



Purkaa vai korjata?

Hiilijalanjälkivaikutukset, elinkaarikustannukset ja ohjauskeinot

Ympäristöministeriön julkaisuja
2021:9



Ympäristöministeriö
Miljöministeriet

Ympäristöministeriön julkaisuja 2021:9

Purkaa vai korjata?

Hiilijalanjälkivaikutukset, elinkaarikustannukset ja ohjauskeinot

Satu Huuhka, Terttu Vainio, Malin Moisio, Emmi Lampinen,
Mikko Knuutinen, Samuel Bashmakov, Arto Köliö, Jukka Lahdensivu,
Paula Ala-Kotila ja Pertti Lahdenperä

Ympäristöministeriö Helsinki 2021

Julkaisujen jakelu

Distribution av publikationer

**Valtioneuvoston
julkaisuarkisto Valto**

Publikations-
arkivet Valto

julkaisut.valtioneuvosto.fi

Julkaisumyynti

Beställningar av publikationer

**Valtioneuvoston
verkkokirjakauppa**

Statsrådets
nätbokhandel

vnjulkaisumyynti.fi

Ympäristöministeriö

© 2021 tekijät ja ympäristöministeriö

Kansikuva: Harri Hakaste

ISBN pdf: 978-952-361-221-1

ISSN pdf: 2490-1024

Taitto: Valtioneuvoston hallintoyksikkö, Julkaisutuotanto

Helsinki 2021

Purkaa vai korjata? Hiilijalanjälkivaikutukset, elinkaarikustannukset ja ohjauskeinot

| | | |
|---|---|----------------------|
| Ympäristöministeriön julkaisuja 2021:9 | Teema | Rakennettu ympäristö |
| Julkaisija | Ympäristöministeriö | |
| Tekijä/t | Satu Huuhka, Terttu Vainio, Malin Moisio, Emmi Lampinen, Mikko Knuutinen, Samuel Bashmakov, Arto Köliö, Jukka Lahdensivu, Paula Ala-Kotila ja Pertti Lahdenperä | |
| Yhteisötekijä | Tampereen yliopisto, VTT | |
| Kieli | Sivumäärä | 129 |
| | suomi | |

Tiivistelmä

Rakentamisen lainsäädännön uudistuksessa valmistellaan siirtymistä nykyistä vähähiilisempään rakentamiseen. Vähähiilisyys tulee tulevaisuudessa huomioida rakennuksen koko elinkaareissa eli uudisrakentamisessa, korjausrakentamisessa ja rakennuksen purkamisessa. Elinkaaren vaiheet kietoutuvat toisiinsa, kun toistensa vaihtoehtoina tarkastellaan olemassa olevien rakennusten korjaamista ja purkavaa uudisrakentamista.

Tässä raportissa kootaan tietoa rakennusten korjaamisen ja kehittämisen hiilijalanjälki- ja elinkaarikustannusvaikutuksista purkavan uudisrakentamisen vaikutuksiin verrattuna. Tarkastelu on rajattu pääasiassa yksittäisen rakennuksen tasolle. Hiilijalanjälkivaikutuksista on kerätty olemassa olevaa tutkimustietoa Suomesta ja maista, joissa on Suomea vastaavat ilmasto-olosuhteet. Tietojen puutteita täydennetään uusien, hiilijalanjälkivaikutuksia ja elinkaarikustannuksia yhdistävin laskennallisin tarkasteluin. Näiden tapaustutkimusten kohteina ovat 1950-luvun koulun peruskorjaus ja mahdollinen laajennus sekä 1970-luvun asuinkerrostalon korjaaminen ja korottaminen. Olemassa olevan rakennuksen kehittämiseen perustuvien vaihtoehtojen vaikutuksia verrataan kokonaan uusien rakennusten rakentamisen vaikutuksiin. Lisäksi on tuotettu tietoa ohjauskeinoista, joiden avulla peruskorjaamista ja purkavaa uudisrakentamista koskevaa päätöksentekoa voidaan ohjata kohti vähähiilisempiä valintoja.

Tutkittujen tapausten perusteella peruskorjaaminen on purkavaa uudisrakentamista tehokkaampi keino välttää päästöjen syntymistä lähivuosikymmeninä, jotka ovat ratkaisevia ilmastonmuutoksen torjunnan ja siihen sopeutumisen näkökulmasta. Kokonaisvaikutuksista kaupunkirakenteen tasolla tarvitaan kuitenkin vielä lisää tutkimustietoa. Korjaamiseen kannustaminen purkamisen sijaan olisi saatettava rakentamisen vähähiilisyysohjauksen piiriin.

Asiasanat purkaminen (rakennusala), korjausrakentaminen, ilmastovaikutukset, kustannukset, elinkaarianalyysi, ohjaus (suuntaaminen), rakennettu ympäristö, rakennukset

ISBN PDF 978-952-361-221-1 **ISSN PDF** 2490-1024

Julkaisun osoite <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-221-1>

Att riva eller att reparera? Klimatavtryck, livscykelkostnader och styrmedel

| | | | |
|---|--|-----------------|-------------|
| Miljöministeriets publikationer 2021:9 | | Tema | Byggd miljö |
| Utgivare | Miljöministeriet | | |
| Författare | Satu Huuhka, Terttu Vainio, Malin Moisio, Emmi Lampinen, Mikko Knuutinen, Samuel Bashmakov, Arto Köliö, Jukka Lahdensivu, Paula Ala-Kotila och Pertti Lahdenperä | | |
| Utarbetad av | Tammerfors universitet, VTT | | |
| Språk | finska | Sidantal | 129 |

Referat

I reformen av bygglagstiftningen bereder man en övergång till mer koldioxidsnålt byggande. Koldioxidsnålhet ska i framtiden beaktas i byggnadens hela livscykel, det vill säga vid nybyggnad, ombyggnad och rivning av byggnader. De olika skedena under livscykeln hänger samman med varandra när man betraktar reparation av befintliga byggnader och rivning och nybyggnad som alternativa lösningar.

I denna rapport sammanställs information om klimatavtrycket och livscykelkostnaderna för reparation och utveckling av byggnader jämfört med rivning och nybyggnad. Granskningen har i regel begränsats till nivån för enskilda byggnader. Forskningsinformationen har sammanställts utifrån befintlig forskningsinformation om klimatavtrycket i Finland och i länder med klimatförhållanden som motsvarar Finland. Bristerna i uppgifterna kompletteras med nya kalkylmässiga granskningar som kombinerar klimatavtryck och livscykelkostnader. Föremålet för dessa fallstudier är grundlig reparation och en eventuell utvidgning av en skola från 1950-talet samt reparation och höjning av ett bostadshöghus från 1970-talet. Effekterna av de alternativ som baserar sig på utvecklandet en befintlig byggnad jämförs med effekterna av byggandet av helt nya byggnader. Dessutom har man tagit fram information om styrmedel med hjälp av vilka beslutsfattandet om grundlig reparation och rivning och nybyggnad kan styras mot koldioxidsnålare val.

Utifrån de fall som studerats är grundlig reparation ett effektivare sätt än rivning och ombyggnad för att under de närmaste årtiondena undvika uppkomsten av sådana utsläpp som är avgörande med tanke på bekämpningen av klimatförändringen och anpassningen till den. Det behövs dock ytterligare forskningsdata om de totala effekterna på stadsstrukturnivå. Att sporra till reparation i stället för rivning är en aspekt som bör tas in i styrningen mot klimatsnåla lösningar inom byggandet.

Nyckelord rivning (byggbranschen), ombyggnad, klimatpåverkan, kostnader, livscykelanalys, styrning, byggd miljö, byggnader

ISBN PDF 978-952-361-221-1 **ISSN PDF** 2490-1024

URN-adress <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-221-1>

To demolish or to repair?

Carbon footprint impacts, life cycle costs and steering instruments

| | | |
|---|-----------------------------|-------------------|
| Publications of the Ministry of the Environment 2021:9 | Subject | Built environment |
| Publisher | Ministry of the Environment | |

| | | |
|---------------------|--|------------------|
| Authors | Satu Huuhka, Terttu Vainio, Malin Moisio, Emmi Lampinen, Mikko Knuutinen, Samuel Bashmakov, Arto Köliö, Jukka Lahdensivu, Paula Ala-Kotila and Pertti Lahdenperä | |
| Group Author | University of Tampere, VTT Technical Research Centre of Finland Ltd | |
| Language | Finnish | Pages 129 |

Abstract

The reform of the legislation on building and construction also prepares for a transition towards low-carbon building. In the future carbon reduction must be taken into account in the whole life cycle of a building, i.e. in new building and renovation and in demolition. The stages in the life cycle are intertwined when we consider the renovation of the existing buildings and demolition followed by new building as the alternative approaches.

This report summarises the carbon footprint and life cycle impacts of the renovation and development of buildings compared to demolition followed by new building. For the most part the analysis is limited to individual buildings. Scientific research information on carbon footprint impacts has been collected from Finland and from other countries with similar climate conditions as we have in Finland. New calculations that combine carbon footprint impacts and life cycle costs were made to fill gaps in the available information. The case studies concerned the complete renovation and possible extension of a school building built in the 1950s and renovation of an apartment building built in the 1970s and adding storeys to it. The impacts of solutions based on the existing buildings are compared with the impacts of constructing completely new buildings. Information was also produced on steering instruments that would give more preference to low-carbon solutions when making decisions between complete renovation and demolition followed by new building.

Based on the case studies, complete renovation is more effective than demolition followed by new building as a means to reduce emissions in the next few decades, which will be crucial in terms of the fight against climate change and the adaptation to it. However, more research information is still needed on the total impacts of the urban structure as a whole. The steering instruments concerning low-carbon building should include measures to encourage renovation instead of demolition.

| | |
|-----------------|--|
| Keywords | demolition (construction sector), renovation, climate impacts, costs, life cycle analysis, guidance (steering), built environment, buildings |
|-----------------|--|

| | | | |
|-----------------|-------------------|-----------------|-----------|
| ISBN PDF | 978-952-361-221-1 | ISSN PDF | 2490-1024 |
|-----------------|-------------------|-----------------|-----------|

| | |
|--------------------|---|
| URN address | http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-221-1 |
|--------------------|---|

Sisältö

| | |
|---|----|
| ESIPUHE | 9 |
| 1 Johdanto | 11 |
| 2 Menetelmät ja aineistot | 13 |
| 2.1 Kirjallisuustutkimus | 13 |
| 2.2 Hiilijalanjälki | 14 |
| 2.3 Elinkaarikustannukset | 16 |
| 2.4 Ohjauskeinot | 18 |
| 3 Kirjallisuustutkimus | 19 |
| 3.1 Tulokset | 22 |
| 3.1.1 Tuote- ja rakentamisvaiheen hiilijalanjälki | 22 |
| 3.1.2 Käyttövaiheen hiilijalanjälki | 24 |
| 3.1.3 Koko elinkaaren hiilijalanjälki | 26 |
| 3.2 Tulosten arviointi ja yleistettävyys | 29 |
| 3.2.1 Tavoitteen vaikutus laskentavalintoihin | 29 |
| 3.2.2 Laskentarajaukset ja -olettammat | 30 |
| 3.2.3 Energiantuotannon vähähiilistymisolettaman merkitys | 31 |
| 3.2.4 Rakennusten energiankulutus | 32 |
| 3.2.5 Esitystavan merkitys | 34 |
| 3.3 Johtopäätökset | 35 |
| 4 Tapaustutkimus: koulu | 37 |
| 4.1 Vertailu 1: peruskorjattu koulu vs. uusi koulu | 37 |
| 4.1.1 Hiilijalanjälki | 44 |
| 4.1.2 Elinkaarikustannukset | 47 |
| 4.2 Vertailu 2: peruskorjattu ja laajennettu koulu vs. uusi koulu | 49 |
| 4.2.1 Hiilijalanjälki | 52 |
| 4.2.2 Elinkaarikustannukset | 55 |
| 4.3 Tulosten arviointi ja yleistettävyys | 58 |
| 4.3.1 Tulosten yhteenveto | 58 |
| 4.3.2 Sijainti | 59 |
| 4.3.3 Palveluverkko | 60 |
| 4.3.4 Rakennuksen kunto ja ominaisuudet | 61 |
| 4.3.5 Kulttuurihistorialliset arvot | 61 |

| | | |
|----------|---|----|
| 5 | Tapaustutkimus: asuinkerrostalo | 63 |
| 5.1 | Korjattu ja korotettu kerrostalo vs. uusi rakennus..... | 63 |
| 5.1.1 | Hiilijalanjälki..... | 66 |
| 5.1.2 | Elinkaarikustannukset | 68 |
| 5.2 | Tulosten yleistettävyys | 71 |
| 5.2.1 | Tulosten yhteenveto | 71 |
| 5.2.2 | Rakennuksen kunto ja ominaisuudet | 71 |
| 5.2.3 | Rakennuksen sijainti | 73 |
| 5.2.4 | Vuokrataloyhtiö..... | 74 |
| 5.2.5 | Asunto-osakeyhtiö | 76 |
| 5.2.6 | Tontin omistus | 78 |
| 5.2.7 | Asuntomarkkinat | 80 |
| 5.2.8 | Suojellut asuinrakennukset..... | 82 |
| | | |
| 6 | Ohjauskeinot | 84 |
| 6.1 | Säädökset ja määräykset | 84 |
| 6.1.1 | Kuntien määräykset..... | 85 |
| 6.1.1.1 | Rakennuskannan tarkastelu yleiskaavoituksessa ja asemakaavoituksen ohjelmoinnissa | 85 |
| 6.1.1.2 | Rakennuskannan tarkastelu suurissa asemakaavahankkeissa | 86 |
| 6.1.1.3 | Säilyttämiseen velvoittaminen asemakaavassa | 88 |
| 6.1.1.4 | Säilyttämiseen kannustaminen asemakaavassa annettavan hiilijalanjälkirajan avulla | 88 |
| 6.1.1.5 | Säilyttämiseen velvoittaminen tai kannustaminen rakennusjärjestyksen avulla | 89 |
| 6.1.2 | Valtion säädösohjaus | 90 |
| 6.1.2.1 | Säilyttämään kannustaminen RakMK:ssa annettavan hiilijalanjälkirajan avulla | 90 |
| 6.1.2.2 | Käyttötarkoituksen muuttamisen helpottaminen | 90 |
| 6.1.2.3 | Selvitykset purkuluvan myöntämisen edellytyksenä | 91 |
| 6.2 | Talousohjaus..... | 92 |
| 6.2.1 | Kuntien talousohjaus | 92 |
| 6.2.1.1 | Asemakaavassa myönnettävä lisärakennusoikeus..... | 92 |
| 6.2.1.2 | Alueellisena poikkeamisena myönnettävä lisärakennusoikeus..... | 93 |
| 6.2.1.3 | Lisärakennusoikeuden myöntäminen rakennusluvan yhteydessä | 93 |
| 6.2.1.4 | Uudisrakentamisella saatavan taloudellisen edun rajaaminen | 93 |
| 6.2.1.5 | Tontinluovutus | 94 |
| 6.2.1.6 | Maankäyttömaksun alentaminen rakennuksia säilytettäessä | 95 |
| 6.2.1.7 | Rakennusluvan hinnoittelu ja käsittelyn nopeuttaminen | 96 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 6.2.2 | Valtion talousohjaus | 97 |
| 6.2.2.1 | Työn ja luonnonvarojen verotus | 97 |
| 6.2.2.2 | Kiinteistöverotus | 97 |
| 6.2.2.3 | Hankintamenojen poistot verotuksessa..... | 98 |
| 6.2.2.4 | Julkiset rakennushankkeet ja niiden lainoitus | 99 |
| 6.3 | Informaatio-ohjaus | 99 |
| 6.3.1 | Kuntien ohjauskeino: rakentamistapaohjeet | 99 |
| 6.3.2 | Neuvonta, tiedottaminen, koulutus | 100 |
| 6.4 | Pohdinta..... | 100 |
| 6.4.1 | Valtion ja kuntien työnjako ohjauksessa | 100 |
| 6.4.2 | Eri ohjauskeinojen vaikuttavuus | 102 |
| 6.4.3 | Perusoikeusharkinnan näkökulma | 104 |
| 6.4.4 | Lopuksi..... | 104 |
| 7 | Yhteenveto ja johtopäätökset | 106 |
| 7.1 | Tulosten yhteenveto..... | 106 |
| 7.1.1 | Kirjallisuustutkimus..... | 106 |
| 7.1.2 | Koulun tapaustutkimus..... | 107 |
| 7.1.3 | Asuinkerrostalon tapaustutkimus..... | 108 |
| 7.1.4 | Ohjauskeinotarkastelu | 110 |
| 7.2 | Suosituksset ja jatkotutkimustarpeet..... | 111 |
| 7.2.1 | Suosituksset..... | 111 |
| 7.2.2 | Jatkotutkimustarpeet..... | 113 |
| | Liite 1. Sidosryhmätyöpajan palaute | 116 |
| | Lähdeluettelo | 125 |

ESIPUHE

Käsillä oleva ilmastokriisi velvoittaa meitä tarkastelemaan kaikkia rakennuskantaan liittyviä valintojamme entistä perusteellisemmin. Uudistuva maankäyttö- ja rakennuslaki tuo rakentamisen ympäristöohjaukseen uuden elementin, vähähiilisuuden, joka sisältää myös rakennusmateriaalien valmistuksen hiilijalanjäljen. Uusi näkökulma heijastuu myös kiinteistönomistajien rakennuksiin liittyviin strategisiin valintoihin.

Olemassa olevan rakennuskannan osalta ilmastotavoitteiden saavuttaminen edellyttää paitsi rakennusten energiatehokkuuden parantamista ja siirtymistä vähähiilisempään energiaan, myös nykyisten rakennusten tilojen tehokasta käyttöä, käyttöiän pidentämistä ja materiaalitehokkuutta. Lisäksi kiinteistönpidon haasteisiin kytkeytyvät muut ominaisuudet kuten käyttäjien terveys, esteettömyys ja kulttuuriympäristöarvot. Monien vastakkaisien tavoitteiden ristipaineessa kiinteistönomistajat ovatkin entistä useammin päätyneet tilanteeseen, jossa pitäisi päättää korjausta vaativan tai vajaakäyttöisen rakennuksen tulevaisuudesta: korjata, perusparantaa ja mahdollisesti lisärakentaa, vai purkaa ja rakentaa uusi tilalle?

Ympäristöministeriö halusi selvittää näiden kahden vaihtoehdon vaikutuksia kahden tekijän, hiilijalanjäljen ja kustannusten näkökulmasta. Lisäksi pyrittiin kartoittamaan mahdollisia aiheeseen liittyviä ohjauskeinoja. Selvityksen tekijöiksi valittiin hiilijalanjäljen osalta Tampereen yliopisto ja kustannusten osalta VTT. *Purkaa vai korjata* -kysymystä tarkasteltiin kahden tyypillisen haasteellisen tapauksen, 1970-luvun betonielementtikerrostalon ja 1950-luvun koulurakennuksen, pohjalta. Selvitykset perustuvat kirjallisuustutkimukseen, kahden esimerkkirakennuksen tapaustutkimuksiin sekä ohjauskeinotarkasteluun.

Valmistunut selvitys osoittaa, että päätös purkamisen ja korjaamisen välillä on monitahoinen kysymys ja riippuu mm. kohteena olevan rakennuksen ominaisuuksista ja sijainnista. Samasta syystä yksiselitteisten ohjauskeinojen suosittelu on vaikeaa. Selvitys kuitenkin vahvistaa muissa tutkimuksissa tehdyn havainnon, jonka mukaan purku- tai säilyttämissä päätöksellä voi olla merkittävä vaikutus yksittäisen rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälkeen. Tästä syystä olisi tärkeää säilyttää *purkaa vai korjata* -teema ilmastotoimien agendalla. Toisaalta selvitys osoittaa myös tarpeen syventää aiheeseen liittyvää tietämystä mm. tulosten yleistettävyyden, vaihtoehtojen toiminnallisen vastaavuuden tai alueellisen tarkastelun osalta. Nyt tehty työ toimikoon lähtölaukauksena vilkkaalle keskustelulle ja jatkoselvityksille.

Kiitän tilaajan puolesta lämpimästi selvitysten päätekijöitä, Tampereen yliopiston Satu Huuhkaa sekä VTT:n Terttu Vainiota sekä heidän tutkimustiimejään, jotka tekivät saumatonta yhteistyötä. Lisäksi haluan kiittää hankkeiden laajaa, asiantuntevaa ja aktiivista ohjausryhmää, johon kuuluivat Vesa Ijäs ARA:sta, Laura Inha Tampereen kaupungilta, Jessica Karhu Green Building Council Finlandista, Petri Pylsy Kiinteistöliitosta, Mikko Somersalmi RAKLI:sta, Jussi Ukkonen Helsingin kaupungilta sekä Matti Kuittinen, Tuija Mikkonen, Laura Valkonen ja allekirjoittanut ympäristöministeriöstä.

Harri Hakaste
hankkeen ohjausryhmän puheenjohtaja
ympäristöministeriö

1 Johdanto

Satu Huuhka, Tampereen yliopisto, ja Terttu Vainio, VTT

Rakentamisen lainsäädännön uudistuksessa valmistellaan siirtymistä nykyistä vähähiilisempään rakentamiseen. Vähähiilisyyden tulee tulevaisuudessa huomioida rakennuksen koko elinkaarensa eli uudisrakentamisessa, korjausrakentamisessa ja rakennuksen purkamisessa. Elinkaaren vaiheet kietoutuvat toisiinsa, kun toistensa vaihtoehtoina tarkastellaan olemassa olevien rakennusten korjaamista tai niiden korvaamista uusilla rakennuksilla. Jälkimmäistä vaihtoehtoa kutsutaan tässä raportissa jatkossa käsitteellä ”purkava uudisrakentaminen”.

Euroopan unionin (EU) jätedirektiivin tavoitteena on kaatopaikalle päätyvän rakennus- ja purkujätteen vähentäminen sekä hyödyntämisen painopisteen siirtäminen jätehierarkiassa ylöspäin eli materiaalihyödyntämisestä kohti tuotteiden uudelleenkäyttöä ja käytön jatkamista. Korjauskelpoisten rakennusten elinkaarien pidentäminen on vaikuttavin keino ehkäistä purkujätteen syntymistä. Rakennus- ja purkujätteen syntymisen ehkäisy on yksi keskeisistä tavoitteista jätelainsäädännössämme.

Suomessa puretaan vuosittain noin 4000 rakennusta. Valtakunnallisesti purettujen rakennusten volyymi vastaa reilua kymmenystä samanaikaisesti rakennettujen uudisrakennusten volyymistä pinta-alassa mitattuna. (Huuhka & Lahdensivu, 2016). Asiassa esiintyy kuitenkin merkittävää paikallista vaihtelua: esimerkiksi Tampereella purettujen rakennusten volyymi vastaa neljäsosaa uudisrakentamisen volyymistä (Huuhka & Kolkwitz, 2021). Purkuun jo päätyneiden rakennusten lisäksi rakennuskantamme pitää sisällään runsaasti tyhjillään olevia ja vajaakäyttöisiä rakennuksia, joiden kohtalo on vielä avoin (Huuhka, 2016). Tulevaisuudessa purkamispainetta kohdistuneekin yhä useampiin rakennuksiin. Valtaosa purkamisesta tapahtuu suurissa kaupungeissa, joissa sen avulla on pyritty ratkaisemaan kaupunkirakenteen tiivistämiseen ja maankäytön muutoksiin liittyviä kysymyksiä (Huuhka & Lahdensivu, 2016; Huuhka & Kolkwitz, 2021).

Tämänhetkinen tutkimustieto viittaa siihen, että rakennuksen korjaaminen ja kehittäminen tuottaa pitkälläkin aikavälillä pienemmät hiilipäästöt kuin sen korvaaminen vastaavan laajuisella uudisrakennuksella. Erityisesti toimitila-, tuotanto- ja palvelurakennuksia puretaan pääasiassa taloudellisista, toiminnallisista ja kaupunkisuunnitteluun liittyvistä syistä eikä niinkään rakennusten teknisen käyttöiän päättymisen johdosta (Huuhka & Lahdensivu, 2016; Huuhka & Kolkwitz, painossa). Toistaiseksi korjauskelpoisten rakennusten purkamista ei ole kyseenalaistettu, paitsi milloin niihin on liittynyt kulttuurihistoriallisia arvoja, joiden perusteella niitä on voitu suojella. Ympäristöministeriö tarkastelee hiilijalanjälkeen

perustuvan purkamisen sääntelyn mahdollisuutta maankäyttö- ja rakennuslain (MRL) uudistuksen yhteydessä osana rakentamisen vähähiilisyden ohjausta.

Tässä raportissa kootaan tietoa rakennusten korjaamisen ja kehittämisen sekä purkavan uudisrakentamisen hiilijalanjälki- ja elinkaarikustannusvaikutuksista. Julkaisu on laadittu osana Tampereen yliopiston ja VTT:n ”Purkaa vai korjata” (Purkuko) tutkimushankkeita. Käytettävissä olleista resursseista johtuen käsittely on rajattu pääasiassa yksittäisen rakennuksen tasolle. Hankkeiden tavoitteina on ollut:

1. kerätä yhteen olemassa olevaa tutkimustietoa rakennuksen peruskorjaamisen ja kehittämisen (kuten korottamisen) hiilijalanjälkivaikutuksista verrattuna purkavan uudisrakentamisen hiilijalanjälkivaikutuksiin Suomea vastaavissa ilmastollisissa olosuhteissa,
2. täydentää olemassa olevien tietojen puutteita hiilijalanjälki- ja elinkaarikustannusnäkökulmat yhdistävin uusien laskennallisten tarkasteluin, ja
3. tuottaa tietoa ohjauskeinoista, joiden avulla peruskorjaamista tai purkavaa uudisrakentamista koskevaa päätöksentekoa voitaisiin ohjata kohti vähähiilisempiä valintoja.

Ensimmäistä tavoitetta lähestytään systemaattisen kirjallisuusselvityksen kautta. Siinä kartoitetaan laajasti aihetta käsittelevää kotimaista ja kansainvälistä kirjallisuutta ja luokitellaan ja kootaan keskeisten tutkimusten merkittävimpiä tuloksia.

Toisen tavoitteen saavuttamiseksi valituille tapauksille tehdään rakennuksen hiilijalanjälki- ja elinkaarikustannuslaskennat. Kohderakennuksen tai -rakennusten ja skenaarioiden valinta perustuu kirjallisuusselvitykseen sekä tutkijoiden ja ympäristöministeriön yhteiseen asiantuntijanäkemykseen. Kohdevalintaan on vaikuttanut se, että 1950-luvulla rakennetut ja sitä nuoremmat koulurakennukset koetaan kunnissa monestakin syystä ongelmallisiksi ja ne korostuvat puretuissa rakennuksissa.

Kolmatta, ohjauksen mahdollisuuksiin puretuvaa kysymystä tarkastellaan normatiivisella otteella sääntelyteoreettisesta viitekehystä käsin. Toisin sanoen, tavoitteena on selvittää, muodostaako hiilijalanjälki perusteen ohjata purkamista ja jos, millä ohjausvälineillä sitä voitaisiin ohjata siten, että tavoitellut yhteiskunnalliset vaikutukset toteutuisivat. Ohjauskeinojen kartoitus pohjautuu kirjallisuudessa aikaisemmin tunnistettuihin ohjauskeinoihin. Nyt käsillä olevan julkaisun tavoitteena on ehdottaa konkreettisia keinoja hiilijalanjäljen kannalta epäedullisen purkamisen hillitsemiseen ja tuoda esiin mahdollisia tähän liittyviä lainsäädännön muutostarpeita.

Tässä raportissa esitetyt tulokset perustuvat tutkittuihin tapauksiin ja johtopäätökset ovat tutkijoiden näkemyksiä. Tulosten hyödyntäminen tapahtuu yksin lukijan omalla vastuulla.

2 Menetelmät ja aineistot

2.1 Kirjallisuustutkimus

Emmi Lampinen ja Satu Huuhka, Tampereen yliopisto

Korjaamista ja purkavaa uudisrakentamista hiilijalanjäljen näkökulmasta vertailevaa kirjallisuutta on pyritty selvittämään systemaattisen kirjallisuustutkimuksen avulla. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus on järjestelmällinen tutkimusmenetelmä, jossa pyritään puolueettomuuteen ja ennakoasenteettomuuteen. Tutkimuksessa etsitään vastausta tarkkaan määriteltyyn ja yksiselitteiseen tutkimuskysymykseen, joka nyt käsillä olevan tutkimuksen tapauksessa on: *”Kumpi on vähähiilisempi vaihtoehto, olemassa olevan rakennuksen peruskorjaus vai sen korvaaminen uudella rakennuksella?”*

Tutkimuskysymykseen etsitään vastausta tarkastelemalla aihetta käsitteleviä tutkimuksia. Tutkimuskysymys ja hakusanat määritellään siten, että tutkimus voidaan helposti toistaa ja päätyä samaan lopputulokseen. Löydettyjä tutkimuksia ja niiden tuloksia arvioidaan järjestäytyneellä tavalla. Aineistosta etsitään ja vertaillaan esimerkiksi niitä tekijöitä, jotka ovat vaikuttaneet tutkimuksen lopputulokseen. (Efron & Ravid, 2018).

Kuten tutkimuskysymyksenkin, myös käytettävä aineisto määritellään ennalta. Käytännössä siis hakusanat ja ne kriteerit, jotka aineiston tulee täyttää, päätetään jo ennen kirjallisuushaun aloittamista. Rajausten avulla aineistoa voidaan puolueettomasti sisällyttää tai poissulkea tutkimuksesta. Päätettyjä kriteereitä noudattamalla aineiston keruu on systemaattista ja kokonaisvaltaista, ja tutkimuksen kohteeksi saadaan kattava määrä kirjallisuutta. Kirjallisuuden analyysissä aineistoa tarkastellaan objektiivisesti ja tulokset raportoidaan neutraalilla tavalla. (Efron & Ravid, 2018).

Käytännössä nyt käsillä olevassa kirjallisuustutkimuksessa pyrittiin kohti systemaattista menetelmää, mutta kirjallisuuden etsimisen osalta sen täydellinen noudattaminen ei osoittautunut mahdolliseksi. Sekä peruskorjauksesta että purkavasta uudisrakentamisesta käytetty termistö on hyvin vaihtelevaa ja vakiintumatonta, minkä vuoksi hakulausekkeitä käyttämällä ei pystytty paikantamaan kuin osa aineistosta. Julkaisuja löydettiin myös lähde- ja viittausanalyysien avulla eli jäljittämällä jo aineistoksi tunnistettujen julkaisujen viittausketjuja (ks. esim. Värri, 2012) sekä tiedustelemalla tällaisia selvityksiä suurimmilta Suomessa toimivilta insinööritoimistoilta. Yksittäisistä julkaisuista saatiin vihjeitä myös hankkeen ohjausryhmän jäseniltä.

2.2 Hiilijalanjälki

Malin Moisio ja Satu Huuhka, Tampereen yliopisto

Hankkeessa toteutettiin kirjallisuustutkimuksen lisäksi oma vertaileva tapaustutkimus, jonka kohteena oli koulurakennus. Tapaustutkimuksessa hiilijalanjäljen laskenta perustuu ympäristöministeriön rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmään (jatkossa: ympäristöministeriön menetelmä) (Ympäristöministeriö, 2019), joka soveltaa eurooppalaisia standardeja EN 15643-2 ja EN 15978 (European Committee for Standardization, 2011a & 2011b). Standardi ja ympäristöministeriön menetelmä ovat lähtökohtaisesti tarkoitettuja uudisrakennusten ympäristövaikutusten laskentaan. Nyt käsillä olevassa työssä niitä on sovellettu tapaukseen, jossa vertaillaan uudisrakentamista ja peruskorjausta vaihtoehtoina toisilleen hiilijalanjäljen näkökulmasta. Hiilijalanjäljen laskentaan on sisällytetty kaikki elinkaaren vaiheet: tuotevaihe, rakentaminen, käyttövaihe ja elinkaaren loppu (Kuva 1).

Tuotevaiheen materiaalimäärät on laskettu ArchiCAD-ohjelmassa luotujen rakennusten tietomallien avulla ja niiden päästöt on arvioitu One Click LCA -ohjelmalla. Käytön aikainen energiankulutus on simuloitu kaikille vertailutapauksille niin ikään tietomalliin perustuen dynaamisella laskentamenetelmällä IDA ICE 4.8 -ohjelmalla. Tapauksille on laskettu sekä E-luku ($\text{kWh}_e/\text{m}^2\text{a}$) että ostoenergiankulutus (kWh/a), josta on eritelty kaukolämpö ja -kylmä sekä kokonaissähkönkulutus, joka sisältää sekä kiinteistön teknisten laitteiden kulutuksen että varsinaiseen koulutoimintaan liittyvän kulutuksen. Uudisrakennusten ja laajennusten energiatehokkuus täyttää ympäristöministeriön asetuksen 1010/2017 mukaisen E-luvun raja-arvon (opetusrakennuksille $100 \text{ kWh}_e/\text{m}^2\text{a}$) ja lämpöhäviöiden tasauslaskelman vaatimukset. Laskennassa on käytetty asetuksen 1010/2017 mukaista vakioitua käyttöä.

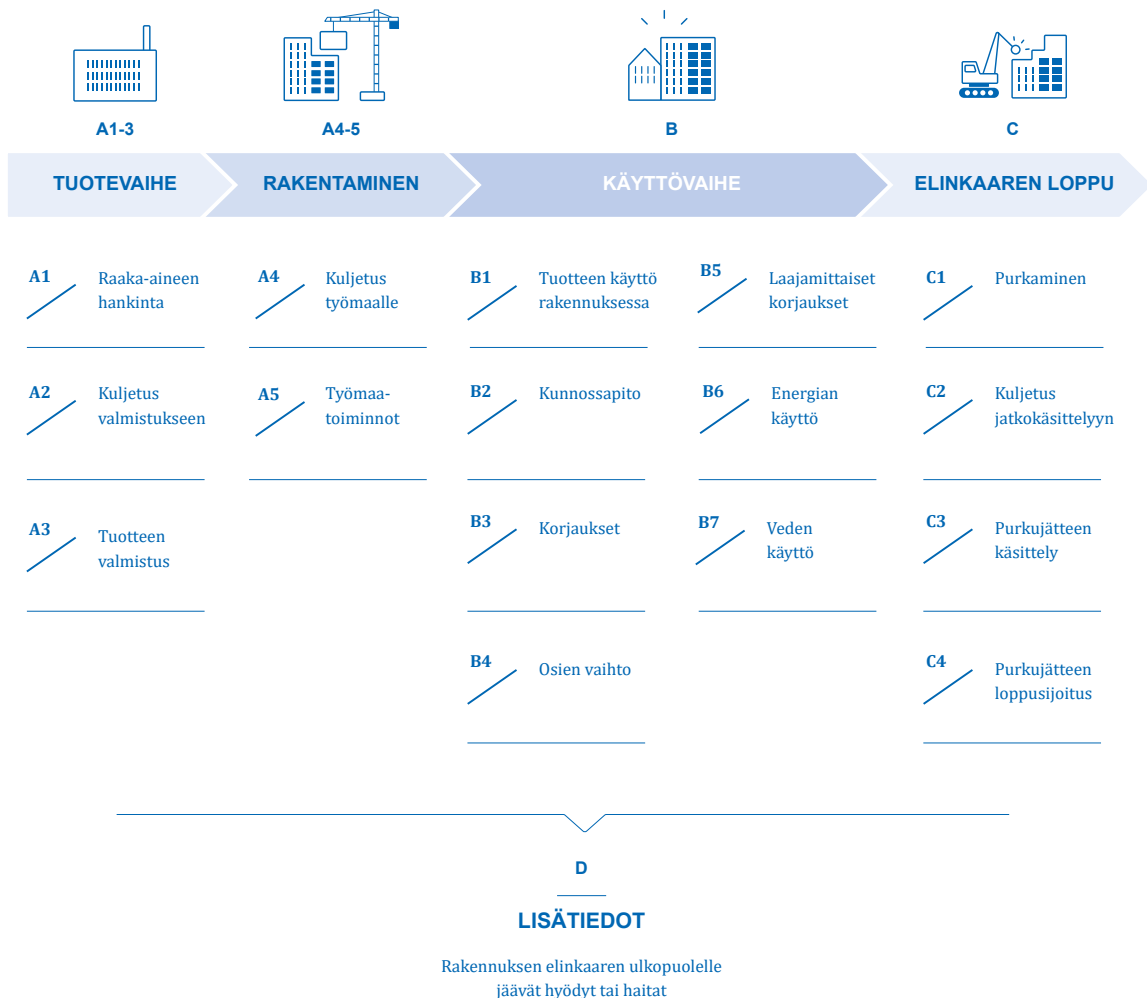
Varsinainen hiilijalanjälkilaskenta on tehty One Click LCA -ohjelmalla käyttäen 50 vuoden tarkastelujaksoa. Laskenta huomioi sekä käytön aikaisen energiankulutuksen että käytettyjen materiaalien hiilijalanjäljen ($\text{kg CO}_2\text{e}$) koko tarkastelujakson aikana. Materiaalien päästötiedot on valittu ohjelman sisältämistä päästötietokannoista vastaamaan mahdollisimman hyvin Suomessa yleisesti käytössä olevia ratkaisuja tai yleisen suomalaisen päästötietokannan geneerisistä päästötiedoista. Vaiheiden A4 (kuljetus työmaalle), A5 (uudisrakennustyömaan toiminnot), B3-4 (korjausten energiankulutus), C1 (purkutyömaan toiminnot), C2 (kuljetus jatkokäsittelyyn) ja C3-4 (jätteenkäsittely ja loppusijoitus) päästöjen laskennassa on käytetty taulukkoarvoja ympäristöministeriön menetelmän mukaisesti (Ympäristöministeriö, 2019, liite 3). Laajamittaiset korjaukset (B5) on huomioitu rakennuksen eri osien teknisten käyttöikien perusteella RT-korttiin 18-10922 (Rakennustieto, 2008) perustuen.

Uudisrakennustapausten laskelmiin on päätetty lisätä olemassa olevan rakennuksen purkamisesta aiheutuneet päästöt (taulukkoarvot C1-4). Korjaamiseen liittyvälle purkamiselle

ei ole ollut saatavissa vastaavia taulukkoarvoja. Olevan rakennuksen peruskorjaustapauksessa sekä tämän rakennuksen sisältävässä laajennustapauksessa peruskorjatun osan työmaa-aikaisten päästöjen laskentaan on käytetty paremman puutteessa uudisrakennustyömaan taulukkoarvoja, vaikka peruskorjaustyömaan päästöt lienevät todellisuudessa vähäisemmät.

Laskennassa on tehty tiettyjä ympäristöministeriön menetelmästä poikkeavia rajauksia (vrt. Ympäristöministeriö, 2019, s. 18). Koska laskennan on haluttu keskittyvän rakennukseen, tontin rakentaminen (maaosat, tuennat ja vahvistukset, päällysteet ja alueen rakenteet) on jätetty pois laskennasta. Täydentävistä rakenteista laskennan ulkopuolelle on rajattu pintarakenteet sekä tyypilliset kiintokalusteet. Nämä on oletettu uudessa ja olemassa olevassa rakennuksessa samoiksi, kun rakennukset ovat samankokoiset.

Kuva 1. Rakennuksen elinkaaren vaiheet (Ympäristöministeriö, 2019, s.14). Kuva: Caroline Moinel.



Lisäksi rakennusten mallinnusta ja pinta-alojen laskentaa on yksinkertaistettu työekonomisista syistä. Esimerkiksi katoilla sijaitsevat iv-konehuoneet ja maanalaiset kuilut on jätetty pois rakennusmassojen geometriasta. Talotekniikalle on käytetty ympäristöministeriön menetelmän neliömetripohjaisia taulukkoarvoja (Ympäristöministeriö, 2019, liite 2), mutta laskennassa on käytetty menetelmän mukaisen lämmitetyn huonealan sijaan lämmitettyä nettoalaa, ts. alaa, johon sisältyy huonealojen lisäksi myös rungon ja ei-kantavien rakennusosien rakennusosa-alat.

Tuloksista on muodostettu kaksi keskenään samankokoista vertailua. Ensimmäinen vertailu tarkastelee olemassa olevan rakennuksen peruskorjauksen päästöjä suhteessa samankokoiseen uudisrakennukseen. Toisessa vertailussa lähtökohtana on neljä kertaa niin suuri rakennus kuin ensimmäisessä vertailussa. Tämä on saavutettu joko suurella uudisrakennuksella tai olemassa oleva rakennus peruskorjaamalla ja sitä laajentamalla. Tapausten tarkemmat lähtötiedot on annettu luvuissa 4.1 ja 4.2.

2.3 Elinkaarikustannukset

Terttu Vainio, VTT

Hiilijalanjäljen lisäksi tarkasteltiin elinkaarikustannuksia. Elinkaarikustannusten vertailu tehtiin sekä hankkeen omalle hiilijalanjäljen tapaustutkimukselle (koulurakennukselle) että asuinkeuhkotalolle, johon oli valmiiksi laskettu hiilijalanjälki ja investointikustannukset (Helsingin kaupunki, 2019).

Elinkaarikustannusten laskenta perustuu eurooppalaiseen standardiin EN 15459-1, joka määrittelee rakennusten energijärjestelmien taloudellisen arvioinnin periaatteet (European Committee for Standardization, 2017). Laskennassa otetaan huomioon investointikustannukset, rakenteiden uusimiskustannukset, vuotuiset käyttö-, huolto- ja kunnossapitokustannukset sekä rakennuksen jäännösarvo. Olemassa olevan rakennuksen tapauksessa investointikustannukset tarkoittavat korjauskustannuksia. Jäännösarvon avulla otetaan huomioon rakennuksen laskentajaksoa pidempi elinkaari (Kuva 2).

Kustannustaso kiinnitetään korjaus- tai uudishankkeen alkuun ja voidaan ilmaista täsmällisesti rakennuskustannusindeksin pisteluvulla. Kustannusten eriaikaisuus ja hintojen nousu otetaan huomioon laskentakorolla. Laskennan tuloksena saadaan laskentajakson kustannusten nettohyötyarvo. Nettohyötyarvo osoitetaan rakennuksen lämmitetyille pinta-alalle.

Kuva 2. Elinkaarikustannusten kustannustekijät.



Investointikustannukset ovat rakennuttajan tavoitekustannukset, jotka lasketaan hankesuunnitelman perusteella huomioiden kohteen sijainnista johdettava hintataso. Tavoitekustannukset kattavat suunnittelun, rakennuttamisen, liittymämaksut, rakennustekniset ja talotekniset työt sekä oletuksen urakoitsijan katteesta. Lähteenä on käytetty tutkittujen tapausten hankesuunnitelmista rakennuttajan kustannusarviointimenetelmällä laskettuja kustannusarvioita (Haahtela-yhtiöt, 2020b) ja niistä johdettuja hankinta-arvoja.

Laskennassa oletetaan, että hankinta-arvoon sisältyvän suunnittelun, rakennuttamisen, arvonnalisäverojen ja muiden tämän tyyppisten kustannuserien elinkaari on hankkeen kesto. Rakennusosien elinkaari vaihtelee. Pitkäikäisillä rakenteilla se on rakennuksen elinkaari (perustukset, runko) ja lyhyt ikäisillä vain 10–15 vuotta (pintarakenteet, talotekniikkajärjestelmien komponentit esimerkiksi vesimittarit).

Uusimiskustannukset sisältävät kohtuullisen pitkän teknisen käyttöiän rakenteiden ja laitteiden uusimisesta johtuvat kustannukset. Useasti laskentajakson aikana uusittavat rakenteet ja laitteet otetaan huomioon vuotuisissa huolto- ja kunnossapitokustannuksissa. Uusimiskustannusten arvioinnissa lähtökohta on ollut hiilijalanjälkilaskenta eli kustannukset on laskettu siinä huomioon otetuille toimenpiteille. Huolto- ja kunnossapitokustannukset perustuvat suurimpien kaupunkien sisäisiin vuokriin (koulu) ja asuntoyhteisöjen taloustaloihin (asuinkerrostalo).

Energiakustannuksiin luetaan ostettava lämmitysenergia, kaukokylmä ja sähkö. Ostoennergian määrät on laskettu hiilijalanjäljen määrittämisen yhteydessä ja hinnoiteltu energiatalon perusteella. Hintoihin sisältyvät energia, siirto ja verot. Laskentakorkoina on käytetty voittoa tavoittelemattomaan toimintaan sekä kaupalliseen toimintaan sopivia korkokantoja. Energiahintakehitykselle on testattu useita skenaarioita.

2.4 Ohjauskeinot

Mikko Knuutinen, Samuel Bashmakov ja Satu Huuhka, Tampereen yliopisto

Mahdollisten ohjauskeinojen tarkastelu pohjautuu aiempaan, kiertotalouden ohjaamis- mahdollisuuksia käsittelevään kirjallisuusselvitykseen (Huuhka, 2019). Pohdinta soveltaa mainittua kartoitusta purkamiseen tai korjaamiseen kannustamisen kontekstiin sekä laajentaa pohdintaa muutamalla uudella tunnistetulla ohjauskeinolla.

Ohjauskeinotarkasteluun sisältyy paradigmaattisesti lainopin alaan kuuluva osuus. Lainopillisen arvioinnin perustehtävänä on systematisoida ja tulkita voimassa olevaa oikeutta, jonka avulla voidaan nostaa esille ohjauskeinojen mahdollisuuksia ja tehdä niihin liittyvää punnintaa oikeustieteellisistä lähtökohdista sekä esittää ohjausvaihtoehtoihin liittyviä tulkintasuosituksia (Hirvonen, 2011). Ohjauskeinojen lainopillisessa arvioinnissa punninta merkitsee muun muassa ohjauskeinoihin liittyvien oikeudellisten ristiriitojen havaitsemista, joka osaltaan suuntaa ohjauskeinojen tarkastelua. Tässä yhteydessä toteutetaan oikeudellisen koherenssin sekä lainsäädännön mahdollistamien ohjauskeinojen arviointi.

Valtiosääntöoikeudellista tarkastelua ei yksityiskohdissaan ole tehty, mutta arvioinnissa on pyritty arvioimaan tätä väljemmin ohjauskeinojen soveltuvuus voimassa olevaan sääntelykokonaisuuteen. Tässä tarkastelussa on pyritty huomioimaan kyseisen sääntely-ympäristön ominaispiirteet, joita ovat esimerkiksi normatiiviselta statukseltaan tulkinnanvaraisten teknisten määräysten antaminen sekä laintasaisen tavoitteellisen sääntelyn yleistyminen.

Palautteen saamiseksi ohjauskeinoista työn kuluessa järjestettiin sidosryhmätyöpaja. Verkotyöpajana 9.11.2020 toteutettuun tilaisuuteen osallistui n. 30 henkilöä eri sidosryhmistä: mm. kaupunkien ja valtion viranomaisia, rakennus- ja kiinteistöalan järjestöjen edustajia, insinööritoimistojen konsultteja ja tutkijoita. Työpajan tulokset ovat Liitteessä 1.

3 Kirjallisuustutkimus

Emmi Lampinen ja Satu Huuhka, Tampereen yliopisto

Kirjallisuustutkimuksen aineistokartoituksessa paikallistettiin kaiken kaikkiaan yli 60 kansainvälistä ja kotimaista julkaisua, jotka käsittelivät korjaamista ja purkavaa uudisrakentamista vertailevia hiilijalanjälkilaskelmia. Julkaisuihin sisältyi sekä vertaisarvioituja tieteellisiä artikkeleita että vertaisarvioimattomia raportteja ja konsulttiselvityksiä. Erilaisista ilmasto-olosuhteista, rakentamisen tavoista, laskentarajauksista ja lähtöolettamista johtuen eri julkaisujen tulokset eivät useinkaan ole vertailukelpoisia keskenään tai sovellettavissa suoraan Suomen olosuhteisiin. Siksi lopulliseen aineistoon hyväksyttiin vain julkaisuja, jotka

1. laskevat hiilijalanjäljen sekä uudisrakentamis- että korjausvaihtoehdolle niiden vertailemiseksi,
2. tarkastelevat koko elinkaaren hiilijalanjälkeä sisältäen vähintään sekä rakentamisen että käytön hiilidioksidipäästöt, ja
3. sijoittuvat Suomeen, Suomen kaltaisiin tai sitä lähellä oleviin ilmasto-olosuhteisiin.

Tällöin voidaan lähtökohtaisesti olettaa, että vertailun keskeiset oletamat ovat riittävän samanlaiset ja tulokset ovat sovellettavissa meidän olosuhteisiimme, jolloin julkaisujen sisältämien vertailujen tuloksia on mahdollista vertailla myös keskenään. Ilmasto-olosuhteiden huomioon ottaminen perustuu Köppen-Geigerin ilmastoluokitukseen (ks. Beck ja muut, 2018), jossa Suomen ilmastotyyppinä ovat Dfb ja Dfc. Muut D-tyypin ilmastot on katsottu Suomen ilmasto-olosuhteita lähellä oleviksi.

Julkaisuista 15 täytti yllä mainitut kriteerit. Yhteen julkaisuun sisältyy tyypillisesti useita erilaisia vaihtoehtoja sekä uudis- että korjausrakentamiselle. Tämän vuoksi vertailuparien määrä, 56 tapausta, on suurempi kuin aineiston julkaisujen määrä (Taulukko 1). Julkaisuissa käytetyt laskennan rajaukset on esitetty Taulukossa 2. Lisäksi on syytä huomata, että vaikka ilmasto-olosuhteet ovat samankaltaiset, rakentamistavat, rakentamiselle ja tiloille asetettavat laatuvaatimukset ja energiajärjestelmät voivat kuitenkin vaihdella eri maiden välillä. Näitä seikkoja ei useinkaan ole kuvattu julkaisuissa niin tarkasti, että niitä olisi tässä kirjallisuustutkimuksessa voitu tarkastella lähemmin.

