentamisvaiheen tilannetta ilman, että se sisältää esim. huoltoa ja purkua tai mahdollista materiaalien kierrätystä, jotka vaikuttavat merkittäväällä tavalla päästöihin. Elinkaaraisia vaikutuksia arvioitaessa tulisi huomioida materiaalien ominaisuudet suhteessa huoltoon, korjaukseen ja loppuhyödyntämisen mahdollisuuksiin. Rakentamisen lisäksi myös purkutyön vaikutukset voivat nousta merkittäväksi päästölähteeksi. Rakennusteknisen kehityksen näkökulmasta olennaista olisi tukea vähähiilisten materiaalien ominaisuuksien lisäksi kehitystä, jossa huomioitaisiin rakenteiden käyttöiän lisäksi materiaalien huolto ja korjaustoimenpiteiden vaikutukset.

Kaikki rakenteelliset osat ovat suositeltavia pitää mukana tarkastelussa ajatellen ohjausmekanismin kannustavuutta eri osatekijöiden osalta. Olennainen näkökulma, mahdollisen rajauksen tekemisessä, on huomioida rakentamisen menetelmien tai rakenteiden kehityksen tukeminen. Olennaista on, että menetelmällä ei luoda esteitä tekniselle kehitystyölle tai mahdollisuutta osaoptimoinnille.

Rakennusosien keskiarvoisia päästökertoimia käytettäessä arvion epävarmuus kasvaa ja laskelmat eivät tehokkaalla tavalla palvele suunnittelua tai rakentamiseen liittyvää päätöksentekoa. Välineen luotettavuuden takia on suositeltavaa, että rakennusten elinkaariarviointia ei tehdä rakenteiden mukaan, vaan niissä käytettyjen materiaalien mukaan. Tämä vähentää merkittävästi – vaikkei kokonaan poistakaan – keskiarvotietoihin liittyvien epävarmuuksien merkitystä rakennustason arvioinnista.

5.2.2 **Systemin rajaus**

Työpajan asiantuntijoiden näkemyksen mukaan osa rakentamisesta syntyvistä vaikutuksista olisi arvioitava maankäytön suunnittelun yhteydessä. Kaavan mukaisella rakennuspaikalla on tehty jo laajempi alueen rakenteet huomioiva arvio rakentamisen mahdollisuuksista. Eli kaavoituksessa tehdään ratkaisut rakennuspaikan kelpoisuudesta ja mm. sille sijoitettavan rakennusmassan suuruusluokasta. Tästä näkökulmasta elinkaarianalyysissä rakennusten kohdalla voitaisiin rajata pääosin maanpinnan alapuoliset osat tarkastelun ulkopuolelle. Tällaisia olisivat siis esimerkiksi rakennuspaikan stabilointiin liittyvät panokset. Näin voitaisiin helpottaa ja yhdenmukaistaa sekä rakennuttajan että viranomaisten tulkintaa rakennukseen liittyvien analyysien arvioinnissa.

Esitetty näkemys hieman eroaa VTT:n selvityksessä esitetystä suosituksesta, että arvioinnissa huomioidaan myös tontin rakentaminen ja maamassojen vaikutukset. (Häkkinen & Vares, 2018) Asiantuntijat pitivät tärkeänä, että rakennusosat olisivat muuten mahdollisimman laajasti lähtökohtaisesti tarkastelussa mukana. Ja keskiarvojen käyttöä ei pidetty hyvänä metodina kuin hankkeen alkuvaiheessa kaavoituksessa tai esim. hankesuunnittelun työvälineenä.

5.2.3 **Indikaattorit**

Yksi elinkaariarvioinnin ominaisuuksista on, että ajallisen ulottuvuuden lisäksi ympäristövaikutuksia kyetään tarkastelemaan monipuolisesti. Tarkastelun rajoittaminen yhteen tai muutamaaan indikaattoriin mahdollisesti kiinnittää huomion suunnittelussa liian yksipuolisesti vaikutusten yhteen näkökulmaan. Asiantuntijoiden näkemyksen mukaan yleisen tason indikaattorina esimerkiksi hiilijalanjälki indikoi resurssitehokkuudesta, millä on oletettavasti myös ilmastovaikutusten lisäksi muita positiivisia ympäristövaikutuksia. Tätä tukee Seppälän ym. 2009 esittämä vaikutusten arvioon perustuva näkemys, että raaka-aineiden kokonaiskulutus indikaattorina kuvaa karkeasti ympäristövaikutuksia, mutta ei sovellu yksityiskohtaisiin vertailuihin.

Yksittäisten indikaattorien käyttö kaventaa menetelmän luomia dynaamisia vaikutuksia esimerkiksi suhteessa rakennusmateriaalien hyödyntämiseen tai vaikutuksia rakennustuotteiden valmistukseen. Kehitys jollakin osa-alueella voi luoda takaisin kytkentäilmiöitä, jotka kohdistuvat johonkin toiseen vaikutukseen tai tuotteeseen. Tätä efektiä voidaan pienentää vaatimuksella käyttää EPD (environmental product declaration) tuotetietoja lähtöaineistona. Ongelmana Suomessa on, että EPD tuotetietoja Suomessa on vähän, joskin ne ovat RTS-Ympäristöluokitusjärjestelmän vaatimusten mukaisesti täydellisiä (kehdesta-hautaan). Työryhmä piti mahdollisen ratkaisua jossa veloitetaan muutaman indikaattorin käyttöön mutta ohjeistetaan ja luodaan laskentamalli myös holistisemmalle analyysimenetelmälle.

5.3 **Ohjauvälineen muoto ja elementit**

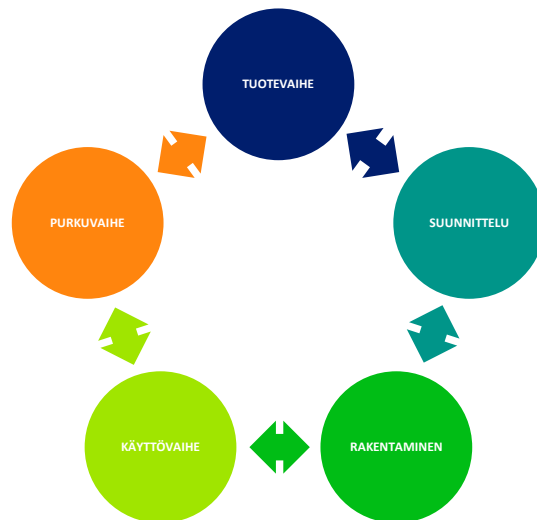
Vaikuttavuusanalyysissa tunnistettiin, että suorien ympäristövaikutusten ohella menetelmällä voisi olla laajempia dynaamisia vaikutuksia. Menetelmän nähtiin ajurina toiminnallistavan elinkaariajattelua ja vahvistavan nykyilmaisäädännössä esitettyjä komponentteja. Menetelmällä tulee olla vaikutus, jolla myös päästöjen vähentämisen potentiaalia tullaan jatkossa kasvattamaan.

Ajurin tärkein ominaisuus tunnistettiin tiedolliseksi. Informaatio-ohjauksen välineen kaltaisesti analyysiin on mahdollista integroida vähähiilisyiden lisäksi rakentamisen ohjauksen muita tavoitteita. Tiedollisena ajurina menetelmän olisi tuotettava tietoa, joka

palvelee prosessin eri vaiheissa ja eri käyttötarkoituksia varten. Ajurin tärkeimpinä ominaisuuksina pidettiin sitä, että metodilla luotua tietopohjaa voidaan käyttää ja rikastuttaa koko elinkaaren ajan. Olennaisena koettiin, että elinkaarianalyysi ei olisi ainoastaan yhden indikaattorin varassa, vaan mukana on myös muita asumisen laatuun liittyviä määrällisiä indikaattoreita.