Taulukko 1. Aineiston muodostavat julkaisut, ja niihin sisältyvät tapaukset. Julkaisuihin viitataan tekstissä julkaisunumerolla ja kuvaajissa vertailuparien tunnisteilla. Esimerkiksi 3.1a = Julkaisu 3, tarkasteltu rakennus 1 ja korjaus-uudisvertailupari a. *) Olemassa olevaa asuinuutta verrattu uuteen asuinuuteen.

| Julkaisu nro | Viite lähdeluettelossa | Maa | Rakennustyyppi | Vanhan rakennuksen rakennusvuosi | Päärakennusmateriaali | Tutkittujen rakennusten lukumäärä | Korjausvaihtoehtoja | Uudisrakentamisvaihtoehtoja | Vertailuparien lukumäärä |
|--------------|--------------------------------------|--------|------------------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 1 | Berg & Fuglseth, 2018 | Norja | omakotitalo | 1936 | puu | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | Dettling, Tallering & McDaniel, 2012 | USA | useita tyyppejä | eri ikäisiä | useita | 7 | 1 | 1 | 7 |
| 3 | Dong, Kennedy & Pressnail, 2005 | Kanada | omakotitalo | eri ikäisiä | useita | 3 | 4 | 1 | 12 |
| 4 | Gaia, 2020 | Suomi | toimisto-> kerrostalo | 2002 | betoni | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 5 | Heinonen, Säynäjoki & Junnila, 2011 | Suomi | asuinalue (70 % okt, 30 %kt) | kerrostunut alue | useita | 1 | * | 7 | 7 |
| 6 | Horvath & Szalay, 2012 | Unkari | kerrostalo | 1968 | betoni | 1 | 4 | 2 | 8 |
| 7 | Jäätvuori, Tepponen & Varteva, 2020 | Suomi | kerrostalo-kortteli | 1968 | betoni | 2 | 1 | 1 | 2 |
| 8 | Lucuik ja muut, 2010 | Kanada | toimisto | 1901 | betoni | 1 | 2 | 2 | 2 |
| 9 | Nöjd, 2019a | Suomi | kerrostalo | 1977 | betoni | 1 | 1 | 4 | 4 |
| 10 | Nöjd, 2019b | Suomi | kerrostalo | 1979 | betoni | 1 | 1 | 4 | 4 |
| 11 | Puurunen, 2020 | Suomi | toimisto | 1989 | betoni | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 12 | Rønning & Vold, 2008 | Norja | toimisto | 1970-luku | betoni | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 13 | Säynäjoki, Heinonen & Junnila, 2012 | Suomi | pientaloalue | 1960-luku | useita | 1 | 1 | 3 | 3 |
| 14 | Ulvan, 2020 | Norja | omakotitalo | 1970-luku | puu | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 15 | Zhang & Wang, 2017 | Kiina | kerrostalo | 1980-luku | betoni | 1 | 1 | 1 | 1 |

Taulukko 2. Aineiston julkaisujen laskennan rajaukset. Kaikissa julkaisuissa on huomioitu vähintään tuotevaihe (A1–A3) sekä rakennuksen käytönaikainen energiankäyttö (B6).

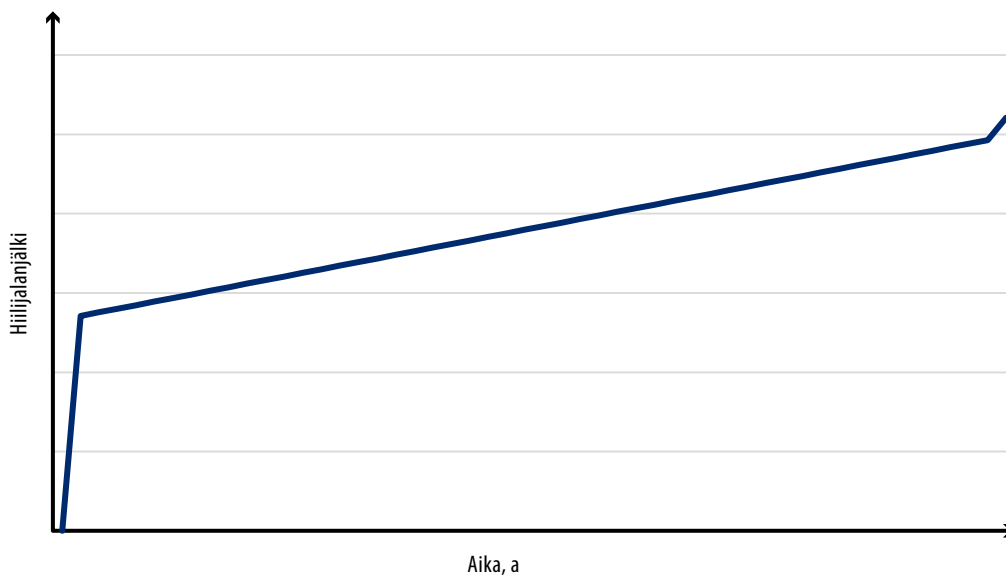
| Julkaisu nro | Viite lähdeluettelossa | Arviointi-aika (vuotta) | A0 Maan-käyttö | A1-A3 Tuotevaihe | A4-A5 Rakentamis-vaihe | B1 Käyttö | B2 Kunnossa-pito | B3 Korjaus | B4 Osien vaihto | B5 Laaja-mittaiset korjaukset | B6 energia | B7 Veden käyttö | C1-C4 Purku | D Hiili-käden-jälki | Vanhan rakennuksen purku | Energian-tuotannon vähähiilistymis-olettama |
|--------------|--------------------------------------|-------------------------|----------------|------------------|------------------------|-----------|------------------|------------|-----------------|-------------------------------|------------|-----------------|-------------|---------------------|--------------------------|---|
| 1 | Berg & Fuglseth, 2018 | 60 | | X | X | | | | X | | X | | X | | X | |
| 2 | Dettling, Tallering & McDaniel, 2012 | 75 | | X | X | | | | X | | X | | X | X | X | |
| 3 | Dong, Kennedy & Pressnail, 2005 | 40 | | X | | | | | | | X | | | | X | |
| 4 | Gaia, 2020 | 50 | X | X | X | | X | | X | X | X | | X | | | X |
| 5 | Heinonen, Säynäjoki & Junnila, 2011 | 25 | | X | X | | X | X | | | X | X | | | | |
| 6 | Horvath & Szalay, 2012 | 60 | | X | X | | | X | X | | X | | X | | X | |
| 7 | Jäätvuori, Tepponen & Varteva, 2020 | 50 | | X | X | | | | X | X | X | | X | | X | X |
| 8 | Lucuik ja muut, 2010 | 60 | | X | X | | | X | X | | X | | | | X | |
| 9 | Nöjd, 2019a | 50 | X | X | X | | | | X | X | X | | X | X | X | X |
| 10 | Nöjd, 2019b | 50 | X | X | X | | | | X | X | X | | X | X | X | X |
| 11 | Puurunen, 2020 | 50 | | X | X | | | X | X | | X | | X | X | X | X |
| 12 | Rønning & Vold, 2008 | 60 | | X | X | | X | | | X | X | | | | X | |
| 13 | Säynäjoki, Heinonen & Junnila, 2012 | 50 | | X | X | | X | X | X | | X | | | | | X |
| 14 | Ulvan, 2020 | 60 | X | X | X | | | | X | X | X | | X | | X | |
| 15 | Zhang & Wang, 2017 | 50 | | X | X | | | | X | | X | | | | | X |

3.1 Tulokset

3.1.1 Tuote- ja rakentamisvaiheen hiilijalanjälki

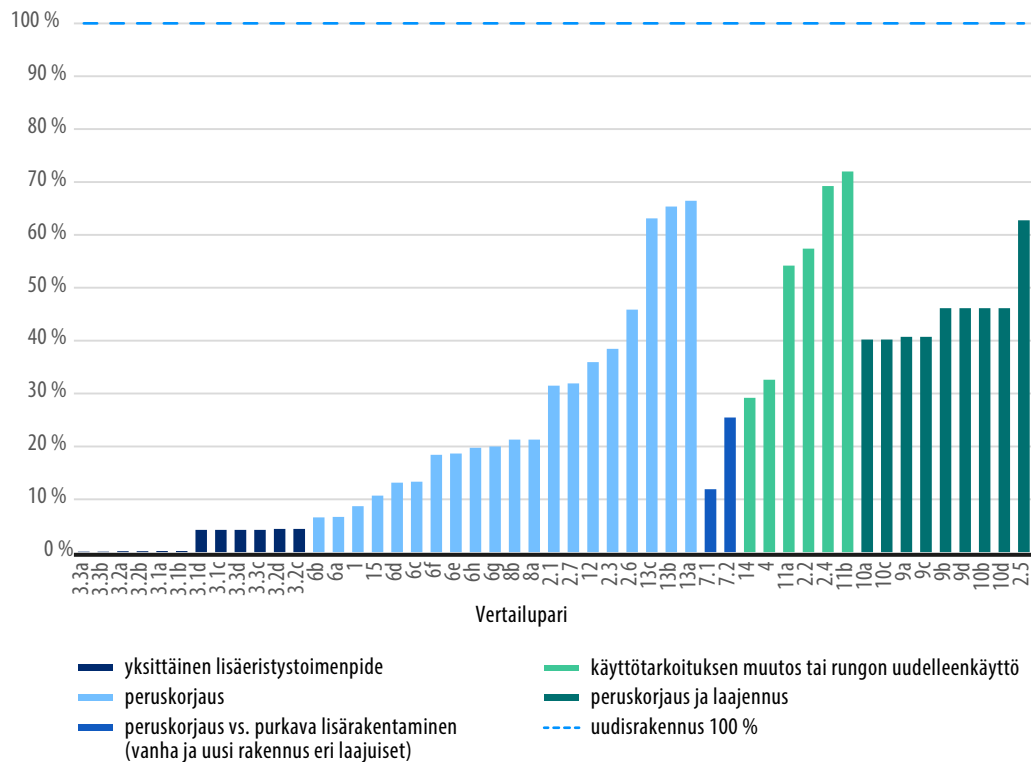
Tuote- ja rakentamisvaiheesta aiheutuu sekä korjaustoimenpiteiden että uudisrakennuksen kohdalla merkittävästi päästöjä lyhyellä aikavälillä tarkastelujakson alkupuolella (Kuva 3). Tämä ns. hiilipiikki koostuu pääsääntöisesti rakennusmateriaalien valmistuksesta aiheutuvista päästöistä, joihin verrattuna itse rakennustyön päästöt ovat pienet. Esimerkiksi hankkeen omassa tapaustutkimuksessa uuden koulurakennuksen (ks. tarkemmin Luku 4) materiaalivalmistuksen osuus tuote- ja rakentamisvaiheen päästöistä oli noin 90 % ja rakennustyön vain noin 10 %.

Kuva 3. Periaatekuva: rakennuksen hiilijalanjäljen syntyminen aikajanalla: tuote- ja rakentamisvaiheen hiilipiikkiä seuraa päästöjen hidas kumuloituminen käyttövaiheessa. Pieni piikki elinkaaren lopussa syntyy purkamisen päästöistä.



Korjattaessa tuote- ja rakentamisvaiheen päästöt muodostuvat kuitenkin uudisrakennusvaihtoehtoa huomattavasti vähäisemmiksi, kun vähintäänkin olemassa olevan rakennuksen runko perustuksineen saadaan hyödynnettyä, eikä päästöjä niiden valmistamisesta näin ollen synny (Kuva 4). Korjattu rakennus on tämän takia vähäpäästöisempi vaihtoehto kaikissa aineiston vertailupareissa toimenpidettä seuraavat vuodet tai vuosikymmenet.

Kuva 4. Korjatun (tai korjatun ja laajennetun) rakennuksen tuote- ja rakentamisvaiheen päästöt prosentteina uudisrakennuksen päästöistä aineiston vertailupareittain. Vertailuparit on ryhmitelty korjaustason mukaan. Riippumatta korjaamisen laajuudesta tuote- ja rakentamisvaiheen hiilipiikki on kaikissa tapauksissa uudisrakentamisvaihtoehtoa pienempi.



Tarkasteltu aineisto ei sisällä yhtään vertailuparia, jossa korjaamisen hiilipiikki ylittäisi uudisrakentamisen hiilipiikin tai olisi edes kovin lähellä sen suuruusluokkaa. Aineiston korjausvaihtoehdoissa korjaamisen taso vaihtelee yksittäisistä toimenpiteistä uudisrakentamisen tasoon ulottuvaan uudistamiseen. Korjaamisen hiilipiikin suuruus on suorassa suhteessa korjaamisen perinpohjaisuuteen, mikä puolestaan määrittyy paitsi rakennuksen vaurioituneisuuden ja riskirakenteiden kautta, myös toiminnallisten muutostöiden laajuuden perusteella. Normaalin peruskorjaamisen hiilipiikki tuote- ja rakentamisvaiheessa oli kuitenkin aineistossa tyypillisesti keskimäärin vain noin 30 % uudisrakennuksen hiilipiikistä. Vaihtelu on kuitenkin huomattavaa: pienimmillään peruskorjauksen hiilipiikki on vain noin kymmenyksen purkavan uudisrakentamisen hiilipiikistä ja enimmillään n. 70 %. Suurimmillaan korjausrakentamisen hiilipiikki on tapauksissa, joissa olemassa olevaa rakennusta laajennetaan, rakennuksen käyttötarkoitusta muutetaan tai korjausvaihtoehdon purkuaste on erityisen korkea – esimerkiksi, kun olemassa olevasta rakennuksesta säilytetään pelkkä runko (Julkaisu 11).

Uudisrakentamisessa hiilipiikin suuruuteen voidaan yrittää vaikuttaa erilaisilla rakenne- ja materiaalivaihtoehdoilla. Tyypillisesti aineiston uudisrakennukset on tehty betonista, mikä on vallitsevin rakennusmateriaali myös Suomessa. Aineistossa on neljä julkaisua (Julkaisut 5, 9, 10 ja 11), joissa tyypillisen rakentamistavan lisäksi on harkittu vähähiilisempiä vaihtoehtoja, kuten puuta tai kierrätettyä sidosainetta sisältävää betonia, hiilipiikin pienentämiseksi. Puurakentamisella on hiilen kierron hidastamiseen liittyviä positiivisia vaikutuksia (hiilen varastointi, ns. hiilikädenjälki), mutta kerrostalorakentamisessa puun käyttö runkomateriaalina vaikuttaa kuitenkin pienentävän tuote- ja rakentamisvaiheeseen liittyvää hiilijalanjälkeä vain maltillisesti. Aineiston ainoassa tätä kysymystä tarkastelleessa julkaisussa (Julkaisu 11) puurakenne alensi hiilipiikkiä vähän yli neljänneksellä betonirunkoon verrattuna. Hankkeen omassa tapaustutkimuksessa koulurakennuksen (Luku 4.1) hiilipiikki aleni kolmanneksella, kun betonirungon sijasta käytettiin puurakennetta. Vastaavasti asuinkerrostalon (Luku 5.1) hiilipiikki aleni neljänneksellä.

Standardista EN 15978 (European Committee for Standardization, 2011b) poiketen, verrattaessa vaihtoehtoina rakennuksen korjaamista ja purkavaa uudisrakentamista, tulisi purkavan uudisrakentamisen rakentamisvaiheen päästöihin lukea myös rakennuksen purkamisen päästöt eli purkutyöstä sekä purkujätteen kuljetuksesta, käsittelystä ja hävittämisestä aiheutuvat päästöt. Näin olikin tehty 11 julkaisussa. Neljä julkaisua ei tätä huomioinut, mutta kaiken kaikkiaan purkamisen vaikutus hiilijalanjälkeen on suhteellisen pieni. Esimerkiksi hankkeen omassa tapaustutkimuksessa (ks. tarkemmin Luku 4) olemassa olevan rakennuksen purkaminen muodosti vajaan kymmenyksen purkavan uudisrakentamisen tuote- ja rakentamisvaiheen hiilijalanjäljestä, kun purettu ja uusi rakennus ovat samankokoisia. Tämä vastaa neljää prosenttia purkavan uudisrakentamisen kokonaishiilijalanjäljestä.

Korjaamiseen liittyvän saneerauspurkamisen päästöt kuuluvat vastaavasti peruskorjaustapausten päästöihin. Neljästä julkaisusta kävi selvästi ilmi, että ne oli myös sisällytetty laskentaan. Tällaisen purun päästöt riippuvat valittuun korjaustapaan liittyvän purkamisen laajuudesta, joka voi vaihdella merkittävästi eri tapausten välillä. Kyseessä on joka tapauksessa käsityönä ja pienkonekalustolla tehtävä purkaminen, jonka hiilijalanjälkivaikutukset lienevät konetyönä tapahtuvaa massiivipurkua selvästi vähäisemmät.

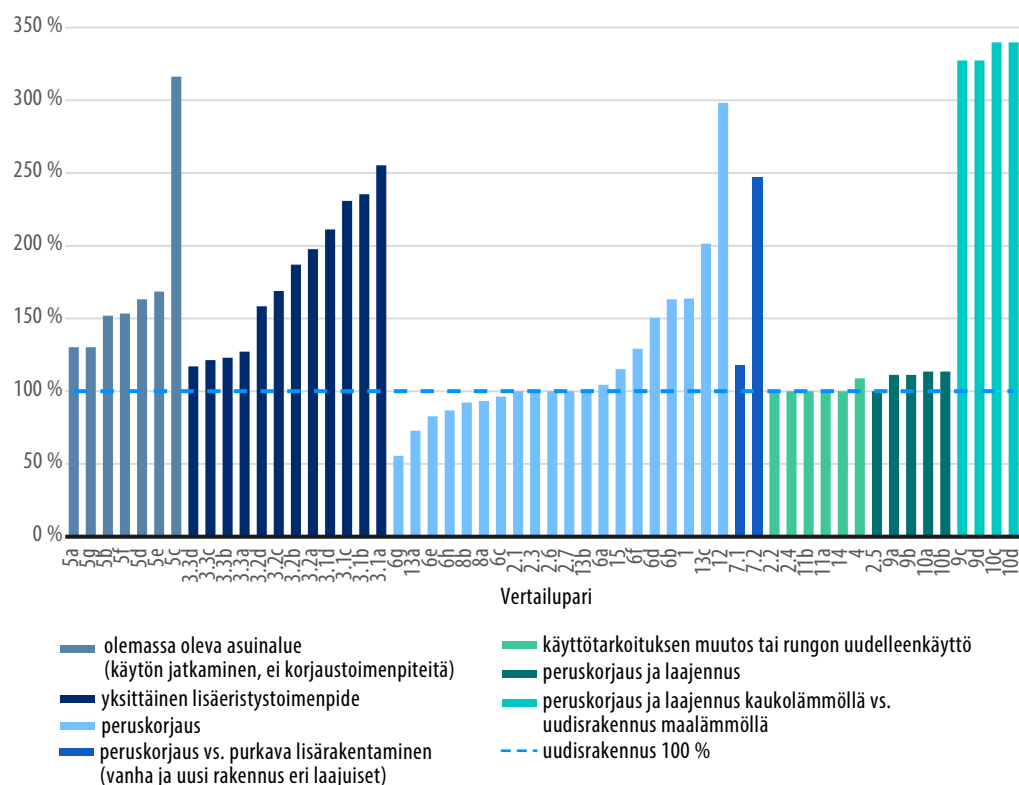
3.1.2 Käyttövaiheen hiilijalanjälki

Rakentamisvaiheen jälkeen rakennuksen päästöt kumuloituvat hiljalleen käytön aikana (Kuva 3). Käyttövaiheen hiilijalanjälkeä kerryttävät rakennuksen energiankulutus (lämmitys, jäähdytys ja kiinteistösähkö), kunnossapito, korjaaminen sekä osien vaihto. Kaikki aineiston julkaisut huomioivat käyttövaiheen päästöissä käytön aikaisen energiankulutuksen, ja kolmea lukuun ottamatta (Julkaisut 3, 5 ja 12) myös teknisen käyttöikänsä päähän

tulleiden rakennusosien uusimisen. Vain harvassa julkaisuista huomioidaan rakennuksen huolto- ja kunnossapitotöiden vaikutus. Käyttötarkoitukseltaan samoille ja samankokoisille rakennuksille huollon osuus oletetaan usein yhtä suureksi ja jätetään sen vuoksi pois vertailusta. Korjaustöiden päästöjen arviointi on puolestaan haastavaa, ja vain vajaa puolet julkaisuista huomioi sen vaikutuksen kokonaishiilijalanjälkeen. Ylläpitötöiden merkitys kokonaisuudelle on kuitenkin verrattain vähäinen. Esimerkiksi hankkeen omassa tapaus-tutkimuksessa ylläpitohuollon ja -korjausten osuus oli hieman yli kolme prosenttia uudis-rakennuksen elinkaaren kokonaispäästöistä.

Rakenteellisen ja taloteknisen energiatehokkuuden tasolla on pieni vaikutus rakentamisvaiheen hiilipiikkiin mutta merkittävä vaikutus käyttövaiheen päästöihin. Aineiston julkaisut käsittävät energiatehokkuudeltaan eriäviä uudisrakennus- ja korjausvaihtoehtoja. Vertailu-pareista 11:ssä korjaus- ja uudisrakennusvaihtoehtojen energiatehokkuus vastasivat toi-siaan, 38:ssä uudisrakennus oletettiin korjattua rakennusta energiatehokkaammaksi ja seit-semässä korjausvaihtoehdon energiatehokkuus oletettiin uudisrakennusta paremmaksi.

Kuva 5. Korjausvaihtoehdon käyttövaiheen hiilijalanjälki verrattuna uudisvaihtoehdon käyttövaiheen hiilijalanjälkeen vertailupareittain. Tarkastellut elinkaaren pituudet vaihtelevat 25 ja 60 vuoden välillä (ks. Taulukko 2). Tyypillisesti korjatun rakennuksen käytönaikainen hiilijalanjälki on suurempi verrattuna uudisrakennukseen.



Kuva 5 esittää korjatun rakennuksen koko käyttövaiheen hiilijalanjäljen suhteen uudisrakennusvaihtoehdon vastaavaan hiilijalanjälkeen. Yksittäisillä korjaustoimenpiteillä ei pystytä saavuttamaan merkittävää vähennystä käytön aikaiseen hiilijalanjälkeen. Niissä käytön päästöt ovat keskimäärin lähes 80 % suuremmat kuin uudisrakennusvaihtoehdossa. Peruskorjauksissa tuote- ja rakentamisvaiheen hiilipiikki on keskimäärin alle kolmanneksen purkavan uudisrakentamisen hiilipiikistä. Niiden käytön aikaiset päästöt ovat puolestaan keskimäärin viidenneksen uudisrakennusta suuremmat, mutta hajonta on suurta. Suurimmillaan korjatun rakennuksen käytön päästö on kolminkertainen uudisrakennukseen verrattuna (Julkaisu 12).

Jos rakennuksen käyttötarkoitusta on muutettu tai rakennuksesta on korjauksessa säilytetty vain runko, on käytön aikaisissa päästöissä päästy samaan tasoon kuin uudisrakennuksella. Näin laajoissa muutoksissa myös rakentamismääräykset yleensä edellyttävät tätä. Tuote- ja rakentamisvaiheen hiilijalanjälki on näissä tapauksissa keskimäärin kuitenkin vain vähän yli puolet kokonaan uuden rakennuksen hiilijalanjäljestä.

Mikäli olemassa olevaa rakennusta on peruskorjauksen yhteydessä laajennettu, on käytön aikainen päästö vain noin 10 % suurempi kuin uudisvaihtoehdoissa. Näiden tapauksien rakentamisvaiheen hiilijalanjälki on keskimäärin puolet purkavan uudisrakentamisen hiilijalanjäljestä. Poikkeuksen muodostavat tapaukset, joissa uudisrakennus lämpiää maalämmöllä. Tällainen uudisrakennus aiheuttaa käytön aikana 70 % vähemmän päästöjä kuin kaukolämpöverkkoon liitetty, peruskorjattu ja korotettu rakennus. Huomionarvoista kuitenkin on, että mikäli myös olemassa oleva rakennus vaihdettaisiin maalämpöön, olisi peruskorjaus vähäpäästöisempi vaihtoehto, kuten tässä hankkeessa tehdyt lisätarkastelut (Luku 5.1.1.) osoittavat.

Selkeää yhteyttä tuote- ja rakentamisvaiheen ja käyttövaiheen päästöjen välillä ei ole nähtävissä. Energiatehokkuuteen merkittävästi vaikuttavat tekijät, kuten paikallinen energiantuotanto (maalämpö- ja aurinkosähköjärjestelmät), eivät juuri vaikuta rakentamisvaiheen päästöihin. Harva julkaisu avaa olemassa olevan rakennuksen lähtötilannetta ja sen korjaustarpeita kovinkaan tarkasti. Huonokuntoisten rakennusosien uusiminen, mahdollinen perustusten vahvistaminen ja kosmeettiset toimenpiteet voivat kasvattaa tuote- ja rakentamisvaiheen hiilijalanjälkeä, mutta ne eivät vähennä käytön aikaisia päästöjä.

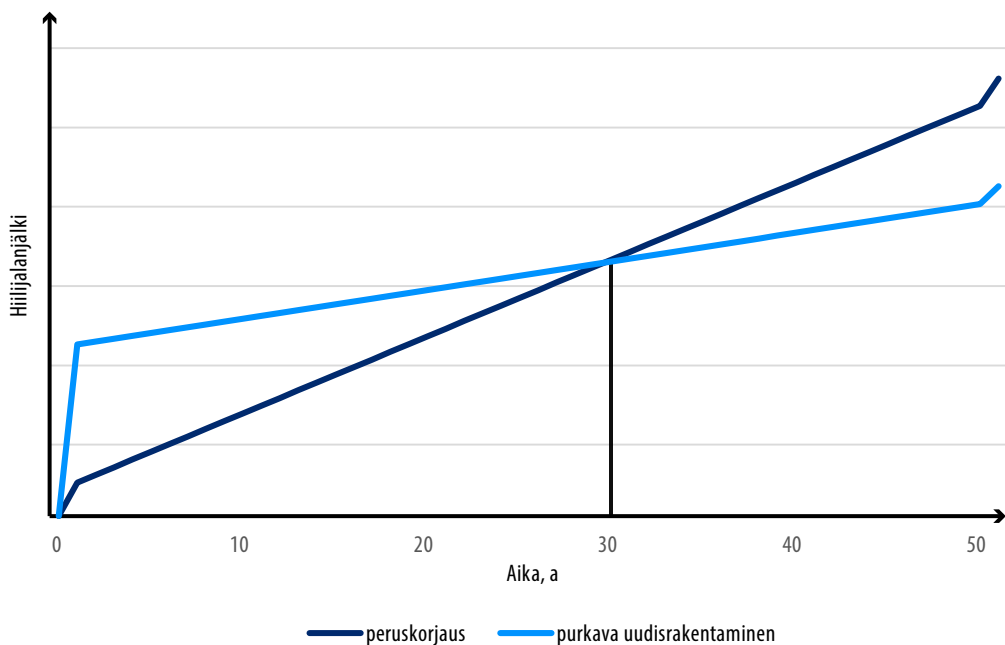
3.1.3 Koko elinkaaren hiilijalanjälki

Mikäli olemassa oleva rakennus korjauksenkin jälkeen kuluttaa enemmän energiaa kuin uudisrakennus, kohtaa korjatun rakennuksen päästökertymä ennen pitkään uudisrakennuksen päästökertymän ja lopulta ylittää sen (Kuva 6). Milloin tämä tapahtuu, riippuu tuote- ja rakentamisvaiheen hiili-investointien ja käytön aikaisten kulutuksien eroista korjaus- ja uudisrakennusvaihtoehtojen välillä.

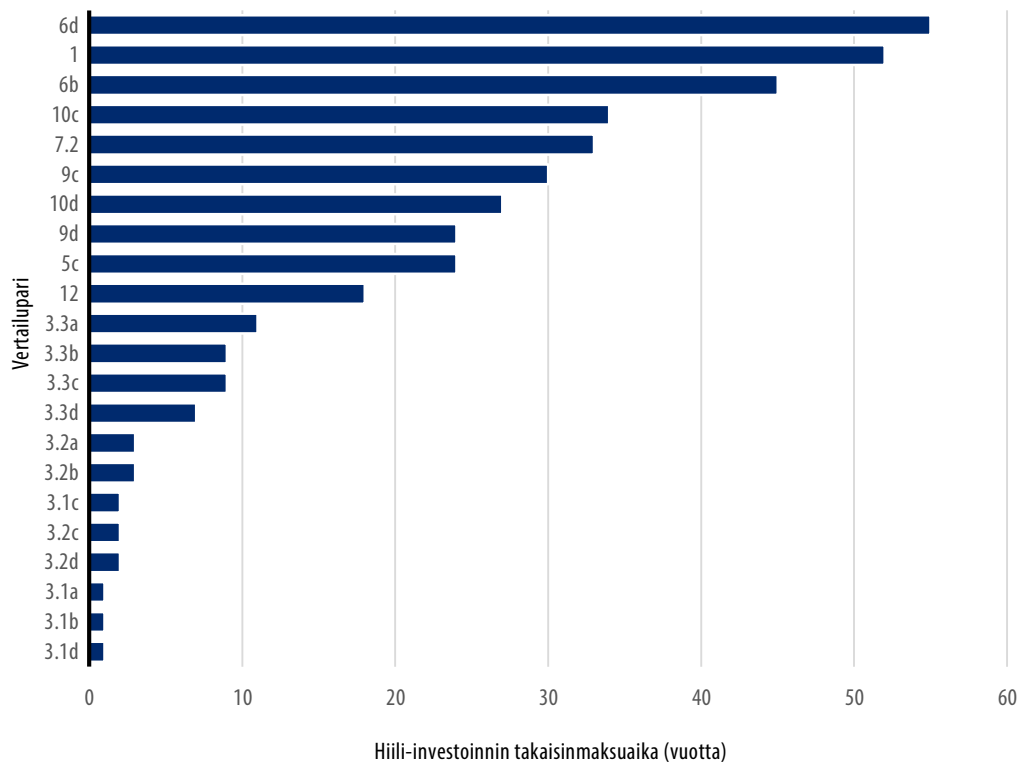
Jos korjattu rakennus käyttää saman verran tai vähemmän energiaa kuin uusi, uudisrakennus ei muutu vähäpäästöisemmäksi vaihtoehdoksi edes ajan myötä, vaan sen päästötaso jää hiilipiikistä johtuen pysyvästi korjausta korkeammalle. Aineiston tapauksista reilu neljännes (16 tapausta 56:stä) on tällaisia.

Myös silloin, kun korjattu rakennus käyttää uudisrakennusta enemmän energiaa, korjaus säilyy vähäpäästöisempänä vaihtoehtona koko tarkastelujakson ajan (vähintään 25 vuotta, tyypillisemmin 50 tai 60 vuotta) kolmanneksessa aineiston vertailupareista (18 tapausta 56:stä). Jäljelle jäävissä 22 vertailuparissa ajankohta, jolloin uudisrakennus muodostuu korjattua rakennusta vähäpäästöisemmäksi, vaihtelee (Kuva 7). Keskimäärin se on näissä yli 18 vuotta. Vuosimäärää voidaan luonnehtia myös purkavan uudisrakentamisen hiili-investoinnin takaisinmaksuajaksi, sillä korjaaminen on siis vähäpäästöisempi vaihtoehto ennen tätä ajanhetkeä, ja purkava uudisrakentaminen vasta sen jälkeen. Jos tarkastellaan kokonaisvaltaisia peruskorjauksia (eikä pelkkiä yksittäisiä korjaustoimenpiteitä), takaisinmaksuaika on keskimäärin 34 vuotta.

Kuva 6. Periaatekuva: korjausrakentamisen ja purkavan uudisrakentamisen koko elinkaaren hiilijalanjäljen kertyminen aikajanalla. Jos korjaus- ja uudisrakennusvaihtoehtojen energiatehokkuuksissa on merkittävä ero, uudisrakennus muuttuu vähähiilisemmäksi tarkastelujakson aikana.



Kuva 7. Purkavan uudisrakentamisen hiili-investoinnin takaisinmaksuaika niissä aineiston vertailupareissa, joissa korjausrakentamisen elinkaaren kokonaishiilijalanjälki muodostuu uudisrakentamista suuremmaksi. Jos jätetään huomiotta julkaisun 3 vertailuparit, joissa korjaaminen on sisältänyt vain yksittäisen lisäeristystoimenpiteen, on purkavan uudisrakentamisen takaisinmaksuaika keskimäärin 34 vuotta. Huomioi, että kuvaajasta puuttuvat ne aineiston 35 vertailuparia (60 % tapauksista), joissa korjaus on vähähiilisempi vaihtoehto koko tarkastelujakson ajan.



Koko elinkaari huomioitaessa myös korjatun olemassa olevan rakennuksen tai uudisrakennuksen purkamisen päästöt tulisi sisällyttää laskentaan elinkaaren päätteeksi. Yhdeksän aineiston julkaisuista huomioi tämän (Taulukko 2). Kokonaisuudessa vaikutus on hankkeen oman tapaustutkimuksen mukaan n. 4 % koko elinkaaren päästöistä (tästä tarkemmin ks. Luku 4). Koska lopullisesta purkamisesta aiheutuvat päästöt ajoittuvat kauas tulevaisuuteen, liittyy niiden arviointiin huomattavaa epätarkkuutta. Tulevaisuudessa rakennusosia ja -materiaaleja pystytään todennäköisesti kierrättämään ja uudelleenkäyttämään tehokkaammin, mikä voi alentaa purkamisen hiilijalanjälkeä. Rakennusten todellinen elinikä myöskään harvoin vastaa arviointijakson pituutta. Monet rakennukset poistuvat käytöstä suunniteltua aiemmin, kun taas toisten elinkaari jatkuu suunniteltua pidempään. Kaikissa julkaisuissa jakson pituus on määritelty samaksi sekä korjatulle rakennukselle että uudisrakennukselle vertailun mahdollistamiseksi.

3.2 Tulosten arviointi ja yleistettävyys

3.2.1 Tavoitteen vaikutus laskentavalintoihin

Kun eri vaihtoehtoja vertaillaan, olisi niiden oltava aidosti vertailukelpoisia. Tämä ei toteutunut kaikissa aineiston julkaisuista, vaan joissakin laskennan tarkoitus vaikutti ohjanneen voimakkaasti vertailuparien määrittelyä. Tämä näkyi esimerkiksi siten, että uudisrakennuskenaariona esitettiin todella vähähiilinen uudisrakennus, jossa vähähiilisuuden tasoon oli päästy erittäin poikkeuksellisilla teknisillä ratkaisuilla (Julkaisu 12). Tällainen ratkaisu voi olla rakennuttajan tavoitteista ja taloudellisista resursseista riippuen toteutettavissa yksittäisissä tapauksissa, mutta sen tulokset eivät ole yleistettävissä normaalia määrätason mukaista uudisrakentamista koskeviksi. Aineisto sisälsi myös lähtökohdiltaan käänteisen julkaisun, jonka korjausskenaario sisälsi ainakin suomalaisesta näkökulmasta erittäin poikkeuksellisia, energiatehokkuutta lisääviä teknisiä toimenpiteitä (Julkaisu 1). Julkaisu ei tarkastellut vastaavien toimenpiteiden mahdollisuuksia uudisrakentamisessa. Tämänkään julkaisun valintoja ei voida pitää edustavina ja siten tyypillisiin, keskimääräisiin tapauksiin yleistettävissä olevina.

Joistakin julkaisuista syntyi vaikutelma, että tulos oli ensin laskettu normaalia, määrätason mukaista rakentamista vastaavalle vertailuparille. Kun rakennusten elinkaaren pidentäminen tämän laskelman perusteella näyttäytyi vähähiilisempänä vaihtoehtona koko tarkastelujakson ajan, oli uudisrakentamiselle kehitetty uusia skenaariota, joihin sisällytettiin uudisrakennuksen vähähiilisyyttä lisääviä toimenpiteitä (Julkaisut 5, 9 ja 10). Näin toimittaessa uudisrakentaminen saatettiin saada alittamaan korjausvaihtoehdon päätöt elinkaaren loppuvaiheessa. Näissäkin tapauksissa korjaaminen säilyi vähähiilisempänä vaihtoehtona vähintään ensimmäiset 24 vuotta.

Uudisrakennuksen vähähiilisyyttä lisäävät toimenpiteet saattoivat olla luonteeltaan sellaisia, että ne olisi voinut toteuttaa myös rakennus korjattaessa (maalämmön ja aurinkosähkön käyttö). Niitä ei kuitenkaan aina ollut sisällytetty korjausskenaarioihin, jolloin korjaus- ja uudisrakennusvaihtoehtojen lähtöasetelma muodostui epätasaiseksi (Julkaisut 7, 9 ja 10). Motiivina vaikutti usein olleen saada luotua peruskorjaamista vähähiilisempänä näyttäytyvä uudisrakennusvaihtoehto. Tässä hankkeessa tehdyt lisätarkastelut (Luku 5.1.1) kuitenkin havainnollistavat, että kun lämmöntuottotapa valitaan samaksi (joko kauko- tai maalämmöksi) sekä peruskorjaukselle että uudisrakennukselle, peruskorjaus on molemmissa tapauksissa vähähiilisempi vaihtoehto.

Eräessä julkaisussa (Julkaisu 3) puolestaan korjausvaihtoehdot koostuivat yksittäisistä, irrallisista toimenpiteistä. Julkaisu ei tarkastellut vaihtoehtoa, jossa olisi toteutettu useampien toimenpiteiden yhdistelmiä. Näin ollen korjausvaihtoehdot eivät edustaneet kokonaisvaltaista peruskorjaamista, eivätkä sikäli vertautuneet uudisrakennuksen kanssa. Näin ollen ei olekaan yllättävää, että purkavan uudisrakentamisen hiili-investoinnin takaisinmaksuaika oli julkaisussa selvästi lyhyempi (1–11 vuotta) kuin muissa, peruskorjauksen sisältäneissä julkaisuissa.

3.2.2 Laskentarajaukset ja -olettamat

Rakennusten hiilijalanjälkilaskentaa ohjaavat yleisellä tasolla eurooppalaiset standardit EN 15643-2 (European Committee for Standardization, 2011a) ja EN 15978 (European Committee for Standardization, 2011b). Ne eivät kuitenkaan ota kantaa, miten korjaamisen ja purkavan uudisrakentamisen vertailu pitäisi toteuttaa. Aineiston julkaisujen laskentavallinnat ja lähtöolettamat olivatkin erittäin kirjavia.

Monessa julkaisussa (1, 3, 6, 9, 10, 11 ja 14) uudisrakennuksella tarkoitettiin korjattavan rakennuksen kanssa pohjaratkaisultaan identtistä rakennusta, jonka rakenteet oli päivitetty paremmin eristäviksi. Tämä on lähtökohtana ongelmallinen sikäli, että tismalleen olemassa olevan rakennuksen kaltaista tuskin rakennettaisiin uudestaan. Rakenteellisten muutosten, kuten eristemäärien ja talotekniikan lisääntymisen, lisäksi rakennusten muodonantoa ja tilajärjestelyjä koskevat ihanteet ja käytänteet sekä alueelliset kysyntätekijät ovat voineet muuttua aikojen saatossa.

Vaikka viimeksi mainittujen tekijöiden muuttumisen huomiointi kasvatti valittujen uudisrakennusskenaarioiden realismia, aiheutui niistä kuitenkin usein toisenlaisia ongelmia korjattujen ja uusien rakennusten vertailukelpoisuuteen. Uudisrakennukset saatettiin olettaa tilatehokkaimmiksi, jolloin samankokoisten tilojen käyttäjämäärät arvioitiin korjaus- ja uudisskenaariossa erilaisiksi (Julkaisu 12). Epäselväksi jäi, missä määrin ja kuinka huolellisesti muutostöiden mahdollisuuksia olemassa olevan rakennuksen tilatehokkuuden kasvattamiseksi oli arvioitu.

Vertailukelpoisuudessa esiintyi ongelmia myös silloin, jos vertailtavat kohteet eivät olleet samankokoisia tai muuten vastaavia. Esimerkiksi Julkaisussa 7 toiminnallisena yksikkönä tarkasteltiin asukasta, mutta korjausvaihtoehdon vastinparina oli volyymiltään yli kaksi- tai kahdeksankertainen purkava uudisrakentaminen, jolloin kokonaisasukasmäärät muodostuivat vaihtoehtojen kesken täysin erilaisiksi. Myös vaihtoehtojen asuntokokojakaumat ja tätä myöten asukasmääräolettamat olivat erilaiset. Korjausvaihtoehtoon olisikin ollut parempi sisällyttää uudisrakentamista joko täydennysrakentamisena olemassa olevan alueen sisälle tai kokonaan uusille alueille siten, että vertailtavien vaihtoehtojen kokonaisasukasmäärät ja -volyymit olisivat olleet samat. Asumisväljyyden tai käyttäjätiheyden realistinen huomio on ottaa huomioon on ylipäätään vaikeata siinä mielessä, että tiloja on mahdollista käyttää väljemmin tai ahtaammin ja niiden käyttäjätiheydet voivat ajan myötä vaihdella voimakkaasti. Esimerkiksi asuntojen osalta on totta, että suuremmat asuntokunnat keskimäärin asuvat suuremmissa asunnoissa kuin pienet, mutta yhtä totta on, että kaiken kokoisia asuntoja asuttaa myös kaiken kokoisia asuntokuntia (Huuhka & Saarimaa, 2018).

Aineistossa ei ollut tapauksia, jotka olisivat käsitelleet tyydyttävästi tilanteita, joissa tarkasteltavan järjestelmän monimutkaisuus kasvaa yksittäistä rakennusta laajemmaksi. Kaksi julkaisua (Julkaisu 5 ja 13) kyllä lähestyivät kysymystä kokonaisen asuinalueen

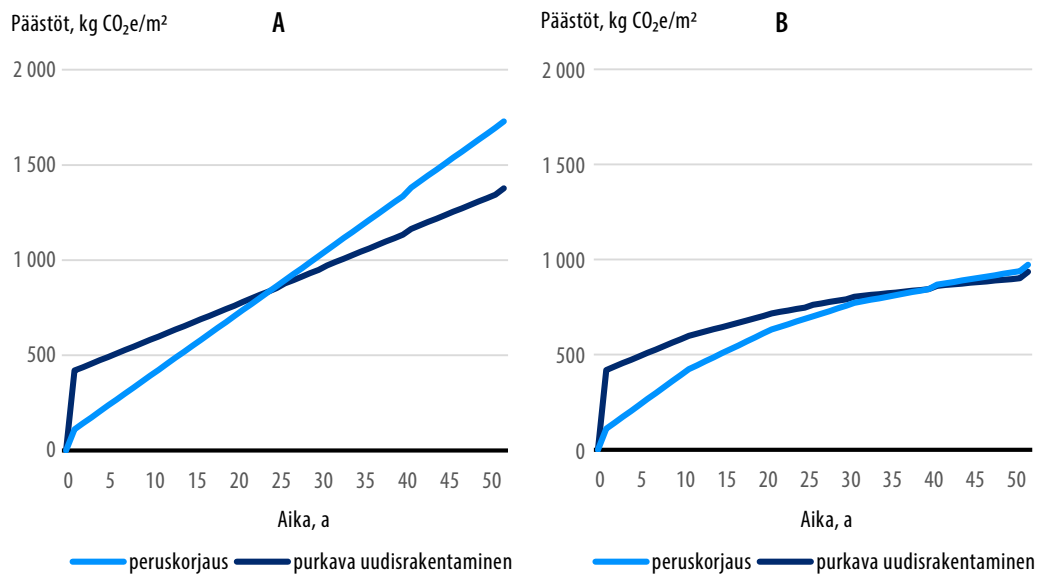
näkökulmasta, mutta vertailun näkökulmana oli olemassa olevan alueen rakennuskannan käytön jatkaminen tai vastaavan uuden alueen perustaminen. Yksikään julkaisu ei vertailut kasvavan asukasmäärän saavuttamista joko (1) purkavalla ja tiivistävällä uudisrakentamisella olemassa olevien alueiden sisälle tai (2) sijoittamalla osa kasvavasta asukasmäärästä olemassa oleville alueille rakennuskantaa peruskorjaamalla ja korottamalla, minkä lisäksi osa sijoitettaisiin kokonaan uusille, perustettaville alueille tai täydennysrakentamalla alueen sisällä esimerkiksi viher- tai pysäköintialueille. Julkaisuun 4 sisältyy uusien alueiden perustamista ja purkavaa uudisrakentamista vertaileva tarkastelu, jossa uusien alueiden infrastruktuurin rakentamisen ja asukkaiden pitempien liikkumismatkojen arvioidaan tuottavan enemmän päästöjä kuin keskeisesti sijaitsevan tontin uudelleenkäytön. Tapauksessa vertaillaan kuitenkin vain kahta erilaista uudisrakennuksen sijoittamisvaihtoehtoa. Siihen ei sisälly korjaamista ja mahdollista korottamista sekä uudisrakentamista yhdistelevän vaihtoehdon tarkastelua. Tähän kohdistuukin selkeä jatkotutkimuksen tarve.

Eräässä julkaisussa taas (Julkaisu 2) eri energiatehokkuustoimien vaikutusta rakennuksiin ei ilmeisesti simuloitu, vaan eri toimien ajateltiin peukalosäännön omaisesti vähentävän kulutusta kaikissa tapauksissa kategorisesti tietyn prosenttiosuuden verran. Koska rakennuksilla on kuitenkin yksilöllisiä piirteitä ja eri toimenpiteillä yhteisvaikutuksia, ei näin yksioikoista lähestymistapaa voi pitää kovin luotettavana.

3.2.3 Energiantuotannon vähähiilistymisolettaman merkitys

Yksi keskeisimmistä purkavan uudisrakentamisen hiili-investoinnin takaisinmaksuaikaan vaikuttavista menetelmällisistä valinnoista on se, oletetaanko energiantuotannon vähähiilistyvän tulevaisuudessa (Kuva 8). Vähähiilistymisolettama koskee vain rakennuksen käytön aikaista kaukolämmön- ja sähkönkulutusta. Esimerkiksi ympäristöministeriön vähähiilisyden arviointimenetelmä olettaa sähkön ominaispäästön pienenevän vuosien 2020 ja 2070 välillä 94 % ja kaukolämmön ominaispäästön 83 % (Ympäristöministeriö, 2019: 46). Kun energiantuotannon päästöt vähenevät, pienenee samalla rakennuksen käytön hiilijalanjälki.

Kuva 8. Periaatekuva: koko elinkaaren päästövertailu aikajanalla, ilman energiantuotannon vähähiilistymisolettamaa (A) tai sen kera (B). Tapaus on sama. Purkavan uudisrakentamisen hiili-investoinnin takaisinmaksuaika on lyhyempi, jos energiantuotannon päästöjen oletetaan pysyvän nykyisen kaltaisina. Jos energiantuotannon oletetaan vähähiilistyvän, purkavan uudisrakentamisen hiili-investoinnin takaisinmaksuaika siirtyy kauemmas tulevaisuuteen.



Vähähiilistymisolettaman vuoksi vähemmän energiatehokkaan rakennuksen päästöt pienenevät määrällisesti enemmän kuin energiatehokkaamman rakennuksen päästöt. Mitä voimakkaammaksi vähähiilistyminen oletetaan, sitä enemmän näiden rakennusten elinkaaren kokonaispäästöt lähestyvät toisiaan. Mikäli peruskorjatut rakennukset oletetaan energiatehokkuudeltaan uudisrakennuksia heikommiksi, peruskorjausskenaariot ikään kuin hyötyvät uudisrakennusskenaarioita enemmän energiantuotannon vähähiilistymisolettamasta.

Laskentamenetelmissä ei ole esitetty vastaavia skenaarioita rakennusmateriaalien tuotannon vähähiilistymiselle.

3.2.4 Rakennusten energiankulutus

Vähähiilistymisolettamalla on merkitystä tuloksiin, mikäli vertailtavien skenaarioiden energiankulutukset ovat erisuuruiset. Jotkut aineiston julkaisut kuitenkin esittävät tarkasteluja, joissa korjatun rakennuksen energiankulutus vastaa uudisrakennuksen kulutusta. Vaikka tämä voi ensikuulemalta vaikuttaa epärealistiselta, on se todellisuudessa täysin mahdollista. Sekä kansainvälisessä että kotimaisessa tutkimuksessa on todettu laskennallista ja

toteutunutta energiankulutusta vertailemalla, että todelliseen kulutukseen verrattuna energiasimuloinnilla on taipumus aliarvioida uudisrakennusten energiankulutusta ja vanhojen rakennusten kohdalla yliarvioida sitä (Boström ja muut, 2012; Ruusala, 2016; Sunikka-Blank & Galvin, 2012).

Esimerkiksi Boströmin ja kollegojen (2012) tutkimuksessa eri-ikäisten kerrostalojen todellisen kulutuksen perusteella lasketun energiatehokkuusluvun (ET-luvun) vaihteluvälissä tai keskiarvossa ei havaittu mitään merkittävää eroa eri vuosikymmeniltä peräisin olevien rakennusten välillä. Tutkimukseen sisältyi yli 700 kerrostaloa, joista vanhimmat oli rakennettu ennen vuotta 1960 ja uusimmat vuonna 2008. Talojen energiatehokkuudessa esiintyi kyllä vaihtelua, mutta vaihtelu kohdistui ennen kaikkea rakentamisvuosikymmenten sisälle. ET-luvun keskiarvo muodostui kaikissa eri-ikäisissä ryhmissä samaksi. Todellisen kulutuksen perusteella rakennukset kuuluivat rakentamisajankohdasta huolimatta keskimäärin ET-luokkaan D. (Boström ja muut, 2012).

Helsingin Energian kaukolämmön käyttötilasto osoittaa samaa asiaa (Boström ja muut, 2012: 20). Tilaston mukaan jokaiselta eri vuosikymmeneltä löytyy vähän kuluttavia ja paljon kuluttavia rakennuksia. Erityisen paljon kuluttavia rakennuksia esiintyy määrällisesti ja suhteellisesti eniten 1950–70-luvuilla, mutta näiltäkin vuosikymmeniltä löytyy myös maltillisesti kuluttavia rakennusyksilöitä. Tilaston vanhimpien vuosikymmenten kerrostalojen (1800...1940-luvut) ominaiskulutusprofiilit ovat lähes yhtä hyviä tai jopa parempia kuin aineiston uusimpien rakennusten (1990- ja 2000-luvut). Yksi tällainen tapaus, jossa historiallinen 1900-luvun alun rakennus kulutti 2000-luvun modernia rakennusta vähemmän, sisältyi myös tämän tutkimuksen aineistoon (Julkaisu 8).

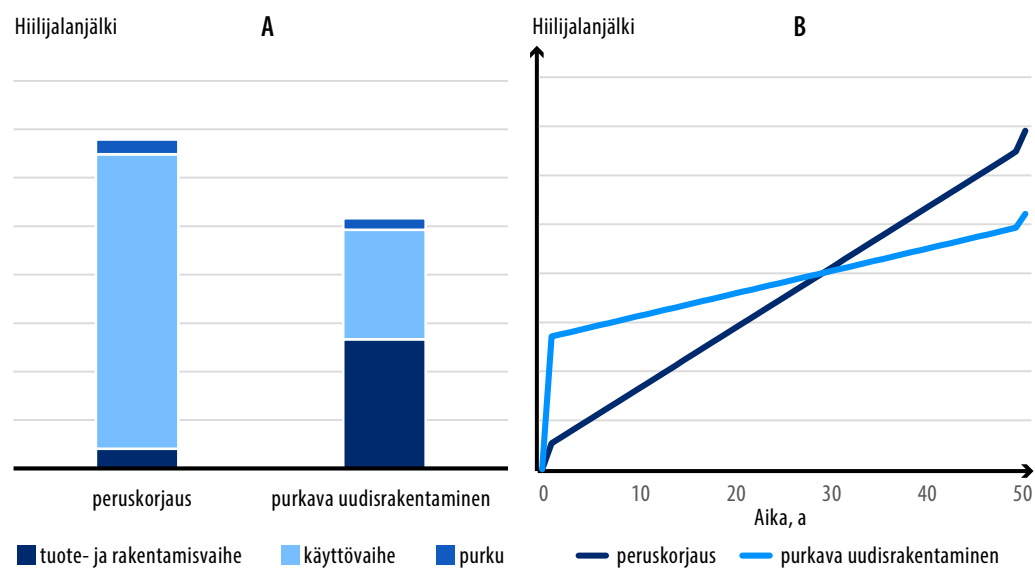
Syyt tähän voivat löytyä mm. korttelien ja rakennusten muodonannosta, rakennusten käytöstä ja niiden ilmanvaihdon tasosta. Ennen 1950-lukua rakennetut rakennukset ovat useimmiten rakennettu umpikortteleihin. Rakennusten kytkeytyessä päistään viereisiin rakennuksiin, on niillä vapaasti seisovaan rakennukseen verrattuna kahden julkisivun edestä vähemmän rajapintaa ulkoilmaan. Niillä on siis edullinen muotokerroin (vrt. Lylykangas ja muut, 2015). Tiivis ja umpinainen korttelirakenne voi muutenkin muodostaa pienilmastoltaan edullista ulkotilaa, millä on vaikutuksensa rakennusten energiankulutukseen. Toisaalta tutkimuksessa on havaittu, että rakennuksen käyttötavoilla on suuri merkitys toteutuvaan energiankulutukseen (mm. Vinha ja muut, 2005). Energiatehokkaita rakennuksia on mahdollista käyttää tuhlailevasti ja vähemmän energiatehokkaita säästeliäästi, millä seikalla on selitetty havaintoa, että toteutuneen kulutuksen perusteella uudemmat ja vanhemmat rakennukset ovat kulutukseltaan paljon samankaltaisempia kuin energialaskenta antaisi ymmärtää (Sunikka-Blank & Galvin, 2012). Käyttötapoihin kytkeytyy myös se, että joidenkin vanhempien rakennusten vähäinen kulutus voi osin selittyä niiden riittävämmällä ilmanvaihdolla. Koneelliseen poistoon perustuvan ilmanvaihdon ilmamäärien nostaminen nykyään riittävänä pidetylle tasolle johtaa rakennusten energiankulutuksen lisääntymiseen, ellei ilmanvaihtojärjestelmää peruskorjauksen yhteydessä muuteta lämmöntalteenotolla varustetuksi tulo-poistoilmanvaihdoksi (Boström ja muut, 2012: 62–63).

Havainto korostaa sen merkitystä, että rakennuksia tulisi tarkastella yksilöinä riippumatta niiden rakentamisajankohdasta. Vanhempien rakennusten yleistäminen automaattisesti paljon kuluttaviksi voi johtaa virheellisiin johtopäätöksiin. Olemassa olevissa rakennuksissa on lisäksi tyypillisesti toteutettu vuosien kuluessa erilaisia korjaustoimenpiteitä, joista osa on voinut vaikuttaa myös rakennusten energiatehokkuuteen.

3.2.5 Esitystavan merkitys

Aineiston julkaisut eivät aina huomioineet riittävästi, että päästöjen ajoittumisella ja elinkaaren pituudella on suuri vaikutus laskentatuloksiin. Julkaisut raportoivat usein hiilijalanjälkivertailun kokonaislukuna koko tarkastelujaksolle jaoteltuna eri elinkaarivaiheisiin tai materiaaleihin sitoutuneisiin ja energiankäyttöön liittyviin päästöihin. Päästövertailu kokonaislukuna raportoitaessa uudisrakentaminen saattaa vaikuttaa vähähiilisemmältä vaihtoehdolta, vaikka se muuttuisi sellaiseksi korjausvaihtoehdoksi nähdessä vasta tarkastelujakson lopussa (Kuva 9). Tarkastelujakson pituuden valinnalla voidaan vaikuttaa merkittävästi myös energiankäytöstä syntyviin päästöihin: mitä pitempi tarkastelujakso, sitä suurempi käytön aikainen hiilijalanjälki. Korjaamista ja purkavaa uudisrakentamista vertailtaessa päästöjä tulisikin aina tarkastella aikajanalla – ei milloinkaan kokonaislukuna koko elinkaarelle. Näin purkavan uudisrakentamisen hiili-investoinnin takaisinmaksuajasta ei jäisi epäselvyyttä.

Kuva 9. Periaatekuva: esitystavan merkitys. Hiilijalanjälkivertailu kokonaislukuna koko elinkaarelle (A) tai aikajanalla esitettynä (B). Johtopäätös esitystapa A:sta on, että purkava uudisrakentaminen on vähähiilisempi vaihtoehto. Johtopäätös esitystapa B:stä on, että peruskorjaus on vähähiilisempi vaihtoehto ensimmäiset 30 vuotta ja purkava uudisrakentaminen siitä eteenpäin.



Aineiston perusteella purkavan uudisrakentamisen hiili-investoinnin takaisinmaksuaika peruskorjausvaihtoehtoon verrattuna voi tavanomaisen uudisrakentamisen tapauksessa olla helposti yli 50 vuotta, ja erityistoimenpiteisiin turvauduttaessakin tyypillisesti vähintään 25–30 vuotta. Heinonen ja kollegat (2011) ovat argumentoineet, että myös päästöjen ajoituksella on merkitystä. Koska purkavan uudisrakentamisen päästöt painottuvat elinkaaren alkupäähän eli nykyhetkeen, merkitsee siihen turvautuminen väistämättä päästöjen välitöntä lisäämistä tontin tasolla. Koska jo nykyisen päästötason on mallinnettu johtavan ilmastonmuutokseen, jolla on dramaattisia vaikutuksia ihmiskunnan elinolosuhteisiin, päästövähennystavoitteet eivät yleensä lähde ajatuksesta, että päästöjä voitaisiin lisätä nyt, jotta ne vähentyisivät keskipitkällä aikavälillä.

Rakennuksen toteutuvalla elinkaaren pituudella on myös suuri vaikutus niihin kokonaispäästöihin, jotka syntyvät valinnasta korjata tai korvata rakennus. Mikäli purkavan uudisrakentamisen hiili-investoinnin takaisinmaksuaika on esimerkiksi 60 vuotta, ja uudisrakennus puretaan 50 vuoden ikäisenä, ei hanke koskaan saavuta tavoiteltua ympäristöhyötyä. Puretut rakennukset ovat Suomessa olleet keskimäärin juuri 50 vuoden ikäisiä (Huuhka, 2016). Keski-ikää purkuhetkellä ei voi pitää eliniänodotteena olemassa oleville tai uusille rakennuksille, mutta uusien rakennusten suunnittelu tiettyä käyttöikää varten ei myöskään takaa niiden säilymistä suunnittelukäyttöään verran. Tutkimuksessa on todettu, että yhteiskunta- ja kaupunkikehitykseen, rakennuksen käyttöön ja omistajuuteen liittyvät tekijät, kuten käyttäjien odotukset ja omistajien taloudelliset motiivit, ovat ratkaisevampia rakennusten säilymiselle kuin niiden tekniset ominaisuudet tai kunto (esim. Thomsen & van der Flier, 2011). Rakennusten toteutuvan eliniän ennustaminen tyhjentävästi on todellisuudessa varsin vaikeaa: osa tilapäiseksi aiotuista rakennuksista jää pysyviksi, ja osa pysyviksi aiotuista puretaan paljon lyhyemmän elinkaaren päätteeksi kuin niiden olisi teknisesti mahdollista säilyä. Asuinrakennusten tiedetään kuitenkin olevan tyypillisesti pitkäikäisempiä kuin ei-asuinrakennusten, kuten myymälöiden, toimitilojen ja tuotantorakennusten ynnä muiden (Huuhka & Lahdensivu, 2016; Huuhka & Kolkwitz, 2020). Hiilijalanjälkivaikutusten näkökulmasta olisikin syytä pohtia, miten pitkien elinkaarten toteutumista voitaisiin nykyistä paremmin ohjata ja tukea sekä olemassa olevien että vasta suunnitteilla olevien rakennusten tapauksessa.

3.3 Johtopäätökset

Kysymykseen ”Kumpi on vähähiilisempää – peruskorjaaminen vai purkava uudisrakentaminen?” ei ole täysin yksiselitteistä vastausta. Uudisrakennuksen tuote- ja rakentamisvaiheen suuresta hiilipiikistä johtuen peruskorjaaminen on aina vähähiilisempi vaihtoehto tarkastelujakson alkupuolella. Mikäli uudisrakennus on peruskorjattua rakennusta merkittävästi energiatehokkaampi, voi uudisrakennusvaihtoehto muuttua vähäpäästöisemmäksi tarkastelujakson loppupuolella.

Tässä tutkimuksessa käytettävissä olleen aineiston perusteella voidaan todeta, että purkavan uudisrakentamisen hiili-investointi ei todennäköisesti kompensoidu edes usean kymmenen vuoden aikana. Aineiston tapauksista 60 %:ssa korjaaminen säilyi vähähiilisempänä vaihtoehtona koko tarkastelujakson ajan, ja 40 %:ssa purkavan uudisrakentamisen hiili-investoinnin takaisinmaksuaika osui tarkastelujaksolle. Osaan tapauksista sisältyi olettaus, että korjaamisella voidaan saavuttaa vähintään sama energiatehokkuuden taso kuin uudisrakennuksella. Korjaaminen säilyi kuitenkin vähäpäästöisempänä vaihtoehtona koko elinkaaren ajan myös yli 45 %:ssa niistä tapauksista, joissa peruskorjatun rakennuksen oletettiin kuluttavan enemmän energiaa kuin uuden rakennuksen. Tapauksissa, joissa purkavan uudisrakentamisen hiili-investoinnin takaisinmaksuaika siis osui tarkastelujaksolle, muodostui se silti keskimäärin yli 30 vuoden mittaiseksi. Takaisinmaksuaika on tätä lyhyempi vain niissä tapauksissa, joissa korjattavan rakennuksen energiankulutus jää korjauksenkin jälkeen huomattavan korkealle tasolle ja uudisrakennus suunnitellaan poikkeuksellisen vähähiiliseksi. Tällaiset uudisrakennukset ovat kuitenkin erikoistapauksia, eivätkä ne edusta tavanomaista, määräystason mukaista rakentamista.

Hiili-investoinnin ja sen takaisinmaksuajan merkitystä mietittäessä päästöjen ajoittuminen on ratkaisevaa. Ilmastonmuutoksen vaikutusten lieventäminen edellyttää päästöjen vähentämistä välittömästi ja nopeasti. Koska purkava uudisrakentaminen lisää päästöjä voimakkaasti lyhyellä aikavälillä, vie se tontin/rakennuksen tasolla päästökehitystä väärään suuntaan. Energiantuotannon vähähiilistymisen odotetaan vähentävän rakennusten energiankulutuksen aiheuttamia päästöjä tulevaisuudessa. Rakennusmateriaalien tuotannon aiheuttamien päästöjen ei odoteta vähenevän samassa suhteessa, joten rakentamisvaiheen päästöt tulevat korostumaan. Nämä välittömät päästöt ovat peruskorjaamisessa aina selvästi alhaisemmat kuin uudisrakentamisessa. Yksittäisen tontin tasolla tarkasteltuna rakennusten korjaaminen aiheuttaa tulevina vuosikymmeninä vähemmän jätettä ja hiilidioksidipäästöjä kuin purkava uudisrakentaminen. Se on konkreettinen tapa päästöjen välttämiseen tässä ja nyt, kun vähähiilisemmät rakennusmateriaalit ja rakentamisen tavat ovat vasta kehitymässä.

4 Tapaustutkimus: koulu

4.1 Vertailu 1: peruskorjattu koulu vs. uusi koulu

Malin Moisio, Satu Huuhka, Arto Köliö, Jukka Lahdensivu ja Emmi Lampinen, Tampereen yliopisto

Kirjallisuustutkimuksessa löydetty aineisto painottui asuinrakennuksiin. Näin ollen hankkeen oman tapaustutkimuksen kohteeksi valittiin koulurakennus. Kirjallisuustutkimuksen peruskorjausvaihtoehdot keskittyivät lisäksi 1960-70-lukujen rakennuskantaan, joten tapaustutkimuksessa päätettiin käsitellä hieman vanhempaa, mutta kuitenkin modernistista 1950-luvun rakennusta.

Kuva 10. Heteniityn koulu Helsingissä. Kuva Helsingin kaupungin aineistopankki, kuvaaja Mikael Lindén.

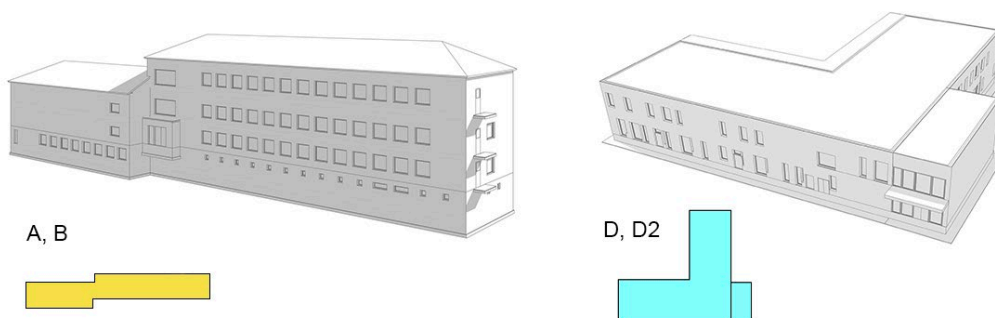


Tapaustutkimuksen ensimmäisen vertailun muodostavat tyypillisen 1950-luvun koulun peruskorjaus sekä samankokoinen 2010-luvun uudisrakennus. 1950-luvun koulun geometria on mallinnettu Helsingissä, Vuosaarella sijaitsevan Heteniityn koulun perusteella (valmistumisvuosi 1950, Kuva 10). 2010-luvun koulun esikuvana on puolestaan toiminut Tampereella sijaitsevan Tesoman koulun uudisrakennus (valmistumisvuosi 2018, Kuva 11). Ensimmäistä vertailua varten Tesoman koulun geometriasta muokattiin Heteniityn koulun laajuutta vastaava versio (Kuva 12).

Kuva 11. Tesoman koulu Tampereella. Kuva Antti Lakka. Kuva lähteestä Lehtinen ja muut (2018), s. 39



Kuva 12. Vertailtavien rakennusten havainnekuvat: pohjan jalanjälki ja perspektiivipiirros. Peruskorjaamaton rakennus (A), peruskorjattu rakennus (B), uusi betonirakenteinen koulu (D), uusi puurakenteinen koulu (D2).



Molempien tapausten rakennetyyppejä yksinkertaistettiin työekonomisista syistä ja tarkistettiin kokemusperäisesti sekä lähteen Mäkiö ja muut (1990) avulla vastaamaan tyyppilisiä, kunakin aikana yleisesti käytössä olleita rakenteita (Taulukko 2). Uudisrakennukselle mallinnettiin tyyppillisen betonikoulun lisäksi puurakenteinen vaihtoehto.¹ 1950-luvun koulurakennuksen peruskorjaus käsittää koko ulkovaipan korjaamisen sekä rakenteiden sisäilmastoteknisen peruskorjauksen. Sisäilmastotekninen peruskorjaus on suunniteltu lähteen Weijo ja muut (2019) rakennusosakohtaisten korjausmenetelmien mukaisesti, perustuen rakenteen perusteelliseen uusimiseen ja sen toimivuuden parantamiseen (Weijo ja muut, 2019: Liite 2, korjausmenetelmä 'A'). Tällaisten korjausten tavoiteikä on ≥ 50 vuotta. Taulukossa 3 on annettu rakennusten laajuustiedot ja energialaskennassa käytetyt lähtötiedot. Energiatohokkuuden parantaminen tapahtuu peruskorjausvaihtoehdossa rakennusosakohtaisesti niin, että rakennus täyttää peruskorjattavien, uudistettavien ja uusien rakennusosien osalta ympäristöministeriön asetuksen 4/2013 4 §:ssä säädetyt vaatimukset. Uudisrakennuksen lämpöeräiden tasauksessa määräysten minimiarvo on tavoitettu vertailuarvoa paremman ilmatiiveyden avulla. Samaa ilmatiiveyttä (2) on käytetty kaikissa laskentatapauksissa.

Tapaustutkimuksen lähtökohdaksi otettiin maksimaalinen korjausaste. Esimerkiksi tapaustutkimuksen pohjalla olevassa Heteniityn koulussa vesikatto oli uusittu 2010-luvun kuluessa, mutta vesikaton uusiminen sisällytettiin silti tapaustutkimukseen. Peruskorjauksen lähtötilanteeksi valittiin siis rakennus, jota ei ole lainkaan peruskorjattu tai joka on peruskorjattu niin kauan sitten, että peruskorjaus on jälleen ajankohtainen. Peruskorjaukseen valittiin puolestaan raskain mahdollinen korjaustapa. Todellisissa tapauksissa rakennuksiin on usein tehty vuosien mittaan korjauksia, jolloin tekninen peruskorjaustarve ei yleensä ole aivan näin suuri. Weijo ja muut (2019: Liite 2) korostavat, että todellisissa korjaushankkeissa korjaustapa tulisi valita kuntotutkimuksen tulosten perusteella. Koulurakennuksen korjaushankkeen hallinnasta ks. myös Marttila (n.d.) koulurakennus.fi -sivustolla (Museovirasto, n.d. a).

Uuden ja olemassa olevan koulun tilatehokkuuksissa ei näytä olevan olennaista eroa. Tällä perusteella tapausten käyttäjämäärä on oletettu samaksi eli enintään 200 oppilaaksi. Heteniityn koulun tilatehokkuus 200 oppilaalla, mikä on myös koulun nykyinen oppilasmäärä, on $13,7 \text{ m}^2/\text{hlö}$. Tämä vastaa COMBI-hankkeessa tarkasteltujen suomalaisten ja ulkomaiden modernien koulujen keskiarvoa (Lehtinen ja muut, 2018: 61). Tesoman uudisrakennuksen tilatehokkuus on $12,9 \text{ m}^2/\text{hlö}$ (Lehtinen ja muut, 2018: 62). Tesoman koulukeskuksen kokonaisuuteen kuuluu kuitenkin myös peruskorjattu osa, jossa sijaitsee mm. koulun liikuntasali. Tämä huomioiden Tesoman koulukeskuksen tosiasiallinen tilatehokkuus on $15,3$

¹ Puukoulun mallinnus ja LCA-laskenta suoritettiin nyt käsillä olevan hankkeen rinnalla, CE Wood -hankkeen rahoituksella Hoiskon CLT-rakenteita käyttäen. CE Wood -hankkeen rahoittaja oli Botnia Atlantica -ohjelma. Ks. myös Moisio & Huuhka, 2021.

m²/hlö (Lehtinen ja muut, 2018: 39), eli Heteniityn koulua hieman heikompi. COMBI-hankkeessa tarkasteltujen uusien suomalaisten koulujen tilatehokkuudet vaihtelivat välillä 11,02–24,55 m²/hlö. Lehtinen ja muut (2018: 61) tosin huomauttavat, että koulurakennusten luonne on muuttunut monitoimirakennuksiksi, jolloin varsinaiset oppimistilat voivat edustaa vain osaa rakennuksesta.

Vaikka Heteniityn ja Tesoman koulujen runkosyvyydet poikkeavat toisistaan merkittävästi, silmämääräisesti tarkasteltuna niiden tilarakenteet ovat kuitenkin varsin samankaltaiset. Työekonomisista syistä johtuen peruskorjaustapaukseen ei suunniteltu tilamuutoksia hissin lisäämistä lukuun ottamatta. 1950-luvun koulut ovat tyypillisesti sivukäytäväkouluja (kuten tapaustutkimuksen rakennus) tai keskikäytävällä varustettuja. Käytävää rajaavat seinälinjat ovat yleensä kantavia ja luokkien väliset seinät ovat usein kevyitä. Tämä merkitsee, että rungon pituussuunnassa olisi kuitenkin mahdollista tehdä tilamuutoksia vapaasti, kantavien seinien estämättä. Näitä runkoja onkin pidettävä varsin muuntojoustavina. Jos tilamuutoksia olisi suunniteltu, olisi kevyiden väliseinien purkamisesta ja rakentamista aiheutunut pieniä lisäyksiä peruskorjaustapauksen purku- ja rakennusmateriaalien määriin.

Vertailun vuoksi tuloksissa esitetään referenssinä myös korjaamaton rakennus, vaikka ei ole realistista, että tämän ikäisessä rakennuksessa ei esiintyisi lainkaan korjaustarpeita seuraavan 50 vuoden aikana. Ns. korjaamatonta rakennusta voi kuitenkin lukea myös esimerkiksi rakennuksesta, joka on peruskorjattu juuri ennen tarkastelujaksoa.

Taulukko 3. Tapauksissa käytetyt rakenteet.

| Rakennuksen osa | 1950-luvun koulu (A) | 1950-luvun koulun peruskorjaus (B) | 2010-luvun koulu, tyypillinen rakenne (D) | 2010-luvun koulu, puurakenne (D2) |
|-----------------------------|---|--|---|---|
| Runko | Massiivitiilirakenteinen | Ei muutoksia | Betonelementtirakenteinen | CLT-rakenteinen, paikoin liimapuupilareita ja -palkkeja |
| Julkisivut | Rapatut julkisivut | Rappauksen, ovien ja ikkunoiden uusiminen | Tiililaatoitettuja ja maalattuja betonelementtejä, osittain lasia ja teräsrilöitä | Puuverhoiltuja massiivisia CLT-elementtejä, osittain lasia ja teräsrilöitä |
| Vesikatto | Kantavat rakenteet puuta, peltikate | Peltikatteen uusiminen | Kantavat rakenteet puuta, kumibitumikermikate | Kantavat rakenteet puuta, kumibitumikermikate |
| Ylä- ja välipohjat | Kaksoislaattoja (kotelorakenne) | Alalaattojen purku, eristeiden vaihto, alakaton asennus. | Ontelolaattoja | Yläpohja liimapuupalkisto ja puukuitueriste, välipohja CLT-välipohjalaattoja |
| Maanvastaiset seinät | Betonia, sisäpuolinen lämmöneriste | Sisäpuolisten lämmöneristeiden purku, ulkopuolisen lämmön- ja vedeneristyksen rakentaminen | Betonelementtirakenne, ulkopuolinen vedeneriste | Betonelementtirakenne, ulkopuolinen vedeneriste |
| Alapohja | Lämmöneristämätön maanvarainen betonilaatta | Betonilaatan purku luokkatilojen kohdalta, uusi betonilaatta ja lämmöneristys. | Alapuolelta lämmöneristetty maanvarainen betonilaatta | Alapuolelta lämmöneristetty maanvarainen betonilaatta |
| Talotekniikka | Painovoimainen ilmanvaihto | Lämmöntalteenotolla varustetun koneellisen tulo-poistoilmanvaihdon lisääminen. Täydellinen LVIS-saneeraus. | Koneellinen tulo-poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla | Koneellinen tulo-poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla, sprinkler-järjestelmä |

Taulukko 4. Energialaskennan lähtötiedot vertailulle 1.

| | | A | B | D | D2 |
|---|----------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| | Yksikkö | Olemassa oleva koulu | Rakennuksen peruskorjaus | Uudisrakennus, pieni, betonia | Uudisrakennus, pieni, CLT:tä |
| Lämmitetty nettoala yhteensä | m ² | 2412 | 2 412 | 2 412 | 2 412 |
| Lämmitetty nettoala uusi | m ² | 0 | 0 | 2 412 | 2 412 |
| Kerrosala | m ² | 2742 | 2 768 | 2 597 | 2 550 |
| Tilavuus | m ³ | 9260 | 9 333 | 10 655 | 10 483 |
| Geometria | Piirustusten mukaan | | | | |
| Kerroksia | kpl | 4 | 4 | 2 | 2 |
| Rakenteiden ominaisuuksia | | | | | |
| Ilmanvuotoluku (q50) | | 3 | 2 | 2 | 2 |
| Rakenteiden U-arvot | | | | | |
| Ulkoseinä | W/(m ² K) | 1,10 | 1,10 | 0,19 | 0,39 |
| Ulkoseinä, kellari | W/(m ² K) | 0,57 | 0,20 | 0,17 | 0,17 |
| Yläpohja | W/(m ² K) | 0,20 | 0,13 | 0,09 | 0,097 |
| Alapohja | W/(m ² K) | 3,23 | 3,23 | 0,16 | 0,16 |
| Maanvarainen alapohja (km maaperän lämpövastuksen kanssa) | W/(m ² K) | 0,34 | 0,16 | 0,14 | 0,14 |

| | | A | B | D | D2 |
|--|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| | Yksikkö | Olemassa oleva koulu | Rakennuksen peruskorjaus | Uudisrakennus, pieni, betonia | Uudisrakennus, pieni, CLT:tä |
| Ovet | W/(m ² K) | 1,80 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Ikkunat | W/(m ² K) | 2,81 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Ikkunoiden ominaisuuksia | | | | | |
| Lasin U-arvo | W/(m ² K) | 2,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 |
| Karmiosan U-arvo | W/(m ² K) | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 |
| Umpiosan osuus ikkunasta | | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Ikkunoiden g-arvo | | 0,760 | 0,540 | 0,540 | 0,54 |
| Laitteet, IV | | | | | |
| IV-koneen lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde | % | Ei, painovoimainen ilmanvaihto | 55 | 55 | 55 |
| Tuloilman lämpötilan asetusarvo | °C | | 18 | 18 | 18 |
| Ominais sähköteho/SFP-luku | kW/m ³ /s | | 1,8 | 1,8 | 1,8 |
| Jäteilman minimilämpötila | °C | | 3 | 3 | 3 |
| Vakioilmavirta, opetusrakennus | dm ³ /(s m ²) | | 3 | 3 | 3 |
| Minimi-ilmavirta käyttäjän ulkopuolella | dm ³ /(s m ²) | | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| Lämmitysmuoto | | Kaukolämpö | Kaukolämpö | Kaukolämpö | Kaukolämpö |

4.1.1 Hiilijalanjälki

Malin Moisio, Satu Huuhka ja Emmi Lampinen, Tampereen yliopisto

Hiilijalanjälkilaskennan tulokset muodostuvat energialaskennan tuloksista sekä koko elinkaaren hiilijalanjälkilaskennan tuloksista. Energialaskennan tulokset (Taulukko 4) toimivat syötteenä koko elinkaaren hiilijalanjäljen laskentaa varten.

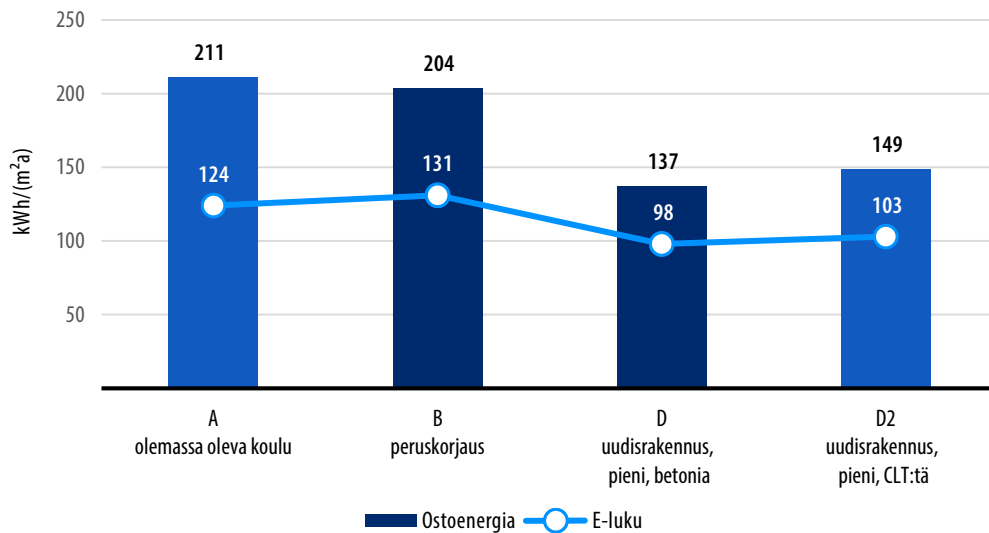
Taulukosta 5 ja Kuvasta 13 nähdään, että peruskorjauksen jälkeen olemassa oleva koulu kuluttaa neliötä kohden enemmän kuin peruskorjaamaton koulu. Painovoimaisen ilmanvaihdon vaihtaminen koneelliseen tulo-poistoilmanvaihtoon kasvattaa sähkön kulutusta. Ilmaa myös vaihtuu merkittävästi aiempaa enemmän. Ostoenergiankulutus kuitenkin pienenee peruskorjaamattomaan rakennukseen nähden (Kuva 13).

Uudisrakennusvaihtoehdot ovat peruskorjattua rakennusta energiatehokkaampia: uuden betonirakennuksen E-luku on 25 % ja puurakennuksen 22 % pienempi kuin peruskorjattulla rakennuksella. Peruskorjattuun rakennukseen verrattuna uudisrakennusten energiankulutuksessa korostuu sähkönkulutuksen osuus ostoenergiasta.

Taulukko 5. Energialaskennan tulokset vertailulle 1. *) Olemassa oleva tapaus on pyritty mallintamaan mahdollisimman hyvin todellista tilannetta vastaavaksi, joten E-lukua laskettaessa on käytetty painovoimaisen ilmanvaihdon mallinnettuja ilmapvirtoja, ei vakioidun käytön mukaisia vakioilmapvirtoja. Kyseessä ei siis ole E-luku sen virallisen määritelmän mukaisesti.

| | | A | B | D | D2 |
|--|-------------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| | Yksikkö | Olemassa oleva koulu | Rakennuksen peruskorjaus | Uudisrakennus, pieni, betonia | Uudisrakennus, pieni, CLT:tä |
| | kWhE/(m ² a) | 124* | 131 | 98 | 103 |
| E-luku, korjaamattomaan rakennukseen verrattuna | % | 100 % | 106 % | 79 % | 83 % |
| Kaukolämpö, lämmitys, LKV ja jäädytys | kWh/a | 447 095 | 385 932 | 225 184 | 252 398 |
| Sähkö | kWh/a | 62 295 | 105 363 | 106 024 | 105 996 |
| Ostoenergia yhteensä | kWh/a | 509 390 | 491 295 | 331 208 | 358 394 |
| Ostoenergia per neliometri | kWh/m ² /a | 211 | 204 | 137 | 149 |
| Sähkön osuus ostoenergiasta | % | 12 % | 21 % | 32 % | 30 % |
| Ostoenergia, korjaamattomaan rakennukseen verrattuna | % | % | 96 % | 65 % | 70 % |

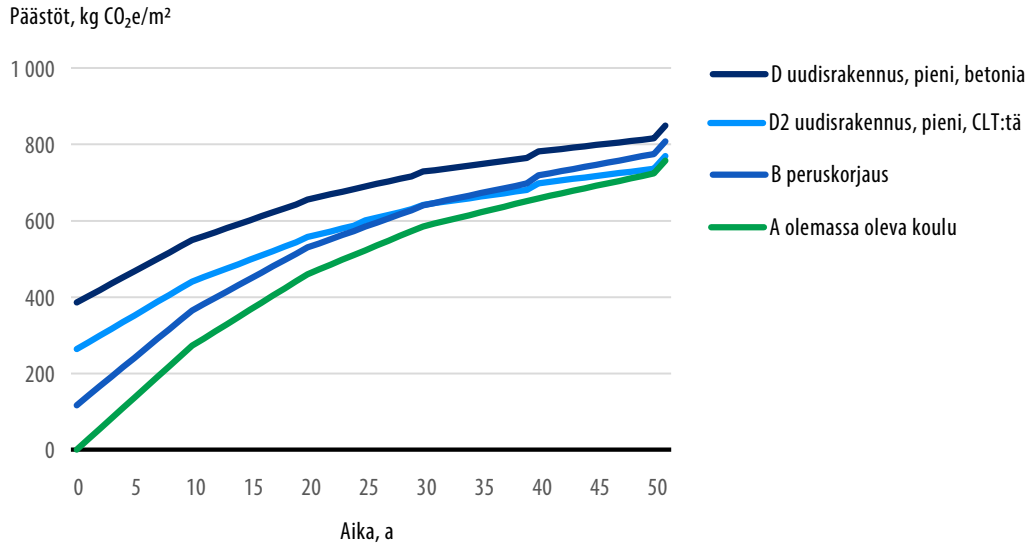
Kuva 13. Korjaamattoman (A), peruskorjatun (B), betonisen uudisrakennuksen (D) ja CLT-puurakenteisen uudisrakennuksen (D2) E-luku ($\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$) sekä vuotuinen ostoenergian määrä ($\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$) 50 vuoden tarkastelujaksolla.



Hiilijalanjälkilaskennan tulokset on esitetty Taulukossa 6 ja Kuvassa 14. Paremmasta energiatehokkuudesta huolimatta rakenneratkaisuiltaan tyypillisen eli betonirakenteisen uudisrakennuksen kokonaishiilijalanjälki on 50 vuoden arviointijaksolla noin 4 % suurempi kuin peruskorjatulla rakennuksella. Peruskorjaus säilyy vähähiilisempänä vaihtoehtona koko arviointijakson. Peruskorjauksen ja betonirakenteisen uudisrakennuksen päästötasot ovat kauimpana toisistaan arviointijakson alkupuolella ja lähenevät toisiaan arviointijakson loppupuolelle tultaessa (Kuva 14). Peruskorjatun rakennuksen päästöistä vain n. 14 % muodostuu tuote- ja rakennusvaiheista, n. 82 % käyttövaiheesta ja 4 % purkuvaiheesta. Betonisen uudisrakennuksen hiilijalanjäljestä puolestaan 44 % muodostuu tuote- ja rakentamisvaiheista, 52 % käytön aikana ja 4 % käytöstä poistettaessa.

Puurakenteisen uudisrakennuksen päästöt alittavat peruskorjatun koulun päästöt 50 vuoden tarkastelujakson kuluessa: tämä tapahtuu 30 vuoden kohdalla. Peruskorjaus on siis vähähiilisempi vaihtoehto ensimmäiset kolme vuosikymmentä, minkä jälkeen puurakennus muuttuu sitä vähähiilisemmäksi. Ero betonisen ja puurakenteisen uudisrakennuksen hiili-investoinnin takaisinmaksuajassa johtuu tuote- ja rakentamisvaiheen hiilipiikistä: tämä on puurakenteisessa koulussa 32 % pienempi kuin betonirakennuksessa.

Kuva 14. Hiilijalanjälki ajan funktiona: korjaamaton rakennus (A), peruskorjattu rakennus (B), uudisrakennus betonista (D) ja uudisrakennus CLT:stä (D2).



Taulukko 6. Hiilijalanjälkilaskennan tulokset vertailulle 1.

| | | A | B | D | D2 |
|--|---|----------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| | Yksikkö | Olemassa oleva koulu | Rakennuksen peruskorjaus | Uudisrakennus, pieni, betonia | Uudisrakennus, pieni, CLT:tä |
| Hiilijalanjälki | kg CO ₂ e /m ² /a | 15,15 | 16,89 | 17,64 | 16,08 |
| Hiilikädenjälki | kg CO ₂ e /m ² /a | -0,00 | -0,90 | -3,90 | -12,42 |
| Hiilijalanjälki tarkastelujakson aikana | kg CO ₂ e /m ² | 757 | 845 | 882 | 804 |
| Hiilijalanjälki (kg CO ₂ e/m ² /a) korjaamattomaan rakennukseen verrattuna | % | 100 % | 111 % | 116 % | 106 % |
| Hiilijalanjälki tarkastelujakson aikana | kg CO ₂ e | 1 827 000 | 2 037 000 | 2 127 000 | 1 939 000 |
| Hiilijalanjälki (kg CO ₂ e) tarkastelujakson aikana korjaamattomaan rakennukseen verrattuna | % | 100 % | 111 % | 116 % | 106 % |

4.1.2 Elinkaarikustannukset

Terttu Vainio, VTT

Elinkaarikustannukset on laskettu ainoastaan peruskorjaukselle ja betonirakenteiselle uudelle koululle. Elinkaarikustannukset kattavat rakennuksen peruskorjauksen (B) tai olemassa olevan rakennuksen purkamisen ja uudisrakentamisen (D) kustannukset sekä rakennusosien uusimisen, rakennuksen energiankulutuksen, huollon ja kunnossapidon 50 vuoden ajalta. Rakenteiden määrä- ja ominaisuustiedot kustannuslaskentaan on saatu hiilijalanjälkilaskennasta (Taulukko 4; Taulukko 5). Investointikustannukset on laskettu tavoitehintamenetelmällä. Energianhintoina on käytetty kaukolämmölle 7 senttiä/kWh ja sähkölle 9 senttiä/kWh. Elinkaarikustannusten laskentamenetelmä on esitelty luvussa 2.3.

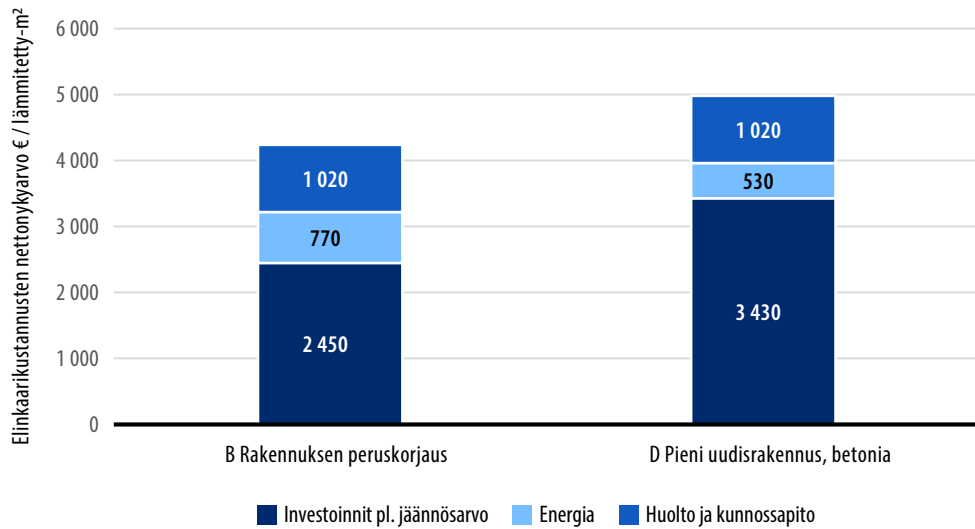
Peruskorjauksen 50 vuoden elinkaarikustannusten nettonykyarvo on 4240 €/lämmitetty-m². Se muodostuu investoinneista eli peruskorjauksen ja rakennusosien uusimisen kustannuksista, joista on vähennetty jäännösarvo (2450 €/lämmitetty-m²), huollosta ja kunnossapidosta (1020 €/lämmitetty-m²) ja energiankulutuksesta (770 €/lämmitetty-m²). Peruskorjauksen yhteydessä rakennuksen ostoenergiankulutus vähenee vain 4 %. Rakenteellisista parannuksista saatavaa säästöä vähentää lisääntyvä sähkönkulutus.

Uuden rakennuksen elinkaarikustannusten nettonykyarvo 4980 €/lämmitetty-m² muodostuu olemassa olevan rakennuksen purkamisesta, uudisrakentamisesta ja rakennusosien uusimisesta sekä niistä vähennetystä jäännösarvosta (3430 €/lämmitetty-m²), huollosta ja kunnossapidosta (1020 €/lämmitetty-m²) ja energiankulutuksesta (530 €/lämmitetty-m²). Uuden rakennuksen elinkaarikustannukset ovat 17 % korkeammat kuin peruskorjauksen (Kuva 15).

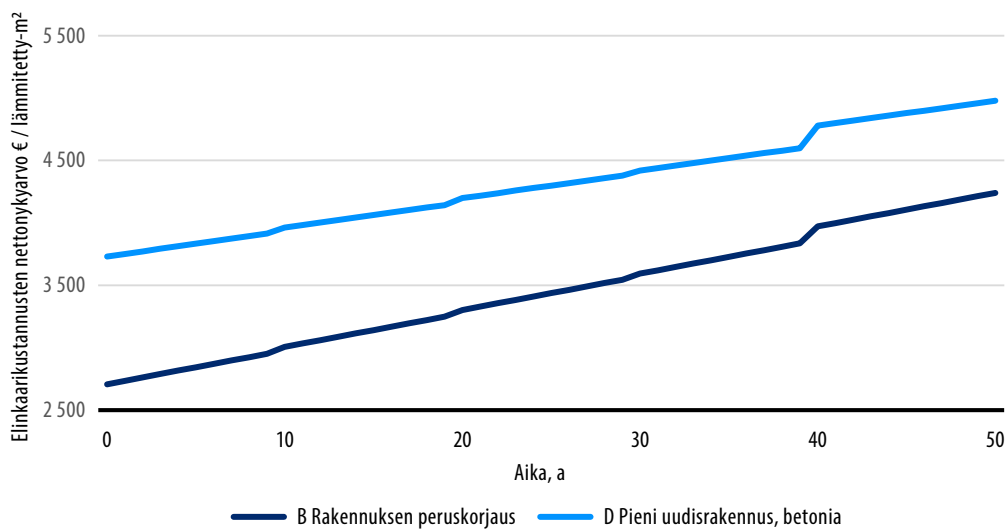
Tarkastellussa tapauksessa alkuperäiset investoinnit ja rakenteiden uusiminen elinkaaren aikana muodostavat merkittävän osan rakennuksen elinkaarikustannuksista. Rakennuksen peruskorjauksessa investointien osuus on lähes 60 % ja uuden rakennuksen rakentamisessa lähes 70 % elinkaarikustannuksista. Investoinnit määräävät vaihtoehtojen järjestyksen eikä uudisrakennuksen säästöt energiakustannuksissa riitä kuroma eroa peruskorjattuun rakennukseen 50 vuodessa (Kuva 16).

Kuvat esittävät peruskorjauksen ja uuden rakennuksen vertailun 2 % laskentakorolla ja +2 % energianhinnan nousulla. Herkkyystarkastelun mukaan keskinäinen järjestys pysyy samana, vaikka laskentakorko vaihtelisi 2–6 % välillä ja energianhinnan nousu 2–6 % välillä (Taulukko 7). Kaukolämmön tai sähkön hintataso ei vaikuta vaihtoehtojen keskinäiseen järjestykseen.

Kuva 15. Olemassa olevan koulurakennuksen peruskorjauksen ja saman kokoisen uuden rakennuksen 50 vuoden elinkaarikustannusten rakenne.



Kuva 16. Olemassa olevan koulurakennuksen peruskorjauksen ja saman kokoisen uuden rakennuksen 50 vuoden elinkaarikustannusten kertyminen.



Taulukko 7. Olemassa olevan koulun peruskorjauksen ja saman kokoisen uuden rakennuksen elinkaarikustannusten herkkyyys (€/lämmitetty-m²; 50 vuoden aikana) energianhinnan kehitykselle ja laskentakorolle.

| Laskentakorko | Vaihtoehdot | Energianhinnan kehitys | | |
|---------------|-----------------------|------------------------|-------|-------|
| | | +2 % | +4 % | +6 % |
| 2 % | B Peruskorjaus | 4 240 | 5 490 | 7 930 |
| | D Pieni uudisrakennus | 4 980 | 6 060 | 8 180 |
| 4 % | B Peruskorjaus | 3 770 | 4 420 | 5 620 |
| | D Pieni uudisrakennus | 4 630 | 5 190 | 6 240 |
| 6 % | B Peruskorjaus | 3 470 | 3 830 | 4 470 |
| | D Pieni uudisrakennus | 4 400 | 4 700 | 5 260 |

4.2 Vertailu 2: peruskorjattu ja laajennettu koulu vs. uusi koulu

Malin Moisio, Satu Huuhka, Arto Köliö, Jukka Lahdensivu ja Emmi Lampinen, Tampereen yliopisto

Toisessa vertailussa tarkastelun kohteena ovat neljä kertaa niin suuret rakennukset kuin ensimmäisessä vertailussa. Rakennusten käyttäjämäärä on niin ikään oletettu perustapaukselle nelinkertaiseksi, eli 800 oppilaaksi. Vertailu on muodostettu samojen esimerkkirakennusten perusteella kuin ensimmäinenkin vertailu (Kuva 17). Uudisrakennus seuraa Tesoman koulun geometriaa. Peruskorjaamiseen ja laajennukseen perustuvassa vaihtoehdossa peruskorjausosan laajuus on yksi neljäsosa kokonaisuudesta, jolloin laajennusosa muodostaa kolme neljäsosaa. Peruskorjausosa seuraa Heteniityn koulun geometriaa ja laajennusosa on muokattu Tesoman koulusta. Rakenteet ovat kuten ensimmäisessä vertailussa (Taulukko 2, s. 21). Laajuustiedot ja energialaskennan lähtötiedot on annettu Taulukossa 8.

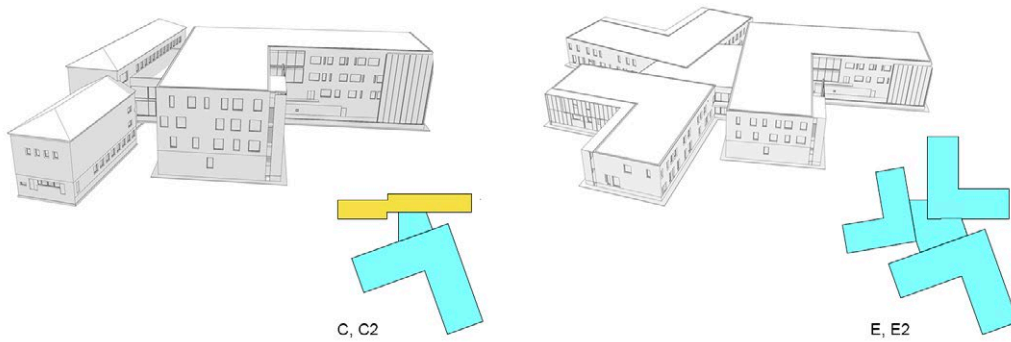
Käytännössä laajennuksen toteuttaminen edellyttää, että tontilla on tähän tilaa. Heteniityn koulun tapauksessa näin myös on. Helsingin kaupungilta saadun aineiston perusteella Helsingissä 1950-luvun kouluikiinteistöjen toteutunut tonttitehokkuus on noin 60 %:ssa tapauksista alle 0,5, neljäsosalla tonteista osuu väliin 0,5–0,7, reilulla kymmeneksellä tonteista osuu väliin 0,9–1,15 ja on yhdessä yksittäistapauksessa 1,93.