Merkittävänä tekijänä tunnistettiin käyttäjien roolin vahvistaminen prosessien eri vaiheissa. Osasyynä tällä hetkellä käyttö- ja huolto-ohjeen vajavaiseen hyödyntämiseen on osittain sen tekninen luonne. Tästä syystä sen rooli painottuu ammattilaiskäytössä. Rakennuksen käytön ajan kunnossapidon päätöksenteon tueksi olisi käyttäjien ja omistajien kiinnostusta herätettävä ja toimenpiteiden ja rakennuksen arvo tunnistettava. Sekä elinkaarianalyysiin että käyttö- ja huolto-ohjeeseen olisi mahdollista lisätä elementtejä, jotka motivoivat käyttäjäkunnan osallistumista. Indikaattoreina tällaisia ovat mm. olosuhteet rakennuksessa. Nykyisin seurataan ainoastaan energian ja veden kulutusta. Uusilla rakennuksen käytettävyydestä indikoivilla teemoilla voitaisiin herättää ihmisten mielenkiintoa rakennuksen kunnan seurantaan. Esimerkiksi sisäilmanlaatua voidaan helposti seurata ja sen muutokset indikoivat kunnossapito- tai korjaustarpeista.

Ohjausmenetelmän muodon ajatuksena on sillä saavutetut edut mutta myös tarve. Menetelmän on ns. palveltava käyttäjäkuntaa prosessin eri vaiheissa. Selvää on, että päätöksentekoon tarvitaan laajempaa tiedollista pohjaa esimerkiksi rakentamisen ympäristövaikutuksista. On myös kehitettävä tiedonhallinnan ja tiedonkulun menetelmiä rakennuksen elinkaaren eri vaiheissa. Vaikuttavuudeltaan paras elinkaarianalyysin muoto ja malli on sellainen, joka palvelee sekä päätöksenteon tiedollista pohjaa, mutta myös luo intensiivin kehitystoiminnalle rakennuksen elinkaaren vaiheissa. Kuvassa 6 on esitetty rakentamisen vaiheet tulevaisuudessa.



Kuva 6 Rakennuksen elinkaarimalli tulevaisuudessa (Pöyry 2018)

Työpajassa saatujen tulosten perusteella keskeisiä ohjauskeinon kriteerejä ovat:

- Riittävä osuus rakennuskannasta on ohjauksen piirissä mukana
- Vaikuttavuuden takia velvoite ulotettava korjausrakentamiseen
- Kokeiluvaiheessa mahdollisimman laajasti eri rakennustyyppit edustettuina
- Menetelmä palvelee rakentamisen nykyisiä ohjauskeinoja

- Menetelmässä otetaan huomioon reunaehdot ja osa-optimointi
- Menetelmä toimii vuoropuhelun ja kommunikoinnin välineenä

Toimenpiteet

- Kansallinen ohjeistus suunnittelussa hyödynnettävistä menetelmistä
 - Laskentatapa
 - Tietomallien hyödyntäminen
- Velvoittavan menetelmän laadinta ja sen käyttöön liittyvien tietokantojen kehittäminen
- MRL:n päivittäminen myös muiden ohjauskeinojen osalta

Metodin ominaisuudet

- Rakentamisen/rakennuksen ympäristövaikutukset ja laatutekijät osana elinkaarianalyysinä ja tietomalleja
- integroitu sekä e-lukuun että käyttö- ja huolto-ohjeeseen
- Indikaattorit toimivat huoltokirjan pohjana

Huomioitavat seikat

- Khk-päästöt toimivat indikaattorina ympäristövaikutusten vähenemisestä/kasvusta. Tarkempi analyysi ympäristövaikutuksista vaatii EPD tuotetiedon.
- Ainoastaan yhden ominaisuuden arviointi luo riskitekijöitä osaoptimoinnille ja työkalun laajemmalle käytölle.
- Kun metodia lähdetään velvoitteena soveltamaan, olisi hyvä lähtökohta ottaa mukaan myös muita rakentamisen ohjauksen kannalta olennaisia elementtejä
 - indikaattorina esimerkiksi sisäilman laatutekijät
- Elinkaariarvioiden laajaan velvoittavuuteen liittyy ongelmia kuten tällä hetkellä ammattitaidon puute tai valvonnan ongelmat.
- Tietomallien käytön yleistyminen ja suunnitteluohjelmistoihin integroidut elinkaarianalyysien sovellukset helpottavat huomattavasti analyysien tehokasta ja vaivatonta hyödyntämistä ja valvontaa jatkossa. Ohjeistus tietomallien käytöstä analyysien välineenä.
- Ohjataan analyysin toteuttamiseen mahdollisimman varhain hankkeen alussa - mahdollisesti useampia menetelmäohjeita.

5.4 Elinkaaren huomioiminen korjausrakentamisessa

Suomen rakennuskannan kokonaiskerrosala on 467 milj. k-m², josta 85 % on asuinrakennuksia. Taloudellisesti korjausrakentamisen suuruus vuositasolla noin 6 mrd. € luokkaa (tilastokeskus 2017). Tilastokeskuksen mukaan asunto-osa-aluekehittäjien korjausten kokonaismäärä on noin 1,6 miljardia euroa.

Korjausrakentaminen on otettu huomioon nykyisessä rakentamisen ohjauksessa mm. MRL 117 §:ssä ja sen kohdissa a-g ja j-k. Tämän lisäksi käytössä ovat olleet laajasti

informaatio-ohjauksen välineet. Työryhmä näki, että esimerkiksi korjausrakentamisen khk-päästöjen säästöpotentiaali on moninkertainen suhteessa uudisrakentamiseen. Asiantuntijoiden näkemyksen mukaan MRL uudistuksessa yhtenä keskeisenä tavoitteena tulisi olla nykyisen lainsäädännön fokuksen laajentaminen olemassa olevan kiinteistökannan ohjaukseen ja että rakentamisen ohjaus korjausrakentamisen kohdalla tulee tehdä kannustavalla tavalla.

Korjausrakentamisessa syntyy merkittävä osa rakentamisen yhteydessä syntyvistä jätevirroista. Korjausrakentamisen yhteydessä elinkaarimenetelmän soveltaminen on haastavaa ja elinkaaritarkastelun tulisi tukea korjausrakentamisessa tehtäviä ratkaisuja huomioiden rakentamisesta syntyvät materiaalivirrat ja niiden hyödyntäminen. Korjausrakentamisessa olennaista on uusien rakenteiden tai talotekniikan iän määrittely sekä korjausrakentamistoimenpiteiden vaikuttavuus rakennuksen käytettävyyteen ja elinikään.

Rakennussektorilla saavutettavien kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä korjausrakentamiseen kohdistuvat toimenpiteet nähtiin erityisen potentiaalisina. Työryhmässä esitettiin, että vaikuttavuutta tiedollisen ohjauksen lisäksi tehostettaisiin toimenpiteillä kuten tukemalla energiatehokkuuskorjauksia ja rajaamalla energiatehokkuudeltaan heikoimpien kohteiden käyttöä.

6 VAIKUTUSARVIOT ELINKAARIAJATTELUSTA RAKENTAMISESSA

Seuraavassa on esitetty tiivistelmä asiantuntijoiden 11.10.2018 työpajassa tunnistamista elinkaariajattelun vaikutuksista ja ohjauskeinojen vaikuttavuuden elementeistä rakentamiseen.

Vaikutustarkastelu on laadittu yhteistoiminnallisessa vaikuttavuus analyysina. Tarkoituksena on ollut nostaa jatkotarkastelun piiriin mahdollisimman paljon erilaisia huomioon otettavia näkökohtia, joiden syvällisempi tarkastelu edellyttää yksityiskohtaisempaa selvitystä.

6.1 Taloudelliset vaikutukset

Elinkaariajatteluun siirtymisen kehitysvaiheessa, kun ei olla tietoisia menetelmistä ja tavoista, kuinka elinkaariajattelua tullaan käytännön tasolla toteuttamaan, on kustannusvaikutuksista vain heikko ennakkokäsitys. Strategia, jolla käytännön toteutus lanseerataan, vaikuttaa kustannuksiin. Riittävän pitkällä siirtymäajalla voidaan hillitä kustannusten nousupainetta ja samalla varmistetaan kaikkien toimijoiden mukaan pääsy kehitykseen. Kun alan toimijat ovat sisäistäneet elinkaariajattelun toiminnalleen, keskinäinen kilpailu hillitsee kustannusten nousua ja voi jopa saada aikaan pidemmässä aikajaksossa hintojen laskua.