Taulukko 8. Energialaskennan lähtötiedot vertailulle 2.

| | | C | E | C2 | E2 |
|---|--|---------------------------------------|-----------------------------|---|----------------------------|
| | Yksikkö | Rakennuksen peruskorjaus ja laajennus | Uudisrakennus, iso, betonia | Rakennuksen peruskorjaus ja laajennus, CLT:tä | Uudisrakennus, iso, CLT:tä |
| Lämmitetty nettoala yhteensä | m ² | 9 648 | 9 648 | 9 648 | 9 648 |
| Lämmitetty nettoala uusi | m ² | 7 236 | 9 648 | 7 236 | 9 648 |
| Kerrosala | m ² | 10 437 | 10 284 | 10 322 | 10 117 |
| Tilavuus | m ³ | 39 963 | 41 746 | 32 339 | 41 137 |
| Geometria | Piirustusten mukaan | | | | |
| Kerroksia | kpl | 4 | 3 | 4 | 3 |
| Rakenteiden ominaisuuksia | | | | | |
| Ilmanvuotoluku (q50) | (kg CO ₂ e/m ² /a) | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Rakenteiden U-arvot | | | | | |
| Ulkoseinä | W/(m ² K) | 0,19 | 0,19 | 0,39 | 0,39 |
| Ulkoseinä, kellari | W/(m ² K) | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 |
| Yläpohja | W/(m ² K) | 0,09 | 0,09 | 0,097 | 0,097 |
| Alapohja | W/(m ² K) | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 |
| Maanvarainen alapohja (km maaperän lämpövastuksen kanssa) | W/(m ² K) | 0,14 | 0,13 | 0,14 | 0,13 |
| Ovet | W/(m ² K) | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

| | | C | E | C2 | E2 |
|---|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|---|----------------------------|
| | Yksikkö | Rakennuksen peruskorjaus ja laajennus | Uudisrakennus, iso, betonia | Rakennuksen peruskorjaus ja laajennus, CLT:tä | Uudisrakennus, iso, CLT:tä |
| Ikkunat | W/(m ² K) | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Ikkunoiden ominaisuuksia | | | | | |
| Lasin U-arvo | W/(m ² K) | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 |
| Karmiosan U-arvo | W/(m ² K) | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 |
| Umpiosan osuus ikkunasta | | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Ikkunoiden g-arvo | | 0,540 | 0,540 | 0,540 | 0,540 |
| Laitteet, IV | | | | | |
| IV-koneen lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde | % | 55 | 55 | 55 | 55 |
| Tuloilman lämpötilan asetusarvo | °C | 18 | 18 | 18 | 18 |
| Ominais sähköteho/SFP-luku | kW/m ³ /s | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 |
| Jäteilman minimilämpötila | °C | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Vakioilmavirta, opetusrakennus | dm ³ /(s m ²) | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Minimi-ilmavirta käyttöajan ulkopuolella | dm ³ /(s m ²) | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| Lämmitysmuoto | | Kaukolämpö | Kaukolämpö | Kaukolämpö | Kaukolämpö |

Kuva 17. Vertailtävien rakennusten havainnekuvat: pohjan jalanjälki ja perspektiivipiirros. Peruskorjattu rakennus ja betonirakenteinen laajennus (C), peruskorjattu rakennus ja CLT-rakenteinen laajennus (C2), uusi betonirakennus (E) ja uusi CLT-rakennus (E2).



4.2.1 Hiilijalanjälki

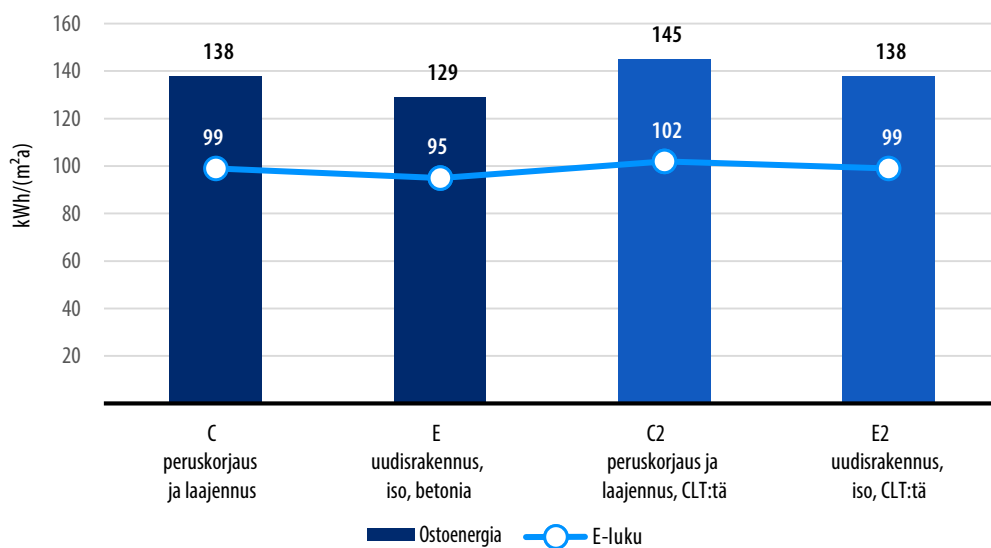
Malin Moisio, Satu Huuhka ja Emmi Lampinen, Tampereen yliopisto

Hiilijalanjälkilaskennan tulokset muodostuvat energialaskennan tuloksista sekä koko elinkaaren hiilijalanjälkilaskennan tuloksista. Energialaskennan tulokset (Taulukko 9 ja Kuva 18) toimivat syötteenä koko elinkaaren hiilijalanjäljen laskentaa varten. Koska uusi laajennusosa muodostaa 75 % olemassa olevan rakennuksen säilyttämiseen perustuvasta vaihtoehdosta, vertailtävien rakennusten E-lukujen ero on huomattavasti pienempi kuin ensimmäisessä vertailussa. Peruskorjauksen ja betonirakenteisen laajennuksen E-luku on 4 % suurempi kuin betonisella uudisrakennuksella. Ostoenergiankulutus on 7 % suurempi. Puurakenteisten vaihtoehtojen kohdalla vastaavat luvut ovat 3 % ja 5 %.

Ensimmäiseen vertailuun nähden huomataan, että parempi E-luku saavutetaan helpommin suuremmalla rakennuksella.

Taulukko 9. Energialaskennan tulokset vertailulle 2.

| | | C | E | C2 | E2 |
|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|---|----------------------------|
| | Yksikkö | Rakennuksen peruskorjaus ja laajennus | Uudisrakennus, iso, betonia | Rakennuksen peruskorjaus ja laajennus, CLT:tä | Uudisrakennus, iso, CLT:tä |
| E-luku | kWh _e /(m ² a) | 99 | 95 | 102 | 99 |
| Kaukolämpö, lämmitys, LKV ja jäädytys | kWh/a | 904 653 | 821 006 | 971 351 | 911 620 |
| Sähkö | kWh/a | 423 876 | 423 142 | 423 862 | 423 022 |
| Ostoenergia yhteensä | kWh/a | 1 328 529 | 1 244 208 | 1 395 213 | 1 334 642 |
| Ostoenergia per neliometri | kWh/m ² /a | 138 | 129 | 145 | 138 |
| Sähkön osuus ostoenergiasta | % | 32 % | 34 % | 30 % | 32 % |

Kuva 18. E-luku (kWh/(m²a)) sekä vuotuinen ostoenergian määrä (kWh/(m²a)) 50 vuoden tarkastelujaksolla peruskorjatulle koululle betonirakenteisen laajennuksen kera (C), betonirakenteiselle uudisrakennukselle (E), peruskorjatulle koululle ja CLT-laajennukselle (C2) sekä CLT-uudisrakennukselle (E2).

Taulukko 10. Hiilijalanjälkilaskennan tulokset vertailulle 2.

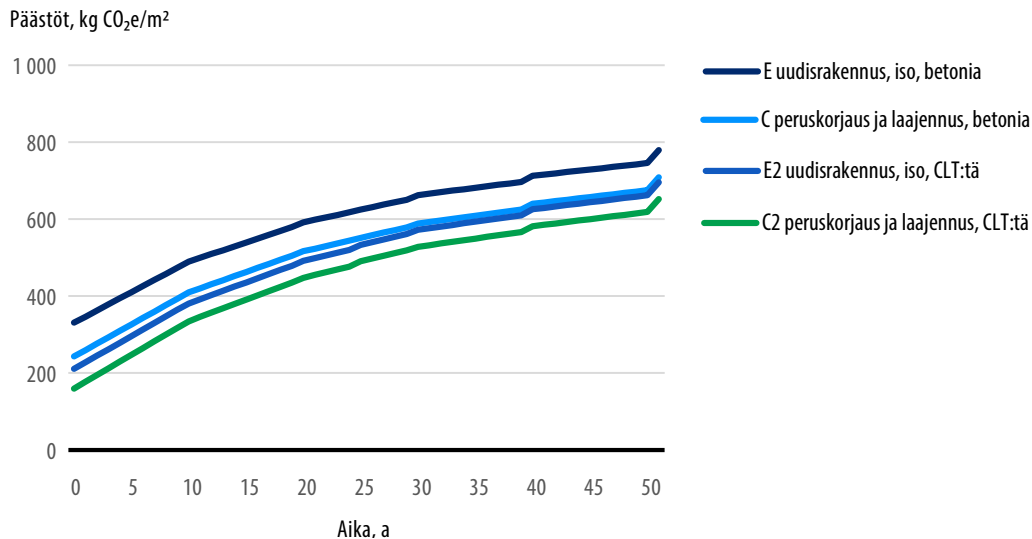
| | | C | E | C2 | E2 |
|---|---|---------------------------------------|-----------------------------|--|----------------------------|
| | Yksikkö | Rakennuksen peruskorjaus ja laajennus | Uudisrakennus, iso, betonia | Rakennuksen peruskorjaus ja laajennus CLT:tä | Uudisrakennus, iso, CLT:tä |
| Hiilijalanjälki | kg CO ₂ e /m ² /a | 14,67 | 15,91 | 13,59 | 14,26 |
| Hiilikädenjälki | kg CO ₂ e /m ² /a | -2,33 | -2,98 | -8,83 | -11,47 |
| hiilijalanjälki tarkastelujakson aikana | kg CO ₂ e /m ² | 734 | 795 | 680 | 713 |
| Hiilijalanjälki tarkastelujakson aikana | kg CO ₂ e | 7 077 000 | 7 674 000 | 6 558 000 | 6 878 000 |

Hiilijalanjäljen laskennan tulokset on esitetty Taulukossa 10 ja Kuvassa 19. Olemassa olevan rakennuksen peruskorjaamiseen ja laajentamiseen perustuvan vaihtoehdon kokonaishiilijalanjälki on 50 vuoden arviointijaksolla noin 8 % (betonirakenteet) tai 5 % (puurakenteet) pienempi kuin uudisrakennuksella. Olemassa olevan rakennuksen säilyttämisestä saadaan siis etua hiilijalanjälkeen, vaikka peruskorjattava osuus muodostaa kokonaisuudesta vain yhden neljäsosan. Puurakenteinen uudisrakennus on peruskorjausta ja betonirakenteista laajennusta vähähiilisempi vaihtoehto koko elinkaaren ajan, mutta vaihtoehdoista kaikkein vähähiilisin on kuitenkin peruskorjaus ja puurakenteinen laajennus.

Kuvasta 19 nähdään, että vaihtoehtojen päästötasot ovat koko elinkaaren ajan lähempänä toisiaan kuin vertailussa 1 (vrt. Kuva 14). Koska suurin osa molemmista vaihtoehdoista muodostuu uudisrakennuksesta, päästöt muodostuvat myös pääosin samoista lähteistä. Erot muodostuvat tuote- ja rakennusvaiheessa: elinkaaren alkuvaiheen hiilipiikki edustaa betonisessa uudisrakennusvaihtoehdossa 42 % koko elinkaaren päästöistä ja peruskorjaukseen ja betoniseen laajennukseen perustuvassa vaihtoehdossa vähemmän (34 %). Puurakenteisille vaihtoehdoille vastaavat luvut ovat 32 % ja 25 %.

Suuren puurakenteisen uudisrakennuksen tuote- ja rakennusvaiheen päästöt ovat 36 % pienemmät kuin betonisella uudisrakennuksella. Betonisen uudisrakennuksen tuote- ja rakennusvaiheen päästöistä lähes 60 % muodostuu betonirungosta ja noin 7 % kivivillaristeestä, muiden materiaalien jäädessä kunkin alle 3 % osuuteen.

Kuva 19. Hiilijalanjälki ajan funktiona: rakennuksen peruskorjaus ja betonirakenteinen laajennus (C), rakennuksen peruskorjaus ja CLT-rakenteinen laajennus (C2), betoninen uudisrakennus (E) ja CLT-rakenteinen uudisrakennus (E2).



4.2.2 Elinkaarikustannukset

Terttu Vainio, VTT

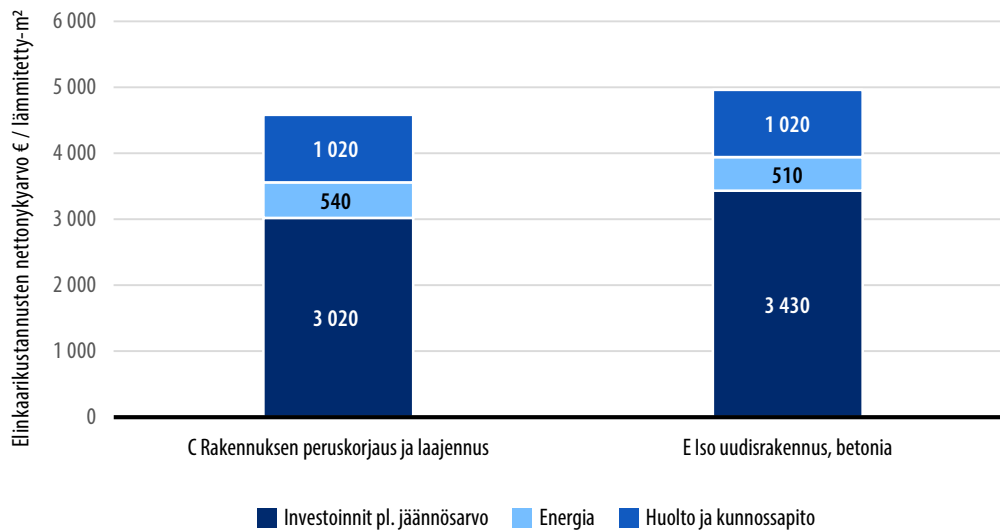
Elinkaarikustannukset on laskettu ainoastaan peruskorjaukselle ja betoniselle laajennukselle sekä betonirakenteiselle uudelle koululle. Elinkaarikustannukset kattavat rakennuksen peruskorjauksen ja laajennuksen (C) tai purkamisen ja uudisrakentamisen (E) kustannukset sekä rakennusosien uusimisen, rakennuksen energiankulutuksen, huollon ja kunnossapidon 50 vuoden ajalta. Määrä- ja ominaisuustiedot kustannuslaskentaan on saatu hiilijalanjälkilaskennasta (Taulukko 8; Taulukko 9). Investointikustannukset on laskettu tavoitehintamenetelmällä. Energianhintoina on käytetty kaukolämmölle 7 senttiä/kWh ja sähkölle 9 senttiä/kWh. Elinkaarikustannusten laskentamenetelmä on esitelty luvussa 2.3.

Peruskorjauksen ja laajennuksen elinkaarikustannusten nettonykyarvo on 4580 €/lämmitetty-m². Se muodostuu peruskorjauksesta, laajennuksesta ja rakennusosien uusimisesta sekä niistä vähennetystä jäännösarvosta (3020 €/lämmitetty-m²), huollosta ja kunnossapidosta (1020 €/lämmitetty-m²) ja energiankulutuksesta (540 €/lämmitetty-m²).

Uuden ison koulun elinkaarikustannusten nettonykyarvo 4960 €/lämmitetty-m² muodostuu olemassa olevan rakennuksen purkamisen, uudisrakennuksen ja rakennusosien uusimisen kustannuksista sekä niistä vähennetystä jäännösarvosta (3430 €/lämmitetty-m²), huollosta ja kunnossapidosta (1020 €/lämmitetty-m²) ja energiankulutuksesta (510

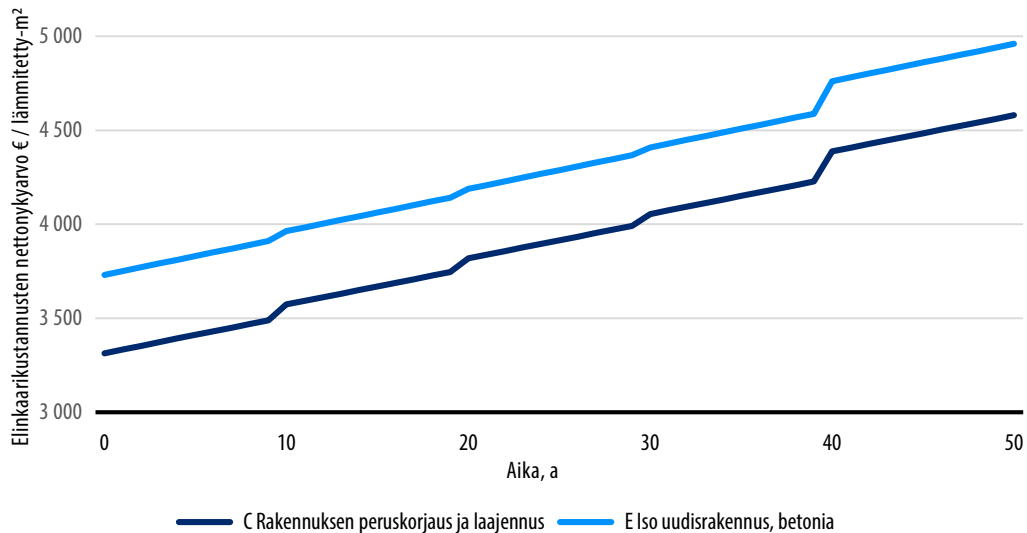
€/lämmitetty-m²). Uudisrakennuksen elinkaarikustannusten nykyarvo on 6 % korkeampi kuin peruskorjauksen ja laajennuksen (Kuva 20).

Kuva 20. Koulurakennuksen peruskorjauksen ja laajennuksen ja niiden kanssa samankokoisen uuden rakennuksen 50 vuoden elinkaarikustannusten rakenne.



Investointikustannukset ovat merkitsevä osa elinkaaren kustannusten nykyarvoa. Peruskorjauksessa ja laajennuksessa investointikustannusten osuus on noin 65 %, isossa uudisrakennuksessa 69 % elinkaarikustannuksista. Tarkasteltujen vaihtoehtojen kustannusero syntyy jo investointivaiheessa eikä uudisrakennuksen pienempi energialasku riitä eron kiinnikuromiseen 50 vuoden aikana (Kuva 21).

Kuva 21. Olemassa olevan koulurakennuksen peruskorjauksen ja laajennuksen ja näiden kanssa saman kokoisen uuden rakennuksen 50 vuoden elinkaarikustannusten kertyminen.



Kuvat esittävät peruskorjauksen ja uuden rakennuksen vertailun 2 % laskentakorolla ja +2 % energianhinnan nousulla. Herkkyystarkastelun mukaan keskinäinen järjestys pysyy samana, vaikka laskentakorko vaihtelisi 2–6 % välillä ja energianhinnan nousu 2–6 % välillä (Taulukko 11). Myöskään kaukolämmön tai sähkön hintataso ei vaikuta vaihtoehtojen keskinäiseen järjestykseen. Sähkön lähtöhintana on käytetty 9 senttiä/kWh ja kaukolämmön 7 senttiä/kWh.

Taulukko 11. Olemassa olevan koulun peruskorjauksen ja laajennuksen ja näiden kanssa saman kokoisen uuden rakennuksen elinkaarikustannusten (€/lämmitetty-m²; 50 vuoden aikana)herkkyys energianhinnan kehitykselle ja laskentakorolle.

| | | Energianhinnan kehitys | | |
|-----|-----------------------------|------------------------|-------|-------|
| | | +2 % | +4 % | +6 % |
| 2 % | C Peruskorjaus ja laajennus | 4 580 | 5 660 | 7 780 |
| | E Iso uudisrakennus | 4 960 | 6 010 | 8 090 |
| 4 % | C Peruskorjaus ja laajennus | 4 220 | 4 770 | 5 820 |
| | E Iso uudisrakennus | 4 610 | 5 160 | 6 190 |
| 6 % | C Peruskorjaus ja laajennus | 3 970 | 4 280 | 4 830 |
| | E Iso uudisrakennus | 4 380 | 4 680 | 5 220 |

4.3 Tulosten arviointi ja yleistettävyyys

Terttu Vainio, VTT

4.3.1 Tulosten yhteenveto

1950-luvun koululle on tarkasteltu laajuudeltaan kahta strategiaa. Se joko säilytetään alkuperäisen kokoisena (B, D, D2) tai laajennetaan nelinkertaiseksi (C, C2, E, E2). A, B ja D ovat aidosti erilaisia vaihtoehtoja. Koulu joko säilytetään entisellään, peruskorjataan tai korvataan uudella rakennuksella. Vaihtoehdossa C laajennus on kolminkertainen verrattuna olemassa olevaan osaan, joten se vastaa lähes uudisrakentamista eli sen verrokkivaihtoehtoa E. Betonirakenteisille vaihtoehdoille on laskettu hiilijalanjäljet ja elinkaarikustannukset, CLT-puurakenteisille ainoastaan hiilijalanjäljet (Taulukko 12).

Tarkastellun olemassa olevan koulurakennuksen korvaaminen CLT-rakenteisella uudella rakennuksella (D2) tuottaa 50 vuoden tarkastelujaksolla 5 % vähemmän päästöjä kuin rakennuksen peruskorjaus (B). CLT-rakennukselta kuluu kuitenkin 30 vuotta ennen kuin sen päästökertymä alittaa peruskorjauksen päästöt.

Mikäli tilaa tarvitaan merkittävästi lisää ja tontilla on tilaa, kannattaa tapauksena tarkasteltu rakennus peruskorjata ja laajentaa CLT-tekniikalla (C2). Sen päästöt ovat 5 % pienemmät kuin CLT-rakenteisen uuden rakennuksen, 7 % pienemmät kuin rakennuksen peruskorjauksen ja betonirakenteisen laajennuksen, ja 14 % pienemmät kuin uuden betonisen rakennuksen.

Taulukko 12. 1950-luvulla valmistuneen koulun kehittämisvaihtoehtojen hiilijalanjäljet ja elinkaarikustannukset 50 vuoden aikana. Vaihtoehdoissa A, B ja D rakennuksen lämmitetty pinta-ala on 2412 m² ja vaihtoehdoissa C ja E se on 9648 m².

| | | Rakennuksen peruskorjaus | Pieni uudisrakennus | | Rakennuksen peruskorjaus ja laajennus | Iso uudisrakennus | | |
|-------------------------|--|-----------------------------|------------------------|--------------|---|-------------------|--------------|--------------|
| | | B | D betonia | D2 CLT:tä | C betonia | C2 CLT:tä | E betonia | E2 CLT:tä |
| Hiilijalan- jälki | kg CO ₂ e/ lämmitetty-m ² | 845 | 882 | 804 | 734 | 680 | 795 | 713 |
| Elinkaari- kustannus | €/ lämmitetty-m ² | 4 240 | 4 980 | .. | 4 580 | .. | 4 960 | .. |

Elinkaarikustannukset laskettiin ainoastaan betonirakenteisille vaihtoehdoille. Mikäli nykyisen kokoinen koulu riittäisi tilatarpeisiin sekä saataisiin peruskorjauksen avulla täyttämään sisäolosuhteille ja toiminnallisuudelle asetetut vaatimukset, kannattaisi peruskorjata. Rakennuksen peruskorjauksen (B) elinkaarikustannukset ovat 15 % pienemmät kuin rakennuksen purkamisen ja uuden betonirakenteisen koulun (D) rakentamisen. Peruskorjauksen ja betonirakenteisen (C) laajennuksen elinkaarikustannukset ovat 8 % matalammat kuin rakennuksen purkamisen ja uuden betonisen koulun rakentaminen (E).

4.3.2 Sijainti

Opetusta järjestetään Suomessa hyvin erilaisissa olosuhteissa. Peruskoulun aloittavien määrä on laskenut vuodesta 2017 alkaen. Yläkoulussa vastaava kehitys tulee näkymään 2020-luvun puolivälissä. 2030-luvulle tultaessa peruskoululaisten määrät ovat vähentyneet noin viidenneksellä vuosien 2015–2018 keskiarvoon verrattuna. Alueellinen polarisaatio lisääntyy kaikilla koulutusasteilla. Syntyvyyden nopea lasku ja pysyminen alhaisella tasolla vähentävät koulutustarvetta ympäri maata, kun taas kaupungistuminen sekä maan sisäinen ja kansainvälinen muuttoliike lisäävät oppilasmääriä varsinkin suurimmissa kaupungeissa (Aro ym., 2020).

Polarisaatiosta johtuen syyt kouluinvestointeihin vaihtelevat, mutta ratkaisut voivat olla samoja väestökato- ja väestövoittoalueille. Väestökatoalueilla korjaustarpeessa olevia tiloja on vajaakäytössä, kun taas toisaalla tilaa opetukselle tarvitaan lisää. Molemmissa tapauksissa ratkaisu voi olla olemassa olevien rakennusten peruskorjaus ja linkittyvät toimenpiteet – osapurku tai laajentaminen. Selvää on, ettei väestökatoalueella kannata peruskorjata liian suurta koulua sellaisenaan, jos tiloille ei ole näköpiirissä käyttöä. Sen sijaan rakennuksen osapurku ja peruskorjaus tai käyttötarkoituksen muuttaminen voisivat olla ratkaisuja. Näitä vaihtoehtoja ei käsitelty tässä selvityksessä.

Sekä väestökatoalueilla että kasvavilla paikkakunnilla tilatarpeita on ratkaistu kokonaan uudella rakennuksella ja samalla organisoitu uudelleen useiden lähipalveluiden tilatarpeita. Kertaalleen rakennetun tontin kierrättäminen tehokkaampaan käyttöön voi olla kuntatalouden ja ympäristövaikutusten kannalta hyvä vaihtoehto. Lisärakentamisessa yhdyskuntatekniikan investoinnit ovat marginaaliset verrattuna rakentamiseen täysin uudelle alueelle (esim. Nykänen ym., 2013).

4.3.3 Palveluverkko

Kouluja koskevaan päätöksentekoon vaikuttavat myös muut tekijät kuin opetuksen järjestämisen tilatarpeet. Tärkeä ajuri on kuntien palveluverkon kehittäminen. Esimerkiksi kuntaliitosten takia kunnilla voi olla ylitarjontaa tiloista tai muuten tarve keskittää opetustoimintaa tai useampia lähipalveluita yhteiseen rakennukseen. Näissä tilanteissa uudisrakentamiseen houkuttelee mm. mahdollisuus luopua ylimääräisistä tiloista ja keskittää toimintoja uusiin tiloihin. Mitoitus oppilasta kohti vaihtelee, mutta suuntaus on ollut tilankäytön tehostamiseen (Nissinen, 2006; Korhonen ym 2018).

Jos oletetaan, että olemassa olevan koulun tilatehokkuus on ja pysyy Suomen valtakunnallisen keskiarvon mukaisena 15 m² per oppilas mutta laajennus ja uusi koulu mitoitetaan mallillisesti 20 % tehokkaammaksi (12 m² per oppilas), nousee uusi pieni koulu edullisemmaksi vaihtoehdoksi sekä hiilijalanjälki- että elinkaarikustannusten vertailussa (Taulukko 13).

Taulukko 13. 1950-luvulla valmistuneen koulun kehittämisvaihtoehtojen hiilijalanjäljet ja elinkaarikustannukset 50 vuoden aikana oppilasta kohti.

| | | B rakennuksen peruskorjaus | D pieni uudis- rakennus, betonia | C rakennuksen peruskorjaus ja laajennus | E iso uudis- rakennus, betonia |
|-------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---|--|---|
| Hiilijalan- jälki | kg CO ₂ e/ oppilas | 12 700 | 10 600 | 9 300 | 9 500 |
| Elinkaari- kustannus | €/oppilas | 63 600 | 59 800 | 57 900 | 59 500 |

Hiilijalanjäljen kannalta oleellista on tarkastelujen rajaaminen. Esimerkiksi otetaanko huomioon myös kaikki rakennukset, joista toiminta siirtyy peruskorjattuun tai laajennettuun toimintatilaan? Toimintojen keskittäminen voi lisätä koulukuljetuksia, jolla silläkin on vaikutusta kunnan hiilijalanjälkeen ja myös kustannuksiin, jos toimiva vähäpäästöinen joukkoliikenne puuttuu. Tässä selvityksessä tarkasteltiin ainoastaan yhtä rakennusta eikä otettu huomioon laajempia vaikutuksia ilmastopäästöihin ja kuntatalouteen.

4.3.4 Rakennuksen kunto ja ominaisuudet

Vertailun lähtökohta on se, että olemassa oleva rakennus on korjattavissa nykyisiä sisäolosuhdevaatimuksia vastaavaksi. Vertailussa sille on mallinnettu hyvän rakentamistavan mukainen sisäilmaa parantava peruskorjaus ja se on otettu huomioon sekä hiilijalanjäljen laskennassa, että elinkaarikustannuksissa. Kuntatalouden kannalta peruskorjausta puoltaa myös rakennusten tasearvo. Purettavat rakennukset poistetaan kerralla, joten alaskirjaus vaikuttaisi kunnan tilinpäätökseen.

Asetelma muuttuu toisenlaiseksi, jos rakennuksessa on esimerkiksi perustuksista, alapohjasta tai rungosta lähtöisin olevia rakenteellisia tai sisäilman laatuun vaikuttavia ongelmia. Silloin purkaminen saattaa olla ainoa realistinen vaihtoehto.

Jotta olemassa olevaa rakennusta voidaan uudessa tilanteessa hyödyntää, sen rungon ja tilojen on oltava muunneltavissa uusiin tilantarpeisiin. Esimerkiksi esteettömien tilojen toteuttaminen voi olla haasteellista olemassa oleviin rakennuksiin. Erilaisia tilantarpeita ovat tuoneet opetuksen trendit. Nykyään halutaan rakentaa avoimia, monikäyttöisiä tiloja. Tulevaisuudessa tiloille asetut tavoitteet voivat olla hyvinkin erilaiset.

4.3.5 Kulttuurihistorialliset arvot

Satu Huuhka, Tampereen yliopisto, ja Terttu Vainio, VTT

Rakennuksen peruskorjaamista purkamisen ja uudisrakentamisen sijaan voivat puoltaa myös rakennuksen merkittävyys maisemassa, kaupunkikuvassa tai alueen historiassa tai sen arkkitehtoniset arvot. Tapaustutkimuksen pohjana toiminutta Heteniityn koulua voidaan tehtyjen inventointien ja selvitysten perusteella pitää tällaisena rakennuksena (Makkonen, 2004; Laak ja muut, 2020). Rakennuksen arvotekijöinä voidaan tapauksesta riippuen pitää mm. harvinaisuutta, tyypillisyyttä, edustavuutta, alkuperäisyyttä, historiallista todistusvoimaisuutta ja/tai historiallista kerroksisuutta (Laki rakennusperinnön suojelemisesta 4.6.2010/498, 8 §). Kulttuurihistoriallisesti merkittävien rakennusten ominaispiirteet ja tunnistetut arvokkaat ominaisuudet tulisi säilyttää. Alkuperäinen käyttötarkoitus on usein yksi rakennuksen merkittävyyden arviointikriteeri ja rakennuksen ominaispiirteitä ja muita arvoja määrittävä tekijä. Käyttötarkoituksesta on tosin voitu myös joustaa, jos se muuten muodostuisi säilyttämisen esteeksi. Rakennuksen käytössä säilyminen auttaa parhaiten säilyttämään myös sen kulttuurihistoriallisia arvoja.

Rakennukset, joihin liittyy edellä mainittuja arvoja, voidaan suojella. Suojelu voidaan yleensä toteuttaa asemakaavalla tai rakennusperinnön suojelemisesta annetun lain (rakennusperintölain) perusteella. Suojelu asemakaavassa on rakennussuojelun pääasiallinen keino. Suojelu voi kohdistua rakennuksen eri osiin, kuten pelkästään julkisivuihin tai

myös sisätiloihin. Osa rakennuksista voi olla suojeltu arvokkaan rakennetun kokonaisuuden osana esimerkiksi rakennuksen kaupunkikuvallisen aseman perusteella. Tunnistetut kulttuurihistorialliset arvot vaikuttavat suojeltujen rakennusten korjaus- ja muutostöiden toteuttamiseen.

Toisaalta lähes kaikissa rakennuksissa voidaan nähdä olevan kulttuurihistoriallisia arvoja, eikä suojelun puuttuminen merkitse arvojen puuttumista. Monia kansallisia arvoraakennuksiammekaan ei ole suojeltu, vaan niiden arvojen vaaliminen perustuu kiinteistön omistajan ymmärrykseen rakennuksen ominaispiirteistä. Rakennuskantamme kaikkein vanhimpien osien kulttuurihistoriallista arvoa ei yleensä kiistetä. Toisin on nuoremman rakennuskannan kohdalla. Esimerkiksi sotien jälkeisen ja hyvinvointivaltion rakentamisen aikaisen modernin arkkitehtuurin arvoa ei ole samalla tavalla yleisesti hyväksytty. Nämä rakennukset ovat usein arkisia palvelu- tai asuinrakennuksia, joita on lukumäärällisesti vielä runsaasti jäljellä, toisin kuin kaikkein vanhimpia rakennuksia. Heteniityn koulu on hyvä esimerkki tällaisista rakennuksista. Museovirasto on pyrkinyt nostamaan tietoisuutta sodanjälkeisten arkiympäristöjemme arvoista Rakennettu hyvinvointi -verkkokokonaisuuden avulla (Museovirasto, n.d. b), jonka osa koulurakennuksiin keskittyvä koulurakennus.fi -sivusto (Museovirasto, n.d. a) myös on.

Valtakunnallisen kulttuuriympäristöstrategian näkemys on, että kulttuuriympäristö voi uudistua ja sopeutua ajan tuomiin muutoksiin säilyttäen samalla keskeiset ja eri-ikäiset piirteensä (Valtioneuvoston periaatepäätös 20.3.2014). Tapaustutkimuksen perusteella rakennusten säilyttäminen voi auttaa paitsi vaalimaan kulttuuriarvoja, myös vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä. Kulttuurihistorialliseen arvolle perustuvaan suojeluun on lainsäädännössä osoitettu omat työkalunsa. Edullisiin hiilijalanjälkivaikutuksiin perustuva säilyttäminen voi kuitenkin tukea nuoremman rakennuskannan kulttuurihistoriallisten arvojen säilymistä siinä vaiheessa, kun rakennuksiin ei ole vielä muodostunut ajallista etäisyyttä, jonka avulla niiden arvot olisi helpompi tunnistaa.

5 Tapaustutkimus: asuinkerrostalo

Paula Ala-Kotila, Pertti Lahdenperä ja Terttu Vainio, VTT

5.1 Korjattu ja korotettu kerrostalo vs. uusi rakennus

Esimerkkikohde on Helsingistä ja se on valmistunut 1977 (Kuva 22). Hissittömän vuokratalon huoneistoala on 1075 m². Siinä on neljä kerrosta, joista alimmassa kerroksessa sijaitsevat yhteiset ja tekniset tilat, kolmessa ylimmässä kerroksessa on 18 asuntoa. Rakennuksen ulkoseinät ovat betonisandwich-elementeistä, alapohja maanvarainen betonilaatta, väli- ja yläpohjat ontelolaatoista. Yläpohjan ontelolaatan päälle on asennettu lämmöneriste ja vesikate kannatteiden varassa. Käyttövesi- ja viemärikuilujen määrä on optimoitu keittiöiden ja kylpyhuoneiden sijoittelulla. Rakennuksessa on koneellinen poistoilma, jota ohjataan keittiön liesituulettimen avulla. Rakennus on liitetty kaukolämpöverkkoon.

Kuva 22. Tapaustutkimuksen kohde alkuperäisessä tilassa. Kuva Helsingin kaupungin asunnot Oy



Rakennukselle on teetetty kehittämissuunnitelmat (Helsingin kaupunki, 2019), ja niille tavoitekustannusarviot ja hiilijalanjätkilaskelmat. Hiilijalanjätkilaskelmat (Nöjd, 2019a) on tehty ympäristöministeriön arviointimenetelmää (Ympäristöministeriö, 2019) noudattaen rakennuksen peruskorjaukselle ja korotukselle sekä uudelle betonirakennukselle. Uudisrakennuksen ja lisäkerrosten investointikustannukset perustuvat rakennusosa-arviointiin täydennettynä rakennuttajan kustannuksilla. Tässä selvityksessä on elinkaarilaskennan lähtötietoina hyödynnetty Helsingin kaupungin (Kaupunkiympäristö/Asuntotuotanto) tekemiä ja teettämiä (Liski, 2019) kustannusarvioita.

Kehittämissuunnitelmien mukaan nykyinen nelikerroksinen rakennus korotetaan kuusikerroksiseksi. Sille vaihtoehtona tarkastellaan saman kokoista uudisrakennusta. Päävaihtoehdot ovat seuraavat:

- *F Peruskorjaus ja lisäkerrokset:* Rakennus korjataan perusteellisesti, siihen rakennetaan kaksi lisäkerrosta ja tehdään tarvittavat vahvistukset perustuksiin. Sen sandwich -elementtien ulkokuori puretaan, ulkoseiniin lisätään lämmöneristys ja uusi puinen julkisivu. Vesi-, viemäri- ja lämmönjakojärjestelmä uusitaan kokonaan. Koneellinen poistoilmanvaihto muutetaan keskitetyksi tulo-poistoilmanvaihdoksi, johon asennetaan lämmöntalteenotto. Rakennus varustetaan hissillä. Asuntojen lukumäärä nousee 18:sta 30:een. 50 vuoden tarkastelujakson aikana uusitaan kaksi kertaa huoneistojen pinnat sekä kertaalleen lyhyen käyttöiän talotekniikka (mm. säätöjärjestelmä, ilmanvaihtokone, lämmönvaihdin, kiertovesipumppu). Lisäksi tehdään huolto- ja kunnossapitotoimenpiteitä vuosittain.
- *G Purku ja uusi rakennus:* Rakennus puretaan ja tilalle rakennetaan uusi kuusikerroksinen rakennus, jossa on 30 asuntoa. Huoneistojako ja rakennuksen laajuus ovat samat kuin Peruskorjaus ja lisäkerrokset -vaihtoehdossa. Uusi rakennus on joko tavanomainen betonirakennus (G), rungoltaan kierrätysbetonia joko lämmitettynä kaukolämmöllä (G2) tai maalämmöllä (G3). 50 vuoden tarkastelujakson aikana huoneistojen pinnat uusitaan kaksi kertaa. Lyhyen käyttöiän talotekniikka (mm. säätöjärjestelmä, ilmanvaihtokone, lämmönvaihdin tai lämpöpumpun kuluvat osat, kiertovesipumput) uusitaan kerran. Vuosittain tehdään huolto- ja kunnossapitotoimenpiteitä.

Vaihtoehtojen energiankulutukseen vaikuttavat ominaisuudet ja energialaskennan tulokset on esitetty seuraavan sivun taulukoissa (Taulukko 14; Taulukko 15).

Taulukko 14. Asuinkerrostalon energialaskennan lähtötiedot.

| | Yksikkö | C Rakennuksen peruskorjaus ja lisäkerrokset | E Uusi rakennus |
|---|-------------------------------------|--|-----------------------|
| Lämmitetty nettoala | m ² | 2 266 | 2 266 |
| Bruttoala | m ² | 2 518 | 2 518 |
| Huoneistojen lukumäärä | | 30 | 30 |
| Huoneistoala, uusi | m ² | 716 | 1 791 |
| Huoneistoala, olemassa oleva rakennus | m ² | 1 075 | - |
| Kerroksia | kpl | 4+2 lisäkerrosta | 6 |
| Rakenteiden ominaisuuksia | | | |
| Ilmanvuotoluku (q50) | m ³ /(h m ²) | 3 | 1 |
| Rakenteiden U-arvot | | | |
| Ulkoseinä | W/(m ² K) | 0,17 | 0,17 |
| Yläpohja | W/(m ² K) | 0,09 | 0,09 |
| Alapohja | W/(m ² K) | 0,40 | 0,17 |
| Ovet | W/(m ² K) | 1,00 | 1,00 |
| Ikkunat | W/(m ² K) | 1,00 | 1,00 |
| Laitteet, IV | | | |
| IV-koneen lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde | % | 65 | 70 |
| Jäteilman minimilämpötila | °C | 3 | 3 |
| Lämmitysmuoto | | Kaukolämpö | Kaukolämpö |

Taulukko 15. Asuinkerrostalon energialaskennan tulokset.

| | Yksikkö | F Rakennuksen peruskorjaus ja laajennus, kaukolämpö | G Uusi rakennus, betonia, kaukolämpö |
|-------------------------------------|--------------------------------------|--|---|
| E-luku | kWh _e /(m ² a) | 64 | 59 |
| Kaukolämpö, tilojen lämmitys ja LKV | kWh/(m ² a) | 82 | 71 |
| Sähkö | kWh/(m ² a) | 19 | 19 |
| Ostoenergia yhteensä | kWh/(m ² a) | 101 | 90 |
| Sähkön osuus ostoenergiasta | % | 19 % | 21 % |

5.1.1 Hiilijalanjälki

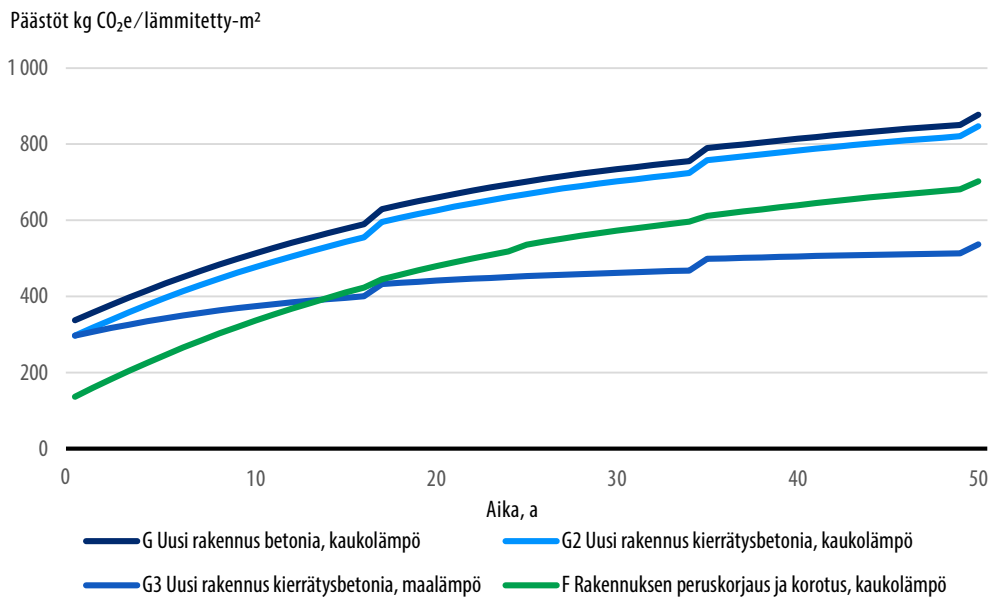
Ympäristöministeriön arviointimenetelmän mukaisesti laskettuna peruskorjauksen ja lisäkerrosten (F) hiilijalanjälki 702 CO₂e/lämmitetty-m² muodostuu olemassa olevan rakennuksen peruskorjauksessa käytetyistä materiaaleista ja korjaustöistä (136 CO₂e/lämmitetty-m²), myöhemmistä korjauksissa käytetyistä materiaaleista ja korjaustöistä (27 CO₂e/lämmitetty-m²), energiankulutuksesta (522 CO₂e/lämmitetty-m²) ja purkamisesta (17 CO₂e/lämmitetty-m²).

Betonirunkoisen uudisrakennuksen (G) hiilijalanjälki 866 CO₂e/lämmitetty-m² muodostuu olemassa olevan rakennuksen purkamisesta (23 CO₂e/lämmitetty-m²), rakennustuotteiden valmistuksesta ja rakentamisesta (337 CO₂e/lämmitetty-m²), korjauksiin käytettyjen tuotteiden valmistuksesta ja korjaustyöstä (58 CO₂e/lämmitetty-m²) ja energiankulutuksesta (469 CO₂e/lämmitetty-m²). Mikäli runkoon käytetään kierrätysbetonia (G2), olisi hiilijalanjälki 847 CO₂e/lämmitetty-m². Ja mikäli kierrätysbetonirakennus lämmitettäisiin kaukolämmön sijaan maalämmöllä, olisi hiilijalanjälki 537 CO₂e/lämmitetty-m².

Kaukolämpöön liitetyn uuden betonirakennuksen hiilijalanjälki on 26 % ja kierrätysbetonirakennuksen 21 % suurempi kuin rakennuksen peruskorjauksen ja korotuksen (Taulukko 16). Ero syntyy investointivaiheessa eikä 50 vuoden aikana saavutettava säästö kaukolämmön kulutuksen päästöissä riitä eron kiinni kuromiseen (Kuva 23). Kiinni kuroamista hidastaa energiantuotannon ennakoitu vähähiilistyminen eli luopuminen fossiilisista polttoaineista.

Taulukko 16. Asuinkerrostalon hiililaskennan tulokset.

| | Yksikkö | F Rakennuksen peruskorjaus ja korotus, kaukolämpö | G Uusi rakennus, betonia, kaukolämpö | G2 Uusi rakennus, kierrätys- betonia, kaukolämpö | G3 Uusi rakennus, kierrätys- betonia ja maalämpö |
|--------------------------------|---|---|--|--|--|
| Hiilijalanjälki (vuosi) | kg CO ₂ e / (m ² a) | 14.0 | 17.7 | 16.9 | 14.7 |
| Hiilikädenjälki (vuosi) | kg CO ₂ e / (m ² a) | -0.7 | -1.4 | -1.4 | -0.7 |
| Hiilijalanjälki (50 vuotta) | kg CO ₂ e / m ² | 702 | 886 | 847 | 537 |
| Hiilijalanjälki (50 vuotta) | kg CO ₂ e | 1 591 638 | 2 008 269 | 1 918 736 | 1 216 813 |

Kuva 23. Asuinkerrostalon kehittämismuutosten kumulatiivinen hiilijalanjälki 50 vuodessa.


Helsingin kaupungin tilaamassa selvityksessä neljäs vaihtoehto oli kierrätysbetonisen rakennuksen lämmittäminen maalämmöllä (G3). Mikäli sen vertailukohta on olemassa oleva rakennus lisäkerroksineen liitettynä kaukolämpöön, kuroutuisivat tuotteiden ja rakennuksen suuremmat päästöt 15 vuoden kuluessa. Myös olemassa oleva rakennus voi siirtyä maalämpöön. Se hyötyisi maalämmöstä uutta rakennusta enemmän, koska lämpöä kuluu enemmän. Olemassa olevan rakennuksen ja sen lisäkerrosten hiilijalanjälki olisi maalämmöllä lämmitettäessä vain 357 kg CO₂e/ m², joka on 34 % vähemmän kuin uuden kierrätysbetonisen maalämmöllä lämmitettävän rakennuksen.

Ympäristöministeriön hiilijalanjälkilaskennassa käytetään valtakunnallisesti yhteisiä päästökertoimia. Energiantuotannon päästöt ovat kuitenkin tuotantolaitoskohtaiset. Sähkömarkkinoilta asiakas voi vapaasti valita sähköntoimittajan, mutta kaukolämpölaitoksilla on alueellinen luonnollinen monopoli. Kaukolämmön tuotannon energialähdejakauma vaihtelee tuottajittain (Energiateollisuus, 2020). Esimerkiksi maakuntatasolla valtakunnallinen päästökerroin ylittyy ainoastaan Pääkaupunkiseudulla ja Varsinais-Suomessa. Muissa maakunnissa, mukaan lukien Pääkaupunkiseudun ulkopuolinen Uusimaa, uusiutuvan energian osuus kaukolämmöntuotannosta on valtakunnan keskiarvoa suurempi ja tätä myöten päästöt suhteessa tuotettuun energiaan vähäisemmät.

5.1.2 Elinkaarikustannukset

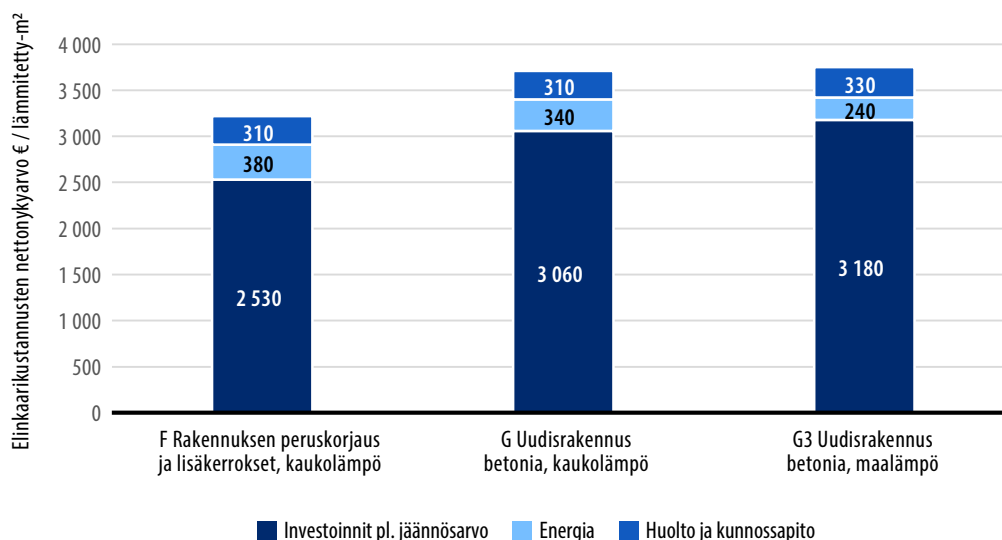
Elinkaarikustannukset kattavat peruskorjauksen ja lisäkerrokset tai purkamisen ja uudisrakentamisen kustannukset sekä rakennusosien uusimisen, rakennuksen energiankulutuksen, huollon ja kunnossapidon 50 vuoden ajalta. Rakennuskustannuksiin ja energiakustannuksiin vaikuttavat ominaisuudet on esitelty taulukoissa (Taulukko 14; Taulukko 15). Sähkön hintana on käytetty 9 senttiä/kWh ja kaukolämmön 7 senttiä/kWh. Kustannukset on laskettu nettohyötyarvomenetelmällä, joka on esitelty luvussa 2.3.

Peruskorjauksen ja lisäkerrosten (F) elinkaarikustannukset ovat 3220 €/lämmitetty-m² ja muodostuvat peruskorjauksesta, lisäkerroksista ja rakennusosien uusimisesta sekä niistä vähennetystä jäännösarvosta (2530 €/lämmitetty-m²), huollosta ja kunnossapidosta (310 €/lämmitetty-m²) ja energiankulutuksesta (380 €/lämmitetty-m²).

Uuden betonirakennuksen (G) elinkaarikustannusten nettohyötyarvo 3710 €/lämmitetty-m² muodostuu olemassa olevan rakennuksen purkamisesta, uudisrakentamisesta ja rakennusosien uusimisesta sekä näistä vähennetystä jäännösarvosta (3060 €/lämmitetty-m²), huollosta ja kunnossapidosta (310 €/lämmitetty-m²) sekä energiankulutuksesta (340 €/lämmitetty-m²). Uuden betonirakennuksen elinkaarikustannukset ovat 15 % korkeammat kuin rakennuksen peruskorjauksen ja lisäkerrosten. Kierrätysbetonirakennukselle ei ole laskettu kustannuksia.

Sekä peruskorjaus ja lisäkerrokset että uusi rakennus on suunniteltu poikkeuksellisen energiatehokkaiksi. Energiatodistusrekisterin (ARA, Energiatodistukset, 2020) mukaan alle prosentti uusista rakennuksista kuluttaa näin vähän energiaa. Energiatehokkuuden huomiointi rakenteissa ja teknisissä järjestelmissä on nostanut rakennuskustannuksia ja vähentänyt merkittävästi lämmitysenergian tarvetta. Peruskorjaus ja lisäkerrokset -vaihtoehdossa investointikustannusten osuus on noin 80 % ja uudisrakennusvaihtoehdossa 82 % elinkaarikustannuksista. Koska energiantarve on erittäin vähäinen, ei ilmainen maalämpö riitä kattamaan järjestelmän kaukolämpöä korkeampia investointi- ja ylläpitokustannuksia (Kuva 24). Energian vähäistä osuutta selittää myös se, että elinkaarilaskenta korostaa lähiajan kustannuksia mutta vähentää kaukana tulevaisuudessa maksettavia kustannuksia. Esimerkiksi olettaessa reaalisiksi hintamuutokseksi 2 %, 50 vuoden aikana maksettu yksi euro summautuu nykyarvona 32 euroksi.

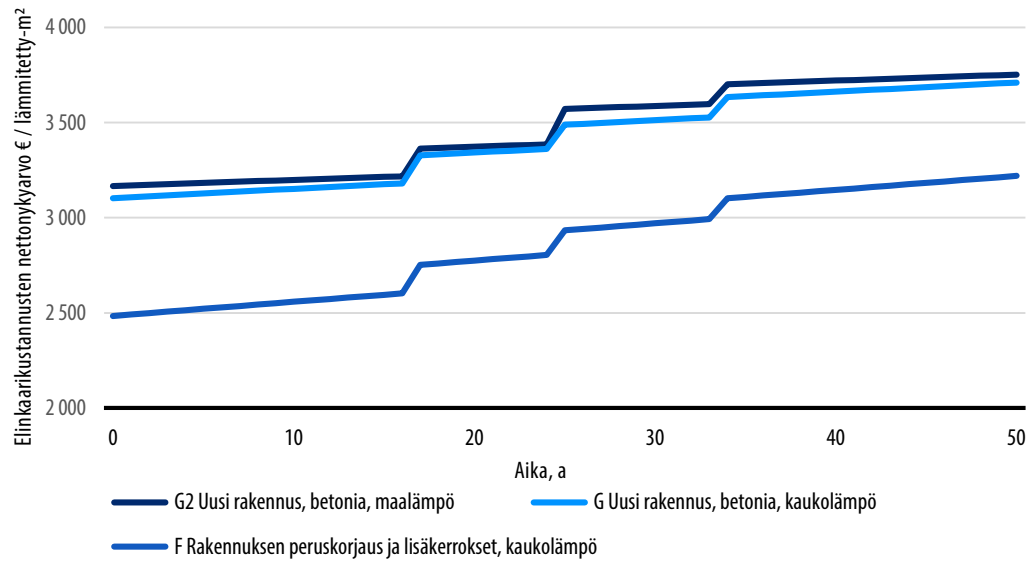
Kuva 24. Asuinkerrostalon peruskorjauksen ja lisäkerrosten sekä samankokoisen uuden rakennuksen 50 vuoden elinkaarikustannusten rakenne.



Purkavan uudisrakentamisen elinkaarikustannukset ovat siis korkeammat kuin peruskorjauksen ja lisäkerrosten rakentamisen. Ero peruskorjauksen ja lisäkerrosten hyväksi syntyy jo investointivaiheessa, eivätkä uudisrakennusten pienet säästöt energiakustannuksissa riitä eron kiinnikuromiseen (Kuva 25).

Kuvat esittävät asuinkerrostalon elinkaarikustannusten vertailun 2 % laskentakorolla ja +2 % energianhinnan nousulla. Herkkyystarkastelu osoitti keskinäisen järjestyksen pysyvän samana, vaikka laskentakorko vaihtelisi 2–6 % välillä ja energianhinnan nousu 2–6 % välillä (Taulukko 17).

Kuva 25. Asuinkerrostalon peruskorjauksen ja lisäkerrosten sekä samankokoisen uuden rakennuksen elinkaarikustannusten kertyminen 50 vuoden aikana.



Taulukko 17. Asuinkerrostalon kehittämisvaihtoehtojen elinkaarikustannusten (€/lämmitetty-m²; 50 vuoden aikana)herkkyys energianhinnan kehitykselle ja laskentakorolle.

| Laskenta- korko | | Energianhinnan kehitys | | |
|--------------------|---|------------------------|-------|-------|
| | | +2 % | +4 % | +6 % |
| 2 % | F Rakennuksen peruskorjaus ja lisäkerrokset, kaukolämpö | 3 220 | 3 680 | 4 620 |
| | G Uusi rakennus, betonia, kaukolämpö | 3 710 | 4 150 | 5 020 |
| | G2 Uusi rakennus, betonia, maalämpö | 3 750 | 4 140 | 4 890 |
| 4 % | F Rakennuksen peruskorjaus ja lisäkerrokset, kaukolämpö | 3 020 | 3 270 | 3 730 |
| | G Uusi rakennus, betonia, kaukolämpö | 3 590 | 3 820 | 4 240 |
| | G2 Uusi rakennus, betonia, maalämpö | 3 640 | 3 840 | 4 210 |
| 6 % | F Rakennuksen peruskorjaus ja lisäkerrokset, kaukolämpö | 2 880 | 3 010 | 3 260 |
| | G Uusi rakennus, betonia, kaukolämpö | 3 470 | 3 600 | 3 820 |
| | G2 Uusi rakennus, betonia, maalämpö | 3 520 | 3 630 | 3 830 |

5.2 Tulosten yleistettävyys

5.2.1 Tulosten yhteenveto

Tarkastellun tapauksen oletuksilla ja rajauksilla yksittäisen rakennuksen peruskorjaus ja lisäkerrosten rakentaminen (F) on sekä hiilijalanjäljeltään että elinkaarikustannuksiltaan edullisempi vaihtoehto kuin purkaminen ja uuden betonirakennuksen (G) rakentaminen (Taulukko 18).

Taulukko 18. Vuonna 1977 valmistuneen asuinkerrostalon kehittämismuutosten hiilijalanjäljet ja elinkaarikustannukset. Laskentajakson pituus 50 vuotta, laskentakorko 2 % ja energianhinnan nousu 2 %.

| | | F | G | G2 | G3 |
|---------------------------------------|--|---|------------------------------------|---|---|
| | | Rakennuksen peruskorjaus ja lisäkerrokset, kaukolämpö | Uusi rakennus, betonia, kaukolämpö | Uusi rakennus, kierrätysbetonia, kaukolämpö | Uusi rakennus, kierrätysbetonia, maalämpö |
| Rakennus liitetty kaukolämpöön | | | | | |
| Hiilijalanjälki | kg CO ₂ e/ lämmitetty-m ² | 702 | 886 | 847 | 537 |
| Elinkaari-kustannus | € / lämmitetty-m ² | 3 220 | 3 710 | -- | -- |

Valtakunnallisilla kertoimilla laskettuna maalämpö puolittaisi peruskorjauksen ja lisäkerrosten 50 vuoden hiilidioksidipäästöt ja vähentäisi uuden rakennuksen päästöjä noin 35 prosenttia verrattuna kaukolämpöön. Paikallisten kaukolämpölaitosten energiantuotannon päästökertoimilla laskettuna päästösäästö olisi tätä pienempi tai suurempi. Sekä peruskorjattu ja korotettu rakennus että uudet rakennukset ovat tarkastellussa tapauksessa poikkeuksellisen energiatehokkaita. Energiankulutus on niin vähäistä, ettei siitä saatavilla säästöillä pystytä kattamaan kaukolämmön ja maalämmön investointikustannusten erotusta.

5.2.2 Rakennuksen kunto ja ominaisuudet

Suomen kerrostaloasunnoista 23 prosenttia on rakennettu 1970-luvulla. Tulevan kymmenen vuoden aikana tämän ikäisten rakennusten korjausintensiivisyys kasvaa ja koska määrä on suuri, kysymyksessä on merkittävä kuluerä kansantalouden tasolla (Nippala & Vainio, 2016). Tarkastellut vaihtoehdot olisivat mahdollisia ratkaisuja tuhansien rakennusten korjaustarpeisiin.

Tämän ikäisiä vuokrataloja on purettu monista syistä. Myös muutamat asunto-osakeyhtiöt ovat olleet pakotettuja rakennuksen purkamiseen, kun rakennuksen maapohja, perustukset tai runko on pettänyt. Näissä tapauksissa rakennuksen korjaaminen olisi tullut hyvin kalliiksi tai olisi ollut jopa mahdotonta (Vainio ym., 2016).

Asunto-osakeyhtiöissä remontteja toteutetaan kuitenkin tyypillisesti vuosien varrella rakennusosa tai järjestelmä kerrallaan, jolloin kustannukset jakaantuvat pitkälle ajalle ja vain suhteellisen harva rakennus on hyvin huonossa kunnossa. Asunto-osakeyhtiölaki mahdollistaa huonokuntoisen rakennuksen purkamisen neljän viidesosan enemmistöpäätöksellä (Asunto-osakeyhtiölaki, 1599/2009).

Vuodesta 2005 lähtien vähintään kolmikerroksiset rakennukset on pitänyt varustaa hissillä. Tätä ennen on voitu rakentaa korkeitakin hissittömiä kerrostaloja. Vuonna 2016 valmistuneen selvityksen (Kotilainen ym., 2016) mukaan yli kolmikerroksisia hissittömiä asuinrakennuksia oli 16 700 (41 % kaikista yli kolmikerroksisista). Tyypillinen hissiton asuinrakennus on juuri 1970-luvulla rakennettu kolmikerroksinen asuinkeuhkalo. Kun tähän yhdistetään Suomen väestön ikärakenteen kehitys tulevina vuosina, tarve hissien jälkiasennuksille on ilmeinen.

Hissin jälkiasennusta tukee Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA. Avustusta voidaan myöntää enintään 45 prosenttia hissien rakentamiseen liittyvistä kustannuksista. Lisäksi monet kunnat tukevat jälkiasennuksia 5–20 % avustuksella hyväksytyistä kustannuksista, joita voivat olla esimerkiksi hissien kustannukset, rakennus- ja LVIS-tekniset työt sekä rakennuttamis- ja yleiskustannukset (ARA, 2020; Tampereen kaupunki, 2019). Kustannukset hissien rakentamisesta kohdistuvat asunto-osakeyhtiössä alkuperäisen taloyhtiön asukkaille. Edellä esitetyssä kustannusvertailussa ei ole otettu huomioon hissivavustusta. Valikoiduissa tapauksissa hissivavustuksen huomiointi parantaisi entisestään peruskorjauksen ja lisäkerrosten rakentamisen kannattavuutta suhteessa purkavaan uudisrakentamiseen. Lisäkerroksilla pystytään myös vähentämään merkittävästi vanhan hissien peruskorjauksesta aiheutuvaa raskautta osakkaille.

Lisäkerrosten rakentaminen edellyttää aina rakennusteknisiä toimenpiteitä myös olemassa olevassa rakennuksessa. Entinen yläpohja on muutettava välipohjaksi, rakennettava lisäkerrokseen porrashuone sekä laajennettava taloteknisiä järjestelmiä. Valtioneuvoston esitteistömyydestä annetun asetuksen 241/2017 mukaisesti kerrostalossa, jossa käynti asuinhuoneistoihin on sisääntulon kerrostaso mukaan lukien kolmannessa tai sitä ylemmässä kerroksessa, porrasyhteys asuinhuoneistoihin on varustettava pyörätuolin ja pyörällisen kävelytelineen käyttäjälle soveltuvalla hissillä. Lisärakentaminen noudattaa aina voimassa olevia määräyksiä ja ohjeita ja näin ollen lisäkerrosten rakentaminen edellyttää hissien rakentamista tai korottamista, mikäli kerrosten lukumäärä nousee yli kolmen. Lisäkerrosten rakennuskustannukset nousevat merkittävästi, jos myös vanhan rakennuksen rungon

kantavuutta on kasvatettava tai perustusta vahvistettava (Timo, 2015). Asunto-osakeyhtiössä näiden kustannusten ja vastuiden jaosta sovitaan tapauskohtaisesti. Tyypillisesti alkuperäinen taloyhtiö maksaa olemassa olevan rakennuksen muutostyöt.

Alkuperäisissä vesi-, viemäri- ja lämmönjakoverkostoissa tai niiden korjauksissa on harvoin otettu huomioon mahdolliset lisäkerrokset. Korotuksen yhteydessä verkostot joudutaan rakentamaan porrashuoneisiin tai muuhun soveltuvaan tilaan. Mikäli uusiin asuntoihin tulee erillinen lämmitysjärjestelmä (vesikiertoinen lattialämmitys), tarvitaan uusi alajakokeskus ja nousulinjat. Mikäli linjasaneeraus tehdään samassa yhteydessä, lisäkerrosten talotekniikka voi mahdollisesti hyödyntää vanhan osan reittejä.

Lisäkerrosten rakentamiskustannuksia voivat nostaa merkittävästi ympäristöministeriön asetuksella 848/2017 annetut paloturvallisuusvaatimukset. Niihin vaikuttavat mm. lisäkerrosten rakennevalinnat. Esimerkiksi puurakenteisia lisäkerroksia rakennettaessa vaadittava automaattinen sammutusjärjestelmä voi aiheuttaa isoja lisäkustannuksia. Mikäli lisäkerrokset on mahdollista rakentaa betonirakenteisena, ei automaattista sammutusjärjestelmää vaadita. Muita vaatimuksia voivat olla porrashuoneisiin asennettavat kuivanousujohdot sammutustyötä varten sekä yläkerroksen savunpoistoikkunat. Lopulta paloturvallisuusasioista päättää aina rakennusvalvonta.

Lisärakentamiskohteissa Pelastuslaissa 379/2011 määritelty väestönsuojavaatimus voi rajata kustannussyistä rakennettavien lisäneliöiden määrää. Lisärakentamisen yhteydessä olemassa oleva väestönsuoja on kunnostettava täyttämään pelastuslain 379/2011 vaatimukset. Lisärakentamisen yhteydessä tulee huomioida myös kaupunkikohtainen pysäköintipolitiikka- ja mitoitus, joka määräytyy kohteen sijainnista yhdyskuntarakenteesta ja käyttötarkoituksesta. Asemakaavaan merkitystä pysäköintipaikkavelvoitteesta voidaan poiketa, jos kaupungin strategiaan kuuluu lisärakentamisen edistäminen. Ensisijaisesti autopaikkojen rakentamisvelvoite määritellään maankäyttö- ja rakennuslaissa.

5.2.3 Rakennuksen sijainti

Rakennuksen sijainti vaikuttaa merkittävästi lisärakentamisen ja peruskorjaamisen kannattavuuteen. Kaupunkien keskustoissa, joissa asuntojen hinnat ovat korkeita, lisärakennusoikeudella on kysyntää ja hyvä markkina-arvo. Kaupunkien keskustoista etäämmälle siirryttäessä lisärakentamisella saavutettava taloudellinen hyöty pienenee, kun rakennusoikeudesta maksettava hinta alenee. Silti myös keskustan ulkopuolella lisärakentaminen voi mahdollistaa korjaushankkeisiin ryhtymisen ja tarjota rahoituskeinon asunto-osakeyhtiön korjauksille (Soikkeli ym., 2015). Lisäksi maankäytön kehittämisen linjaukset mm. raideliikenteen rakentamisen kautta vaikuttavat voimakkaasti kaupunkirakenteen sisällä rakennusmaan kysyntään ja arvoon. Hintatasot muuttuvat ajassa. Peltolan (2015b) julkaisu

antaa kuvan alueellisista vaihteluista. Rakennusoikeuden arvon vaikutusta hankkeiden talouteen havainnollistetaan tarkemmin Luvussa 5.2.6.

Lisärakentamishankkeen taloudellinen yhtälö muodostuu erilaiseksi eri puolilla Suomea myös siksi, että hankintahinnat vaihtelevat. Rakentamisen tarjous- ja urakkahinnat ovat korkeimmillaan pääkaupunkiseudulla (Haahtela-yhtiöt, 2020a). Muissa kasvavissa kaupungeissa tarjouksia voi hyvin saada muutamia prosentteja ja edullisemman rakentamisen alueilla pienemmällä paikkakunnilla jopa toistakymmentä prosenttia edullisemmin. Näillä alueilla rakennusoikeuden arvo on kuitenkin vuorostaan (erittäin paljon) matalampi, joten tontin omistajalle tai haltijalle lisärakentamisella saavutettavissa oleva hyöty jää myös vähäisemmäksi. Kustannusten ja tuottojen suhde vaihtelee tapauskohtaisesti, joten päätöksenteko on aina kohdekohtaista.

Erilaiset maksut, vuokrat ja kiinteistövero vaihtelevat niin ikään kuntakohtaisesti. Mahdollinen tontin vuokra ja kiinteistövero nousevat sekä lisäkerrosten rakentamisen, että uudisrakentamisen myötä. Kustannusvaikutus vaihtoehtoihin on marginaalinen. Kiinteistövero määräytyy kiinteistön verotusarvon perusteella, mutta myös sen vaikutus on niin pieni, että se sisältyy arvioinnin epätarkkuuksiin. Kuntakohtaisesti poikkeavat maankäyttömaksun veloitusperusteet ja maankäyttömaksun käyttö lisärakentamiskannustimena voi sen sijaan olla merkittävä lisärakentamista ohjaava, sijaintiin liittyvä tekijä. Samoin vaatimukset autopaikkojen määrästä voivat vaihdella kuntakohtaisesti ja näillä vaatimuksilla voi olla merkittävä vaikutus hankkeiden talouteen.

5.2.4 Vuokrataloyhtiö

Päätöksenteossa yksi merkittävimmistä vaikuttavista tekijöistä on rakennuksen omistumuoto eli onko kysymyksessä esimerkiksi yleishyödyllisen yhteisön vuokratalo vai omistuspohjaltaan jakautunut, tyypillisesti omistajiensa asuttama asunto-osakeyhtiö. Tässä raportissa vuokratalolla tarkoitetaan yleishyödyllisen yhteisön tai kunnan omistuksessa olevaa asuinrakennusta. Vuokrataloyhtiössä lisärakentamisen kannattavuuden määrittelee vuokra-asuntojen tarve ja vuokra-asuntomarkkinat. Vuokrataloissa päätöstä mietitään tuottojen ja kustannusten kautta. Asunto-osakeyhtiöissä omistamissaan asunnoissa asuvat osakkaat painottavat kustannuksia asumisarvostustensa ohella.

Vuokratalojen omistajien päätöksentekoa ohjaa usein korjausaste, joka kertoo korjauskustannusten osuuden kiinteistön uushankintahinnasta ja kuvaa rakennuksen suhteellista kulumaa. Mikäli remontteja on lykätty, tulevat kaikki kuluvat osat kerralla uusittavaksi ja korjausaste nousee yli 80 prosentin (eli melko lähelle vastaavan rakennuksen uudisrakentamisen kustannuksia). Viime aikoina vähäisiä määriä vuokrataloja on purettu joko siksi, ettei niille ole kysyntää tai siksi, että alueelle tarvitaan lisää asuntoja asuntotarpeen

tyydyttämiseksi. Mikäli tontin rakennusoikeus monikertaistuu, purkava uudisrakentaminen on kannattavampi vaihtoehto.

Varsinaisten hankekustannusten lisäksi vuokratyhtiön taloutta rasittavat myös hankkeen toteutuksen ajalle kohdistuvat vuokratulojen menetykset (tai korvaavien asuntojen kustannukset) riippumatta siitä, kumpaan vaihtoehtoiseen ratkaisuun yhtiö päätyy – purkamiseen ja uuden rakentamiseen vai peruskorjaukseen ja laajentamiseen. Taloudellisen yhtiön muuttajat ovat hankkeen kesto ja kohteen vuokrataso.

Esimerkkihankkeen laajuisen talonrakennusrakennushankkeen toteutus vaatii nykyisellään ainakin kymmenen kuukautta rakentamisvaiheen osalta (Peltola, 2015a). Lisäksi purkamisen ja uudisrakentamisen vaihtoehdossa aikaa on varattava olemassa olevan rakennuksen purkamiseen, joten toteutuksen kokonaiskesto on minimissään yksi vuosi. Perusteellisen peruskorjauksen toteuttaminen vaatii hieman uudisrakentamista pidemmän jakson (Kruus & Kiiras, 2007), joten häiriöaika on samaa suuruusluokkaa. Todellinen häiriöaika asuntojen käytössä voi olla pidempi, sillä järjestelyistä riippuen vuokralaiset voivat muuttaa pois rakennuksesta jo hyvissä ajoin ennen työmaan käynnistymistä. Myös kohteen käyttöönottoon voi liittyä epävarmuutta. Toisaalta rakentamisen teknologiat ja niiden kehittyminen voivat nopeuttaa rakentamisvaiheen toteutusta erityisesti uudisrakentamisessa (esimerkkinä puurakenteisten tilaelementtien käyttö).

Keskimääräinen ARA-kohteen asunnon neliövuokra on pääkaupunkiseudulla 13 euroa kuukaudessa (Tilastokeskus, 2020), jolloin vuosisumma on 156 €/m². Esimerkkikohteessa (olemassa oleva rakennus 1 075 h-m²) menetetty vuokrasumma on siten vuositasolla 167 700 euroa, jos asuntokanta on täydessä käytössä. Helsingissä tilanne on hyvin lähellä tätä tyhjien ARA-asuntojen muodostaessa vain 0,5 % asuntokannasta (ARA, 2020). Vapaarahoitteisten asuntojen vuokrat ovat korkeammat ja tulonmenetykset samoin oletuksien laskettuna suuremmat. Myös vuokrien ero pääkaupunkiseudun ja muun Suomen välillä on suurempi vapaarahoitteisissa asunnoissa kuin ARA-asunnoissa. Vuokratyhtiön tulojen menetystä eri tapauksissa on havainnollistettu tarkemmin oheisessa taulukossa (Taulukko 19).

Taulukko 19. Vuokratulojen menetyksestä aiheutuva taloudellinen rasite esimerkikohteessa. ARA-kohde viittaa Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskuksen tukemiin vuokratoyhtiöihin.

| | | ARA-kohde | | Vapaarahoitteinen kohde | |
|---|--------------------|------------------|-----------|-------------------------|-----------|
| | | Pääkaupunkiseutu | Muu Suomi | Pääkaupunkiseutu | Muu Suomi |
| Neliövuokra (ka.) | €/h-m ² | 13 | 11 | 20 | 13 |
| Tulonmenetykset hankkeen kestolla | | | | | |
| Per neliö | €/h-m ² | 156 | 132 | 240 | 156 |
| Hanke yhteensä | € | 167 700 | 141 900 | 258 000 | 167 700 |
| Investointivaiheen kustannukset | | | | | |
| F Rakennuksen peruskorjaus ja lisäkerrokset | € | 5 829 000 | .. | 5 829 000 | .. |
| G Uusi rakennus, betonia | € | 6 869 000 | .. | 6 869 000 | .. |
| Tulonmenetykset suhteutettuna investointivaiheen kustannuksiin (Helsingin hintataso) | | | | | |
| F Rakennuksen peruskorjaus ja lisäkerrokset | % | 2,9 | .. | 4,4 | .. |
| G Uusi rakennus, betonia | % | 2,4 | .. | 3,8 | .. |

5.2.5 Asunto-osakeyhtiö

Asunto-osakeyhtiön tarkoitus on omistaa ja hallita asuinhuoneistoja sisältäviä rakennuksia, eikä sitä ole tarkoitettu elinkeinotoimintaan liittyvän riskin kantamiseen. Siksi lisärakentaminen yhtiön riskillä edellyttää osakkaiden yksimielistä päätöstä, eikä menettely tule yleensä kyseeseen, vaan riski uusien lisäasuntojen rakentamisesta ja myynnistä siirretään ulkopuoliselle sijoittajalle. Peruskorjauksen ja lisärakentamisen sisältävissä hankkeissa tämä tehdään sujuvasti suunnatulla osakeannilla.

Purkavassa uudisrakentamisessa (uusrakentamisessa) vaihtoehtoisia järjestelyjä on useampia. Tämän ikäisillä rakennuksilla on tyypillisesti myös merkittäviä lainoja, minkä lisäksi osakkailla voi olla omia lainoja, joiden vakuutena on yhtiössä sijaitseva asunto. Tällöin myös toimiva rahoitusjärjestely purkavaan uudisrakentamiseen voi löytyä helpoimmin

vanhan asunto-osakeyhtiön osakkeiden myynnistä sijoittajalle. Edellä esitetty huomioon ottaen vaihtoehdot ovat näin (Vainio ym., 2016):

- *Suunnattu osakeanti.* Asunto-osakeyhtiö lisää osakkeidensa määrää suunnatulla osakeannilla siten, että hankkeen kehittäjäksi tuleva sijoittaja merkitsee lisäosakkeet. Osakkeiden määrä kasvaa käytetyn rakennusoikeuden lisääntymisen suhteessa. Sijoittaja rakennuttaa uuden rakennusmassan ja siitä tulee vanhoilta osakkailta yli jäävien osakehuoneistojen (väliaikainen) haltija.
- *Osakkeiden myynti.* Asunto-osakeyhtiön osakkaat myyvät osakkeensa sijoittajalle, joka rakennuttaa kiinteistölle uudet rakennukset. Vanhoille osakkaille olisi sopimuksenmukainen etuosto-oikeus uusiin asuntoihin oikeuttaviin osakkeisiin. Sijoittaja voi käyttää samaa, vanhaa asunto-osakeyhtiötä uuden rakennusmassan hallinnassa osakemäärää lisäämällä.

Suunnattu osakeanti on yhtiön näkökulmasta verotehokkain toteutusvaihtoehto. Peruskorjauksen tapauksessa osakeomistajuus on jatkuvaa eikä kauppvoja tehdä vanhoista asunnoista. Näin esim. varainsiirtovero ei rasita toteutusta vanhojen osakkaiden näkökulmasta eikä korjauksilla ole vaikutusta luovutusvoittoverottomuuden toteutumiseen kohteen olemassa olevien asuntojen osalta. Samalla tavoin jos purku ja uusi rakennus -vaihtoehdossa uusien korvaavien asuntojen oletetaan vastaavan vanhoja asuntoja, niin veroneuraalisuusehdon voidaan olettaa täyttyvän, mutta uusien asuntojen myötä menettely käynnistää luovutusvoittoverottomuuden kahden vuoden omistus- ja asumisehdon.

Toisaalta toimivan rahoitusjärjestelyn löytyminen voi edellyttää asunto-osakeyhtiön osakkeiden myyntiä sijoittajalle/rakentajalle. Purkavan uudisrakentamisen vaihtoehdossa purkamisen aiheuttaisi osakkeiden vakuusarvojen merkittävän, joskin tilapäisen arvonalenemisen. Kun lainat maksetaan pois hankkeen toteutuksen käynnistyessä vanhojen, korjaamattomien asuntojen myynnistä saatavilla tuloilla, ei vakuusongelmaa synny ja rahoitus on todennäköisemmin järjestettävissä. Menettelyä käytettäessä tulee kuitenkin varainsiirtovero (ostajan) maksettavaksi sekä vanhoja asuntoja myytäessä, että uusia asuntoja ostettaessa. Asunto-osakkeiden kaupassa varainsiirtovero on kaksi prosenttia velattomasta kauppahinnasta (Verohallinto, 2020). Lisäksi luovutusvoittoverottomuuden kahden vuoden omistus- ja asumisehto käynnistyy uudelleen, kun osakkaat ostavat uudet asunnot.

Näiden kahden toteutustavan eroja havainnollistetaan jäljempänä Luvussa 5.2.6 yhdessä rakennusoikeuden eri hintatasojen kanssa tapauksissa, jossa asuntoyhtiö omistaa tontin. Joissakin tapauksissa voi olla tarpeen käyttää myös esitetyistä poikkeavia järjestelyjä ja nämä saattavat näkyä vanhoille osakkaille esitettyä kalliimpana. Erityisesti purettavan asunto-osakeyhtiön osakkaille voi myös kohdistua asumisen tilapäisjärjestelyjen johdosta vastaava tai mahdollisesti vähäisempi taloudellista rasite, mitä on havainnollistettu vuokratoyhtiön yhteydessä edellä (5.2.4).

Toteutusvaihtoehtojen osalta on huomattava, että asunto-osakeyhtiömuotoisessa kerrostalossa purkaminen voidaan toteuttaa vain, jos päätöstä kannattavilla osakkeenomistajilla on vähintään neljä viidesosaa yhtiökokouksessa annetuista äänistä ja edustetuista osakkeista (Asunto-osakeyhtiölaki, 1599/2009). Peruskorjaus onnistuu tietyin ehdoin tavanomaisella enemmistöpäätöksellä, mutta myös sen yhteydessä toteutetun lisärakentamisen kynnyksen on purkamisvaihtoehtoa alempi, sillä sen vaatimat hallinnolliset toimenpiteet (yhtiöjärjestyksen muutos ja suunnattu osakeanti) vaativat vain kahden kolmasosan määrän enemmistön päätöksenteossa. Kaikki vaihtoehdot vaativat yhtiöjärjestyksen muutoksen ja peruskorjausvaihtoehdossa siinä tulee ratkaista asunto-osakeyhtiön alkuperäisen osan ja laajennuksen vastikkeiden suuruus yhdenmukaisuusperiaatetta noudattaen.

5.2.6 Tontin omistus

Lisärakentamista varten rakennuksen tontilla tulee olla käyttämätöntä rakennusoikeutta. Ellei käyttämätöntä rakennusoikeutta ole riittävästi lisäkerrosten rakentamiseen, niin vuokratalo- kuin asunto-osakeyhtiö voi hakea poikkeamislupaa kaavan mukaisen rakennusoikeuden vähäiseen ylittämiseen. Mikäli lisärakentamiseen tarvitaan kaavamuutos, kunnasta ja muutoksen merkittävydestä riippuen sen hyväksyy joko ympäristölautakunta (vähäinen muutos) tai kaupunginvaltuusto (merkittävä muutos). Merkittävästä kaavamuutoksessa on kyse, kun esimerkiksi nostetaan rakennusoikeutta tai rakennuksen sallittua korkeutta ympäristöön laajemmin vaikuttavalla tavalla. Näissä tapauksissa kaavoituksesta peritään maksua aikaveloituksella, joten suuritoisen kaavan maksu voi muodostua korkeaksi suhteessa helppotöiseen kaavaan. Rakennussuojelua tai yleistä etua edistävän kaavan maksua voidaan alentaa näillä perusteilla. Kaavamuutoksen aikana voidaan joutua tekemään erilaisia lisäkustannuksia aiheuttavia selvityksiä, kuten melulausunnot, naapurien kuuleminen tai kulttuuriympäristöselvitykset. Lisärakennusoikeuden määrä vaikuttaa rakennettavien asuntojen määrään ja kokoihin ja mahdollisuudet on siksi syytä selvittää heti kaavailun hankkeen alussa.

Kaavamuutoksen tuoma rakennusoikeuden kasvu nostaa tontin arvoa. Omistustontilla sijaitseva yhtiön hyöty kuitenkin pienenee, jos se joutuu maksamaan arvonnousuun suhteutettua maankäyttökorvausta. Kaupungin vuokratontilla oleva yhtiö voi hyötyä niin ikään taloudellisesti, mikäli se saa täydennysrakentamiskorvauksen tai maavuokraan hinanalennuksen. Esimerkiksi Helsingissä kaupunki luovuttaa kolmanneksen kaavoituksen tuomasta nettoarvonnoususta kaupungin vuokratontilla sijaitsevalle asunto-osakeyhtiölle täydennysrakentamiskorvauksena silloin, kun lisärakentamiseen varattu tontin osa on erotettavissa kaupungin käyttöön (Helsingin kaupunki, 2017; 2020). Korvaus voi olla suurempikin, jos autopaikkojen toteutus aiheuttaa merkittäviä korvausinvestointeja.

Lisäkerrosten rakentamisessa ehto lisärakennusoikeuden luovuttamisesta kaupungin käyttöön ei täyty, joten myös yhtiön saama etuisuus voi poiketa edellä mainitusta. Yleisellä tasolla vuokratonteilla sijaitsevien lisärakennushankkeiden yhtiöille kohdistuvien hyötyjen ennakointi onkin vaikeaa, sillä lisärakentamista ohjaa kaupungin maa- ja asuntopoliittiset tavoitteet ja harkinnanvaraisuus. Lisärakentaminen on kuitenkin mahdollista myös vuokratontilla sijaitsevalle asunto-osakeyhtiölle, mikäli tontin omistaja sen sallii. Rakennusoikeuden kasvu vaikuttaa tonttivuokran suuruuteen lähtökohtaisesti samassa suhteessa (Nykänen ym., 2013).

Omilla tonteilla sijaitseville yhtiöille rakennusoikeuden kasvusta saatava hyöty muodostuu pääpiirteissään lisärakennusoikeuden markkina-arvosta lähinnä maankäyttömaksulla tai -korvauksella vähennettynä. Maksu perustuu yhtiön ja kunnan keskinäiseen maankäyttösopimukseen tai sellaisen puuttuessa maankäyttö- ja rakennuslain (Maankäyttö- ja rakennuslaki, 132/1999) kehittämiskorvaukseen, jota kunta voi periä enintään 60 prosenttia asemakaavasta johtuvasta asemakaavan mukaisen tontin arvonnoususta. Käytännössä maankäyttökorvauksen suuruus riippuu sijaintipaikkakunnasta, yleensä se on 35–60 % rakennusoikeuden arvosta (Nykänen et al., 2013; Taskila, 2017; Häkkänen, 2020). Kasvavilla kaupunkiseuduilla lisärakentamisen houkuttelevuutta on kuitenkin lisätty matalilla maankäyttökorvauksilla. Jokainen kaavamuutos on erilainen, joten maankäyttökorvauskin on aina tapauskohtainen.

Esimerkkihankkeet sijaitsevat Helsingissä, jossa maankäyttömaksua ei peritä, mikäli arvonnousu jää alle miljoonan euron. Jos arvonnousu ylittää mainitun rajan, tontinomistaja on velvollinen maksamaan ylittävältä osalta 35 prosenttia vanhojen rakennusten purkukustannukset ylittävästä arvonnoususta maankäyttökorvauksena. Näin ollen maankäyttökorvausta ei tule maksettavaksi esimerkkikohteissa vielä jäljempänä esitetyillä rakennusoikeuden hinnoilla, joten sitä ei ole mukana myöskään taulukon vertailulaskelmissa (Taulukko 20).

Toisaalta maankäyttökorvaus voi rasittaa myös Helsingissä sijaitsevan vastaavan kohteen taloutta, jos se sijaitsee erityisen kalliilla alueella tai on osa samalla tontilla sijaitsevaa useamman laajennettavan rakennuksen kokonaisuutta. Rakennuksen sijainti on oleellinen rakennusoikeuden hintaan vaikuttava tekijä (ja tältä osin asiaa on käsitelty edellä Luvussa 5.2.3). Sen lisäksi hintaan voi vaikuttaa myös esimerkiksi hankkeen lopullinen koko (Hurskainen, 2019), sillä pienet lisärakennushankkeet eivät ehkä ole yhtä kiinnostavia rakennusliikkeille kuin suuremmat hankkeet.

Taulukossa (Taulukko 20) havainnollistetaan edellä käsiteltyjen ratkaisuvaihtoehtojen rahamääräisiä vaikutuksia tapauksessa, jossa kyseessä on tontin omistava asunto-osakeyhtiö. Laskelmat vastaavat kysymykseen, mikä on osakkeen omistajilta edellytetty lisärahoitustarve hankkeen investointivaiheessa, kun osa (taulukon ylimmän rivin) kustannuksista

rahoitetaan lisärakennusoikeuden myymisellä. Laskelmat esitetään kolmelle esimerkinomaiselle rakennusoikeuden hintatasolle sekä euromääräisinä summina että vastaavina prosenttiosuuksina investointikustannuksista. Oletus on, että rakennusoikeuden käytössä hinnassa otetaan huomioon purkukustannukset ja myynnistä saatava tuotto sovitetaan samalle tilikaudelle korjauksista aiheutuvien kustannusten kanssa veroaikutusten minimoimiseksi.

Taulukko 20. Investointivaiheen lisärahoitustarve (taulukon alaosa), kun rakennusoikeuden myynnistä osakkaille tuleva hyöty otetaan huomioon investointikustannusten rahoituksessa. Kustannukset (taulukon yläosa) sisältävät purkamisesta ja uudisrakentamisesta tai peruskorjauksesta aiheutuvat kustannukset kunakin perustapauksen mukaisina (ilman rakennusoikeuden arvoa).

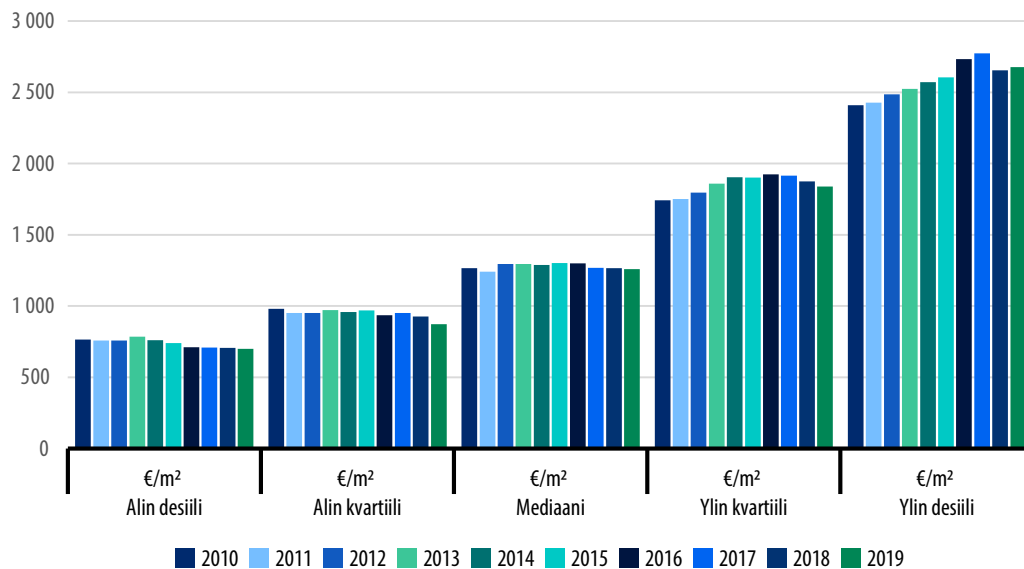
| | F Peruskorjaus ja lisäkerrokset | G Purku ja uusi betonirakennus | |
|------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| [€/h-m ²] | Suunnattu osakeanti | Suunnattu osakeanti | Osakkeiden myynti |
| Investointivaihe | 2 850 | 3 960 | 4 030 |
| Rakennusoikeuden arvo | | | |
| 200 €/k-m ² | 2 660 | 3 780 | 3 860 |
| | 93 % | 95 % | 96 % |
| 600 €/k-m ² | 2 280 | 3 400 | 3 500 |
| | 80 % | 86 % | 87 % |
| 1 000 €/k-m ² | 1 910 | 3 030 | 3 150 |
| | 67 % | 77 % | 78 % |

5.2.7 Asuntomarkkinat

1970-luvulla kerrostaloasuntoja rakennettiin paljon kaikkialle Suomeen. Omistusasunnoille myönnettyjen aravalainojen ansiosta huomattava määrä näistä toteutui asunto-osakeyhtiöiden omistamiin kerrostaloihin. Vuodesta 2010 vuoteen 2019 tämän ikäisistä asunto-osakkeista tehtyjen kauppojen määrät ovat vähentyneet 13 000 kaupasta alle 10 000 kaupan (Osakeasuntojen hintatilasto). Kauppoja on tehty 650 eri postinumeralueella. Postinumerotasolla asunto-osakkeiden neliöhintojen mediaanit vaihtelevat 750 eurosta 1800 euroon (Kuva 26). Kalleimpaan kymmenykseen kuuluvien asunto-osakkeiden hinta nousee yli 2500 euron.

Hinnat ovat matalia verrattuna uusien asunto-osakkeiden hintoihin. Tilastokeskuksen mukaan uusien asunto-osakkeiden hinnat vaihtelivat vuonna 2019 omalle tontille rakennetuissa yhtiöissä 4200 eurosta 6600 euroon ja vuokratontille rakennetuissa 3900 eurosta 5000 euroon. Kauppahintatilastossa ei ole riittävästi tapauksia, joissa uusia kerrostaloja olisi rakennettu pääosin 1970-luvulla valmistuneelle asuntoalueelle, joten tilastojen perusteella ei ole mahdollista analysoida markkinavaikutuksia.

Kuva 26. Hintataso 1970-luvun kerrostalojen asunto-osakekaupoissa.



Uusien rakennusten rakentaminen vaikuttaa vain vähän vanhojen asuntojen myyntihintoihin. Tapaustutkimusten mukaan vaikutusta ei ole (Ahvenniemi ym., 2018) tai se on lievä positiivinen hintoja nostava (Kurvinen & Vihola, 2016). Regressioanalyysi pääkaupunkiseudun asuntokaupoista on tarkentanut uusien asunto-osakkeiden vaikutuksen vanhojen asuntojen hintoihin ulottuvan vain 300 metrin säteelle ja nostavan niiden hintoja 0,9 %. Tulos oli herkkä laskentaoletuksille ja mm. katosi, kun tarkastelua laajennettiin 500 metrin säteelle tai postinumeroalueelle (Jantunen, 2017).

Uusien asuntojen rakentaminen olemassa olevalle alueelle joko lisäkerroksiin tai vanhojen rakennusten tilalle on yleensä seuraus ympäristön muutoksesta. Kestävän kehityksen tavoitteista johdettuna kaupungit pyrkivät sijoittamaan kasvun nykyisen kaupunkirakenteen sisälle. Muutamat uudet asunnot suhteessa olemassa olevaan vanhaan asuntokantaan eivät juurikaan vaikuta markkinoihin. Uusi raideliikenne ja erityisesti sen pysäkit tai asemat sen sijaan nostavat asuntojen hintoja merkittävästi (Vainio ym., 2019). Ne tuovat myös kaupunkien tahtotilan mukaisesti uusia asuntoja, joille on mahdollista löytää

rakennuspaikkoja niin vanhojen rakennusten katoilta, vajaakäytössä olevilta tonteilta tai purkamalla olemassa oleva rakennus uudisrakentamisen alta.

Tilatehokkuuden vaikutusta on testattu tarkasteltuun 1977 valmistuneeseen asuinkerrostaloon. Lisäkerroksissa ja uudessa rakennuksessa on kerrosalaa 33 neliometriä asukasta kohti. Vanhassa osassa rakennusta 38 neliometriä. Näin laskettuna uusi rakennus tarjoaisi asunnon 54 henkilölle ja korotettu rakennus 50 henkilölle. Asukasta kohti osoitettu hiilijalanjälki ja elinkaarikustannukset tuottavat vertailussa saman järjestyksen kuin lämmitettyä pinta-alaa kohti tehdyt tarkastelut (Taulukko 21). Arvio on karkea, koska asuntojen kokoja-kauman muutoksen vaikutusta kasvihuonekaasupäästöjen määrään ei ole tarkistettu.

Taulukko 21. 1970-luvulla valmistuneen asuinkerrostalon kehittämisvaihtoehtojen hiilijalanjäljet ja elinkaarikustannukset asukasta kohti olettaen lisäkerroksiin ja uudisrakentamiseen 15 % tehokkaampi tilankäyttö.

| | | F | G |
|--------------------|---------------------------------|--|---------------------------------------|
| | | Rakennuksen peruskorjaus ja lisäkerrokset, kaukolämpö | Uusi rakennus, betonia, kaukolämpö |
| Hiilijalanjälki | kg CO ₂ e/ asukas | 31 340 | 36 900 |
| Elinkaarikustannus | €/asukas | 138 700 | 148 800 |

5.2.8 Suojellut asuinrakennukset

Korjaustapoja valittaessa tulee muistaa, että rakennuksilla on kulttuurihistoriallista arvoa riippumatta siitä, onko ne suojeltu. Vaatimus parantaa energiatehokkuutta laajamittaisien korjausten yhteydessä koskee tietyn poikkeuksin myös suojeltuja rakennuksia (ympäristöministeriön asetus 4/2013). Rakennuksen sisäilmaston laatua ja energiatehokkuutta voidaan merkittävästi parantaa myös kulttuurihistoriallisesti arvokkaan rakennuksen korjauksen yhteydessä (Nöjd ym. 2018). Kulttuurihistoriallisesti arvokkaiden rakennusten osalta tulee huomioida ensisijaisesti, ettei rakennuksen kulttuurihistoriallinen arvo heikkene. Onnistunut, arvot säilyttävä ja energiatehokkuutta parantava vähähiilinen korjaus edellyttävät monialaista asiantuntemusta. Kulttuurihistoriallisten arvojen tunnistaminen hankkeen alkuvaiheessa on tärkeää. Vasta tämän jälkeen voidaan valita sopivat, toimivat korjaustavat.

Kohteen rakennushistoriaselvitys, josta ilmenevät kohteen nykytila ja siihen johtaneet vaiheet (historia, suunnittelu-, toteutus- ja muutostyövaiheet), on päivitettävä siinä laajuudessa, kuin hanke sitä edellyttää. Lähtökohtaisesti suojellun rakennuksen korjaaminen tulisi toteuttaa alkuperäisen rakennusajankohdan materiaaleilla ja menetelmillä. Alkuperäisiä ratkaisuja voidaan käyttää, jos kohteen korjaus- ja muutostyöt eivät lisää rakenteiden kuormituksia ja rakennuksen käyttäjien terveellisyys ja turvallisuus eivät heikkene työn vuoksi. Jos alkuperäinen ratkaisu vaarantaa käyttäjien terveellisyttä tai turvallisuutta, tulee suunnittelussa noudattaa voimassa olevia säädöksiä. (Kalliola, 2018)

Suojeltujen kohteiden peruskorjausten kustannuksia nostavat sekä korjaustyössä käytettävät materiaalit ja työmenetelmät, että hankkeeseen kuluva aika. Jo hankkeen suunnitteluun ja rakennusluvan saamiseen saattaa kuluu enemmän aikaa kuin tavanomaisen asuinrakennuksen korjaushankkeeseen. Suojeltu rakennus ei välttämättä saa rakennuslupaa lisäkerrosten rakentamiseen. Mikäli hanke käynnistyy, Korjausrakentamisen laatu -käsikirja suosittelee, että suojellun kohteen työhön varataan ylimääräistä aikaa 20–40 % lähtien korjaustöiden käynnistymisestä (Palomäki ym., 2011).