Elinkaarilaskennan avulla määritellään ne tekijät, joiden avulla optimoidaan rakennuskohteen elinkaaren aikaiset kustannukset. Kun tämä on tehty, voidaan alkaa tarkemmin arvioimaan kyseisen kohteen kustannusvaikutuksia.

Tavoitekustannuslaskenta pitää suorittaa jo suunnitteluvaiheessa, ennen kustannusten sitomista. Laskennassa on otettava huomioon kaikki mahdolliset muuttujat, joilla on vaikutusta toteutus- ja elinkaarikustannusten muodostumiseen.

Toteutuskustannukset on suunnitelmien pohjalta melko helposti laskettavissa. Toteutuskustannukset ovat kuitenkin vain osa kaikista elinkaarikustannuksista.

Loppukäyttäjän elinkaarikustannukset on vaikeammin arvioitavissa. Niihin vaikuttavat suuresti suunnitteluratkaisujen lisäksi suunnitellun elinkaaren pituus, inflaatio, yleinen taloustilanne, energian hinta, tekninen kehitys, valtiovallan muuttuvat ohjeistukset jne.

Toteutuskustannuksiin ja rakentamisen laatuun panostaminen vaikuttaa mahdollisesti alentavasti loppukäyttäjän käyttö- ja ylläpitokustannuksiin. Hankintavaiheessa tulee kuitenkin pystyä löytämään elinkaarikustannusten kannalta merkittävimmät kustannuspaikat.

Jotta voitaisiin esittää edes suuntaa-antavia prosentuaalisia lukuja kustannusten muutoksista, pitäisi olla käytössä esimerkkikohde, jonka elinkaarikustannuksista laaditaan eri muuttujien avulla kustannusanalyysit.

Rahoitusratkaisuissa kestävän kehityksen arviointinäkökulman mukaan ottaminen tuo lisäedellytyksiä usein erilaisten riskien hallintaan, esimerkkeinä osakemarkkinariski, maineriski, takausriski, kiinteistön tuottoriski ja vuokralaisriski. (Häkkinen, 2011)

6.1.1 Vaikutukset kotitalouksien asemaan

Asumisen hinta on Suomessa korkea etenkin kasvukeskuksissa. Kotitalouksien näkökulmasta vaikutukset asumisen hintaa nostavista tai laskevista tekijöistä ovat merkittäviä. Asuminen on ruuan kanssa tärkein yksittäinen erä kotitalouksien kulutusmenoissa.

Kotitalouksien omaisuudesta suurin osa on kiinteistöjen muodossa. Elinkaariajattelulla ja kestäväällä rakentamisella on tunnistettavissa ominaisuuksia, joilla olisi vaikutusta kotitalouksien taloudelliseen asemaan. Merkittävimmät taloudelliset vaikutukset liittyvät riskienhallinnan kapasiteetin kasvuun (tiedon lisääntyminen ja hyödyntämisen helpottuminen) sekä kehitykseen rakennuskannan ennakoivassa ylläpidossa ja hoidossa. Välittömiä positiivisia taloudellisia vaikutuksia olisi saavutettavissa korjausrakentamisen tehostumisesta ja kiinteistöjen ylläpidon kustannusten laskusta.

Elinkaariajattelulla on välittömiä vaikutuksia myös rakentamisen investointikustannuksiin. Yleinen ajatus on, että rakentamisen kustannukset nousevat, kun tehdään kestäviä ratkaisuja. On kuitenkin kiistanalaista nousevatko rakentamisen kokonaiskustannukset investointien osalta paremman suunnittelun ja rakentamisen laadun myötä. Resurssitehokkuuteen tähtäävällä suunnittelulla on sekä investointikustannuksia nostavia että laskevia ominaisuuksia.

Elinkaariajattelulla ja rakennustason vaikutusten arviolla ennakoidaan olevan positiivisia laadullisia vaikutuksia suunnittelussa, rakentamisessa ja rakennusten suunnitelmallisen käytön ja huollon edistämisessä. Entistä parempilaatuisen suunnittelun ja rakennusten huollon ja ylläpidon myötä syntyvien taloudellisten hyötyjen voidaan arvioida olevan korkeampia kuin niiden rakentamisesta aiheutuvat kustannukset. Investointikustannusten voidaan olettaa hieman nousevan ohjauksen alkuvaiheessa, mutta uusien toimintatapojen vakiintuessa kustannusvaikutusten voidaan olettaa olevan neutraali tai kustannuksia laskeva.

Suora vaikutus kotitalouksien kustannuksiin syntyy työmäärän kasvamisesta suunnitteluvaiheessa. Suunnittelukustannusten nousu ei kuitenkaan ole merkittävä koko rakentamisen kustannuksiin nähden. VTT:n arvioinnin mukaan suunnittelukustannusten nousu on 0,2 % rakentamisen kokonaiskustannuksista (ROTI, 2017).

Elinkaarimenetelmien käytöllä voidaan edistää asumisen hinnan muodostumiseen vaikuttavien tekijöiden läpinäkyvyyttä ja ymmärrettävyyttä. Tämä pienentää markkinahäiriöitä sekä kotitalouksien omistusmuotoisten kiinteistöiden hankinnassa, että vuokra-asumisen hinnan muodostumisessa. Tällä voidaan olettaa olevan asumisen hintaa laskeva vaikutus. Elinkaarikustannusten lasku esimerkiksi asumisen hinnassa voi tuntua alusta asti, jos pääoman käyttöikä voidaan olettaa pitemmäksi ja jos esim. käyttökustannusten lasku sallii lainoitusasteen noston.

Riskiä rakentamisen kustannusten nousuun voidaan hillitä jättämällä suunnittelussa liikkumavaraa löytää kustannustehokkaita ratkaisuja hankkeen sisällä. Myös kompensatiota mahdollistavat ratkaisut voivat kokonaistaloudellisuuden näkökulmasta olla tehokkaita ratkaisuja.

Riskinä voi olla myös vaikutusten ulottuminen asumisen hinnan lisäksi välillisesti myös asumisväljyyteen. Mekanismin välillisten vaikutusten välittyminen asumisväljyyteen ja siten asumisviihtyvyyteen tulee mahdollisesti selvittää tarkemmin.

Riskinä nähtiin myös, että uudistutuotanto voi kärsiä ilman tasapainoista ohjausta korjausrakentamisen puolella. Tämä voi johtaa asumisen laadun ongelmiin tai esimerkiksi negatiivisiin ilmastovaikutuksiin.

Välillisiä vaikutuksia kotitalouksiin syntyy työpaikkojen ja koulujen kiinteistöiden kunnan kohentuminen seurauksena. Välilliset vaikutukset sisäilmaongelmien vähentyessä nähtiin kotitalouksien kannalta merkityksellisinä. Vaikutukset kuten tuottavuuden parantuminen ja lasten terveyshaittojen vähentyminen ovat merkityksellisiä paitsi inhimillisinä, myös taloudellisina vaikutuksina kotitalouksien kannalta.

Rakennusten käyttöiän kasvaessa ja käytön kustannusten laskiessa rakentamiseen sidotun oman pääoman tarve voi pienentyä. Tämä vaatii, että on luotettava menetelmä jolla kyetään arvioimaan käyttöikää, elinkaarisia kustannuksia ja käyttökustannusten suuruutta. Todennäköisesti menetelmä edesauttaa tällöin lainoitusasteen nostoon. Tämä voisi välillisesti vaikuttaa positiivisesti rakentamisen määrään ja sitä kautta asumisen hintaan. Myös yksityistalouksien asuntorahoitusta tukee tiedon ja läpinäkyvyyden lisääntyminen esimerkiksi korjausrakentamisessa ja huollossa vaadittavien investointien suhteen.