Vuokratalokantaan kuuluu rakennusperintölailla tai asemakaavalla suojeltuja rakennuksia. ARAn selvityksen (Vallius ym., 2020) mukaan rakennuksen suojelu voi estää esteettömyysparannukset tai nostaa yksittäisen kohteen vuokraa, kuten tapahtuu pienissä vuokrataloyhtiöissä, joilla ei ole mahdollisuutta tasata vuokria kiinteistökannan rakennusten välillä. Suurille vuokrataloyhtiöille, kuten Helsingin kaupungin HEKA:lle tämä on mahdollista ja se pitääkin rakennusperinnön säilyttämistä yhtenä osana sosiaalisesti kestävästä kehityksestä.

6 Ohjauskeinot

Satu Huuhka, Mikko Knuutinen ja Samuel Bashmakov, Tampereen yliopisto

Koulun ja asuinkerrostalon tapaustutkimukset (Luvut 4 ja 5) sekä aiempien hiilijalanjälkilaskelmien tuloksia koostanut kirjallisuustutkimus (Luku 3) osoittavat, että rakennuksen/tonnin tasolla peruskorjaaminen tuottaa vähemmän päästöjä kuin purkava uudisrakentaminen ensimmäiset 30–50+ vuotta. Nämä lähivuosikymmenet tiedetään ratkaiseviksi ilmastonmuutoksen torjunnan kannalta. Myös niissä tapauksissa, joissa tarvitaan selvästi olemassa olevaa rakennusta suurempi rakennus, tuottaa olemassa olevan rakennuksen laajentaminen tai korottaminen selkeän edun hiilijalanjälkeen. Koulun ja asuinkerrostalon tapaustutkimusten mukaan peruskorjaus on myös elinkaarikustannuksiltaan edullisempi.

Näin ollen tämä ohjauskeinojen tarkastelu keskittyy pohtimaan, miten voitaisiin edistää rakennusten peruskorjaamista niiden purkamisen sijaan. Tähän kysymykseen mahdollisesti sovellettavissa olevien ohjauskeinojen kartoituksen lähtökohtana toimii CircHubs-hankkeen yleinen kartoitus talonrakentamisen kiertotalouden ohjauskeinoista (Huuhka, 2019). Aikaisemmin tunnistettuja ohjauskeinoja sovelletaan kysymykseen purkamisesta tai korjaamisesta, ja ohjauskeinojen pohdintaa laajennetaan myös muutamalla uudella tunnistetulla ohjauskeinolla. Tarkastelu jakautuu valtion ja kuntien säädöksiin ja määräyksiin, talousohjaukseen ja informaatio-ohjaukseen (vrt. Vedung, 1998).

Ympäristöministeriö tavoittelee rakentamisen ohjauksessa elinkaaren hiilijalanjälkeen pohjautuvaan ohjaukseen siirtymistä viimeistään vuonna 2025. Ohjauskeinotarkastelun tarkoitus on tuoda esille vaihtoehtoja, joilla hiilijalanjälki-ohjaus voisi toteutua nyt käsitellyssä olevan kysymyksen osalta. Työssä tuodaan esiin myös ohjauskeinoja, joiden käyttöönotto saattaa edellyttää muutoksia maankäyttö- ja rakennuslakiin (MRL) tai muihin lakeihin.

6.1 Säädökset ja määräykset

Säädöksiin ja määräyksiin perustuvaa ohjausta voivat antaa sekä valtio että kunnat. Valtion säädösohjauksessa on kysymys ennen kaikkea maankäyttö- ja rakennuslain sekä sen puitteissa annettujen muiden säädösten, kuten Suomen rakentamismääräyskokoelman, määräyksistä. Kuntien itsehallintonsa puitteissa antamaa ohjausta voivat puolestaan olla esimerkiksi asemakaavamääräykset ja kunnallisen rakennusjärjestyksen määräykset.

Oikeus rakentamiseen tai purkamiseen määräytyy asemakaava-alueilla asemakaavan perusteella ja niiden ulkopuolella kunnallisen rakennusjärjestyksen perusteella. Koska

rakennusten purkaminen painottuu erittäin voimakkaasti kaupunkeihin (Huuhka & Lahdensivu, 2016), keskittyy myös nyt käsillä oleva tarkastelu paljolti asemakaavan mahdollisuuksien arviointiin.

6.1.1 Kuntien määräykset

6.1.1.1 Rakennuskannan tarkastelu yleiskaavoituksessa ja asemakaavoituksen ohjelmoinnissa

Yleiskaavoituksen tarkoituksena on suunnitella maankäytön ja yhdyskuntarakenteen pääpiirteet yhdessä tai useammassa kunnassa tai kunnan osassa (MRL 4 § ja 35 §). Yleiskaavan perusteella ei normaalisti synny oikeutta rakentaa; tietyn rakennuspaikan rakennusoikeus tai velvoite rakennusten säilyttämiseen määritellään vasta asemakaavassa. Oikeusvaikutteinen yleiskaava kuitenkin ohjaa asemakaavojen sisältöä (MRL 54 §). Yleiskaavassa tapahtuva suunnittelu on siis ylemmän tason strategista suunnittelua, jolla kunta voi linjata tulevan kehityksen suuntaa.

Yleiskaavan sisältövaatimukseen kuuluu myös olemassa olevan yhdyskuntarakenteen hyväksikäyttö (MRL 39 §), minkä voidaan katsoa pitävän sisällään myös olemassa olevan rakennuskannan mahdollisuuksien tarkastelun. Tämän tyyppistä työtä on jossain määrin tehtykin ainakin suurimmissa kunnissa. Esimerkiksi Tampereella on laskettu, että keskusta-alueiden ullakkorakentamisen ja rakennusten korottamisen potentiaali olisi teoreettisesti yli 550 000 m² eli jopa 10 000 uutta asukasta (Ylä-Anttila, Moisala & Lankia, 2013: 31). Kuitenkin myös muun tyyppistä olemassa olevan rakennuskannan hyväksikäyttöä, kuten käyttötarkoitusten muutosten mahdollisuuksia, tulisi tarkastella selvästi nykyistä useammin ja syvällisemmin osana yleiskaavaprosesseja, mikäli rakennuskannan kestävää käyttöä halutaan systemaattisesti edistää ja tukea.

Yleiskaavoitus tulisi mielellään toteuttaa kaupunkiseutujen kokonaisuuksina, jotta vältettäisiin tilanne, jossa kunnat kilpailevat keskenään toimijoista olemassa olevan rakennuskannan ja sen kestävä kehittäminen kustannuksella. Esimerkiksi pääkaupunkiseudulla on syntynyt tilanne, jossa seudun kaupungit ovat kaavoittaneet runsaasti uutta toimitilaa, vaikka tilaa on tyhjillään 1,1 miljoonan kerrosneliömetrin edestä (Catella, 2019: 13). Vastavanlaista kehitystä on nähtävissä monilla pienemmillä paikkakunnilla suuria kauppakeskittymiä keskustojen laiduille tai ulkopuolelle rakennettaessa: liiketilan ylitarjonta autoittaava kivijalkamyymälöitä ja vanhempia olemassa olevia ostoskeskuksia, joista erityisesti jälkimmäiset tulevat tyhjiksi tai vajaalle käytölle joutuessaan nopeasti purkamiselle alttiiksi.

Toteutuneet esimerkit osoittavat, että yleiskaavoitus ei nykyisellään riittävästi tunnista uudisrakentamisen kaavoituksen heijastusvaikutuksia olemassa olevan rakennuskannan ylläpitämiselle ja kehittämiselle. Tyhjentyvien rakennusten jatkokäyttömahdollisuuksien

selvittäminen ei nykyisellään kuulu yleiskaavoituksen piiriin. Maankäyttö- ja rakennuslakia uudistettaessa yleiskaavojen sisältövaatimuksia olisi tältä osin syytä tarkistaa. Yleiskaavoittajien olisi syytä olla tietoisia mm. tyhjillään olevista ja vajaakäyttöisistä tiloista. Asiaan liittyy myös tilastoinnin ja tietojärjestelmien kehittämistarpeita, sillä nykyään tällaisia tiloja ei pysty tunnistamaan esimerkiksi rakennus- ja huoneistorekistereistä. Mikäli yleiskaavoitusta seuraava asemakaavoitus ohjelmoidaan siten, että ylitarjontaa pääsee ajallisesti syntymään, tulisi suunnittelun pyrkiä tunnistamaan purkamiselle alttiiksi joutuvat rakennukset niiden sijainnin, iän ja rakennustyyppin perusteella, ja ottaa kantaa niiden kehittämiseen esimerkiksi käyttötarkoitusta muuttamalla (ks. Luku 6.2.5).

6.1.1.2 Rakennuskannan tarkastelu suurissa asemakaavahankkeissa

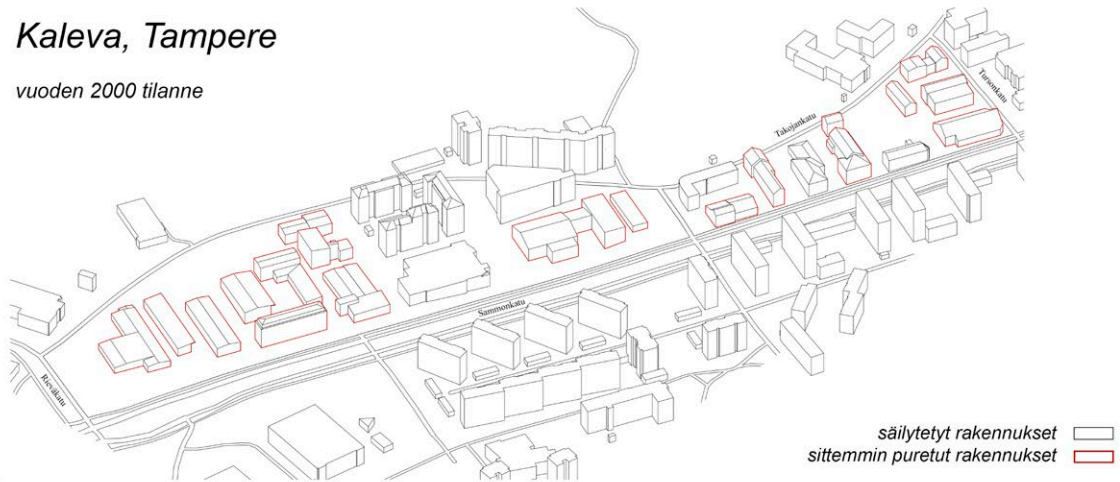
Oikeus rakentaa tai velvollisuus säilyttää rakennuksia määritellään lähtökohtaisesti asemakaavassa. Vaikka asemakaavan sisältövaatimukseen kuuluu, että rakennettua ympäristöä tulee vaalia (MRL 54 §), rakennusten säilyttäminen ei yleensä nykyisellään kuulu asemakaavoituksen normaaleihin lähtökohtiin paitsi niissä tapauksissa, joissa kaavoitettavan alueen rakennuksilla on kulttuurihistoriallista arvoa. Vallitsevaa käsitystä rakennetun ympäristön arvoista lähes yksinomaan kulttuurisina arvoina tulisi laajentaa käsittämään rakennusten sisältämät materiaalit, niiden materiaaleihin valmistusvaiheessa ”sitoutuneet” hiilipäästöt (engl. ”embodied carbon”) sekä mahdollisuus välttää uusien rakennusten rakentamisesta aiheutuvia päästöjä olemassa olevia rakennuksia kehittämällä. Esimerkiksi Virkamäki ja muut (2017: 12) ovat katsoneet, että vähähiilisyys voi olla asemakaavoituksen tavoite, koska on kunnan oikeus laatia eri alueille kaavoja eri tarkoituksiin. Myös korkein hallinto-oikeus (KHO 2015:56) on linjannut ns. modernien puukaupunkialueiden kaavoittamista koskevassa päätöksessään, että ”ekologinen kestävyys on seikka, jonka huomioon ottaminen kaavan sisällöstä päätettäessä ei sinänsä ole lainvastaista”. Kiinteistön haltijalla ei ole voimassa olevan oikeuden mukaan subjektiivista oikeutta saada kiinteistölleen tietyn sisällöstä kaavaa. Kunnan harkintavalta on kaavan sisällön osalta laaja.

MRL:n uudistukseen sisältyy velvoite tarkastella kaavoituksen päästövaikutuksia. Tampereella tehdyn tutkimuksen mukaan noin puolet uusilla korvattavista rakennuksista on sijainnut kaupungissa keskitetysti erityisillä kehitysalueilla, kuten alueilla, joiden käyttötarkoitusta on muutettu teollisuus- tai suurmyymäläkäytöstä asumista ja työtä sekoittavaan kaupunkirakenteeseen (Huuhka & Kolkwitz, 2020). Asemakaavoitushankkeissa tulisikin tarkastella olemassa olevien rakennusten säilyttämisen mahdollisuutta perinpohjaisesti myös silloin, kun alueen käyttötarkoitusta muutetaan (Kuva 27). Kaavaratkaisujen tulisi perustua harkinnalle, jossa rakennuskannan korvaamisesta aiheutuvia päästöjä sekä jäte- ja neitseellisten materiaalien virtoja tarkasteltaisiin rakennusten korottamisen tai muun laajentamisen ja käyttötarkoituksen muutoksen mahdollisuuksia vasten.

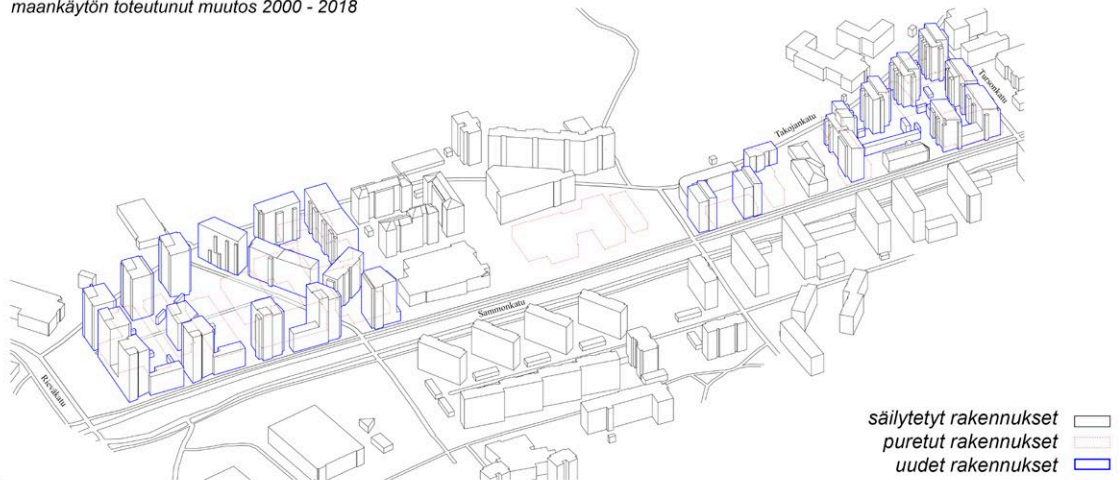
Kuva 27. Esimerkki rakennuskannan säilyttämiselle perustuvasta maankäytön suunnittelusta. Ylinä lähtötilanne Tampereen Kalevassa vuonna 2000. Keskellä toteutunut maankäytön muutos 2000–2018. Alinna vaihtoehtoinen suunnitelma, jossa rakennuksia on säilytetty enemmän. Suunnitelma ja kuvat Mario Kolkwitzin diplomityöstä (Kolkwitz, 2020).

Kaleva, Tampere

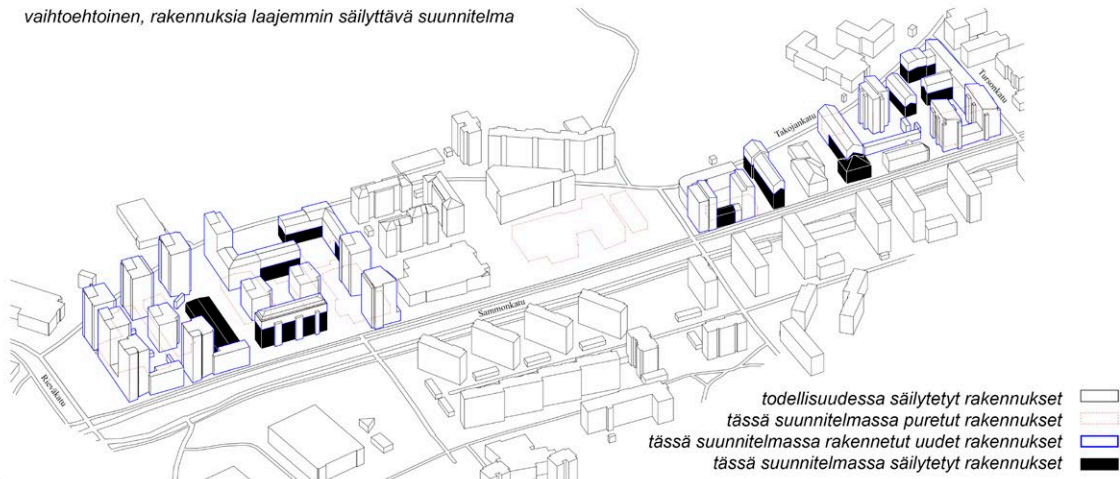
vuoden 2000 tilanne



maankäytön toteutunut muutos 2000 - 2018



vaihtoehtoinen, rakennuksia laajemmin säilyttävä suunnitelma



Jotta hiilijalanjälkivaikutukset voidaan ottaa kaavoituksessa huomioon myös purkamista tai korjaamista koskevan kysymyksen osalta, kaavoittajat tarvitsevat työnsä tueksi tietokantoja näiden vaihtoehtojen ympäristövaikutuksista. Esimerkiksi rakennetun ympäristön materiaali-inventaarion tietokantaan (ks. Pesu ja muut, 2020) voitaisiin sisällyttää arviot myös puurakennuksiin sisältyvästä hiilestä (ks. Tampereen kaupunki, 2019) sekä runkoihin "sitoutuneesta" energiasta, joka rakennusten purkamisessa menetetään ja uudisrakentamisessa aiheutetaan toistamiseen. Käytännössä rakennusten säilyttäminen asemakaavassa voisi tapahtua hiilijalanjälkipohjaisen säilyttämään velvoittamisen perusteella (ks. Luku 6.2.1), hiilijalanjälkirajan (Luku 6.2.2) tai taloudellisten kannustimien avulla (Luku 6.3.1) tai sellaisten asemakaavamääräysten avulla, joissa uudisrakentamisvaihtoehto ei tuota maanomistajalle erityistä taloudellista etua (Luku 6.3.4). Kysymykseen kytkeytyy läheisesti myös käyttötarkoituksen muuttamisen helpottaminen (Luku 6.2.5). Rakennusten säilyttämisen ja peruskorjaamisen kannalta maankäytön tehokkuuden lisäämisellä sekä lisärakennussoikeudella voi olla keskeinen merkitys.

6.1.1.3 Säilyttämiseen velvoittaminen asemakaavassa

Yksioikoinen tapa edistää rakennusten säilyttämistä niiden purkamisen sijaan olisi velvoittaa niiden säilyttämiseen asemakaavassa. Säilyttämiseen velvoittavat määräykset perustuvat yleensä rakennusten kulttuurihistoriallisiin arvoihin, mutta ne voivat MRL:n (57.2 §) mukaan perustua myös maisemallisiin arvoihin, rakennetun ympäristön arvoihin tai muihin erityisiin ympäristöarvoihin, kunhan suojelumääräykset eivät muodostu maanomistajalle kohtuuttomiksi. Kun kerran hiilijalanjälkilaskelmat osoittavat korjaamisen olevan tontin/rakennuksen tasolla uudisrakentamista vähäpäästöisempää useamman vuosikymmenen ajan, vähähiilisyttä olisi ehkä mahdollista pitää MRL:n 57 §:n tarkoitettamana rakennetun ympäristön arvona tai ympäristöarvona. Koska nykyinen MRL on kuitenkin säädetty ennen kuin ilmastonmuutoksen torjunnasta on tullut keskeinen kysymys rakentamisen ohjauksessa, on vaikea arvioida, miten hallintotuomioistuimet asiaa tulkitsisivat. Mikäli rakennussuojelussa haluttaisiin mahdollistaa hiilijalanjäljen huomioiminen suojelun perusteena, varminta olisi säätää siitä yksiselitteisesti MRL:n uudistuksessa ja vastaavasti myös mahdollisesti rakennusperinnön suojelemisesta annetun lain uudistamisessa.

6.1.1.4 Säilyttämiseen kannustaminen asemakaavassa annettavan hiilijalanjälkirajan avulla

Koska rakennuksen/tontin tasolla tarkasteltuna rakennusten korjaaminen on lähitulevaisuudessa vähäpäästöisempi vaihtoehto kuin uudisrakentaminen, voidaan ajatella, että tiukahkon hiilijalanjälkirajan määrittely edistäisi rakennusten säilyttämistä. Olemassa olevan rakennuksen rakennuspaikalle voitaisiin siis määritellä teknologianeutraali hiilijalanjälkiraja, jota saisi tavoitella joko purkavan uudisrakentamisen tai korjausrakentamisen keinoin. Tämä tapahtuisi yksinkertaisimmillaan säätämällä tuote- ja rakentamisvaiheen

hiilijalanjälkiraja verrattain alas. Vaihtoehtoisesti voidaan säätää rakennusvaiheesta ja käyttövaiheesta yhdessä. Näin toimittaessa on kuitenkin erittäin oleellista hahmottaa, mihin ajankohtaan purkavan uudisrakentamisen hiili-investoinnin takaisinmaksuaika osuu (vrt. Kuva 9). Tämän hankkeen kirjallisuus- ja tapaustutkimukset osoittavat, että käytännössä tiukahko raja-arvo lienee saavutettavissa huomattavasti helpommin, mikäli rakennus korjataan (ja/tai sitä laajennetaan) kuin jos rakennus korvataan uudella.

Hiilijalanjälkirajasta voitaisiin mahdollisesti säätää asemakaavassa. Asia rinnastuu ns. energiakaavoihin, joilla on pyritty säätämään rakennusten käytön aikaisesta energiankulutuksesta. Oikeudellisesti on kuitenkin tällä hetkellä epäselvää, ovatko tällaiset säädökset nykyisen MRL:n mukaisia. Ympäristöministeriö (2003: 21) on ohjeistanut, ettei asemakaavassa tulisi määrätä teknisistä seikoista, joista säädetään muualla rakentamismääräyksissä, kuten Suomen Rakentamismääräyskokoelmassa (RakMK). Tämän tulkinnan mukaan asemakaavassa ei siis voisi määrätä hiilijalanjälkirajoja, mikäli uudistuvassa RakMK:ssa määrittäisiin niistä osana rakentamisen vähähiilisyysohjausta. Ympäristöministeriön ohjeella ei sinänsä ole mitään erityistä oikeudellista asemaa. Mikäli hiilijalanjälkirajojen antaminen asemakaavassa kuitenkin halutaan mahdollistaa yllä esitetyllä tavalla, varminta olisi säätää asiasta yksiselitteisesti MRL:n uudistuksessa. Haluttaessa mahdollisuus voidaan varata myös sille, että asemakaavassa voidaan säätää asiasta RakMK:ta *tiukemmin*. Kyseessä olisi siis ns. toiminnallinen määräys, joka ei määrittele, miten tavoitteeseen on päästävä.

Purkamislupaa ei tällaisissa tapauksissa tulisi myöntää ennen kuin hakija on esittänyt, miten vaatimus voidaan uudisrakentamisessa saavuttaa (ks. seuraava luku). Korjaamista ja korvaamista tulisi näissä tapauksissa myös vertailla tasapuolisella ja läpinäkyvällä tavalla: mahdollisuus toimenpiteisiin, joilla uudisrakennuksen hiilijalanjälkeä saadaan alennettua, tulisi tarkastella vastaavasti myös korjaustapauksessa, ja päinvastoin. Tämä on erityisen tärkeää, mikäli hiilijalanjälkirajaa ei aseteta pelkästään tuote- ja rakentamisvaiheelle vaan pidemmän elinkaaren ajalle. Mikäli uudisrakennuksen energiatehokkuutta ja siten käytön aikaisia päästöjä pienennetään esimerkiksi lämpöpumpun tai aurinkoenergiajärjestelmän avulla, tulisi vastaavien toimenpiteiden mahdollisuutta tarkastella myös peruskorjauksessa.

6.1.1.5 Säilyttämiseen velvoittaminen tai kannustaminen rakennusjärjestyksen avulla

Asemakaava-alueiden ulkopuolella, ts. maaseutualueilla, vastaavia määräyksiä voitaisiin sisällyttää kunnan rakennusjärjestykseen. Rakennusjärjestys soveltuu ohjausvälineeksi myös, mikäli määräykset halutaan voimaan koko kunnassa. Nykyisen lain puitteissa rakennusjärjestyksen määräyksiä ei kuitenkaan voida soveltaa, mikäli asiasta säädetään toisin asemakaavassa tai RakMK:ssa (MRL 14 §). Rakennusjärjestyksen määräykset tulevat yleensä sovellettaviksi lähinnä maakuntakaavan sekä oikeusvaikutuksettoman yleiskaavan alueilla. Mikäli säilyttämään kannustavasta hiilijalanjälkirajasta ei haluta säätää RakMK:ssa,

mutta säätäminen halutaan kuitenkin tehdä mahdolliseksi rakennusjärjestyksessä, tulisi MRL 14 §:ää tältä osin tarkistaa.

6.1.2 Valtion säädösohjaus

6.1.2.1 Säilyttämään kannustaminen RakMK:ssa annettavan hiilijalanjälkirajan avulla

Hiilijalanjälkirajan asettamisesta tilanteisiin, joissa purkava uudisrakentaminen ja (laajentava) peruskorjaaminen ovat vaihtoehtoja toisilleen, voitaisiin harkita määrättävän asemakaavan sijaan myös suoraan RakMK:ssa, jolloin kyseessä olisi valtion säädösohjauskeino. RakMK:n uudistuksessa ilmastaselvitys ollaan ulottamassa uudisrakennusten lisäksi myös laajamittaisille korjauksille. Kun uudisrakennusta ja korjaamista tarkastellaan vaihtoehtoina toisilleen, ei peruskorjaukselle kuitenkaan ole välttämätöntä määrätä hiilijalanjälkirajaa erikseen, sillä uudisrakennuksen hiilijalanjäljen raja-arvoa voidaan soveltaa myös peruskorjaukseen perustuvaan vaihtoehtoon. Käytännössä säädös voisi kohdistua olemassa olevien rakennusten rakennuspaikoille, joille määriteltäisiin rakennuspaikkakohtainen hiilijalanjäljen raja-arvo, jota saisi tavoitella kummalla tahansa tavalla.

6.1.2.2 Käyttötarkoituksen muuttamisen helpottaminen

Rakennuksen tai sen osan käyttötarkoituksen muutos edellyttää, että asemakaava mahdollistaa aiotun, uuden käytön. Käyttötarkoituksen muutoksia edistäisi, että kunnat alkaisivat hyödyntää MRL:in vuonna 2017 lisättyä mahdollisuutta laatia asemakaava vaihteittain (MRL 50 §). Se on tarkoitettu juuri käyttötarkoituksen muutoksen tai korottamisen kaltaisiin tilanteisiin, joissa muutostarve kohdistuu vain tiettyyn osakokonaisuuteen.

Rakennuksen tasolla käyttötarkoituksen muutos edellyttää myös maankäyttö- ja rakennuslain mukaan rakennusvalvonnan lupaharkintaa. Pääsääntöisesti käyttötarkoitusten muutokset ovat rakennuslupaa edellyttäviä toimenpiteitä. Lähtökohtaisesti rakennuslupan edellytykset perustuvat hakuajankohdan teknisiin määräyksiin. Monet suunnittelualakohtaiset säännökset sisältävät kuitenkin käyttötarkoituksen muutosta koskevia erityissäännöksiä. Esimerkiksi rakennuksen ääniympäristöä koskevan ympäristöministeriön asetuksen (796/2017) 7.2 §:n mukaan ”rakennuksen käyttötarkoitusta muutettaessa rakennuksen ääneneristys, melun- ja värinäntorjunta ja ääniolosuhteet sekä virkistykseen käytettävien rakennuksen piha- ja oleskelualueiden sekä oleskeluun käytettävien parvekkeiden meluntorjunta ja ääniolosuhteet on suunniteltava ja toteutettava siten, että ääniympäristöstä ei aiheudu asukkaille haittaa”. Vastaavasti valtioneuvoston rakennusten esteettömyyttä koskevan asetuksen (241/2017) 1.2 §:n mukaan asetusta sovelletaan rakennuslupaa edellyttäviin käyttötarkoitusten muutoksiin ”siltä osin kuin esteettömyyden parantaminen on rakennuksen ominaisuudet sekä toimenpiteen laatu ja laajuus huomioon ottaen tarkoituksenmukaista”. Hallintokäytäntö on muutoshankkeissa

sovellettavien teknisten sekä rakennuksen ominaisuuksiin liittyvien normien soveltamisessa ilmeisen epäyhtenäinen.

Teknisten määräysten osalta etenkin rakenteita, asumisterveyttä sekä paloturvallisuutta koskevat määräykset muodostavat turvallisuusvaikutuksensa kannalta oman erityisen ryhmänsä, joissa nykytasoisista määräyksistä poikkeaminen on ilmeisen ongelmallista. Muiden, lähinnä käytettävyyttä, energiatehokkuutta tai asumismukavuutta koskevien kysymysten osalta olisi syytä tutkia, voitaisiinko näiden määräysten osalta säätää yksiselitteisemmin jouston kriteereistä tai esimerkiksi muutettavan rakennuksen rakennusajankohdan määräysten noudattamisesta.

Tilojen joustavaan käyttöön liittyy myös tilapäisen ja määräaikaisen rakennusluvan (vanha MRL) sekä väliaikaisen rakennuksen (uusi MRL) käsite, joka mahdollistaa kaikkein eniten erilaisia poikkeamisia määräyksistä. Käsitettä sovelletaan myös käyttötarkoituksen muutoksiin. MRL:n uudistuksessa väliaikaisen rakennuksen määräaikaa on tarkoitus pidentää nykyisestä viidestä vuodesta kymmeneen vuoteen.

6.1.2.3 Selvitykset purkuluvan myöntämisen edellytyksenä

Rakennusta tai sen osaa ei saa purkaa asemakaava-alueella tai asemakaavan laatimisen vuoksi rakennuskieltoon asetetulla alueella ilman lupaa. Purkaminen voidaan määrätä myös yleiskaavassa luvanvaraiseksi (MRL 127 §). Purkuluvan myöntämisen edellytyksenä on, ettei purkaminen merkitse perinne-, kauneus- tai muiden arvojen hävittämistä eikä haittaa kaavoituksen toteuttamista (MRL 139 §). Yleisten hallintolupaa koskevien lähtökohden mukaan lupa on myönnettävä, jos sen edellytykset täyttyvät ja lupaa koskevan harkinnan tulee perustua laissa säädettyihin kriteereihin. Nykyiset MRL:n purkulupaa koskevat säännökset eivät mahdollista hankkeen hiilijalanjäljen huomioimista lupaharkinnassa.

Hiilijalanjäljen kannalta relevantteja toimenpidemahdollisuuksia on purkuluvan osalta ainakin kaksi: 1) säädetään lupaharkinnan kriteereiksi purkamisen ja säilyttämisen välisen kuormituksen vertailu; tai 2) edellytetään purkulupaa hakevaa suorittamaan eri vaihtoehtojen hiilijalanjälkeä koskeva vertailu, minkä avulla saadaan kerättyä informaatiota. Ensimmäiseen vaihtoehtoon liittyy joukko oikeudellisia kysymyksiä, jotka koskevat muun muassa omaisuudensuojaa sekä viranomaisen harkintavaltaa koskevan sääntelyn yksiselitteisyyttä ja ennakoitavuutta. Toisen vaihtoehdon vaikuttavuus voi puolestaan olla ongelmallinen, mikäli hiilijalanjäljen tarkastelu ei ole hankkeeseen ryhtyvälle keskeinen kriteeri. Molemmat vaihtoehdot aiheuttavat vaikutuksia lupamenettelyn kestoon ja kustannuksiin.

Kolmantena vaihtoehtona on esitetty, että rakennuksen purkaminen pitäisi perustella purkuluvan yhteydessä nykyistä paremmin. Myös purkamispäätöstä tukevaa dokumentaatioita, kuten kuntotutkimuksen tuloksia, voisi olla mahdollista edellyttää. Mikäli

purkamisluvan epääminen ei kuitenkaan tulisi kysymykseen selvityksen sisällön tai dokumentaation puutteellisuuden perusteella, ohjausvaikutus on luultavasti varsin vaatimaton. Tuolloin sääntelyn ja lisäselvitysten tarpeellisuuteen sekä hyödyllisyyteen voidaan kohdistaa perustellusti kritiikkiä.

6.2 Talousohjaus

Säilyttämiseen kannustavat talousohjauksen keinot on käytännössä usein integroitava säädöksiin. Näissä ohjauskeinoissa kiinteistönomistajalle luodaan taloudellista hyötyä rakennuksen säilyttämisestä. Vaikka ohjaus annetaan säädöksen muodossa, sen noudattaminen on vapaaehtoista.

6.2.1 Kuntien talousohjaus

6.2.1.1 Asemakaavassa myönnettävä lisärakennusoikeus

Eräs taloudellinen kannuste, joka ei estäisi rakennuksen purkamista, mutta tarjoaisi merkittävää taloudellista hyötyä rakennus säästettäessä, olisi lisärakennusoikeuden myöntäminen olemassa oleva rakennus säilytettäessä. Tyypillinen ratkaisu on tältä osin lisäkerrosten rakentaminen sekä rakennuksen kerrosalan kasvattaminen muutoin (korkean tilan jakaminen välipohjilla useammiksi kerroksiksi, laajentaminen, erillinen uudisrakennus tontille). Koska rakennusoikeudesta säädetään asemakaavalla, olisi luontevaa, että lisärakennusoikeus myönnettäisiin asemakaavamääräyksessä. Lisärakennusoikeuden sijasta tai sen myöntämisen ohella olisi mahdollista myös lieventää muita kustannuksia aiheuttavia määräyksiä, kuten autopaikkanormeja, mikä edelleen lisäisi kannustavaa vaikutusta. Asemakaavan laatiminen vaiheittain (MRL 50 §) saattaa soveltua lisärakennusoikeuden myöntämiseen, mikä keventäisi ja nopeuttaisi kaavaprosessia.

Käytännössä sääntely tapahtuisi vaihtoehtoisten kaavamääräysten avulla, joista toiset olisivat voimassa, kun olemassa oleva rakennus säästettäisiin ja toiset, kun rakennus purettaisiin ja tilalle rakennettaisiin uusi (Ympäristöministeriö, 2003: 124). Kaavassa voidaan esimerkiksi määrätä, että säilytettäessä olemassa oleva rakennus sallitaan suurempi rakennusoikeus ja kerrosluku tai tonttitehokkuus kuin toteutettaessa uudisrakennus.

Tämän tyyppisiä, vaihtoehtoisia määräyksiä sisältäviä kaavoja on toteutettu sekä Helsingissä että Tampereella, vaikkakin muissa tarkoituksissa kuin hiilijalanjäljen ohjaamiseen. Oikeusoppineilla on eriäviä kantoja siitä, miten hyvin ajatus soveltuu nykyiseen ohjausjärjestelmäämme (Huuha, 2019: 29). Siksi olisi suotavaa, että lainlaatijan kanta tällaisen ohjauksen käyttöön ilmaistaisiin MRL:a uudistettaessa nykyistä selvemmin.

6.2.1.2 Alueellisena poikkeamisena myönnettävä lisärakennusoikeus

Asemakaava on ohjausvälineenä hidas, koska kaavat ovat voimassa pitkään, jopa vuosikymmeniä, ja niitä uusitaan vain harvakseltaan. Mikäli lisärakennusoikeus olemassa olevia rakennuksia säästettäessä halutaan voimaan nopeasti laajoille alueille, kysymykseen voisi tulla alueellinen poikkeaminen. Nykyinen MRL (172 §) tuntee alueellisen poikkeamisen käsitteen erityisesti käyttötarkoitusten muutoksissa. Kuitenkin jo nykyisellään alueellisen poikkeamisen tavoitteena on edistää olemassa olevan rakennuskannan kestäväää käyttöä. On tulkittu, että jo nykyisen säädöksen puitteissa voisi olla mahdollista myöntää lisärakennusoikeutta. MRL:a uudistettaessa alueellista poikkeamista koskevaa säännöstekstiä olisi mahdollista tarkistaa yksiselitteisemmäksi: että säädös on tarkoitettu myös lisärakennusoikeuden myöntämiseen tapauksissa, joissa lisärakentaminen tapahtuu olevaa rakennusta laajentamalla, esimerkiksi korottamalla.

6.2.1.3 Lisärakennusoikeuden myöntäminen rakennusluvan yhteydessä

Rakennusoikeuden lisääminen tontin täydentämiseksi esimerkiksi olemassa olevaa rakennusta korottamalla tai muin rakennuksen säästävin keinoin edellyttää nykyisellään usein joko asemakaavan muuttamista tai siitä poikkeamista, sekä lisäksi varsinaista rakennushanketta koskevaa rakennuslupapäätöstä. MRL:n kokonaisuudistuksessa olisi perusteltua tarkastella, voidaanko tätä menettelyä yksinkertaistaa olemassa olevaa rakennuskantaa säästävissä ratkaisuisissa, mikäli hankkeen tarkoituksenmukaisuus voidaan osoittaa hiilijalanjälkivaikutusta koskevilla selvityksillä. Keinoa voisi luonnehtia MRL:n uudistuksessa ehdotetuksi ns. hankekaavaksi tai asemakaava-alueen suunnittelutarveratkaisuksi (lakiuudistuksessa: erityissuunnittelutarpeesta), jossa kaavallinen harkinta tapahtuisi rakennusluvan yhteydessä tai sitä edeltävällä erillisellä hallintopäätöksellä.

6.2.1.4 Uudisrakentamisella saatavan taloudellisen edun rajaaminen

Lisärakennusoikeudelle vastakkainen taloudellisen kannustamisen muoto on uudisrakentamisesta syntyvän taloudellisen edun rajaaminen. Rakennuspaikan rakennusoikeus voidaan määritellä vastaamaan jo olemassa olevaa rakennusta, ja rakennuspaikka kiinteistöllä voidaan rajata rakennuksen piiriin mukaiseksi. Rakennuksen korvaaminen toisella muodostuu tällöin taloudellisesti vähemmän houkuttelevaksi vaihtoehdoksi, sillä korjausrakentaminen on yleensä uudisrakentamista edullisempaa. Tämä lähestymistapa on luonteva käytettäväksi silloin, kun tiivistämistarvetta ei ole tai tiivistäminen saadaan toteutettua rakentamattomiin kohtiin alueen sisällä.

6.2.1.5 Tontinluovutus

Kun kunta tai valtio myy tai vuokraa maata itse, tontinluovutusehdoissa voidaan sopia olevien rakennusten säilyttämisestä. Kunnan tontinluovutuksen ehtojen tai tavoitteiden osalta kuntien harkintavalta on laaja, koska tältä osin tulevat sovellettavaksi lähinnä hyvää hallintoa koskevat säädökset sekä oikeusperiaatteet. Näiden lähtökohtien estämättä kunta voi varsin laajassa harkintamarginaalissa sisällyttää uusiin tontinluovutus sopimukseen erilaisia ehtoja. Näiden joukkoon kuuluvat lähtökohtaisesti rakennusten säilyttämistä edellyttävät ehdot. Lainsäädännöllä tapahtuva puuttuminen kuntien tekemien sopimusten sisältöön, esimerkiksi rakennuskantaa säilyttäviä ehtoja edellyttämällä, olisi harvinaista, mutta ei ainutkertaista (ks. esim. laki kuntien ja kuntayhtymien eräiden oikeustoimien väliaikaisesta rajoittamisesta sosiaali- ja terveydenhuollossa 548/2016).

Kunnan rakennusten säilyttämistä koskevilla päätöksillä tulee huomioida hyvän hallinnon periaatteet, kuten yhdenvertaisuusperiaate. Tämä tarkoittaa, että samankaltaisissa tapauksissa kunnan toiminnan tulee olla lähtökohtaisesti sisällöllisesti yhtenevä. Yhdenvertaisuus ei kuitenkaan estä muuttamasta aiempaa käytäntöä, mikäli tähän esitetään objektiivisesti hyväksyttävissä olevat perusteet ja uutta käytäntöä noudatetaan vastaisuudessa johdonmukaisesti.

Kuntien myymä maa on pääasiassa rakentamatonta maata, paitsi silloin kun kunta luopuu omassa omistuksessaan olevista rakennuksista. Tyypillisiä tapauksia lienevät kuntaliitoksissa tai palveluja muuten keskitettäessä tarpeettomiksi jääneet hallinto- ja palvelurakennukset ja valtion osalta mm. lakkautettujen varuskuntien rakennukset, valtion virastotalot ynnä muut (Hernberg, 2014: 37–41). Olevia rakennuksia saattaa tulla kuntien myytäväksi myös silloin, kun kunta hankkii esimerkiksi entisiä teollisuusalueita omistukseensa kehittääkseen niiden maankäyttöä käyttötarkoitusta muuttamalla (vrt. Tampereen Hiedanranta).

Määrällisesti olevaa rakennuskantaa lienee kuitenkin huomattavasti enemmän kuntien vuokratonteilla. Vuokrasopimukset ovat tyypillisesti pitkäaikaisia, useita kymmeniä vuosia. Olemassa olevien sopimusten osalta kunnalla ei ole sopimusosapuolena erityisasemaa, vaan tonttia koskevat sopimukset velvoittavat osapuolia sen sisältöisenä, kuin sopimus on aikanaan päätetty. Sopimuksessa aiemmin puuttuneista ehdoista, kuten rakennusten säilyttämisveloitteesta tai tonttivuokran alentamisesta rakennukset säilytettäessä, on mahdollista neuvotella vuokrasopimusta uusittaessa. Yhdenvertaisen kohtelun vaatimus kuitenkin edellyttää, että kaikissa oleellisesti samanlaisissa tapauksissa toimitaan samalla tavalla. Säilyttävää ehtoa ei siis voida sisällyttää yhden alueen vuokrasopimukseen, mutta jättää sisällyttämättä vastaavan naapurialueen sopimukseen.

Tontin käyttöä koskevia ehtoja voidaan tehostaa sopimussakolla samaan tapaan kuin nykyisin yleensä toimitaan rakentamisveloitteiden osalta. Vastaavasti voidaan toimia myös tontin luovutusrajoitusten osalta.

6.2.1.6 Maankäyttömaksun alentaminen rakennuksia säilytettäessä

Maankäyttömaksun alentaminen tulee ohjauksena käytettäväksi, mikäli kunta uudelleenkaavoittaa yksityisessä omistuksessa olevaa maata, jolla sijaitsee jo olemassa olevia rakennuksia. Tyypillisesti tällaiset alueet ovat jo kertaalleen asemakaavoitettuja, joten uuden kaavan laadinta tulee kyseeseen lähinnä silloin, kun alueelle kohdistuu maan käyttötarkoituksen muutostarpeita (esim. entiset teollisuusalueet ja kaupan alueet).

Suomessa kunnat päättävät kaavoituksesta, ja laki velvoittaa kunnat myös toteuttamaan infrastruktuurin rakentamisen asemakaavoitetuilla alueilla. Jotta yhdyskuntarakentamisesta aiheutuvat kustannukset saataisiin kompensoitua tonttien myynnistä saatavilla tuloilla, monet kunnat asemakaavoittavat mieluiten vain omaan omistukseensa hankkimaansa maata. Periaatteessa maa on kuitenkin kaavoitettava omistussuhteista riippumatta, mikäli yhdyskuntakehityksen ohjaaminen sitä edellyttää. Yksityistä maata kaavoitettaessa kustannusten tasaamisesta voidaan sopia maankäyttösopimuksessa (MRL 91 b §).

Maankäyttösopimuksessa on mahdollista sopia infrarakennusten kustannusten korvaamista ”laajemminkin” sopijaosapuolten muista oikeuksista ja velvollisuuksista. Maankäyttösopimuksissa voitaisiin siis sopia myös siitä, että maanomistaja sitoutuu säilyttämään kaavoitettavalla alueella olevat rakennukset ja kehittämään niitä. Mikäli maanomistaja tähän sitoutuu, kunta voi tehdä strategisen päätöksen, että se luopuu vastineeksi arvonnousun leikkaamisesta joko kokonaan tai osittain.

Jotta arvonnousun leikkaamisesta luopuminen muodostuisi ohjauksena, toteutettavan asemakaavan täytyisi nostaa maan arvoa. Kaavan tulisi käsittää arvoa kasvattava käyttötarkoituksen muutos tai lisää rakennusoikeutta. Maankäyttösopimuksessa ei kuitenkaan voida sopia asemakaavan sisällöstä, joten rakennukset, joiden säilyttämisestä sovitaan, voivat tulla tai olla tulematta suojelluksi myös kaavallisesti. Luontevinta kuitenkin olisi, että asemakaavamääräykset tukisivat maankäyttösopimuksen tavoitteita (esim. ehdollinen lisärakennusoikeus rakennuksia säilytettäessä, ks. aiempana). Mikäli kaava sisältäisi huomattavan rakennusoikeuden ilman minkäänlaista veloitetta tai kannustetta rakennusten säilyttämiseen, taloudellinen houkutin rikkoa maankäyttösopimuksessa sovittua voisi muodostua liian suureksi. Mikäli maanomistaja luovuttaa maita edelleen kolmansille osapuolille, tulee sen sitouttaa myös nämä tahot sopimuksin rakennusten säilyttämiseen. Jos maankäyttösopimuksessa sovittu ei syystä tai toisesta täytykään, ainoa mahdollinen seuraamus sopimuksen rikkomisesta on, että kunta perii kehittämiskorvauksen täysimääräisenä. Esimerkiksi rakennusvalvontaviranomainen ei voi estää rakentamista, joka on asemakaavan mukaista, vaikka se rikkoisikin maankäyttösopimusta.

Mikäli kunta ja maanomistaja eivät pääse asiasta sopimukseen, kunnalla on oikeus periä maanomistajalta kehittämiskorvausta infrarakentamisen kustannusten kattamiseksi (MRL 91 c §). Kun asemakaavoitus käynnistetään yksityisen maanomistajan aloitteesta ja tuottaa

pääasiassa yksityistä etua, on kunnalla oikeus veloittaa maanomistajalta myös kaavan laatimisen kustannukset (MRL 59 §). Lisäksi kunnan käytettävissä ovat MRL 12a -luvun keinot kustannusten korvaamiseksi sekä lisärakennusoikeuden tuottaman hyödyn siirtämiseksi enintään 60 %:n suuruisesti kunnalle MRL 91 f §:n (222/2003) mukaisesti. Ilman maankäytösopimusta ei kuitenkaan voi syntyä sopimusta myöskään rakennusten säilyttämisestä.

Edellä sanotuissa toimissa kunnalla on hyvää hallintoa koskevan lainsäädännön ja oikeusperiaatteiden asettamassa puitteessa harkintavaltaa. Yksityiselle taholle etua muodostavissa kaavaratkaisuissa kunta voinee käyttää strategista linjausta olla perimättä kaavoituksen kustannuksia taikka hyötyä joko osittain tai kokonaan maanomistajalta, joka sitoutuu maankäytösopimuksessa rakennusten säilyttämiseen.

Rakennuksia laajamittaisesti säilyttävien yksityisten alueiden kaavoituksen nopeuttaminen voisi olla yksi tapa priorisoida hankkeita, mutta tämä lienee yhdenvertaisuusnäkökulmasta oikeudellisesti ongelmallista.

6.2.1.7 Rakennusluvan hinnoittelu ja käsittelyn nopeuttaminen

Kuntien olisi mahdollista hinnoitella rakennusvalvontataksat siten, että olemassa oleviin rakennuksiin kohdistuvista korjaus- ja kehittämistoimenpiteistä veloitettaisiin selvästi pienemmät lupamaksut kuin purkamisen ja uudisrakentamisen luvista. Esimerkiksi Helsingin kaupunki on käyttänyt ekologisia kriteerejä rakennusvalvontatyön hinnoitteluperusteena siten, että rakennusvalvontataksasta on myönnetty alennusta vaatimustasoa energiatehokkaammaksi suunnitelluille rakennuksille (Virkamäki ja muut, 2017: 25). Tosin uudishankkeissa lupamaksun osuus on nykyisellään vain noin prosentin verran hankkeen kokonaiskustannuksista, joten ohjausvaikutus jäänee melko vähäiseksi (sama, ks. myös Häkkinen & Vares, 2018: 29–32).

Eräs keino korjaamiseen kannustamiseen voisi olla olemassa olevien rakennusten luvituksen priorisointi ja käsittelyn nopeuttaminen purku- ja uudishankkeisiin verrattuna. Se ei liene mahdollista ainakaan nykyisen lainsäädännön puitteissa, sillä kuntaa julkisen vallan käyttäjänä sitoo vaatimus kohdella kuntalaisia yhdenvertaisesti (vrt. Virkamäki ja muut, 2017: 41). Myös huomioiden Suomen perustuslain (731/1999) 21 §:ssä säädetty jokaisen oikeus saada asiansa viivytyksettä käsitellyksi toimivaltaisessa viranomaisessa, on etusijajärjestyksen asettaminen rakentamisen toteutusta koskevien ratkaisujen perusteella ongelmallinen.

6.2.2 Valtion talousohjaus

6.2.2.1 Työn ja luonnonvarojen verotus

Verotuksen kohdistamista työn sijasta neitseellisten luonnonvarojen kulutukseen on kiertotalusteoriassa ehdotettu keinoksi edistää kiertotalouden mukaista elinkeinotoimintaa, joka on usein työvoimavaltaista (esim. Stahel & Reday-Mulvey, 1981). Tämä pätee myös korjausrakentamiseen, jossa materiaalien kulutus on uudisrakentamista vähäisempää, mutta työpanoksen tarve usein suurempaa. Näin ollen kiertotaloutta tukeva verotusjärjestelmä tekisi korjausrakentamisesta taloudellisesti vielä nykyistäkin kilpailukykyisempää.

Koko verotusjärjestelmän muuttamisen vaihtoehtona olisi materiaaleille ja tuotteille määrättävä päästövero, joka perustuisi niiden hiilijalanjälkeen. Koska korjausrakentamisessa materiaalien käyttö on uudisrakentamista vähäisempää, myös tämä loisi taloudellisen kannustimen rakennusten säilyttämiselle.

Aalto Economics selvittää ympäristöministeriön toimeksiannosta kansallisen, rakennusmateriaaleja koskevan päästökauppajärjestelmän edellytyksiä. Tällaisessa järjestelmässä kaikki uudet, käyttöön otettavat rakennusmateriaalit aiheuttaisivat rakennushankkeille kustannuksia valmistuksen päästöjen pohjalta. Ohjausmalli tukisi myös säilyttävää korjaamista.

6.2.2.2 Kiinteistöverotus

Kiinteistöverotusta on esitetty yhdeksi ohjauskeinoksi energiatehokkuuden, vähähiilisyyden tai kiertotalouden edistämiseen (Ympäristöministeriö, 2009; Häkkinen & Vares, 2018: 26–28; Huuhka, 2019: 33). Kiinteistöverotuksella olisi varmaankin mahdollista kannustaa myös rakennusten säilyttämiseen.

Kiinteistöverotukseen sisältyy jo nykyisellään rakennusten ikäalennusjärjestelmä, joka on erilainen eri rakennustyypeille (laki varojen arvostamisesta verotuksessa 1142/2005, 30 §). Ikäalennusta myönnetään hitaammin asuin-, toimisto- ja voimalarakennuksille ja nopeammin myymälä-, tuotanto-, varasto- ja talousrakennuksille. Suurin myönnettävä ikäalennus on asuinrakennuksille 70 % ja muille rakennuksille 80 % (pl. voimalarakennukset). Rakennuksen korjaaminen ja kehittäminen vähentää iän perusteella myönnettävää alennusta.

Ikäalennusjärjestelmä huomioi eri rakennustyyppit, erityisesti asuinrakennusten ja ei-asuinrakennusten toiminnasta kumpuavan eron taloudellisessa käyttöiässä, lähtökohtaisesti tasapainoisella tavalla. Esimerkiksi Huuhka ja Lahdensivu (2016) sekä Huuhka ja Kolkwitz (2020) ovat osoittaneet purettuja rakennuksia tarkastelemalla, että ei-asuinrakennusten ”kierto” on huomattavasti asuinrakennuksia nopeampaa. Sen sijaan ikäalennusjärjestelmä perustuu olettamukseen, että huolletunakin rakennusten taloudellinen arvo laskisi

lineaarisesti. Lähtökohta tuntuu sikäli virheelliseltä, että kaikkein vanhimpien rakennusten arvo saattaa myös nousta niiden harvinaistuessa, toki sijainnista riippuen.

Tutkimukset osoittavat, että purkaminen kohdistuu usein vain muutamien vuosikymmenten ikäisiin rakennuksiin (Huuhka & Lahdensivu, 2016; Huuhka, 2016; Huuhka & Kolkwitz, painossa). Mikäli ikäalennusjärjestelmää haluttaisiin tarkistaa siten, että se tukisi rakennusten säilyttämistä, tulisi suurimmat alennukset myöntää niille rakennustyypeille ja rakennusvuosikymmenille, jotka ovat eniten purkamisuhan alla. Vastaavasti peruskorjausten kiinteistön arvoa korottavasta vaikutuksesta voitaisiin luopua. Tällainen korjaus arvostamislakiin vaikuttaisi olevan tasapainossa lain tavoitteiden kanssa, sillä ikäalennusjärjestelmän tarkoitus on heijastaa todellista taloudellista arvoa.

6.2.2.3 Hankintamenojen poistot verotuksessa

Kannustimena rakennuksen säilyttämiseen ja peruskorjaamiseen voidaan harkita korotettua hankintamenojen poistoprosenttia. Elinkeinoverolain (1539/1992) 34 §:n mukaan poistoprosentit ovat enintään seuraavat:

1. 7 prosenttia poistamattomasta hankintamenosta, jos rakennus on myymälä-, varasto-, tehdas-, työpaja-, talous-, voima-asema- tai muu niihin verrattava rakennus,
2. 4 prosenttia poistamattomasta hankintamenosta, jos rakennus on asuin-, toimisto- tai muu niihin verrattava rakennus,
- [...]
5. 20 prosenttia sellaisen rakennuksen tai rakennelman taikka rakennuksen tai rakennelman osan poistamattomasta hankintamenosta, jota käytetään yksinomaan liiketoiminnan edistämiseen tähtäävässä tutkimustoiminnassa.

Korotettua poistoprosenttia on käytetty edellä ilmenevällä tavoin kannustimena liiketoimintaa edistävän tutkimustoiminnan rakennusinvestoinneissa. Ei liene estettä sille, että vastaava korotettu poistoprosentti säädettäisiin koskemaan myös hiilijalanjäljen perusteella säästettäväksi ja peruskorjattavaksi päätetyn rakennuksen osalta. Tieto edellytysten täyttymisestä välitettäisiin kunnan rakennusviranomaiselta kiinteistöverotuksen perusteeksi samaan tapaan kuin muutkin rakennushankkeita koskevat tiedot nykyisin.

Poistosta voivat hyötyä luonnolliset ja oikeushenkilöt, joiden taseessa tai suorassa omistuksessa rakennukset ovat sekä vuokratuloja saavat asunto- ja kiinteistöasakeyhtiöt. Ohjauskeino tukisi siis peruskorjausta ja laajentamista erityisesti vuokratalo-yhtiöissä ja ammattimaisten kiinteistösijoittajien kohteissa.

6.2.2.4 Julkiset rakennushankkeet ja niiden lainoitus

Mikäli julkiset toimijat antavat säädöksiä, jotka velvoittavat tai kannustavat yksityisiä kiinteistönomistajia korjaamiseen, syntyy niille vähintäänkin moraalinen velvoite näyttää samaa esimerkkiä myös omassa toiminnassaan. Julkiset rakennushankkeet ovat valtiolle ja kunnille mahdollisuus panna strategiset linjauksensa käytäntöön. Toinen kysymys on, onko kunnilla tähän tahtoa, sillä julkiset rakennukset ovat pinta-alassa mitattuna yksi merkittävimmistä purettujen rakennusten luokista (Huuhka & Lahdensivu, 2016; Huuhka & Kolkwitz, 2020).

Valtion voi olla mahdollista ohjailla kuntia lainoituksen avulla. Esimerkiksi Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA:n korkotukilainat, investointilainojen valtiontakaukset ja investointiavustukset erityisryhmien asunto-olojen parantamiseen lienee valtion asuntorahastosta annetun lain (1144/1989) puitteissa mahdollista suunnata siten, että ne tukisivat ensisijaisesti jo olemassa olevan rakennuskannan korjaus- ja kehittämishankkeita.

Kuntarahoitus Oyj on suurin yksittäinen julkisten ja yleishyödyllisten rakennushankkeiden lainoittaja, ja valtio on yhdessä Kuntien eläkevakuutuksen KEVAN kanssa suurimpia Kuntarahoituksen omistajia (Kuntarahoitus, 2019: 5). Myös Kuntarahoituksen rahoitusinstrumentit lienee mahdollista suunnata tukemaan rakennuskannan kestävästä kehittämisestä, mikäli sen omistajat niin päättävät.

6.3 Informaatio-ohjaus

6.3.1 Kuntien ohjauskeino: rakentamistapaohjeet

Rakentamistapaohjeet voidaan sisällyttää asemakaavaan tai rakennusjärjestykseen tai antaa erillisenä sitovana asiakirjana, jolloin ne rinnastuvat mainittujen dokumenttien määräyksiin (Suomen Kuntaliitto, 2013: 12, 21; Virkamäki ja muut, 2017: 12). Yleensä rakentamistapaohjeet annetaan kuitenkin erillisenä ohjeellisenä dokumenttina, jolloin ne tukevat ja havainnollistavat asemakaavassa tai rakennusjärjestyksessä annettuja määräyksiä. Tällaisienkin rakentamistapaohjeiden sitovuutta voidaan lisätä sisällyttämällä ohjeet tontinluovutusehtojen osaksi (Suomen Kuntaliitto, 2013:12).

Rakentamistapaohjeiden tarkoitus on viestiä tavoiteltavasta rakentamisen tavasta ja keinoista toteuttaa sitä. Lylykangas ja muut (2013: 107) ovat esittäneet, että hiilijalanjälkirajan sisältävien asemakaavojen rakentamistapaohjeisiin voitaisiin sisällyttää raja-arvon perustelut, laskentaperiaatteet ja esimerkkejä keinoista raja-arvon saavuttamiseksi. Rakennusten säilyttämään tähtäävässä asemakaavassa rakentamistapaohjeita voitaisiin siis käyttää esittämään rakennusten korottamisen ja laajentamisen vaihtoehtoja ja arkkitehtonisia periaatteita, ja havainnollistaa rakennuksen säilyttämisestä hiilijalanjälkeen saatavaa etua.

6.3.2 Neuvonta, tiedottaminen, koulutus

Rakennusten tuote- ja rakentamisvaiheen hiilijalanjälkivaikutusten (ns. hiilipiikin) merkitystä rakennetun ympäristön vähähiilisyydelle ei vielä tunnisteta ja käsitellä riittävästi akateemisen tutkimuksen ulkopuolella. Tässä raportissa esitettyjen ohjauskeinojen käyttöönotto edellyttää kaikkien rakentamisprosessin osapuolten tietojen ja taitojen lisäämistä niin viranomais- kuin toteuttajapuolellakin. Tavoitteita on mahdollista toteuttaa vain, mikäli ketjun toimijoilla on riittävä jaettu ymmärrys tavoitteista ja ratkaisuista, joilla niitä voidaan toteuttaa.

Lisäksi hiilijalanjälkiperusteista säilyttämispyrkimystä tukisi tiedon ja hyvien käytäntöjen esille tuominen olemassa olevat rakennukset säästävistä (purkamattomasta) lisärakentamisesta, käyttötarkoituksen muutoksista ja väliaikaisista rakennusluvista. Lisärakentamisen ja/tai käyttötarkoituksen muutoksen sekä näihin liittyvän peruskorjauksella avulla voidaan ratkaista mm. tilantarpeissa tapahtuneita muutoksia, sisäilmaongelmia ja korjaamisen kustannusten jakautumista.

6.4 Pohdinta

6.4.1 Valtion ja kuntien työnjako ohjauksessa

Edellä on kartoitettu joukko erilaisia ohjauskeinoja, joilla rakennusten säilyttämiseen voitaisiin velvoittaa tai kannustaa, ja esitetty lyhyesti näihin liittyvää lainopillista pohdintaa. Ohjauskeinoihin sisältyy sekä valtion että kuntien käytettävissä olevia keinoja. Keinovalikoima kuitenkin painottuu kuntien ohjauskeinoihin, koska rakentamisen yksityiskohtainen ohjaus tapahtuu kunnissa.

Valtion tärkeimpiä ohjauskeinoja ovat erilaiset säädökset. Säädosohjausta voidaan antaa verotuksellisten keinojen (työn ja luonnonvarojen verotuskohtelun, kiinteistöverotuksen, hankintamenojen poistojen) kautta, rakentamista koskevan lainsäädännön avulla tai yhtä aikaa molemmilla tavoilla. Rakentamisen lainsäädäntöön voitaisiin sisällyttää rakennusten säilyttämiseen velvoittavaa tai kannustavaa hiilijalanjälkihjausta edellisissä luvuissa keskustelluilla tavoilla joko suoraan rakentamismääräyskokoelmaan ja/tai yleis- ja asema-kaavojen yksiselitteisinä, hiilijalanjälkeä koskevinä sisältövaatimuksina. Lisäksi käyttötarkoitusten muutosten ehtoja voitaisiin helpottaa ja purkulupien myöntämisen edellytyksiä puolestaan tarkistaa. Nämä valinnat vaikuttaisivat suoraan kaiken rakentamisen kaavoituksen ja luvituksen hoitamiseen kunnissa. Julkisten tahojen rakentamisvalintoja valtio voi lisäksi ohjata kohdistamalla ARA:n ja Kuntarahoitus Oyj:n rahoitusta peruskorjauksiin uudisrakennusten sijasta. Omien kiinteistöjensä osalta valtio voi ilmoittaa tahtotilansa valtion kiinteistöstrategiassa.

Useat kunnat ovat linjanneet itsenäisesti, että ne tavoittelevat hiilipäästöjen nopeaa leikkaamista kunnassa, vaikkakaan nämä strategiat eivät yleisesti vielä ota huomioon rakennusten tuote- ja rakentamisvaiheesta syntyviä päästöjä. Kun tietoisuus sekä näiden päästöjen merkityksestä että mahdollisuudesta välttää niitä olemassa olevia rakennuksia peruskorjaamalla leviää kuntiin, rakennuskanta- ja hiilijalanjälkivaikutustietoisien kaavoituksen toteuttaminen on kuntien strategisilla päätöksillä mahdollista jo nyt, vaikka MRL ei tähän nykyisellään yksiselitteisesti velvoitakaan. Siirryttäessä strategiselta tasolta eteenpäin konkreettisemmille tasoille, kuntien ohjauskeinojen käyttöönotto saattaa edellyttää MRL:n muuttamista (esim. lisärakennusoikeus rakennusluvan yhteydessä, mahdollisuus määrätä rakennusjärjestyksessä selvityksistä purkuluvan myöntämisen edellytyksenä) tai vähintäänkin lainsäätäjän tahdon ilmaisemista nykyistä selkeämmin (esim. lisärakennusoikeus alueellisella poikkeamisella, säilyttämään velvoittaminen, hiilijalanjälkirajat, lisärakennusoikeus asemakaavassa). Valtio voi siis tukea kunnissa tapahtuvaa ohjaamista säätämällä MRL:ssa selkeästi, minkä ohjauskeinojen kohdalla hiilijalanjälkiperusteinen rakennusten säilyttämään pyrkiminen on hyväksyttävä tavoite. Tontinluovutukseen ja maankäyttömaksuihin sidottavat kannustimet ovat kuntien käytettävissä jo tälläkin hetkellä ja lainopillisesti ongelmattomia, kunhan yhdenvertaisen kohtelun edellytys täyttyy. Mahdollinen kaavoituksen tai rakennuslupien priorisointi sen sijaan on yhdenvertaisuusnäkökulmasta lähtökohtaisesti ongelmallista.

Mikäli kunnat eivät tartu mainittuihin ohjauskeinoihin oma-aloitteisesti, valtiolla on tämän luvun alussa mainittujen keinojen lisäksi verrattain vähän vipuvartta kuntien toiminnan ohjaamiseksi. Valtion puuttuminen kuntien tekemien (tontinluovutus- ja maankäyttö-) sopimusten sisältöön saattaisi olla mahdollista lainsäädännön keinoin, joskin poikkeuksellista. Kuntien ohjauskeinojen osalta valtiolle jääkin lähinnä mahdollistajan rooli. Niin kauan kuin rakentamisen tuote- ja rakennusvaiheen hiilijalanjälkivaikutukset on rajattu kuntien hiilineutraaliusstrategioiden ulkopuolelle, kuntien tosiasiallinen motivaatio ohjata rakennusten säilyttämiseen voi olla heikko. Kunnan kiinteistöverokertymän näkökulmasta purkava uudisrakentaminen ja olemassa olevien rakennusten korjaaminen ja kehittäminen ovat tällä hetkellä verrattain neutraaleja vaihtoehtoja. Tilanne voi muuttua, mikäli verotuksessa luovuttaisiin korjausten arvoa nostavan vaikutuksen huomioon ottamisesta. Kiinteistönomistajaa rakennuksia säilyttämään kannustava ohjaus voisi tällöin merkitä verokertymän laskua kunnissa, mikä saattaisi heikentää kuntien motivaatiota ohjata säilyttämiseen muilla keinoilla. Lisäksi uusien rakennusten rakentaminen nähdään kunnissa usein elinvoimaisuuden mittarina ja keinona sekä viranhaltijoiden että paikallispoliitikkojen toimesta. Tämän ajattelutavan muuttaminen voi olla vaikeaa.

6.4.2 Eri ohjauskeinojen vaikuttavuus

Ohjaus tulisi toteuttaa vähiten velvoittavalla keinolla, jolla riittävä ohjausvaikutus on saavutettavissa (esim. Ayres & Braithwaite 1992). Säilyttämään velvoittava ohjauskeino (ns. hiilijalanjälkiperusteinen rakennussuojelu asemakaavassa) voi olla tehokas säilyttämään ohjauksen kohteena olevan yksittäisen rakennuksen, mutta sen laajamittainen käyttöönotto lienee epätodennäköistä jo asemakaavoituksen hitaudesta ja maantieteellisesti rajatusta kattavuudesta johtuen. Suurempi vaikuttavuus saavutetaan todennäköisemmin, jos ohjaus saadaan kohdistumaan kerralla mahdollisimman suureen osaan rakennuskantaa. Tällaisia keinoja ovat erityisesti verotukselliset keinot. Kunnille keino saattaa suuria määriä rakennuksia ohjauksen piiriin nopeasti olisi myös, jos MRL:a tarkistettaisiin siten, että taloudellinen kannustin säilyttämiseen (lisärakennusoikeus) voitaisiin yksiselitteisesti myöntää alueellisena poikkeamisena tai jopa rakennusluvan yhteydessä, mikä ei tällä hetkellä ole suuressa mittakaavassa mahdollista. Myös tontinvuokrasopimukseen sisällytettävät säilyttävät ehdot voivat potentiaalisesti kohdistua suureen määrään rakennuksia, vaikkakin ehtojen muuttaminen on mahdollista vain vuokrasopimuksia uusittaessa.

Asemakaavoitusta edellyttävät keinot voivat olla hitaita, koska kaavoitusprosessit ovat aikaa vieviä. MRL (60.1 §) velvoittaa kuntia tarkastelemaan kaavojen vanhentumista, jotta myös olemassa olevien alueiden kaavojen vastaavuutta nykyisiin maankäytön tavoitteisiin peilattaisiin säännöllisesti. Käytännössä kuntien rajallisista kaavoitusresursseista johtuen olemassa olevia alueita uudelleenkaavoitetaan lähinnä alueen käyttötarkoitusta muutettaessa, kaupunkirakennetta tiivistettäessä ja, joskin harvemmin, kulttuurihistoriallisten arvojen suojelun vuoksi. Säilyttämiseen velvoittavilla tai kannustavilla asemakaavamääräyksillä (ml. lisärakennusoikeudella) voidaan saavuttaa merkittävää vaikutusta, kun kaavoituksen kohteena ovat suuret kaupunkikehitysalueet, sillä jopa puolet purkamisesta tapahtuu kaupungeissa tällaisilla alueilla (ks. esim. Huuhka & Kolkwitz, painossa). Kun kaavoitusta joka tapauksessa tällaisilla alueilla tehdään, on luontevaa, että myös säilyttämisenäkökulma tarkastellaan kaavoituksen yhteydessä. Jotta näin myös tapahtuisi, varminta olisi, että valtio sisällyttäisi rakennuskanta-, kasvihuonekaasupäästö- ja materiaalivirtänäkökulmat yleis- ja asemakaavoituksen sisältövaatimuksiksi.

Rakennusluvan yhteydessä edellytettävät hiilijalanjälkitarkastelut ja perusteluvaatimukset, seuraisivat nämä sitten asemakaavasta, rakennusjärjestyksestä tai suoraan MRL:sta, lisäävät lupaprosessin kustannuksia, kestoa ja vaativuutta sekä hakijan että luvittajan näkökulmasta. Koska oikeus rakentaa määräytyy asemakaavasta, olisi luontevaa, että mahdollisimman paljon tätä harkintaa tehtäisiin jo asemakaavoituksen yhteydessä tai alueellisena poikkeamispäätöksenä. Tämä on erityisen luontevaa, koska intressipunninta erilaisen näkökulmien välillä on oleellinen asemakaavan valmistelun osa, jolloin eri lähteistä (mm. rakennukset vs. liikenne) valitun ratkaisun osana syntyvät päästöt voitaisiin huomioida kokonaisvaltaisesti. Vaikuttavuuden kannalta ongelmaksi tosin voi muodostua, mikäli kunta ei intressipunninnassa anna suurta painoarvoa hiilijalanjälkinäkökulmalle. Kunnilla

on näet itsehallintonsa puitteissa varsin rajoittamattomat mahdollisuudet painottaa eri näkökulmia haluamallaan tavalla. Rakennusluvan hakijalle todistustaakkaa voitaisiin jättää erityisesti niissä tapauksissa, joissa asiaa ei ole ratkaistu jo asemakaavassa (vanhemmat kaavat). Tällainen jako olisi sikäli toimiva, että vanhempien kaavojen kohdalla toimittaisiin niissä ennestään olevan käyttötarkoituksen ja rakennusoikeuden puitteissa. Tapauksissa olisi siis usein kyse rakennuksen korvaamisesta toisella vastaavalla rakennuksella, jolloin vaaditun tarkastelun rajaus on riittävän yksinkertainen rakennushankkeeseen ryhtyvälle vastuutettavaksi.

Rakennushankkeeseen ryhtyvän näkökulmasta lisärakennusoikeutta sisältävät keinot, riippumatta niiden myöntämisen välineestä, ja niihin liittyvä maankäyttömaksun alentaminen ovat taloudellisesti kaikkein houkuttelevimpia. Kaavoitusmaksun ja rakennuslupamaksun osuudet rakennushankkeen kokonaiskustannuksista ovat puolestaan niin pienet (korkeintaan muutaman prosentin luokkaa), että ohjausvaikutuskin lienee vaatimaton. Tontin hinnoittelusta myönnettävät mahdolliset alennukset jäävät vaikutuksiltaan lisärakennusoikeuden ja kaavoitus- ja rakennuslupamaksujen väliin, toki maan arvosta (sijainnista) ja myönnettävän alennuksen suuruudesta riippuen. Joka tapauksessa mahdollisen alennuksen suuruusluokka ja siten vaikutus lienevät lähempänä mainittujen maksujen suuruusluokkaa kuin lisärakennusoikeuden sisältämää taloudellista kannustinta. Taulukossa 22 on arvioitu ohjauskeinojen kannustinvaikutusta rakennushankkeeseen ryhtyvän näkökulmasta. Päästövero ja -kauppa on jätetty arvioinnin ulkopuolelle, sillä sitä selvitetään Aalto Economicsin erillisselvityksessä.

Taulukko 22. Karkea arvio keskeisten taloudellisten ohjauskeinojen kannustinvaikutuksesta rakennushankkeeseen ryhtyvän näkökulmasta. Huom: kiinteistön koko ja sijainti voivat vaikuttaa merkittävästi kannusteiden suuruuteen.

| Taloudellinen ohjauskeino | Kannustinvaikutus |
|------------------------------------|-------------------|
| Alennus maankäyttömaksusta | +++ |
| Lisärakennusoikeus | +++ |
| Alennus kiinteistön myyntihinnasta | ++ |
| Alennus kiinteistön vuokrahinnasta | + |
| Alennus kiinteistöverosta | 0 |
| Alennus kaavoitusmaksusta | 0 |
| Alennus rakennuslupamaksusta | 0 |

+++ huomattava kannustin ++ kohtalainen kannustin + lievä kannustin 0 vaatimaton kannustin

Sen verran merkittäviä taloudellisia intressejä rakentamiseen (ja rakennusten purkamiseen) sisältyy, että pelkällä informaatio-ohjauksella tuskin saavutetaan mainittavia tuloksia. Riittävä informaatio ja osaaminen ovat kuitenkin ehdoton edellytys säädös- ja talousohjauksen onnistumiselle ja asiaa koskevan asenneilmapiirin muutokselle sekä viranomaisissa että rakennus- ja kiinteistösektorilla yleensä.

6.4.3 Perusoikeusharkinnan näkökulma

Purkulupaan liittyvällä harkinnalla on merkitystä useiden perusoikeuksien yhteensovittamisen kannalta. Keskeisiä arvioitavia perusoikeuksia ovat ainakin omaisuudensuoja sekä ympäristöperusoikeudet. Mahdollisten omaisuudensuojaan kohdistuvien rajoitusten osalta keskeinen on suhteellisuusperiaatteen toteutuminen, joka sisältää yhtäältä kiinteistön omistajan käyttöoikeuden rajoittamisen (purkaminen) ja toisaalta ympäristövaikutuksiin (hiilijalanjälki) liittyvien intressien vertailun ja punninnan.

Perusoikeuksia rajoittavan sääntelyn osalta keskeistä on sääntelyn täsmällisyys sekä oikeussuojan järjestäminen. Sääntelyn täsmällisyyttä koskeva vaatimus kohdistuu normiformulointiin. Rakennuksen purkuluvan myöntämättä jättämisen arvioinnin osalta ongelmallisinta lienee usein kuitenkin tosiseikkoihin liittyvä epävarmuus; ts. voidaanko kohde korjata kohtuullisin kustannuksin tarkoituksenmukaiseen käyttöön.

Edellä kuvattu problematiikka on valtiosääntöoikeudellisesti relevanttia ja tulee arvioitavaksi viimeistään mahdollisen hallituksen esityksen eduskuntakäsittelyn yhteydessä.

6.4.4 Lopuksi

Maankäytön ja rakentamisen sääntelyssä pyritään 2020-luvulla kohti ilmastotietoisempaa kaavoitusta ja vähähiilisempää rakentamista. Kun olemassa olevien rakennusten hyödyntäminen on osoittautunut nyt käsillä olevan tutkimuksen perusteella hiilijalanjälkivaikutuksiltaan purkavaa uudisrakentamista vähähiilisemmäksi ja elinkaariedullisemmäksi, näyttää selvältä, että purkamisen tarkemman sääntelyn tulisi kuulua oleellisena osana ilmastotietoisesta sääntelyn kokonaisuuteen. Tässä luvussa on tunnistettu mahdollisia sääntelykeinoja, keskusteltu niistä lainopillisesta näkökulmasta ja pohdittu lyhyesti eri keinojen vaikuttavuutta. Harkinta keinojen sisällyttämisestä MRL:iin tapahtuu poliittisessa prosessissa ympäristöministeriön viranhaltijoiden valmistelemana.

Tässä tutkimushankkeessa on vertailtu kattavasti peruskorjaamisen ja laajentamisen hiilijalanjälkivaikutuksia purkavan uudisrakentamisen vaikutuksiin sekä omien tapaustutkimusten että muiden vastaavien julkaisujen tuloksia selvittäneen kirjallisuustutkimuksen avulla.

Aiheen tutkimukseen liittyy kuitenkin vielä merkittävä katvealue. Niissä kasvavien kaupunkiseutujen tapauksissa, joissa olemassa olevaa rakennusta laajentamalla ei voida saavuttaa yhtä suurta asukas- tai käyttäjämäärää kuin purkavalla uudisrakentamisella, osa uudisrakentamisesta joudutaan sijoittamaan muualle joko kaupunkia täydentämällä tai uusia alueita perustamalla. Tämän seikan ilmastovaikutuksia kirjallisuustutkimuksessa tunnistetut julkaisut eivät käsitelleet, eikä sitä ollut mahdollista tarkastella myöskään hankkeen omassa tapaustutkimuksessa siihen varattujen resurssien puitteissa. Mainittu näkökulma muodostaakin selkeän jatkotutkimustarpeen, jonka selvittäminen on erittäin tärkeää, jotta sääntely voidaan perustaa riittävään kokonaiskuvaan päästöjen muodostumisesta.

Nykyinen maankäytön ja rakentamisen sääntelyjärjestelmämme on lähtökohtaisesti viri-tetty tuottamaan uutta kaupunkia. MRL:n uudistuksessa sääntelyä on tarkoitus uudistaa ajatuksella, että tulevaisuudessa suuri osa rakentamisen aktiviteeteista tapahtuu jo olemassa olevan yhdyskuntarakenteen sisällä. Ohjauskeinotarkastelun keskeinen viesti on, että olemassa olevan rakennuskannan hyödyntämisen näkökulma kaipaa vielä huomattavaa vahvistamista ilmasto- ja hiilijalanjälkitietoisessa sääntelyssä.

Rakennuksia laajasti säilyttävä kaupunkisuunnittelu voi myös tuottaa hyvin eri näköistä kaupunkia, kuin mihin olemme tällä hetkellä tottuneet. Se voi esimerkiksi merkitä nykyistä selvästi suurempia kontrasteja olemassa olevan (matalahkon) rakennuskannan ja uuden (korkeankin) täydentävän rakennuskannan välillä. Vähähiilisen kaupungin suunnittelu saattaakin edellyttää uudenlaista ajattelua sekä uudisrakentamisen määrällisten tavoitteiden että kaupunkikuvan harmonisuuden suhteen.

7 Yhteenveto ja johtopäätökset

7.1 Tulosten yhteenveto

7.1.1 Kirjallisuustutkimus

Satu Huuhka ja Emmi Lampinen, Tampereen yliopisto

Kirjallisuustutkimuksessa tarkasteltiin 15:tä julkaisua, joihin sisältyi 56 korjaamista ja purkavaa uudisrakentamista vertailevaa laskentatapausta. Kirjallisuustutkimuksen perusteella kysymyksen ”Kumpi on vähähiilisempää – peruskorjaaminen vai purkava uudisrakentaminen?” ei useinkaan ole mahdollista vastata yksiselitteisesti. Peruskorjaaminen on aina vähähiilisempää vähintäänkin tarkastelujakson alkupuolella, mutta usein myös koko tarkastelujakson ajan. Purkava uudisrakentaminen saattaa muuttua vähäpäästöisemmäksi vaihtoehdoksi tarkastelujakson kuluessa tai sen jälkeen, mutta tähän kuluu useita vuosikymmeniä. Näin pitkät purkavan uudisrakentamisen hiili-investoinnin takaisinmaksuajat ovat ongelmallisia ilmastonmuutoksen torjunnan ja sen vaikutusten hillitsemisen näkökulmasta, sillä päästöjä pitäisi lähivuosikymmeninä saada vähennettyä voimakkaasti.

Purkavan uudisrakennusvaihtoehdon muuttuminen vähäpäästöisemmäksi tarkastelujakson loppupuolella edellyttää lisäksi, että uudisrakennus on huomattavasti energiatehokkaampi kuin peruskorjattu rakennus taikka uudisrakennuksen elinkaaren alkuvaiheen hiilipiikki on selvästi matalampi kuin määrätason mukaan rakennetulla, tavanomaisella rakennuksella. Mitä tulee ensimmäiseen mahdollisuuteen, on syytä huomata, että toteutuneeseen kulutukseen verrattuna simulointimenetelmillä on usein saatu vanhemmille rakennuksille liian suuria kulutuksia ja uudemmille rakennuksille puolestaan liian pieniä kulutuksia. Mitatun kulutuksen perusteella sekä vanhemmista että uudemmista rakennuksista löytyy vähän ja paljon kuluttavia rakennuksia, joten energiatehokkuuksien eroja on aina syytä tarkastella tapauskohtaisesti. Mikäli energiantuotanto lisäksi todella vähähiilistyy politiikkapäätösten mukaisesti, vähentää se käytön aikaisen energiankulutuksen merkitystä rakennuksen elinkaaren kokonaispäästöissä. Rakennuksen tasolla tarkasteltuna lämmöntuottotavan vaihtaminen maalämpöön on suoraviivaisin tapa alentaa sekä olemassa olevien että uusien rakennusten käytön aikaisia päästöjä.

Jälkimmäisen vaihtoehdon osalta voidaan todeta, että puun käyttö rungon rakennusmateriaalina vähentää hiilipiikin suuruutta noin 20–30 % betonirakennukseen verrattuna. Hiilipiikin alenema edes noin kolmanneksella ei kuitenkaan vielä ole riittävä, vaan hiili-investoinnin takaisinmaksuaika muodostuu silti useiksi vuosikymmeniksi. Muita tapoja alentaa hiilipiikkiä ei tällä hetkellä ole yleisesti saatavilla markkinoilla.

Purkavaa uudisrakentamista ja peruskorjaamista toisilleen vaihtoehtoina vertailevalle ympäristövaikutusten laskennalle tai sen tulosten esittämiselle ei ole vielä yhtenäistä menetelmää. Niinpä eri julkaisujen menetelmiin, järjestelmärajauxiin ja esitystapaan liittyvät valinnat olivat hyvin vaihtelevia. Lisäksi laskennan tarkoitus vaikutti usein ohjanneen laskentavaihtoehtojen sijaan, että vaihtoehtoja ei aina vertailtu tasapuolisesti tai toinen vaihtoehtoista perustettiin hyvin poikkeuksellisille teknisille ratkaisuille. Eri julkaisujen tuloksia tulkitessa on huomioitu, että koko rakennuskannan tasolla ohjaamista ei voida perustaa erikoisratkaisujen avulla saaduille tuloksille, vaikka tällaiset ratkaisut yksittäisissä tapauksissa voivatkin olla toteuttamiskelpoisia. Johtopäätöksiä tehtäessä on siksi pyritty painottamaan tuloksia niistä julkaisuista, joiden vertailuparit ovat edustaneet Suomessa tavanomaisia peruskorjaus- ja rakentamistapoja. Tärkeä huomio kirjallisuustutkimuksesta on lisäksi, että hiilijalanjälkivertailun käyttäminen säädöksiin ja määräyksiin perustuvan ohjauksen pohjana edellyttää hyvän käytännön mukaisen laskentamenettelyn määrittelyä ja vakiinnuttamista esimerkiksi ympäristöministeriön laskentamenettelyn osaksi. Tämän hyvän käytännön tulisi pitää sisällään myös esitystavan, jossa päästöt esitetään ajallisena kertymänä ja josta purkavan uudisrakentamisen hiili-investoinnin takaisinmaksuaika käy yksiselitteisesti ilmi.

7.1.2 Koulun tapaustutkimus

Terttu Vainio, VTT, ja Satu Huuhka, Tampereen yliopisto

1950-luvun koululle tarkasteltiin laajuudeltaan kahta strategiaa. Se joko säilytetään alkuperäisen kokoisena ja peruskorjataan (pieni koulu) tai laajennetaan nelinkertaiseksi olemassa oleva osa säilyttäen (suuri koulu). Näille vaihtoehtona tarkastellaan purkamista ja samankokoisten uusien koulujen rakentamista.

Molemmissa tapauksissa olemassa olevan koulun säilyttäminen kannattaa. Pienen koulun peruskorjauksen hiilijalanjälki on 50 vuoden tarkastelujaksolla 4 % pienempi ja elinkaarikustannukset 15 % vähemmän kuin purkamisen ja uuden betonirakenteisen koulunrakennuksen, mikäli vertailu tehdään suhteessa lämmitettyyn pinta-alaan. CLT-puurakenteiseen uudisrakennukseen verrattuna peruskorjaus on vähähiilisempi vaihtoehto ensimmäiset 30 vuotta ja puinen uudisrakennus tämän jälkeen. 50 vuoden kohdalla CLT-rakenteisen koulun päästöt ovat 5 % pienemmät kuin peruskorjatun koulun. CLT-tekniikalla toteutettujen vaihtoehtojen elinkaarikustannuksia ei tässä projektissa tarkasteltu.

Suuren koulun eli peruskorjauksen ja betonirakenteisen laajennuksen hiilijalanjälki on 50 vuoden tarkastelujaksolla niin ikään 8 % pienempi ja elinkaarikustannukset 6 % matalammat kuin purkamisen ja uuden betonirakenteisen koulun. Suuren koulun kohdalla peruskorjaus ja laajennus on vähähiilisempi vaihtoehto koko elinkaaren ajan myös puurakenteisiä vaihtoehtoja tarkasteltaessa. CLT-tekniikalla toteutettuun laajennukseen ja olemassa

olevan rakennuksen peruskorjaukseen perustuvan vaihtoehdon päästöt ovat 50 vuodessa 5 % vähemmän kuin CLT-tekniikalla toteutetun uuden koulun, 7 % vähemmän kuin rakennuksen peruskorjauksen ja betonisen laajennuksen sekä 14 % vähemmän kuin betonisen uuden koulun.

Tapausten tarkastelun lähtökohtana oli, että olemassa oleva rakennus on korjattavissa nykyisiä sisäolosuhdevaatimuksia vastaavaksi ja sen käyttäjämäärä on sama kuin uudella rakennuksella. Mahdolliset tilamuutokset olemassa olevaan koulurakennukseen rajattiin kuitenkin työekonomisista syistä tarkastelun ulkopuolelle hissien lisäystä lukuun ottamatta, sillä silmämääräisellä tarkastelulla tutkimuksen kohteena olleiden 1950-luvun ja 2010-luvun koulurakennusten tilarakenteet todettiin yllättävänkin samankaltaisiksi. 1950-luvun koulurakennusten runkorakenteet ovat lisäksi tyypillisesti varsin muuntojoustavia. Tilamuutosten toteuttamiselle on runkorakenteiden estämättä hyvät edellytykset myös tapaustutkimuksen kohteena olleessa rakennuksessa. Kuntatalouden kannalta peruskorjausta puoltaa myös rakennusten tasearvo. Purettavat rakennukset poistetaan kerralla, joten alaskirjaus vaikuttaisi kunnan tilinpäätökseen.

Polarisaatiosta johtuen syyt kouluinvestointeihin vaihtelevat, mutta ratkaisut voivat olla samoja väestöään kasvattaville ja sitä menettäville alueille. Väestökatoalueilla korjaustarpeessa olevia tiloja on vajaakäytössä, kun taas toisaalla tilaa opetukselle tarvitaan lisää. Molemmissa tapauksissa ratkaisu voi olla vanhojen rakennusten peruskorjaus ja linkittyvät toimenpiteet – osapurku tai laajentaminen. Selvää on, ettei väestökatoalueella kannata peruskorjata liian suurta koulua sellaisenaan, jos tiloille ei ole näköpiirissä käyttöä. Sen sijaan rakennuksen osapurku ja peruskorjaus voisi olla ratkaisu, jota tässä selvityksessä ei käsitelty.

7.1.3 Asuinkerrostalon tapaustutkimus

Terttu Vainio, VTT

1970-luvun kerrostalon toimenpidevaihtoehtoina tarkasteltiin peruskorjausta ja lisäkerrosten rakentamista sekä purkamista ja uuden isomman betonirakennuksen rakentamista. Vaikka peruskorjauksen korjausaste on suuri ja lisäkerrosten rakentamisen osalta se vastasi uudisrakentamista, on se hiilijalanjäljeltään 26 % ja elinkaarikustannuksiltaan 15 % edullisempi vaihtoehto kuin purkaminen ja uuden betonikerrostalon rakentaminen tarkastelun lähtöarvoilla ja oletuksilla. Vaihtoehtojen järjestys on sama, suhteutettiin hiilipäästöt ja elinkaarikustannukset lämmitettyä pinta-alaa tai keskimääräistä asukasmäärää kohden. Tuottavuudessa ja tuotantoteknologioissa tapahtuva kehitys sekä suhdannetilanne ja paikalliset rakennusmarkkinat vaikuttavat vertailun olettamuksiin ja edelleen tuloksiin.

Olemassa oleva kerrostalo oli liitetty kaukolämpöön. Valtakunnallisilla kertoimilla laskettuna siirtyminen maalämpöön puolittaisi hiilijalanjäljen verrattuna kaukolämpöön. Uudessa rakennuksessa hiilijalanjälki pieneni noin 35 prosenttia. Alueellisella tasolla todellinen päästösäästö voi olla pienempi tai suurempi riippuen paikallisen kaukolämpölaitoksen käyttämistä energialähteistä. Tarkastellussa tapauksessa on sekä peruskorjattu ja korotettu rakennus että uusi rakennus oletettu poikkeuksellisen energiatehokkaiksi, joten säästöt energialaskussa eivät riitä 50 vuoden aikajänteellä maksamaan investointien erotusta. Maalämpöinvestoinnin kannattavuutta parantaa vuosina 2020–2022 tarjolla oleva energia-avustus.

Tapauksena tutkitun 1970-luvun kerrostalon peruskorjaus ja lisäkerrokset ovat erittäin raskas korjaus ja tästä syystä hiilijalanjälki on suuri. Tämän tyyppisiä korjauksia tehdään yleensä vain vuokrataloihin tai kiinteistökehityskohteisiin. Suomessa löytyy vain harvoja 1970-luvun alueita, missä näin hintaviin hankkeisiin kannattaa ryhtyä.

Asunto-osakeyhtiöissä korjauksia tehdään tyyppillisesti rakennusosa kerrallaan. Mikäli rakennusta on ylläpidetty ja korjaukset tehty suunnitelmallisesti, voidaan energiatehokkuutta parantaa toimenpitein, jotka eivät tuota tarkastellun tapauksen kaltaista hiilipiikkiä. Esimerkiksi älykkäällä rakennusautomaatiolla ja vanhoihin rakennuksiin kehitetyillä teknologioilla voidaan hyödyntää ilmaisenergioita tehokkaasti ja vähentää hiilidioksidipäästöjä. Korotus soveltuu parhaiten kerrostaloihin, joissa hissit vaativat uusimista ja katto on elinkaarensa päässä. Myös julkisivuremontin yhdistämisestä kerrostalon korotukseen on saatu hyviä kokemuksia.

Sekä peruskorjaukseen ja korotukseen että purkavaan uudisrakentamiseen sisältyi asuntojen lukumäärän kasvattaminen. Omistajasta riippuen päätöksentekoa ohjaa joko tuotto-odotus vuokrattavista asunnoista, myytävästä rakennusoikeudesta tai mahdollisuus vähentää peruskorjauksesta aiheutuvaa kustannuspainetta. Kaikissa näissä tapauksissa rakennuksen sijainnilla on iso merkitys. Mitä arvokkaampi alue, sitä todennäköisemmin hankkeesta saadaan kannattava.

Suomessa asuntotarve on voimakkaasti polarisoitunut. Väestökasvu keskittyy harvalukuisille kaupunkiseuduille, kun taas suurimmassa osassa Suomen kuntia väkiluku vähenee ja asuinrakennuksia jää kokonaan vaille asukkaita tai vajaakäyttöön. Kasvavilla kaupunkiseuduilla näkökulma on huomattavasti laajempi ja kauaskantoisempi kuin tapaustutkimuksessa käsitelty yhden rakennuksen kehittämisskenaarion arviointi. Yksittäisen rakennuksen sijaan tulee tarkastella kaupunkikehitystä ja etsiä sen kannalta sekä ympäristövaikutusten että talouden osalta parhaita ratkaisuja.

Tällöin uuden rakennuskannan sijoittaminen olemassa olevan rakennuskannan sisälle, hyvien joukkoliikenneyhteyksien äärelle voi perustella vanhojen rakennusten purkamisen,

jos tilalle voidaan sijoittaa huomattavasti suurempi määrä asukkaita ja palveluja. Vertailuasetelma muuttuu, jos yhden rakennuksen sijaan tarkasteltaisiin kokonaisia alueita ja sitä, sijoittuvatko rakennukset olemassa olevaan yhdyskuntainfraan vai kokonaan uudelle alueelle sekä sitä, miten ratkaisut vaikuttavat liikkumisesta aiheutuviin päästöihin.

7.1.4 Ohjauskeinotarkastelu

Satu Huuhka, Tampereen yliopisto

Kirjallisuus- ja tapaustutkimusten tulosten perusteella ohjauskeinotarkastelussa keskityttiin kartoittamaan ohjauskeinoja olemassa olevan rakennuskannan säilyttämisen ja kehittämisen tukemiseksi purkavan uudisrakentamisen sijaan. Mahdolliset ohjauskeinot systematisoitiin säädöksiksi ja määräyksiksi (kahdeksan keino), talousohjaukseksi (yksitoista keino) ja informaatio-ohjaukseksi (kaksi keino).

Tunnistetut ohjauskeinot ovat joko valtion tai kuntien käytettävissä. Valtion keinoihin lukeutuvat verotukseen liittyvät keinot sekä mahdollisuus sisällyttää MRL:n uudistuksessa lakiin säädöksiä esimerkiksi kaavojen sisältövaatimuksista ja rakentamisen hiilijalanjälki-vaikutuksista, joita kuntien on rakentamisen kaavoituksessa ja rakentamisen luvituksessa toteutettava ja valvottava. Näiden lisäksi valtio voi tukea kuntien omaehtoista vähähiilisyys-ohjausta säätämällä MRL:ssä, mitä ohjauskeinoja kuntien on sallittua käyttää rakennusten hiilijalanjälkiperusteisen säilyttämisen ohjaamiseen. Näihin keinoihin voivat lukeutua jo olemassa olevat ohjausvälineet, kuten asemakaava ja alueellinen poikkeaminen, joiden käyttöalaa laajennettaisiin yksiselitteisesti tähän tarkoitukseen. Kyseeseen voivat myös tulla kokonaan uudenlaiset ohjauskeinot, kuten mahdollisuus myöntää lisärakennusoikeutta rakennusluvan yhteydessä rakennus säilytettäessä.

Vaikuttavimpia ohjauskeinoja lienevät ne, joilla tavoitetaan mahdollisimman suuri osa rakennuskannasta. Verotukselliset keinot ovat tässä suhteessa kattavia, mutta niiden taloudellinen merkitys voi rakennushankkeen kokonaiskustannusten näkökulmasta olla usein vaatimaton. Päästöverotuksen mahdollisuudet voivat kuitenkin mahdollisesti olla merkittävät. Rakennusmateriaalien päästöverotuksesta ja -kaupasta on tekeillä Aalto Economicin erillisselvitys.

Kuntatasolla yleis- ja asemakaavaratkaisujen hiilijalanjälkeen, neitseellisten materiaalien käyttöönottoon ja purkumateriaalien syntyymiseen sekä olemassa olevien rakennusten korjaus- ja käyttötarkoituksen muutospotentiaaliin liittyvät uudet sisältövaatimukset, lisärakennusoikeuden myöntäminen säilyttävälle ratkaisuille (vaihe)asemakaavoissa, alueellisenä poikkeamisena tai rakennusluvan yhteydessä ja säilyttämisestä sopiminen tonttinvuokrasopimuksia uusittaessa ovat myös keinoja, joiden potentiaalinen kattavuus on

suuri. Määräämällä kaavojen sisältövaatimuksista MRL:ssa valtio voi varmistaa, että edellä mainitut näkökulmat tulevat tarkasteltavaksi kaikessa kaavoituksessa, kun taas muiden mainittujen keinojen käyttöönotto jäänee kuntien oman harkintavallan piiriin. Tosin kaavaratkaisuihin liittyvän intressipunninnankin suhteen kunnilla on laaja itsehallinto, jonka puitteissa ne voivat päättää painottaa hiilijalanjälkivaikutusten sijasta muita näkökulmia. Tämä voi muodostaa riskin hiilijalanjälkiohjauksen toteutumiselle kunnissa.

Rakennushankkeeseen ryhtyvän näkökulmasta vaikuttavimpia lienevät keinot, jotka joko velvoittavat säilyttämiseen tai tarjoavat säilyttämisestä huomattavaa taloudellista etua. Responsiivisen sääntelyn tavoitteena on suosia kevyimpiä mahdollisia keinoja, jotka johtavat haluttuun lopputulokseen. Tämä puoltaa ensisijaisesti taloudellisten kannustimien käyttöönottoa ja velvoittamista vasta toissijaisena vaihtoehtona. Taloudelliset kannustimet lienevät myös kuntapoliittisesti helpompia hyväksyä kuin velvoittavat säädökset, ja niiden potentiaalisen kattavuuden voidaan arvioida olevan suurempi kuin velvoittavilla asemakaavasäädöksillä. Tällaisia ovat erityisesti keinot, joilla voidaan myöntää lisärakennusoikeutta rakennuksia säilytettäessä sekä mahdollisen maankäyttömaksun alentaminen. Velvoittavien keinojen olemassaolo on kuitenkin oleellista, jotta ohjausta on mahdollista kiristää, mikäli vapaaehtoiset keinot eivät osoittaudu riittävän tehokkaiksi.

Purkavaan uudisrakentamiseen liittyvät taloudelliset intressit ovat niin merkittäviä, että puhtaan informaatio-ohjauksen mahdollisuudet vaikuttavat vaatimattomilta. Säädös- ja talousohjauksen onnistuminen edellyttää kuitenkin riittävää informaatiota ja osaamista kaikilta kaavoitus- ja rakentamisprosessien osapuolilta.

7.2 Suositukset ja jatkotutkimustarpeet

Satu Huuhka, Tampereen yliopisto ja Terttu Vainio, VTT

7.2.1 Suositukset

Rakennusten purkamispäätösten taustalla vaikuttavat monet erilaiset intressit. Nyt käsillä olevan tutkimuksen näkökulmana ovat olleet yksinomaan yksittäisten rakennusten hiilijalanjälki ja elinkaarikustannukset. Tulosten perusteella on selvää, että tontin/rakennuksen tasolla tarkasteltuna olemassa olevien rakennusten elinkaaren jatkaminen pitää sisällään suuren potentiaalisen päästöjen välttämiseen purkavaan uudisrakentamiseen verrattuna. Rakennuksia korjaamalla ja kehittämällä päästöjen syntymistä voidaan välttää voimakkaasti juuri tulevana vuosikymmeninä, jotka ovat ratkaisevia ilmastonmuutoksen torjunnan ja siihen sopeutumisen näkökulmasta. Tätä seikkaa vasten vaikuttaa ilmeiseltä, että tematiikka pitäisi ottaa huomioon välittömästi ja riittävän suurella painoarvolla osana vähähiilisen rakentamisen ohjauskokonaisuutta.