6.1.2 Vaikutukset yrityksiin

Suurina vaikutuksina yrityksiin nähdään rakennusalan osaamisen kehittämisen ja toimintatapojen muutoksista aiheutuvat kustannukset. Osaamispohjaa tulee alalla kehittää ja riskinä on, että osaamisen taso ei ole vielä riittävä. Riskinä on myös, että pienemmät yritykset eivät pysty vastaamaan suunnitteluhaasteeseen.

On mahdollista, että toimijat sekä suunnittelun että rakentamisen piirissä erikoistuvat ohjauksen tuloksena. Taloudelliset toimijat ovat yleisesti ketteriä omaksumaan myös uutta. Ohjausmenetelmän vaiheistuksella ja ohjauksen ennakoivalla aikataululla voidaan välttää suuri osa kehittämistoimintaan sisältyvistä riskeistä ja haitoista.

On todennäköistä, että myös ilman ohjausta rakentamisen suunnittelu on menossa kohti tietomallipohjaista suunnittelua ja kehittyneempää tiedonhallintaa myös käytön aikana. Ohjauksella voidaan tätä prosessia vauhdittaa ja toimintatapoja yhtenäistää, mikä mahdollisesti parantaisi myös muutoksen kustannustehokkuutta. Yleisesti tiedon lisääntyminen rakentamisen elinkaaren eri vaiheissa voi luoda uusia malleja omistajien ja käyttäjien välille.

Elinkaariajatteluun siirtyminen avaa todennäköisesti uusia liiketoimintamahdollisuuksia usealla eri sektorilla rakennusmateriaalien valmistuksessa, suunnittelussa ja rakentamisessa, käytössä ja ylläpidossa sekä loppupäässä liittyen rakennustuotteiden ja materiaalien kierrättämiseen. Myös uusia urakointimalleja ja rahoitusratkaisuja voi syntyä. Erityisesti kestävän rakentamisen tuotteiden markkinat saanevat voimaa kehittämiseen.

On tärkeää, että suunniteltavan ohjauskeinon piirissä huomioidaan erityisesti kierrätetty rakennusmateriaali ja kokonaisuudistuksessa pyritään muun muassa poistamaan esteitä rakennusmateriaalien kierrätyksen osalta.

Elinkaariajattelu voi parhaimmillaan toimia sytykkeenä rakennusteollisuuden kehityksessä kohti toimivaa kiertotaloutta. Esimerkiksi materiaalitetopankki edesauttaisi materiaalitetojen vertailua ja voisi tuoda uutta liiketoimintaa monelle uusiomateriaalille. Kuitenkin esimerkiksi EPD (environmental product declaration) tietoja on vielä rajallisesti saatavilla, eikä Suomessa ole avointa rekisteriä, josta tietoja voitaisiin avoimesti hakea. Talous on kuitenkin jo ohjannut toimijoita kaupallisiin sovellutuksiin jo nyt, joihin tietoja on tallennettu. Edelläkävijämaat näyttäisivät olevan kuitenkin niitä, joissa asiat on lainsäädännöllä velvoitettu jollakin tasolla.

Myös yritysten osalta on huomioitava, että rakennusten elinkaaren pidentyessä ja käyttökustannusten pienentyessä hankkeeseen sidotun oman pääoman tarve vähentyy.

6.1.3 Vaikutukset julkiseen talouteen

Elinkaariajattelun myötä kuntien korjausvelka tulisi todennäköisesti paremmin näkyviin. Päätöksille saataisiin paremmat lähtökohdat, koska tarkastelunäkökohta olisi kokonaisvaltaisempi ja seurannan kautta myös tietoon perustuvaa. Rakentamisen kestävän laadun parantuminen ja käytön ja ylläpidon suunnitelmallisuuden voidaan olennaisesti nähdä edesauttavan julkisen rakennuskannan synnyttämiä kustannuksia mm. pidentämällä rakennusten käytettävyyttä ja ikää. Suunnitelmallinen ylläpito ja oikea-aikainen korjausrakentaminen pidentävät rakennusten käyttöikä ja kustannusvaikutukset muodostuvat positiiviseksi rakennusten elinkaaren ajalta.

Rakentamisessa tulisi entistä enemmän huomioida rakennusten muuntojoustavuus ja käyttäjälähtöisyys. Velvoite mahdollistaa julkisten tilojen käytön tehostamisen hyvällä suunnittelulla. Seurauksena julkisten rakennusten kokonaisneliömäärä todennäköisesti laskee, mikä vähentäisi sekä investointitarpeita että käyttökustannuksia. Samalla pitää kuitenkin varmistaa, etteivät kuntien sisäiset toimintatavat tai ns. ”siilot” estä tilojen käytön tehokasta jakamista ja muunneltavaa käyttöä.

Julkiselle taloudelle muodostuvat samankaltaiset rakentamisen kustannusten nousuun liittyvät riskit kun aiemmin on todettu. Riskiksi nähtiin rakentamisen kustannusten kasvu kokeiluajalla, mutta jo vakiintuneena käytäntönä johtaa kustannusten hillitsemiseen.

Rakentamisen kustannukset määräytyvät suunnitteluvaiheessa myös koko elinkaaren kustannukset huomioon ottaen. Julkisen puolen hankkeissa suunnittelu kilpailutetaan ja mahdollista on, että hintaa painotetaan kriteerinä laatua enemmän tai osaaminen laadun arviointiin ei ole kaikin osin riittävää.

Ihmisten terveyteen ja turvallisuuteen liittyvät hyödyt terveemmistä rakennuksista johtavat välillisesti vähentyneisiin sosiaali- ja terveystalouteen, muun muassa poissaolojen vähentymisen ja työtehon parantumisen kautta julkisen sektorin työpaikoilla.

Riskinä on kuitenkin, että panostusten kohdentuessa materiaali- ja energiatehokkuuteen mm. tavoiteltaessa vähähiilisyttä rakentamisessa jätetään jokin muu mm. rakennuksen käytettävyyteen vaikuttava tekijä vähemmälle huomiolle. Tällä voi olla vaikutuksia ihmisten viihtyvyyteen ja mahdollisesti sitä kautta myös sosiaali- ja terveystalouteen.

6.1.4 Vaikutukset kansantalouteen

Asuntotuotannon edellytyksiä parannettaessa on tärkeää lisätä asuntotarjontaa ja kohtuullistaa asumismenoja erityisesti kasvukeskuksissa sekä parantaa näin edellytyksiä työvoiman liikkuvuudelle, talouden kasvulle ja kansantalouden yleiselle kilpailukyvyllä. Kuten aiemmin on jo todettu, resurssitehokkuuteen tähtäävällä suunnittelulla on sekä investointikustannuksia nostavia että laskevia ominaisuuksia. Riskinä on, että rakentamiskustannukset nousevat ainakin siirtymävaiheessa, jolla voi olla nostava vaikutus kasvukeskusten asuntohintoihin ja kansantalouden yleiselle kilpailukyvyllä.

Riskinä on myös rakentamisen hetkellinen hidastuminen, joka aiheuttaa ainakin hetkellisesti lisääntyvää työttömyyttä. Tällä on vaikutuksia kansantalouteen semminkin kun kiinteistö- ja rakennusalalla työskentelee noin 20 % työvoimasta (ROTI, 2017). Toisaalta taloudellisia toimijoita pidettiin ketterinä omaksumaan myös uutta, joten vaikutus on hetkellinen ja työvoiman tarpeen odotetaan jatkossa päinvastoin kasvavan. Lisäksi, kuten aiemmin todettiin, elinkaariajatteluun siirtyminen avaa myös uusia liiketoimintamahdollisuuksia, joka edelleen tuottaa myös uusia työpaikkoja.

Kansantalouden kannalta merkittävää on myös se miten nykyiseen kiinteistökantaan sitoutunut omaisuus ja sen arvo kehittyi. Suurin osa rakennuskannasta on jo rakennettu. Tarkastelussa tulee huomioida, että ohjauskeino ei luo esteitä investointimahdollisuuksille. Riskien minimoiminen tarkoittaa esimerkiksi sopivien metodien soveltamista eri rakennustyypeille. Elinkaariajattelu tarkoittaa kuitenkin kokonaisuutena, että suurempi osa kansallisvarantoamme olisi paremmassa hallinnassa kuin aiemmin. Kokonaisvaikutus kansantaloudellisesta näkökulmasta jää mm. virheinvestointien, rakennusten kunnan ja käyttöiän kasvaessa positiiviseksi.

Julkiseen talouteen kohdistuvat positiiviset vaikutukset vaikuttavat positiivisesti myös kansantalouteen.

Vähentyneet sosiaali- ja terveystaloutta vaikuttavat merkittävästi myös kansantalouden tasolla, sillä kaikkien sisäilmaongelmien kansantaloudelliseksi kokonaiskustannukseksi on arvioitu enimmillään 3- 3,4 mrd. € vuositasolla. (ROTI, 2017)

Resurssitehokkuus luo myös resilienssiä mm. raaka-aineiden ja energiahinnan muutosten suhteen. Yleisesti voidaan todeta, että joka tapauksessa ilmastonmuutoksen vaikutukset kansantalouteen arvioidaan olevan suuremmat kuin sitä hidastavien toimenpiteiden kustannus.

6.2 Vaikutukset viranomaisten toimintaan

Oletettavaa on valvontaviranomaisten työmäärän lisääntyminen. Rakennusvalvonta tai jokin muu taho joutuu valvoman elinkaarianalyysien toteutustapaa. Ohjauskeino kuitenkin ohjaa myös suunnittelun laadun kehittymiseen ja sitä kautta ohjaustarpeen vähenemiseen. Lähitulevaisuudessa tiedonhallinnan helpottuminen tietomallien avulla mahdollisesti vähentää kokonaistyömäärää.

Rakennustarkastajan työssä on kolme päälohkoa: lupien käsittely, työnaikainen valvonta ja rakennetun ympäristön valvonta (jatkuva valvonta). Elinkaarianalyysi toisi uuden elementin lupakäsittelyyn. Elinkaariarvion tuloksien ja energiatehokkuuden laskennan

voisi tulevaisuudessa yhdistää ja kehittää työkaluja yhdessä. (RTY ry., 2017) Yhdistämällä eri välineitä ja toimenpiteitä järkevöittämällä valvonnan tehtäviä voitaisiin tulevaisuudessa myös vähentää siten, ettei työmäärä kohtuuttomasti lisääntyisi.

Todennäköisesti joissakin kunnissa jouduttaisiin resursseja ja ammattitaitoa täydentämään ulkopuolisin palveluin. Ratkaisukeinona palvelut voitaisiin keskittää suurempiin yksikköihin tai esimerkiksi alueellisiin palvelujärjestelyin. Tietomallien käyttö myös valvonnan apuvälineenä yleistyy jatkossa. Tämä todennäköisesti helpottaa valvontaviranomaisen työtä myös elinkaarianalyysien osalta.

Suunnitteluvaiheessa elinkaarianalyyseilla voidaan tuottaa ”baseline”-tyyppistä tietoa jatkuvan valvonnan mahdollisiin tarpeisiin. Yksi lähtökohta voisi olla elinkaarianalyysin mittariston valintaan myös indikaattorien valinta joita esimerkiksi kuntotarkastuksissa seurattaisiin (edellyttää myös jatkuvan seurannan mahdollisuutta rakennuksessa). Analyysi helpottaisi myös tuloksien tulkinnessa.

Rakennustuotteiden lisääntyvä kierrätys lisää rakennusvalvontaviranomaisen työmäärää (Laki eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä (954/2012)).

6.3 Ympäristövaikutukset

Materiaali- ja energiatehokkuuden kasvu edesauttaa sektorin hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä. Hiilidioksiditaseen kannalta tehokkuuden parantamisen täytyy olla voimakkaampaa kuin rakentamisen määrän kasvu, jotta päästövähennemää todella tapahtuu. Pitkällä aikavälillä uudisrakentamisen ohjaus vaikuttaa koko rakennuskantaan sitoutuneeseen hiilidioksidin määrään, mutta ohjatessa ainoastaan uudisrakentamista vaikutukset ovat hitaita. Tehokkuuden lisäksi tulisi tiedostaa vaikutusten luonne ja määrä. Rakentamisessa valintoja ja suunnitteluratkaisuja tehdessä tulisi olla tietoinen mm. energiatehokkuuden lisäämisen vaikutuksista esimerkiksi vaikutuksista rakennusmateriaalien käyttöön ja niiden aiheuttamista vaikutuksista.

Materiaalitehokkuus oletettavasti vähentää rakennustuotteiden valmistuksesta syntyviä ympäristövaikutuksia. Oletettavaa on, että vaikutukset vähenevät ainakin suhteellisesti. Suoranaista korrelaatiota resurssitehokkuuden parantamisen ja ympäristövaikutusten vähenemisen välillä ei ole olemassa. Vaikutusten spesifioiminen ja ohjausvaikutusten ulottaminen rakennustuotteiden valmistajiin vaatii tuotepohjaista analyysia.

Rakentamisen sekä kaavoituksen elinkaarimenetelmissä kompensatioiden mahdollistaminen voi lisätä kaupunkiympäristöjen luonnon monimuotoisuutta ja vähentää mm. päästöjä vesistöön.

Materiaalitehokkuuden yksi ulottuvuus on materiaalien kierrättäminen. Rakennusmateriaalien säilyminen taloudellisessa käytössä on yksi ympäristövaikutusten kannalta merkittävä ominaisuus. Kierrätysmateriaalien lisääntyvä käyttö syrjäyttää neitseellisten raaka-aineiden käyttöä ja vähentää esimerkiksi rakennuskantaan sitoutunutta GWP:tä (Global Warming Potential).

Puu, teräs ja betoni ovat rakenteiden ja rakennemassojen päävaihtoehdot. Teräksen ja sementin valmistus kuuluvat päästökauppajärjestelmään, ja kulutus päätökset Suomessa eivät suoraan vaikuta päästöoikeuksien ja toteutuvien päästöjen määrään, vaan jakavat niiden käyttöä uudelleen sektoreiden kesken. Teräksen ja sementin valmistus raskaan teollisuuden toimialoina saavat ilmaisia päästöoikeuksia, koska niitä pidetään ns. hiilivuotoaloina globaalin kilpailun vuoksi. Niihin kohdistetut päästökauppakustannukset voisivat lisätä kilpailevaa tuontia EU:n alueelle mitätöiden päästövähennemää tai jopa lisäten päästöjä globaalisti.

Riskinä on, että ohjauskeino ei ota riittävällä tavalla huomioon teknistä kehitystä tai esimerkiksi kehitystä energiasektorilla ohjaten toimintaa hiilen kokonaispäästöjen kannalta väärään suuntaan. Ohjausjärjestelmän pitäisi myös tukea energiasektorilla tehtyjä ratkaisuja (usein paikallisia).

Energiankulutuksen normiohjaus kaukolämmityksen, sähkölämmityksen ja lämpöpumppujen tapauksessa ei ole välttämätöntä päästöttömyyden saavuttamiseksi ja se voi johtaa varsin kustannustehottomiin ratkaisuihin saavutettavissa oleviin päästövähennyksiin nähden. Lämpöeristävä materiaalikäyttö ja siihen sitoutuva hiilijalanjälki sen sijaan todennäköisesti tällöin kasvaa, kun rakentajan velvoitteena on energiankulutuksen vähentäminen normia vastaavaksi.

6.4 Yhteiskunnalliset vaikutukset

6.4.1 Vaikutukset terveyteen

Elinkaariarviolla arvioidaan olevan merkittävä ehkäisevä vaikutus terveyteen. Suorat vaikutukset menetelmän käytöstä syntyvät uudisrakentamisessa ja sisäilmaongelmien ennalta ehkäisystä parantuneen rakentamisen laadun ja materiaalien emissio päästöjen parantuneen hallinnan myötä. Menetelmällä on myös uudisrakentamisessa oma roolinsa rakentamisprosessissa kommunikaation välineenä ja koordinoinnin parantamisessa. Elinkaariarvion erityisenä arvona nähdään sen tiedon tuottamisen ja hallinnan välineenä.

Merkittävin vaikutus elinkaariarvioista nähdään (käytetyistä indikaattoreista riippuen) menetelmän luoman lisäarvon kiinteistöjen ylläpidon kehittämisessä. Oletettavaa on, että kiinteistötekniikan kehityksen myötä myös kiinteistöiden seuranta ja hallinta tehostuu ja digitalisoituu. Elinkaariarvio nähdään tässä yhteydessä integraalina osana kiinteistön hoitoa ja ylläpitoa esimerkiksi osana kiinteistön huoltokirjaa. Elinkaariarvion tuki kiinteistön ylläpidon välineenä korjaustoimenpiteiden ja mahdollisesti kehittyneemmän seurantajärjestelmän osana mahdollistaa nopean reagoinnin kiinteistössä ilmaantuviin ongelmiin. Käytön aikana arvio tai malli siis muodostuu jonkinlaiseksi kiinteistön kunnon mittaristoksi, jonka suhteen voidaan arvioida myös kiinteistössä tehtävien toimenpiteitä kuten huollon tai korjauksen tarvetta. Oletettavaa on, että asumisterveyteen tai työympäristön laatuun kiinnitetään tulevaisuudessa aiempaa enemmän huomiota ja niistä muodostuu myös kilpailutekijöitä. Todennäköisesti myös asuin- ja työympäristön laatuun liittyvät raja-arvot tarkentuvat tulevaisuudessa. Jo nyt ammattiryhmissä kuten opettajat on nähtävissä, että työpaikat valitaan rakennuksen kunnon perusteella. Samaa on havaittavissa myös hoitopaikan tai koulun valinnoissa.

Sisäilmaongelmien kansantaloudellisiksi kokonaiskustannuksiksi on arvioitu olevan enimmillään 33,4 mrd. € vuositasolla. (ROTI, 2017) Elinkaariajattelun vahvistaminen parantaisi tilannetta riippuen uudistuksen elementeistä eritasoisesti. Kuten todennäköistä on, että sisäilman laadun seuranta yleistyy tulevaisuudessa huomattavasti ja reagointinopeus ja ongelmien ennakointi kehittyy kiinteistöiden ylläpidossa, terveysvaikutukset ovat merkittäviä. Suuri osa sisäilmaongelmista johtuu siitä, että huolto- tai korjaustoimenpiteitä ei rakennuksissa suoriteta ajallaan. Seuranta tuo myös helpotusta tilanteeseen, jossa käyttäjät raportoivat ongelmista, mutta ongelmaa ei tunnusteta tai tunnusteta. Usein prosessit ongelmien tunnistamiseksi ja juurisyiden selvittämiseksi vievät vuosia. Sisäilman laatu vaikuttaa myös ihmisten toimintakykyyn ja viihtyvyyteen tai esimerkiksi koulussa tai työpaikalla myös työskentelymotivaatioon ilman suoranaisia terveydellisiä haittoja.

6.4.2 Vaikutukset käyttäjille

Elinkaarinäkökulman keskeinen ajatus on rakennusten taloudellisen käyttöiän maksimointi. Rakennuksen keskeinen ominaisuus on sen tarjoamien palvelujen tarve. Käyttöiän siis määrittelee rakennuksen kunnan ohella sen käytettävyys. Elinkaarinäkökulma tuo käyttäjien näkemyksen ja käyttäjäkokemuksen korostuneemmin osaksi rakennuksen elinkaaren aikaisten toimintojen suunnittelua toteutusta sekä rakennuksen tilan seuranta. Oletettavaa on, että rakennusten tarjoama palvelu tai hyöty kohdentuu aiempaa tarkemmin. Rakennus on myös muunneltavissa tehokkaammin käyttäjän muuttuviin tarpeisiin.

Asuin- tai työpaikkojen rakennusten laatutekijöiden parantuminen ja esimerkiksi terveydellisten riskien vähentyminen on oletettavaa erityisesti ennakoivan ylläpidon ja korjausrakentamisen myötä.

Muuntojoustavuuden huomioiminen osana elinkaariajattelua lisää rakennusten tarjoamia palveluita ja siten tuottavat positiivisia vaikutuksia myös käyttäjille.

On kuitenkin myös huomioitava, että panostusten kohdentuessa materiaali- ja energiatehokkuuteen mm. tavoiteltaessa vähähiilisyttä rakentamisessa jätetään jokin muu mm. rakennuksen käytettävyteen vaikuttava tekijä vähemmälle huomiolle.

Elinkaariajattelun vahvistaminen ohjauksen osana nähdään kehittävän kiinteistökannan kuntoa. Nykyisen kiinteistökannan korjausvelan määräksi arvioidaan noin. 30–50 mrd. €. (ROTI, 2017) Merkittävä osa yksityistalouksien omaisuudesta on kiinteistöjen muodossa. Kiinteistöjen arvon säilyttäminen on yksityistalouksien näkökulmasta olennainen asia. Toisaalta yksityisomistuksessa (mukaan lukien asukasosakeyhtiöt) olevat rakennukset arvioidaan olevan paremmassa kunnossa kuin esimerkiksi valtion ja kuntien omistuksessa olevat rakennukset. Elinkaariarviot yhdistettynä kustannusanalyysiin nähdään sekä tehokkaamman ja taloudellisemman kiinteistöhallinnan välineinä.

6.5 Kustannusvaikutukset

Kestävää rakentamista käsittelevässä kirjallisuudessa kustannukset tuodaan usein esille rakentamisen suurimpana esteenä. Näkemys kestävän rakentamisen korkeammista kustannuksista voi kuitenkin perustua virheelliseen kustannustietoon, sillä tilaajien kustannuslaskijat usein yliarvioivat energiatehokkaiden ja ympäristöystävällisten rakennusten kustannukset ja samalla aliarvioivat niiden tuoman lisäarvon ja käytön aikaiset kustannussäästöt. (Häkkinen, 2011) Kirjallisuudessa tuodaan myös esille, että kestävän rakentamisen tavat voivat olla kustannustehokkaita jo investoinnin näkökulmasta. Olennaista on kehittää toimintatapoja, jotta mahdollisilla lisäkustannuksilla tulevaisuudessa ei syntyisi. Luotettava arviomenetelmä elinkaaren aikaisista kustannuksista myös mahdollistaisi investointikustannusten tasaisemman allokoinnin rakennuksen taloudelliseen käyttöikänsä suhteutettuna.

Yleisesti arvioidaan, että investointikustannukset ovat alle 5 % rakennuksen elinkaarenaikaisista kokonaiskustannuksista (Lowe & Zhou, 2003) Kustannuserot nykymuotoisen ja pääosin kestävän rakentamisen välillä vaihtelevat rakennustyypeittäin ja myös kohdekohtaisesti. Kun muutospainetta kestävässä rakentamisessa vahvistuu ja siirrytään mahdollisesti kalliimpien rakentamistapojen ratkaisuihin, tapahtuu samanaikaisesti myös siirtymistä oppimiskäyrällä eteenpäin, jolloin rakentamisprosessin eri vaiheissa suotuisimpien menetelmien kustannustehokkuus paranee vaimentaen kustannustason nousua rakennussektorilla kokonaisuutena. Erityyppiset

korvaavuusratkaisut sijaitsevat luonnollisesti tällä hetkellä eri kohdissa oppimiskäyrää samalla, kun uudet ratkaisut ovat vasta sen alkuvaiheissa.

Rakentamisen suhteellisen kustannusnousun lopullinen suuruus ei siten selviä vain nykyisten materiaali- ja urakointikustannusten perusteella, vaan tarvittava kvantitatiivinen määrittely edellyttää eri rakennustyyppien osalta tietoa nykyisten ratkaisujen korvaavuus- ja yhdistelyvaihtoehtojen hintatasosta sekä niiden sisältämästä tuottavuuspotentiaalista, kun kestävä rakentamisen volyymia lisätään. Tällainen numeerista mallinnusta vaativa lähestyminen on oma tehtäväkokonaisuus, jonka tulokset riippuvat tavoitetasosta, -aikataulusta sekä muista mahdollisista parametreista.

Taloudellisesti edullisinta on ennakoiva kiinteistön huolto ja korjausrakentaminen. Huolto- ja korjausrakentamistoimenpiteiden lykkäys nostaa korjauskustannuksia. Korjausrakentamisen ajoittamisessa tulisi huomioida nykyistä tarkemmin rakenteiden/rakennusmateriaalien tekninen vanheneminen. (Holmijoki, 2013)

Energiatehokkuudella on myös muita yhteiskunnallisia tavoitteita kuin hiilijalanjäljen pienentäminen. Rakennusten omistajia ja käyttäjiä palvelisi jatkossakin sellainen normiohjaus, jossa rakennusten energiatalous tulee optimoiduksi elinkaarenaikaisten investointi- ja käyttökustannusten suhteen. Koska esimerkiksi asuintaloissa rakennusliikkeet (investoijat) ja talojen käyttäjät (energian maksajat) ovat eri tahoja, ei käyttötalouden elinkaarioptimi välttämättä toteudu kovinkaan hyvin ilman normiohjausta.

Normiohjauksen yleisenä haittana taloudelliseen ohjaukseen verrattuna on, että normirajojen yli ei tapahdu vaihtoehtojen kustannusvertailua, ja kotitalouden tai muun päätöksentekijän mahdollisuudeksi jää vain osaoptimointi rajojen sisällä. Valinnat johtavat silloin osin ristiriitaiseen toimintaan, mikä heikentää hyvinvointia.

Merkittävän ja nopean energiatehokkuuden kehittämiseen jo erittäin tiukaksi viritetty uudisrakennusten energiatehokkuusvaatimus on heikko keino. Todellista vaikutusten saamiseksi olemassa olevan kiinteistökannan energiatehokkuuden kehittämistä tulisi voimakkaasti edistää tukemalla energiatehokkuuskorjauksia, rajaamalla energiatehokkuudeltaan heikoimpien kohteiden käyttöä sekä sitomalla energiatehokkuus osaksi kiinteistöverotusta.

Tilastokeskuksen mukaan asunto-osakeyhtiöiden korjausten kokonaismäärä on noin 1.6 Miljardia euroa. Tästä voidaan arvioida että noin 20 % liittyy energiatehokkuuden kehittämiseen. Mikäli energiatehokkuuskorjauksia tuettaisiin esimerkiksi 25 % osuudella, tulisi valtion vuosikustannuksiksi 80 miljoonaa euroa.

Rakennusmateriaalien hiilijalanjälkeä voidaan muuttaa normeilla, jotka tosiasiallisesti johtavat haitallisten ratkaisuiden välttämiseen tai vähentämiseen. Kustannuksia ei syntyisi sallitulle määrälle hiilijalanjälkeä, vaan ainoastaan vaadittujen päästöjä vähentävien ratkaisuiden osuudelle toisin kuin haittaveroa käytettäessä. Yksinkertaisen ja jäykän normiohjauksen tapauksessa haittapuolena jäisi saavuttamatta päästövaikutuksiltaan pienehköjä, mutta merkittävää taloudellista arvoa (hyvinvointia) tarjoavia ratkaisuja. Haitta vähenee, jos sääntely tai päästörajoituksen laskentatapa huomioi rakennuksen mahdollisimman hyvin kokonaisuutena, jonka puitteissa toteutusratkaisuja voidaan optimoida.

Kiinteistöjen hiilijalanjäljen kokonaisajattelusta huolimatta ilman selvästi edistyneempää teknologiaa voi hiilijalanjäljen merkittävä vähentäminen kaventaa rakentamisen vaihtoehtoja kokonaisuudessaan. Vanha rakennuskanta sekä siihen

nojautuva toiminta ja kehittäminen saattaisi tulla uudisrakentamista kiinnostavammiksi, kun kiinteistön käyttäjien toiveisiin pyritään vastaamaan.

Normiohjauksen yleisenä haittana taloudelliseen ohjaukseen verrattuna on, että normirajojen yli ei tapahdu vaihtoehtojen kustannusvertailua, ja kotitalouden tai muun päätöksentekijän mahdollisuudeksi jää vain osaoptimointi rajojen sisällä. Valinnat johtavat silloin osin ristiriitaiseen toimintaan, mikä heikentää hyvinvointia.

6.6 Tasa-arvo ja yhdenvertaisuus

Suomessa on muuttotappioalueita, joissa rakennuksilla niiden käytön tarpeen poistuessa ei ole enää juurikaan arvoa. Kasvavat investointikustannukset tunnistetaan kriittiseksi juuri näillä alueilla, mutta elinkaareen aikana, kustannusvaikutusten jäädessä positiivisiksi, eri arvoistavaa vaikutusta ei syntyne.

Yhtenä yhdenvertaisuutta vaarantavana tekijänä nähdään valvontaviranomaisten erilaiset resurssit ohjauksen toteuttamisessa ja alueiden välillä vaihtelevat tulkinnot. Toisaalta yhdenvertaisuutta voi luoda myös paikallisten olosuhteiden huomioiminen. Olennaista on myös huomioida menetelmän toimivuus sekä asemakaava-alueilla että niiden ulkopuolella.

Yhdenvertaisuuden voidaan nähdä myös vaarantuvan alueilla, joissa ei ole mahdollisuutta esimerkiksi rakennusjätteen kierrättämiselle tai muiden rakentamiseen liittyvien palveluiden tarjonta on vähäistä. Itse suunnittelua ohjaava velvoite ei liene rakennuttajan/rakentajan yhdenvertaisuutta vaarantava tekijä.

Yhdenvertaisuuden toteutuminen rakennusalan toimijoiden välillä voidaan myös kokea osittain ongelmalliseksi pienten ja suurten toimijoiden välisessä kilpailuasetelmassa. Suurten toimijoiden kyky omaksua uusia toimintatapoja ja menetelmiä voidaan pitää parempana kuin pienten toimijoiden. Samalla tunnistaen, että muutokset myös mahdollistavat uusia mahdollisuuksia toimijoiden erikoistumiselle ja uusille yhteistyömalleille. Kaupallisten toimijoiden sopeutumiskyky lienee riittävä.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Nykylainsäädäntö ei tarjoa riittäviä intensiivejä elinkaariajattelun juurtumiselle osaksi rakennusalan toimintakulttuuria laajasti. Nykylainsäädäntö tarjoaa keinoja joilla ohjataan huomioimaan rakennuksen elinkaari tehtäessä merkittäviä päätöksiä suunnitteluvaiheessa, mutta osa keinoista on jäänyt ohjausvaikutuksiltaan vähäisiksi. Myös rakennuksen käytönaikaisten ohjeiden soveltaminen on jäänyt vaillinaiseksi.

Rakennusalalla on tehty myös vapaaehtoisuuden pohjalta paljon. Vapaaehtoisuuden pohjalta tapahtunut kehitystyö on luonut alalle osaamista, mutta ei riittävästi vetoa kestävästä rakentamisen palvelujen laajamittaiselle synnylle. Yhtenäinen ja aiempaa laajempi toimintakulttuuri synnyttäisi vetotekijöitä, joiden myötä dynaamiset vaikutukset tulevat voimistumaan ja ohjauksen vaikuttavuus tehostumaan tulevaisuudessa.

Selvityksen perusteella elinkaarianalyysin velvoittavuus ja informaatio-ohjaus ohjeiden ja tietokantojen muodossa olisi hyvä väline ohjata rakentamista kestävämpään suuntaan. Rakennuksen elinkaareen kuuluu monta erilaista vaihetta, joihin on olemassa omat vaiheeseen sopivat välineet huomioida vaikutuksia pitkäjänteisten päätösten ja

valintojen tueksi. Velvoitteessa rakennusluvan yhteydessä esitettävästä elinkaarianalyysistä olisi huomioitava, että analyysi pohjautuu tuotekohtaisiin lähtötietoihin, jotta välilliset vaikutukset johtaisivat myös rakennusprosessin ulkopuolelle laajemmin mm. rakennusmateriaalien valmistajiin. Käytettäessä keskiarvotietoja ohjauskeinon vaikutus kohdistuu ainoastaan rakentamisprosessiin ilman alalle dynaamisia vaikutuksia luovia intensiivejä.

Toinen näkökulma syntyy elinkaarimallin tuottamasta informaatiosta. Laajemman tiedollisen pohjan oletetaan edesauttavan kommunikointia niin suunnittelun, rakentamisen kuin käytön aikana. Tietoa voidaan myös hyödyntää seurannassa. Suunnitelmallista rakennuksen ylläpitoa voidaan tehostaa, jos indikaattoreiksi otetaan myös muita mittareita hiilijalanjäljen lisäksi.

Rakennusten tietomallit, joissa yhdistyvät rakennuksen eri informaatio, ovat tulevaisuudessa tehokas apuväline kiinteistöiden huollon ja ylläpidon hoidossa. Tietomallit eivät ole staattisia vaan niitä päivitetään koko rakennuksen elinkaaren ajan toimien osana rakennusten huoltokirjaa. Elinkaarianalyysit ja mallinnukset tarjoavat ”baselinen” kaltaisen lähtökohdan rakennuksen kunnan seurantaan ja ylläpitoon. Elinkaarianalyysi on väline, joka mahdollistaa suunnittelun aikana rakennusten ja eri rakenteiden huollon ja kunnossapidon paremman huomioimisen.

Kasvihuonekaasupäästöjen näkökulmasta uudisrakentamisen ohjaaminen on hidas tie päästövähennystavoitteiden saavuttamiseksi. Vaikuttavuuden näkökulmasta elinkaari-ajattelun tulisi tavoittaa laajemmin koko rakennuskanta. Korjausrakentamiseen ei kuitenkaan sovi samat menetelmät kuin uudisrakentamiseen ja olemassa olevaan rakennuskantaan olisi mietittävä oma ohjauskokonaisuutensa. Myös korjausrakentamisen yhteydessä tulisi miettiä tapoja ohjata materiaalivirtoja ja edesauttaa tiedollisen pohjan laajentamista päätöksenteon tueksi.

Tiekartassa rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen ottamiseksi huomioon rakentamisen ohjauksessa esitetään toimenpiteitä elinkaaren CO₂-päästöjen laskemiseksi rakentamisessa. Selvitystyön perusteella CO₂-päästöt toimivat indikaattorina suhteessa materiaalin ja energian käyttöön ja välillisesti myös suhteessa myös muihin ympäristövaikutuksiin. Suoraa korrelaatiota kuitenkin ilmastopäästöjen ja muiden ympäristövaikutusten välille ei ole esitetty. Työryhmän näkemyksen mukaan, jos laskentatavan valinta kohdistuu yhteen indikaattoriin, olisi laskennassa käytettävä yksityiskohtaisempia tuotetietoja. Välineen hyväksyttävyyden ja laajemman hyödyntämisen tueksi esitetään, että analyysissä hiilidioksidipäästöjen lisäksi otettaisiin mukaan useampia indikaattoreita, jotka tukevat kestävästä rakentamisesta ja sektorille syntyviä uusia toimintamalleja.

8 LÄHDELUETTELO

- Ekroos, A. ym., 2018. *Maankäytön ja rakentamisen ohjauksen uudistaminen. Ympäristöministeriön raportteja 7/2018*, s.l.: Ympäristöministeriö.
- Energiatodistusrekisteri, 2018. *Energiatodistusrekisteri*. [Online]
Available at: www.energiatodistusrekisteri.fi
[Haettu 30 10 2018].
- European Commission, 2017. *Level8s9- Acommon EU framework of core sustainability indicatrs for office and residential buildings*, s.l.: s.n.
- Holmijoki, O., 2013. *Korjausrakentaminen Suomessa Rakennustekniset kustannukset*, Helsinki: Työterveyslaitos.
- Häkkinen, T., 2011. *Kestävän rakentamisen prosessit*, s.l.: VTT.
- Häkkinen, T. & Vares, S., 2018. *Rakennusten khk-päästöjen ohjauksen vaikutusten arviointi*, s.l.: VTT TECHNOLOGY 324.
- Junnila, S., Heinonen, J., Horvath, A. & Säynäjoki, A., 2017. *Can life-cycle assessment produce reliable policy guidelines in building sector?*, s.l.: s.n.
- Korteniemi, J., Pasanen, P. & Sipari, A., 2011. *Passiivitaso asuinkerrostalon elinkaaren hiilijalanjälki - Tapaustutkimus kerrostalon ilmastovaikutuksista*, s.l.: Sitran selvityksiä 63.
- Koskela, S. ym., 2013. *Suomen talouden materiaalivirrat vuonna 2008 ja resurssitehokkuuden tehostamisen vaikutukset 2030*, s.l.: Ympäristöministeriö.
- Kukkonen, E. & Pirinen, A., 2000. *Rakennuksen huoltokirjan laadinta ja hyödyntäminen*, s.l.: s.n.
- Lowe, D. J. & Zhou, L., 2003. *Economic Challenges of Sustainable Construction*, s.l.: RICS Foundation.
- MRA, 1999. *Maanköyttö- ja rakennusasetus 10.9.1999/895*. [Online]
Available at: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990895#L10P55>
[Haettu 23. 1. 2019].
- MRL, 1999. *Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132*. [Online]
Available at: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L22P166>
[Haettu 23. 1. 2019].
- Peuranen, E. & Hakaste, H., 2014. *Rakentamisen materiaalitehokkuuden edistämishjelma, Ramate-työryhmän loppuraportti*, s.l.: Ympäristöministeriön raportteja.
- Pirhonen, I., Heräjärvi, H., Saukkola, P. & Rätty, T. & V. E., 2011. *Puutuotteiden kierrätys*, s.l.: Metla.
- Rakentamismääräyskokoelma, 2000. *A4 Suomen Rakentamismääräyskokoelma, Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje*, s.l.: Ympäristöministeriö.
- Reijula, K., Ahonen, G. & Alenius, H., 2012. *Rakennusten kosteus- ja homeongelmat*, s.l.: Eduskunnan tarkastusvaliokunnan julkaisu 1/2012.
- ROTI, 2017. *Rakennetun omaisuuden tila 2017*, s.l.: s.n.
- RTY ry., 2017. *Viranomaisnäkökulma rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälkihjaukseen*, s.l.: Rakennustarkastusyhdistys RTY ry.
- Seppälä, J. ym., 2009. *Suomen kansantalouden materiaalivirtojen ympäristövaikutusten arviointi ENVIMAT-mallilla*, s.l.: Suomen Ympäristökeskus (20/2009).
- Suomen kansallinen energia tehokkuuden toimintasuunnitelma NEEAP -3, 2014. *Energiatehokkuusdirektiivin (2012/27/EU) artiklan 24 (2) mukainen raportointi Euroopan komissiolle*, s.l.: s.n.
- Suomen Ympäristö, 2014. *SY 1/2014 Arviointi maankäyttö- ja rakennuslain toimivuudesta 2013*, s.l.: Ympäristöministeriö.
- Tapio, J., 2015. *Joustavan asunnon tilalliset logiikat*, s.l.: Tampereen teknillinen yliopisto.

Tilastokeskus, 2017. *Suomen virallinen tilasto (SVT): Rakennukset ja kesämökit*. [Online] Available at: http://www.stat.fi/til/rakke/2017/rakke_2017_2018-05-25_kat_002_fi.html [Haettu 31 10 2018].

Tuomaala, P., 2008. *Rakennuskannan ja rakennusten energiankäyttö*, s.l.: VTT.

Ympäristöministeriö, 2016. *KIRA-digi – Rakennetun ympäristön ja rakentamisen digitalisaatio*, s.l.: s.n.

Ympäristöministeriö, 2018. *Keskustelupaperi maankäyttö- ja rakennuslain uudistamisen suuntaviivoiksi (luonnos)*, s.l.: YM.

YSE 1998. *Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998*. s.l.:RT 16-10660 / Rakennustieto Oy.