Koska maankäytön ja rakentamisen ohjausjärjestelmämme rakentuu hierarkkisesti siten, että ylemmillä tasoilla tehdyt linjaukset (kuten yleis- ja asemakaavoituksessa tehdyt valinnat) vaikuttavat käytännön rakennushankkeiden toteutukseen, tulisi myös rakennuskannan elinkaaren pidentämistä edistää ohjauksen eri mittakaavatasoilla systemaattisesti. Olemassa olevan rakennuskannan säilyttämisen kysymyksissä rakennustasolla tapahtuvaa ohjausta ei voida kytkeä irti maankäytön suunnittelun ohjauksesta. Säilyttämisen edellytykset määritellään pitkälti jo maankäytön suunnittelussa mm. tontin käyttöön liittyvien reunaehtojen kautta sekä muualle kaavoitettavan, kilpailevan tarjonnan myötä. Kaavoitukseen ja muuhun kunnalliseen suunnitteluun liittyvät keinot, kuten lisärakennusoikeuden myöntäminen ja maankäyttömaksun alentaminen, ovat myös taloudelliselta kannustavuudeltaan merkittäviä rakennushankkeeseen ryhtyvän näkökulmasta. Tämän vuoksi kuntien kaavoitus ja maapolitiikka näyttävät ensisijaisina vaihtoehtoina hiilijalanjälkihjaukseen purkamista ja korjaamista koskevissa kysymyksissä.

Kuntien omaehtoiseen vähähiilisyysohjaukseen lienee tarkoituksenmukaista tarjota MRL:a uudistettaessa useita vaihtoehtoisia ohjausvälineitä, sillä erilaiset ohjauskeinot voivat soveltua erilaisiin kunnissa esiintyviin tilanteisiin. Näitä keinoja on käsitelty tarkemmin Luvussa 6. Niistä keskeisimpiä ovat lisärakennusoikeuden myöntäminen (vaihe)asema-kaavassa, alueellisena poikkeamisena ja rakennusluvan yhteydessä ja hiilijalanjälkirajan asettaminen asemakaavassa. Erityisesti kahden viimeksi mainitun käyttöönotto edellyttää MRL:n tarkistamista, mutta myös kahden ensiksi mainitun käytöstä lisärakennusoikeuden myöntämiseen voitaisiin säätää MRL:ssa nykyistä yksiselitteisemmin. Mahdollisuutta hiilijalanjälkiperusteiseen säilyttämiseen velvoittamiseen tarvitaan lisäksi, jotta vähemmän velvoittavat keinot näyttävät rakennushankkeeseen ryhtyvän näkökulmasta tarttumisen arvoisina, mikä myös edellyttää MRL:n muutosta. Jotta ohjaus ei kuitenkaan jäisi vain kuntien näkemysellisyyden varaan, on perusteltua, että hiilijalanjälkinäkökulma sisällytetään yksiselitteisesti yleis- ja asemakaavojen sisältövaatimuksiin. Niissä tapauksissa, joissa kaavoitettava alue sisältää entuudestaan olemassa olevaa rakennuskantaa, hiilijalanjälkeen liittyvien sisältövaatimusten tulisi edellyttää sekä purkavan että säilyttävän vaihtoehdon vaikutusten vertailua. Tämäkin asia tulisi ottaa huomioon MRL:a uudistettaessa.

Valtion verotuksellisten ohjauskeinojen osalta erityisesti päästöverotus voi mahdollisesti olla hyvin vaikuttava keino. Aalto Economicsin rakennusmateriaalien päästöverotusta ja -kauppaa koskevan selvityksen valmistuttua selvityksen tuloksia kannattaa tarkastella vielä erikseen purkamista ja korjaamista koskevan päätöksenteon näkökulmasta. Muita verotuksellisia keinoja, kuten kiinteistöverotusta ja hankintamenojen poistojen käsittelyä verotuksessa, voitaneen käyttää tukikeinoina, mutta yksinään käytettynä niistä tuskin on riittäviksi kannustimiksi rakennushankkeeseen ryhtyvälle.

Valtion rakentamisen ohjausta koskevien ohjauskeinojen osalta hiilijalanjälkiselvitysten edellyttäminen purkuluvan myöntämisen ehtona ja hiilijalanjälkirajan määrittely

rakentamismääräyskokoelmassa olemassa olevien rakennusten rakennuspaikoille voivat mahdollisesti myös olla käyttökelpoisia ohjauskeinoja. Koska ne kuitenkin koskisivat kaikkea rakentamista olosuhteista riippumatta, vaatii niiden käyttöönoton harkinta syvällisempää analyysiä vaikutuksista erilaisiin tilanteisiin kuin nykyisen työn puitteissa on ollut mahdollista suorittaa. Lisäksi säätäminen yksiselitteisemmin teknisten normien jouston kriteereistä käyttötarkoituksen muutosten yhteydessä näyttäytyy keinona, jolla muita keinoja voidaan tukea, mutta ei yksinään riittävänä välineenä.

Ohjausvaikutuksen varmistamiseksi sekä kaavoittajien että rakennusalan muiden viranomaisten ja toimijoiden tietoisuutta hiilijalanjälkivaikutuksista ja niihin liittyvää osaamista olisi kiireesti lisättävä. Käytännön työtä varten tarvitaan myös käytännöllisiä työvälineitä. Rakennusten korjaamisen tai korvaamisen hiilijalanjälki- ja materiaalivirtavaikutukset olisi saatettava osaksi kaavoituksen kasvihuonekaasupäästöjen arviointimenetelmiä ja -työkaluja, kuten kaavoituksen ekolaskuria KEKOa (Suomen ympäristökeskus, 2016) ja muita vastaavia palveluja. Syötteenä tähän voidaan käyttää mm. nyt käsillä olevan hankkeen kirjallisuus- ja tapaustutkimusten tuloksia. Rakennustasolla tapahtuvien vertailulaskelmien laskentamenettelyt ja esitystavat olisi standardoitava osana ympäristöministeriön rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmää.

Tapauksesta riippuen kaupunkirakenteen kokonaispäästötarkastelun perusteella saateen joskus tulla myös johtopäätökseen, että purkava uudisrakentaminen voi kannattaa, mikäli näin voidaan välttää riittävästi infrarakentamiseen ja liikenteeseen liittyviä päästöjä. Jotta kokonaispäästötarkastelut todella olisivat kokonaisvaltaisia, on niitä varten luotaviin malleihin kuitenkin ehdottomasti sisällyttävä työkalut myös purkamiseen tai säilyttämiseen perustuvien vaihtoehtojen hiilijalanjälkivaikutusten arviointiin.

Vähähiilisyden tavoitteluun olemassa olevia rakennuksia säilyttämällä ei vaikuta olevan yhtä yleispätevää ohjauskeinoa, joka voisi riittävällä tavalla kattaa kaikki erilaiset tilanteet. Työssä tarvitaan sekä ohjaamiseen velvoittavia keinoja (kuten kaavojen sisältövaatimuksia) että ohjaamisen mahdollistavia keinoja (kuten kuntien keinovalikoimaa) sekä valtion ja kuntien yhteistä näkemystä ohjauksen tarpeesta ja tavasta.

7.2.2 Jatkotutkimustarpeet

Koko rakennuskantaa ja mahdollisten ohjaustilanteiden kirjoa ajatellen tutkimustietoon jää nyt käsillä olevan selvityksen jälkeen myös aukkoja. Kirjallisuustutkimuksessa käsitellyt ja uudet tapaustutkimukset edustavat rakennustyyppiensä, rakentamisvuosikymmeniensä ja rakennusmateriaaliensa osalta vain osaa koko rakennuskannastamme. Niissä painottuvat asuin- ja toimistotalot, 1960- ja 1970-luvut ja betonirakenteiset rakennukset. Tarkempaa analyysiä tarvitaan vielä siitä, miten näiden tapauksien tuloksia voidaan soveltaa niistä

joltain osin poikkeaviin tapauksiin ja missä merkittävimmät tutkimukselliset aukot sen jälkeen ovat. On odotettavissa, että uusiakin tapaustutkimuksia tarvitaan tutkimuksellisten aukkojen umpeen kuromiseksi.

Ensimmäinen ja tärkein tunnistettu lisätutkimuksen tarve on niissä kasvavien kaupunki-seutujen tapauksissa, joissa tavoitellaan huomattavaa asukas- tai käyttäjämäärän lisäystä. Mikäli olemassa olevia rakennuksia laajentamalla ei voida saavuttaa purkavalla uudisrakentamisella tavoiteltua käyttäjämäärää, osa uudisrakentamisesta joudutaan rakennuksia säilytettäessä sijoittamaan muualle joko kaupunkia täydentämällä tai uusia alueita perustamalla. Tämän rakentamisen sijoittamisella on vaikutusta paitsi maa- ja pohjarakentamisesta aiheutuviin päästöihin, myös odotettavissa olevien liikenteen päästöjen kannalta. Nyt käsillä olevassa tutkimuksessa ei tunnistettu yhtään julkaisua, joka olisi käsitellyt tätä kysymystä, joten sitä suositellaan selvitettäväksi luotettavin menetelmällisin valinnoin jatkotutkimuksissa. Asia kytkeytyy suoraan myös kaupunkirakenteen kokonaispäästömallien kehittämiseen. Näiden askelien kautta päästömallinnusta voidaan vähä vähältä kehittää edelleen huomioimaan yhä useampia ja monimutkaisempia näkökulmia, kuten päästökaupan ja teollisten symbioosien (sektori-integraation) mahdollisuuksia päästöjen vähentämisessä.

Tapaustutkimuksissa käsiteltiin lisärakentamista olemassa olevan rakennuksen yhteyteen. Tämä on oleellinen kysymys kasvaville kaupungeille. Suomessa on kuitenkin suuri määrä kuntia, joissa kipuillaan täysin toisenlaisten kysymysten kanssa. Mitä tehdä asuinkerrostoille ja lähipalvelurakennuksille, joiden määrä on mitoitettu suuremmalle väestölle kuin kunnassa nykyisin tai tulevaisuudessa asuu? Tilatarpeiden vähentymisestä huolimatta rakennukset ikääntyvät ja tarvitsevat toimenpiteitä. Tästä näkökulmasta on selvää, että rakennuskannan kestävä ja vähähiilinen hyödyntäminen kytkeytyy ylimmällä mahdollisella mittakaavatasolla myös aluekehityksen tasapainoisuuteen. On ilmeistä, että väestön keskittyminen vain harvoille kaupunkiseuduille johtaa rakennuskannan merkittävään vajaakäyttöön toisaalla. Tähän nähden erityisen ristiriitaista onkin, että tilantarpeen vähentymisestä huolimatta rakennetun pinta-alan ja rakennusten varaaman maapinta-alan kasvu jatkuu myös väestöltään vähenevissä kunnissa (Huuha, 2014). Nämä alueelliset näkökulmat ja ohjaus väestöltään vähenevien kuntien tilanteissa muodostavat toisen jatkotutkimusaiheen.

Kolmas jatkotutkimustarve muodostuu tilatehokkuuden tai käyttäjämäärän perustellusta käsittelystä laskentamenetelmässä. Useimpia tiloja on mahdollista käyttää sekä väljemmin että ahtaammin, ja tilojen käyttäjämäärät voivat vaihdella voimakkaastikin vuosien aikana käyttäjiensä muuttuvien tarpeiden, tilanteiden ja taloudellisten resurssien myötä. Kirjallisuustutkimuksen aineiston muodostaneista julkaisuista ei tunnistettu hyviä esimerkkejä, joissa tilatehokkuutta, käyttäjämäärää tai muuntojoustavuutta olisi huomioitu vakuuttavasti koko elinkaaren näkökulmasta. Asiaa lähestyttiin yleensä varsin mekaanisesti ja lyhytnäköisesti esimerkiksi nykyhetken markkinakysyntää kuvaavan tunnusluvun avulla.

Perustellun laskentakäytännön muodostamiseksi muuntojoustavuuden merkitys elinkaaren aikana ansaitsisi selvästi lisää pohdintaa.

Neljäs jatkotutkimusehdotus liittyy korjausrakentamisen vähähiilisyyden ohjaamiseen. Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä on lähtökohtaisesti kehitetty uudisrakentamista varten. Vaikka uuden MRL:n edellyttämä ilmastaselvitys tuleekin koskemaan myös laajamittaisia korjaushankkeita, laskentamenetelmä ja mahdolliset hiilijalanjälkirajat soveltuvat korjaushankkeiden ohjaamiseen rajoitetusti. Esimerkiksi työmaan päästöille joudutaan nykyisellään soveltamaan uudisrakentamisen päästöjä, mikä liioitellee korjaustyön päästöjä huomattavasti. Rakennusten tekniset korjaustarpeet myös vaihtelevat, eikä olisi tarkoituksenmukaista, jos korjaamiselle asetettaisiin hiilijalanjälkiraja, joka alkaisi rajoittamaan vaurioiden välttämättömiä korjauksia. Toisaalta myös rakennusten ylikorjaamista tiedetään tapahtuvan, mikä ei ole toivottavaa sen paremmin päästövaikutusten kuin kulttuurihistoriallistenkaan arvojen näkökulmasta. Tämän välttämiseksi tulisi löytää keinoja korjausrakentamisen ohjaamiseksi kohti materiaalitehokkaita, vähähiilisiä korjaustapoja, joiden hiilipiikki on pieni, mutta vaikutus käytön aikaisiin päästöihin suuri. Esimerkiksi maalämpöjärjestelmään siirtyminen on hyvä esimerkki tällaisesta toimenpiteestä, mutta vaihtoehtoja on muitakin. Rakennuksen ominaispiirteet säilyttävien, vähähiilisten korjaustapojen sekä näiden käyttöönottoon kannustavan ohjauksen kokonaisuus muodostaa merkittävän jatkotutkimustarpeen.

Viides jatkotutkimusaihe liittyy purkamista tai korjaamista koskevien ohjauskeinojen lopulliseen valintaan sekä mielekkäiden kriteerien ja raja-arvojen kehittämiseen kullekin ohjauskeinolle. Osa tästä harkinnasta tulee tehtäväksi MRL:n uudistuksen valmistelun yhteydessä, kun eri ohjauskeinojen käyttöönottoa ja käyttöaloja määritellään tarkemmin ympäristöministeriön virkatyönä. Tämä koskee erityisesti valtion ohjauskeinoja. Kuntien ohjauskeinojen kriteerien ja raja-arvojen kehittäminen voinee puolestaan tapahtua luontevimmin kuntien ja konsulttien tai tutkimuslaitosten yhteiskehittämisenä kuntien käytännön hankkeiden yhteydessä, kuten uusien hiilineutraalien kaupunginosien yleis- ja asema-kaavoja laadittaessa.

Viimeiseksi todettakoon, että tarve vähähiilisyyden ja kiertotalouden ohjaamiselle ei täysin tyhjenny kysymykseen purkamisesta tai korjaamisesta, vaikka se onkin kysymyksistä keskeisimpiä. Olkoonkin, että hiilijalanjälkivaikutusten perusteella rakennusten purkamista tulisi jatkossa harkita huomattavasti nykyistä tarkemmin, kaikkea purkamista ei silti voida täysin välttää. Vähähiilisyys- ja kiertotalousohjauksen kokonaisuudessa tulee kehittää keinoja myös purkamisen ohjaamiseksi kestäväen kehityksen mukaiseksi. Uudelleenkäyttöä ja kierrätystä varten purettavien rakennusosien ja -materiaalien avulla voitaneen tulevaisuudessa pienentää myös uudisrakennusten tuotevaiheen hiilijalanjälkeä nykyisestä. Tämänkin kehityksen kirittämiseksi lienee mielekästä harkita myös erilaisia valtion ohjauskeinoja.

Liite 1. Sidosryhmätyöpajan palaute

Samuel Bashmakov, Tampereen yliopisto

Ohjauskeino 1: Rakennuskannan potentiaalın ja purkamisesta syntyvien materiaalivirtojen huomiointi yleis- ja asemakaavoituksessa (Luvut 6.1.2 ja 6.1.3)

Mihin ohjauskeino soveltuu? Mitkä ovat sen hyvät puolet? Minkälainen vaikuttavuus sillä on?

Tämän ohjauskeinoın tematiikka ei ole ollut tähän mennessä mukana kaavaharkinnassa. Rakennuskannan kokonaisuuden hallinta sekä tilapotentiaali ovat tärkeitä näkökulmia. Tilapotentiaalın osalta tilojen monikäyttöisyys ja muunneltavuus keskeistä.

Erilaiset kehittämisspolut ovat kiinnostavia myös uudisrakentamisen näkökulmasta ("pysyvät" vs. siirrettävät/kierrätettävät).

Mihin ohjauskeino ei sovellu? Mitkä ovat sen huonot puolet?

Tietyt käyttötarkoituksen muutokset ovat yksisuuntaisia omistajarakenteen takia, esim. toimistojen muuttaminen asunnoiksi. Helsinki haluaa tästä syystä tietyissä tilanteissa välttää tällaista. Kaupunkien kilpailutilanne tekee tästä vaikean asian puuttua. Lisäksi vanhojen rakennusten tapauskohtaisuus voi vaikeuttaa.

Ohjauskeino 2: Asemakaavassa myönnettävä lisärakennusoikeus rakennuksia säilytettäessä (Luku 6.3.1)

Mihin ohjauskeino soveltuu? Mitkä ovat sen hyvät puolet? Minkälainen vaikuttavuus sillä on?

Työpajaryhmässä keskusteltu energiasaneeraukseen kannustamisesta, joten ohjauskeinoın koettiin voivan olla käytettävissä.

Mihin ohjauskeino ei sovellu? Mitkä ovat sen huonot puolet?

Tämänhetkinen tapa kaavoittaa on sellaista, että kaikki mahdollinen rakennusoikeus hyödynnetään kaavassa. Kaupunkikuvan yhtenäisyys voi kärsiä, jos tietty kiinteistö hyödyntää lisärakennusoikeuden, mutta toinen ei.

Asemakaavoissa lopputuote on tällä hetkellä määrättävä tarkkaan. Harkintaa käydään kaavoitushankkeen sisällä, jolloin myös lopputuote lukitaan.

Ohjauskeino 3: CO₂-perusteinen säilyttämään velvoittaminen asemakaavassa (Luku 6.2.1)

Mihin ohjauskeino soveltuu? Mitkä ovat sen hyvät puolet? Minkälainen vaikuttavuus sillä on?

Ohjauskeinoon vaikuttavuus olisi iso, mikäli se saataisiin toimimaan. Se soveltuisi isoille massoille (esimerkiksi betoni- ja massiivitiilirakenteille). Myös kulttuuriympäristönäkökulmasta menettely tukisi isojen massojen (elementtikerrostaloalueet ja isot teollisuuskompleksit) säilyttämistä. Ohjauskeino edellyttää kuitenkin raja-arvoja, kuten sitä, mitä selvityksiä vaaditaan ja kenen vastuulla selvitysten tekeminen on.

Pitäisikö edellyttää korjattavuuden todentamiseen menettelyä?

Rakennuksen pitää olla korjauskelpoinen. Pohdintaa heräsi siitä, että jos aikanaan ilmenee, ettei rakennus ole korjauskelpoinen (voitaisiin käsitellä poikkeamismenettelyllä). Ohjauskeino vaatii tarkkaa harkintaa kaavoitusvaiheessa, ettei johda pallotteluun viranomaisten välillä lupavaiheessa. Miten tämä kytkettäisiin lupaprosessiin?

Olisiko vastaava menettely, kuin kaavaan merkittävässä suojelumerkinnässä? Katsotaan inventoinnit ja arvo (joskus kuntoarvioita, mutta usein se tehdään viranomaismenettelynä), mutta vaatii tapauskohtaista harkintaa.

Kuntien tulee miettiä kaikkia keinoja, miten nollapäästöihin päästään. Kaavoitus on tärkeää. Ohjauskeino sopii asemakaavavaikutusten pakettiin. Se on kuitenkin vaikea, miten ohjeistetaan?

Soveltuisi alueellisena poikkeamana.

Kysymykseen nousivat myös kasvavat kaupungit ja se, että otetaanko puistoalueet ja metsä rakentamisen piiriin ja huomioidaanko puiden kaato. Tällöin hiilivaikutukset ovat monikertaiset. Asemakaava sopii siihen, kun tutkitaan isompaa kokonaisuutta joka tapauksessa. Velvoitetaan säilyttämään. Lisärakentaminen olisi tehtävä mahdolliseksi.

Mihin ohjauskeino ei sovellu? Mitkä ovat sen huonot puolet?

Kuka tekee hiililaskelman, jos rakennus asetetaan sillä perusteella säilytettäväksi? Omistajat eivät luonnostaan tee laskelmaa.

Terveys ja turvallisuus ovat vaikeita osoittaa. Mikäli hiililaskelma tehdään, niin muut näkökulmat tulevat luonnostaan mukaan ja vaatii mahdollisesti paljon paperityötä.

Muut ympäristövaikutukset nousivat myös esiin. Hiilijalanjälki voi olla ristiriidassa muiden ympäristöarvojen kanssa – ainahan kaavoitus yhteen sovittaa eri näkökulmia, mutta lain perusteluosassa sen tulisi olla myös mukana.

Aina rakennuksen omistaja ei ole ollut edes tietoinen suojelusta. Asian pitäisi mennä tiedoksi omistajalle ja tässä pitää olla sama logiikka – ongelmaksi tulee

se, että tasapuolisuuden vuoksi pitäisi tiedottaa kaikkia (uhkana on se, että kaavoittajasta tulee postitoimisto).

MRL:iin on tulossa velvoite rakennustason elinkaaren hiilijalanjäljen laskelmaan, mutta vastaavaa tarkastelua olisi hyvä tehdä jo kaavoitusvaiheessa.

Perustukset ovat iso osuus hiilijalanjäljestä (esimerkiksi paalutus) ja se, millaiselle maapohjalle rakennus on rakennettu, vaikuttaa merkittävästi.

Yksittäisissä tapauksissa korjaus, ylläpito ja huolto ovat yksinkertainen ratkaisu. Purkamiselle tulisi olla maksu, joka tukisi peruskorjausta. Aina, kun vanha materiaali korvataan uudella, tulisi käytössä olla korjausmaksu. Tämä näkökulma ei kuitenkaan ole tässä keinossa mukana.

Yleiskaavatasolla asia on esillä, mikäli rakennetaan uutta rakennusta, joka tekee vanhan olemassaolon tarpeettomaksi.

Kokonaisvaltainen CO₂-tarkastelu. Yleiskaavassa pitäisi tarkastaa myös CO₂-arvot (strateginen valinta). Uusi keino siihen, miten asemakaavatasolla pääsee vähähiilisyteen.

Säilyttämisvelvoite aiheuttaa suunnittelijalle päänvaivaa. Hiilijalanjälkiperusteinen säilyttäminen on eri asia kuin kulttuurihistoriallisten rakennusten säilyttäminen. Huolenaiheena on se, että pitääkö epäkelpoa rakentamista säilyttää? Käyttöön otettaessa tämä olisi melko vahva ohjauskeino.

Ohjauskeino 4: Purkamisen perusteluelvoite purkulupaa haettaessa (Luku 6.2.3)

Mihin ohjauskeino soveltuu? Mitkä ovat sen hyvät puolet? Minkälainen vaikuttavuus sillä on?

Periaatetasolla ohjauskeino on erittäin hyvä ajatus. Ohjauskeinolla olisi vaikutusta, mikäli se saataisiin toimivaksi. Se soveltuisi isoimpiin ja laajempiin kohteisiin, mutta ei esimerkiksi piharakennuksiin (käytössä voisi olla esim. neliö- tai kuutiorajat).

Vaatisi tiettyjä liitteitä, jotta arviointia voidaan tehdä. Vaatisi selkeän lomakkeen ja tietyt perustiedot (rakennusvuosi, laajuus, materiaali yms.), joilla voidaan lähteä liikkeelle. Niiden perusteella vaadittaisiin mahdolliset tarkemmat selvitykset, mikäli se olisi tarpeen. Purkujätelomake jo nykyisellään täytyy tehdä, mutta toteumaa ei juurikaan valvota. MRL:ssa tulisi olla purkamislupaehdot. Nyt mahdollistetaan myös ei-järkevä purkaminen. Purkamisen tulisi olla perusteltua. Tämä vaatisi ajatustason muutoksen – myös arkinenkin ympäristö on arvokasta. Olennaisena kysymyksenä on, että puretaanko tarpeeton rakennus, jonka tilaan ei tule mitään, tai kun tarvitaan uutta lisätilaa. Molempiin tapauksiin sopii kevyt perusteluelvoite.

Kokonaisvaltainen tarkastelu pitäisi olla peruskäytäntö. Kaikilla tasoilla pitäisi olla mahdollista tarkastaa hiilipäästöjä, vaikka se vaatisikin uutta osaamista.

Mihin ohjauskeino ei sovellu? Mitkä ovat sen huonot puolet?

Käytännön toteutus vaatisi paljon pohdintaa. Riskinä ohjauskeinolla on tulkinvaraisuus. Lainsäädännöstä pitäisi tulla sisältövaatimuksia esimerkiksi siitä, että voidaanko purkamisen kieltää.

Ohjauskeino työllistäisi rakennusvalvontaa paljon lisää (nykyisin purkamisen yleensä hyväksytään, ellei erikseen ole nimettyjä lausuntovaatimuksia). Purkamista toteuttavalla on aina perustelut purkamisella. Kuntien pitäisi enemmän miettiä perusteluita purkamisen oikeellisuudelle. Tuntuu, että purku on nykyisellään helppo vaihtoehto. Perusteluvaihtoehto edistäisi sitä, että rakennukset eivät seisoi tyhjillään, jolloin niitä tulee kuitenkin lämmittää.

Ohjauskeino 5: Asemakaavassa tai rakennusmääräyskokoelmassa annettu säilyttämään kannustava CO₂-raja (Luku 6.2.2)

Mihin ohjauskeino soveltuu? Mitkä ovat sen hyvät puolet? Minkälainen vaikuttavuus sillä on?

Jos tarkastellaan vain hiilijalanjälkeä, tämä on soveltuva keino. Oikea suunta ja mielekäs. Luonnonvarojen ja resurssien kannalta toimiva tapa. Toteuttajalle tulisi suoda teknisiä vapauksia. Ohjauskeino toimisi kannustavana keinona, mutta ei velvoittavana.

Mihin ohjauskeino ei sovellu? Mitkä ovat sen huonot puolet?

Rakennussuojelua ei voi toteuttaa yksin hiilijalanjäljen perusteella. Suojelu pitää toteuttaa muutoin siten, että harkinnassa keskeistä ovat kulttuurihistorialliset arvot. Määrittelevät rajat vielä auki siitä, mikä on hiilineutraalia rakentamista. Entä, olisiko kyseessä täsmällinen raja vai mitä parempi sen isompi kannustin. Verrattaisiinko neliömäärää, rakennuspaikkaa, käyttäjää kohti? Miten tähän saataisiin pitkäjännitteisyttä? Aiheutuisiko määräysten muuttumisesta/ kaavoituksesta purkamispiikki? Entä miten tämä vaikuttaisi kiinteistöjen arvoon?

Ohjauskeino 6: Purkamisluvan myöntäminen CO₂-päästövertailun perusteella (Luku 6.2.3)

Mihin ohjauskeino soveltuu? Mitkä ovat sen hyvät puolet? Minkälainen vaikuttavuus sillä on?

Se, että laskentaa tehdään, on hyvä lähtökohta. Purkamisessa voisi olla myös uudelleenkäytön velvollisuutta. Entä pitäisikö muitakin arvoja, kuten arkkitehtonisia arvoja, käytettävyyttä tms. ottaa mukaan vertailuun? Mukana voisi olla sekä hiilijalanjälki että hiilikädenjälki. Yksinkertainen vertailu toimisi lupavaiheessa samalla tavoin kuin lämpölämpöiden tasauslaskelma toimii tällä hetkellä.

Mihin ohjauskeino ei sovellu? Mitkä ovat sen huonot puolet?

Purkamislupa vaatii kokonaisharkintaa. CO₂-päästövertailu ei voi olla ainoana määrävänä tekijänä. Se, ettei purkulupaa myönnettäisi ainoastaan tämän perusteella, kuulostaa kohtuuttomalta. Purkamiselle on muitakin perusteluja kuin hiilijalanjälki.

Koskeeko tämä myös peruskorjaamista, jossa on myös paljon purkamista vai ainoastaan koko rakennuksen purkamista? Onko puurakenteisen rakennuksen purkamisella suurempi hiilijalanjälki kuin betonisen rakennuksen purkamisella?

Haasteena ohjauskeinossa on se, että siinä puututaan ihmisten yksityisomaisuuteen. Kuka päätöksen asiasta tekee ja kenellä on mahdollisuuksia tehdä tämä vertailu? Entä, miten tunnistetaan esimerkiksi mikrobivaurioituneiden materiaalien osuus tarkastelussa? Miten varmistetaan, että laskelmat toteutuvat?

Ohjauskeino 7: Maankäyttömaksun alentaminen lisärakennusoikeutta kaavoitettaessa, olevat rakennukset säilytettäessä (Luku 6.3.6)

Mihin ohjauskeino soveltuu? Mitkä ovat sen hyvät puolet? Minkälainen vaikuttavuus sillä on?

Soveltuu käytettäväksi asemakaava-alueella, jossa halutaan tiivistää. Näillä alueilla vaikuttavuus voisi olla hyvä. Maankäyttömaksut eroavat paljon alueittain: siellä, missä maksut ovat korkeat, myös vaikuttavuus on korkea.

Voimme olla varmoja, että hiilijalanjälkitaso saavutetaan? Tieto kohteesta ja sen mahdollisuuksista on keskeinen.

Valtion kompensatio, mikäli päästövähennyksiin päästään.

Mihin ohjauskeino ei sovellu? Mitkä ovat sen huonot puolet?

Tämä ei ole keino, joka soveltuisi kaikkialle. Lisäkerrosten rakentamiseen tämä soveltuisi, mikäli se olisi teknisesti mahdollista. Uudisrakennuksien osalta kaavoituksen tulisi olla "löysää", jotta olisi tilaa tehdä täydennysrakentamista.

Maankäyttömaksut ovat erityisesti kaupunkien kehittämiseen kohdistuvaa rahaa, joten kiinnostusta tämän vähentämiseen voisi olla vähän.

Kaikilla toimenpiteillä vaikutetaan suoraan asumiskustannuksiin. Epäsuoraan asumiskustannuksiin vaikutetaan esimerkiksi hankkeiden osalta, jotka eivät käynnisty maankäyttömaksujen suuruudesta johtuen.

Lainsäädäntöä /määräyksiä/säädöksiä pitäisi selkeyttää.

Ohjauskeino 8: Lisärakennusoikeuden myöntäminen alueellisena poikkeamisena rakennuksia säilytettäessä (Luku 6.3.2)

Mihin ohjauskeino soveltuu? Mitkä ovat sen hyvät puolet? Minkälainen vaikuttavuus sillä on?

Tämän ohjauskeino vaikuttavuus olisi merkittävä. Tulot kertyisivät koko elinkaaren ajalta, jolloin kyse ei olisi yksinkertaisesta kompensatiosta. Tällä olisi merkittävä taloudellinen insentiivi. Kuitenkin markkinoiltaan eriarvoiset alueet huomioitava.

Ohjauskeinoon hyviä puolia olisi myös sen nopeus.

Ohjauskeino soveltuisi yhdisteltynä muihin ohjauskeinoihin samalla tavoin, kuten pysäköintiratkaisut.

Mihin ohjauskeino ei sovellu? Mitkä ovat sen huonot puolet?

Ohjauskeino saattaisi luoda yhdenvertaisuusongelman. Sopisi alueille, jossa tiiviysaste on matala. Kun taas tiiviissä kaupunkirakenteessa keinolle olisi vähäisiä mahdollisuuksia.

Vaikeutena saattaisi olla massoittelu tontilla, kun säästetään olemassa olevat rakennukset tontilla.

Minkä takia ei ohjaamista ei tehdä hiilijalanjälkiperusteisella ohjauksella? Entä miksi säilyttämisen näkökulma pitää ottaa mukaan? Hyväksytäänkö tämä ohjauskeino, jos tulee teknisenä yksittäisenä pykälänä?

Päästöongelmat ovat vanhassa asuntokannassa. Perusparannuksien osalta, se mitä tehdään, pitäisi tehdä kunnianhimoisesti ja energiaremonttina. Tämä vaikuttaisi asumisen kustannuksiin sekä siihen, miten rakennuttajat ja rahoittajat lähtevät projektiin mukaan.

Riskit peruskorjausvaihtoehdossa.

Ohjauskeino 9: Erilaisten maksujen alentaminen (tonttivuokrat, rakennuslupa- ja kaavoitusmaksut) rakennuksia säilytettäessä (Luvut 6.3.5, 6.3.6 ja 6.3.10)

Mihin ohjauskeino soveltuu? Mitkä ovat sen hyvät puolet? Minkälainen vaikuttavuus sillä on?

Kertaluontoinen (rakennuslupa/kaavoitusmaksu) toimii omatoimiseen. Tonttivuokra voi toimia kasvupaikkakunnilla.

Taloudelliset keinot ovat tärkeä elementti keinopaletista. Helsinkiin tulevat vuokran korotukset voisivat kannustaa säilyttävään lisärakentamiseen.

Kulttuuriperinnön säilyttämiseen olisi hyvä saada uusia välineitä immateriaalisten arvojen lisäksi ja siihen esillä olevat keinot olisivat hyvä lisä.

Mihin ohjauskeino ei sovellu? Mitkä ovat sen huonot puolet?

Kertaluontoinen (rakennuslupa/kaavoitusmaksu) ei toimi liiketoiminnalliseen rakentamiseen. Tonttivuokra ei toimi myöskään supistuvilla alueilla, sillä tontit ovat lähtökohtaisesti edullisia.

Tapaustutkimusten tulokset ovat epävarmoja ja tulkinnanvaraisia. Onko tarpeeksi perusteita ohjauskeinoihin? Entä onko purkujätteen hyödyntämistä tarkasteltu?

Ohjauskeino 10: Kiinteistöverotuksen mahdollisuudet rakennusten säilyttämiseen kannustamiseksi (Luku 6.3.7)

Mihin ohjauskeino soveltuu? Mitkä ovat sen hyvät puolet? Minkälainen vaikuttavuus sillä on?

Ohjauskeino voisi toimia toimistorakennusten osalta (viiden vuoden vapautus kiinteistöverosta).

Keino vaatisi kuitenkin valtion vastaantuloa asiassa. Esimerkiksi taloyhtiöiden taloudessa kaikki tuki on tarpeen.

Suojeltuihin rakennuksiin on yritetty saada kiinteistöveron huojennusta.

Kaikki keinot, jotka edistävät ilmaston kannalta kestävämpää rakentamista, ovat tervetulleita kaupungeille.

Mihin ohjauskeino ei sovellu? Mitkä ovat sen huonot puolet

Kiinteistöverotuksen muutos vaatii useiden lakien muuttamista ennen kuin sitä voitaisiin käyttää vähähiilisen rakentamisen ohjaamiseen. Nykyisen kiinteistöverojärjestelmän ohjausvaikutus on hankala. Esimerkiksi järjestelmä aliarvostaa vanhoja (Helsingin keskustan) arvorakennuksia, mutta korottaa veroa, mikäli peruskorjausta tehdään.

Yleistä keskustelua aiheesta

Mitä ajatuksia esitykset herättivät?

Rakennustiedon kyselytutkimuksessa nämä teemat ovat nostettu esiin tärkeinä, erityisesti kunnan omistamien rakennusten uusiokäyttö. Oman rakennuskannan tuntemus kunnissa ei ole välttämättä kovin vahva.

Kuntastrategia vs. rakennusten sijainnit – vaikuttaa kehittämismahdollisuuksiin.

Kun hiilijalanjälkinäkökulmaa ei ole säännelty/sanktioitu, vain taloudellinen harkinta ja uudisrakentamisen helppous merkitsee. Kyseessä on iso ohjauksellinen kysymys. Toisaalta myös säilyttävät arvot voivat olla asukkaiden omistamille taloyhtiöille merkittävä tekijä.

Ajankohtainen kysymys, sillä nyt on paljon purkamishankkeita vireillä. Puuttuminen hankkeisiin on vaikeaa, koska ne eivät ole riittävän arvokkaita, jotta säilyttämiseen päästäisiin kiinni suojelunäkemyksen kautta.

Asia ei ole mustavalkoinen, sillä sekä uudisrakentaminen että peruskorjaus voidaan saada vähäpäästöiseksi oikeilla ratkaisuilla. Korjauskulttuuria ajatellen kannustavaa, tosin korjaamisessakin on monenlaisia vaihtoehtoja. Joskus on järkevää purkaa, eikä siitä pitäisi rangaista. Purkamisen tarpeen syitä voi olla monia (mikrobiongelmat, käyttötarkoituksen muutos yms.).

Kilpailutus, kriteerit, arviointi. Hankkeisiin kohdekohtaiset parametrit esim. tarkasteltavalle aikajänteelle.

Sijainnin vaikutus. Vaikutus vuokratuottoihin. Päätökset on tehtävä tapauskohtaisesti, esim. säilytettävä vs. rakennusosien uusiminen. Käytettävyyys ja muuntojoustavuus ovat tärkeitä asioita. Tulokset ovat linjassa aiempien selvitysten kanssa. CO₂-tarkastelun kannalta on eri tapaus verrata vanhaa ja uutta, kuin vanhaa energiatehokasta ja uutta. Mitä vähemmän materiaalia kuluu (korjaus), sitä vähemmän päästöjä. Elinkaarikustannus- ja hiilijalanjälkilaskennan epävarmuustekijät.

Ilmastonmuutokseen on suhtauduttava vakavasti. Esim. käytettävyyys on pieni asia verrattuna maapallon elinkelpoisuuteen. Luonnon monimuotoisuus sekä viheralueverkostoihin liittyvät asiat ovat tärkeä huomioida, kun kaupunkeja tiivistetään.

Tarvitaan ratkaisuja, joissa ei ole hiilipiikkejä. Korjausrakentamiseenkin sisältyy purkamisia. Tärkeä, mihin materiaaleja käyttää.

Suomen polarisoituminen ja purkamisen syyt ovat erilaisia. Maaseutukunnissa puretaan ilman lupia.

Laadulliset arvot pitäisi pystyä nostamaan määrällisten tavoitteiden rinnalle.

Moninainen viidakko erilaisia ohjauskeinoja (kansalliset, kansainväliset). Kansalliset ohjauskeinot pitäisi saada synkronoitua (vihreän rahan kriteerit). Taloudelliset ohjauskeinot ovat merkittäviä, erityisesti tilaajapuolella.

Mitä kysymyksiä esitykset herättivät?

Miten tontin käyttö, tonttitehokkuus ja tontin kehittäminen ovat otettu huomioon? Minkälainen on keinojen yleistettävyyys, sovellettavuus, systeemirajausten problematiikka, toiminta ja käyttö, viihtyisyys.

Miten saadaan tasapaino yleisten ja tapauskohtaisten ratkaisujen välille?

Miten arkkitehtuurin kulttuurillinen potentiaali saataisiin parempaan käyttöön?

Miten purkamisen eri syyt painotetaan?

Onko uudisrakennus ja vertailurakennus kuinka vertailukelpoisia? Kuinka hyvin esim. vanha koulu pystyy vastaamaan nykyisiä opetusmetodeja?

Saneerauksen pienempi hiilijalanjälki yllättävä tieto. Asumisen preferenssit ovat muuttuneet ja muuttuvat sadassa vuodessa. Saadaanko saneerauksella tämän päivän vaatimuksia vastaavia asuntoja?

Muuntojoustavuus on oltava tarkasteluissa mukana. Onko taksonomiaa? Systematiikkaa? Rakennusosien elinkaari ml. teräsbetonirakenteet. 2 % oletusten oikeellisuus? Herkkyystarkastelut?

Asemakaavatarkastelu pitäisi tehdä joka kohteesta. Nyt purkamisen tarkastelu tehdään hyvin suppeasti. Tarkastelu vaatii uutta osaamista. Löytyykö työkaluja?

Puuttuiko jokin tärkeä ohjauskeino keskustelusta kokonaan?

Taloudelliset kannustimet, kuten korjausavustukset, avustukset selvitysten tekemiseen tai verohelpotukset sekä verotuksen ja valtionavustusten keskinäinen suhde.

Yhdenmukaiset laskentatavat helpottavat vertailua. Veroetu voitaisiin sitoa suoraan laskentatulokseen/erotukseen, jolloin olisi suora yhteys hiililaskelman ja taloudellisen kannustimen välillä.

Tasauslaskelman hyödyntäminen.

Tarpeettomia rakennuksia ei saisi jättää seisomaan (lämmityskustannukset, toisaalta rakennukset materiaalipankkeja).

Päästövero on tehokkain tapa ohjata (kiinteistövero on tarkoitettu toiseen asiaan).

Pitäisi olla jokin tapa, jolla hyvittää "negatiivista tekemistä".

LÄHDELUETTELO

- Ahvenniemi, H., Pennanen, K., Knuuti, A., Arvola, A., Viitanen, K. (2018). *Impact of infill development on prices of existing apartments in Finnish urban neighbourhoods*. International Journal of Strategic Property Management, Vol 3 Issue 22, s. 157–167. Saatavissa: <https://doi.org/10.3846/ijspm.2018.1540>.
- ARA. (2020). *Energia-avustukset*. Saatavissa: https://www.ara.fi/fi-FI/Lainat_ja_avustukset/Energiaavustus.
- ARA. (2020). *Energiatodistusrekisteri*. Saatavissa: <https://www.energiatodistusrekisteri.fi>
- ARA. (2020). *Hissi- ja esteettömyysavustukset*. Saatavissa: <https://www.ara.fi/hissiaavustus>.
- ARA. (2020). *Asuntomarkkinakatsaus 1/2020*. Lahti: Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA. Saatavissa: <https://www.ara.fi/download/noname/%7B6C9015C5-0A6B-4C8D-96EE-326F0D3AC919%7D/159827>.
- ARA. (2020). *Aravatalojen purkuavustus*. Saatavissa: https://www.ara.fi/fi-FI/Lainat_ja_avustukset/Muut_avustukset/Purkuavustus.
- Aro, T., Aro, R. Mäkelä, I. (2020). *Väestöselvitys 2040*. Helsinki: Sitra. Saatavissa: <https://media.sitra.fi/2020/06/09115815/vaestoeselvitys-2040.pdf>.
- Asunto-osakeyhtiölaki 1599/2009. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20091599>.
- Ayres, I. & Braithwaite, J. (1992). *Responsive Regulation: Transcending the Deregulation Debate*. New York: Oxford University Press.
- Beck, H.E., Zimmermann, N.E., McVicar, T.R., Vergopolan, N., Berg, A. & Wood, E.F. (2018). *Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution*. Scientific Data, 5, 180214. Saatavissa: <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.214>.
- Berg, F. & Fuglseth, M. (2018). *Life cycle assessment and historic buildings: energy-efficiency refurbishment versus new construction in Norway*. Journal of Architectural Conservation, 24(2), s. 152–167. Saatavissa: <https://doi.org/10.1080/13556207.2018.1493664>.
- Boström, S., Uotila, U., Linne, S., Hilliäho, K., & Lahdensivu, J. (2012). *Erilaisten korjaustoimien vaikutuksia lähiökerrostalojen todelliseen energiankulutukseen*. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos. Rakennetekniikka. Tutkimusraportti 158. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-15-2912-2>.
- Catella. (2019). *Markkinakatsaus. Suomi. Kevät 2019*. Saatavissa: https://www.catella.com/globalassets/documents/finland-market-indicator/catella_markkinakatsaus_2019_kevat.pdf
- Dettling, J., Tallering, N. & McDaniel, E. (2012). *Quantifying the Value of Building Reuse: A Life Cycle Assessment of Rehabilitation and New Construction*. Boston: Quantis. Saatavissa: <https://forum.savingplaces.org/HigherLogic/System/DownloadDocumentFile.ashx?DocumentFileKey=c8e6fa41-265f-70eb-0e6e-ff1057c-cae40%26forceDialog=1&usg=AOvVaw05gAiARz3ByMAkzLXfBx>.
- Dong, B., Kennedy, C. & Pressnail, K. (2005). *Comparing life cycle implications of building retrofit and replacement options*. Canadian Journal of Civil Engineering, 32(6), s. 1051–1063. Saatavissa: <https://doi.org/10.1139/I05-061>.
- Eduskunnan oikeusasiamies. (2005). *Kunnan omakotitonttien myynnin perusteet Vantaalla*. Dnro 2300/4/05. Saatavissa: <https://www.oikeusasiamies.fi/fi/ratkaisut/-/eoar/2300/2005>
- Efron, S. E. & Ravid, R. (2018). *Writing the literature review: a practical guide*. Guilford Publications.
- Energiateollisuus. (2020). *Kaukolämpötilasto*. Helsinki. Saatavissa: <https://energia.fi/tilastot>
- European Committee for Standardization. (2011a). *Sustainability of construction works. Assessment of buildings. Part 2: Framework for the assessment of environmental performance* (EN 15643-2). European Committee for Standardization. (2011b). *Sustainability of construction works. Assessment of environmental performance of buildings. Calculation method*. (EN 15978).
- European Committee for Standardization. (2017). *Energy performance of buildings. Economic evaluation procedure for energy systems in buildings. Part 1: Calculation procedures* (EN154549-1).
- FMC (2019). *Kustannusselvitys. Karviaistentie 12, Helsinki*. Versio 4.9.2019. Helsinki: FMC Laskentapalvelut.
- Gaia. (2020). *Case-tarkastelut [RAKLIn vähähiilisyden tiekartha]*. [julkaisematon kalvosetti]. Helsinki: RAKLI.
- Haahtela-yhtiöt. (2020a). *Haahtela-tarjoushintaindeksi*. Helsinki: Haahtela-yhtiöt. Saatavissa: <https://www.haahtela.fi/fi/haahtela-anbudsprisindex/>.
- Haahtela-yhtiöt. (2020b). *Ohjelmistotuotteet (TAKU)*. Helsinki: Haahtela-yhtiöt. Saatavissa: <https://www.haahtela.fi/fi/kiinteisto-ja-rakennustalouden-palvelut/ohjelmistotuotteet/>.
- Heinonen, J., Säynäjoki, A. & Junnila, S. (2011). *A Longitudinal Study on the Carbon Emissions of a New Residential Development*. Sustainability, 3(8), s. 1170–1189. Saatavissa: <https://doi.org/10.3390/su3081170>.
- Helsingin kaupunki. (2017). *Selvitys täydennysrakentamisen kannusteista*. Helsinki: Helsingin kaupunki, Kaupunginkanslia, Talous- ja suunnitteluosasto.
- Helsingin kaupunki. (2019). *HEKA Karviaentie 12*. Saatavissa: <https://www.hel.fi/static/liitteet/kaupunkiymparisto/uutiset/att-korjaushanke/vertailu-karviaentie-12.pdf>.
- Helsingin kaupunki. (2020). *Täydennysrakentamiskorvaus*. Saatavissa: <https://www.hel.fi/helsinki/fi/asuminen-ja-ymparisto/tontit/tontinvuokralaiselle/taydennysrakentamiskorvaus>

- Hernberg, H. (2014). *Tyhjät tilat: Näkökulmia ja keinoja olemassa olevan rakennuskannan uusiokäyttöön*. Helsinki: Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://hdl.handle.net/10138/135964>.
- Hirvonen, A. (2011). *Mitkä metodit? Opas oikeustieteen metodologiaan*. Yleisen oikeustieteen julkaisuja 17. Helsinki. Saatavissa: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/225264/hirvonen_mitka_metodit.pdf?sequence=1.
- Horvath, S. E. & Szalay, Z. (2012). *Decision-making case study for retrofit of high-rise concrete buildings based on life cycle assessment scenarios*. Proceedings of International Symposium on Life-Cycle Assessment and Construction, France, s. 116–124.
- Hurskainen, M. (2019). *Asunto-osakeyhtiöiden purkavan uusrakentamisen potentiaali ja taloudellinen arviointi*. Espoo: Aalto-yliopisto. Saatavissa: https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/41623/master_Hurskainen_Miina_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Huuhka, S. (2014). Finnish Building Stock: Does Urban Shrinkage Equal Demolition? In M. Chudoba, M. Joachimski, M. Laak, P. Lehtovuori, J. Partanen, A. Rantanen, & N. Siter (Eds.), *ATUT Proceedings, 5th Annual Symposium of Architectural Research, ARCHITECTURE AND RESILIENCE, August 28-30, 2013 Tampere, Finland* (s. 64–71). Tampere: Tampere University of Technology, School of Architecture. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-15-3109-5>
- Huuhka, S. (2016). *Demolished buildings: Empirical evidence on types, ages and construction materials*. In P. Hajek, J. Tywoniak, A. Lupisek, & K. Sojkova (Eds.), *CESB16 - Central Europe towards Sustainable Building 2016: Innovations for Sustainable Future, June 22–24, 2016, Prague* (s. 1105–1112). Praha: Czech Technical University in Prague.
- Huuhka, S. (2019). *Talonrakentamisen hiilineutraaliuden ohjaaminen Tampereen Hiedanrannassa kiertotalouden keinoin*. Tampere: Ekokumppanit. Saatavissa: <https://ekokumppanit.fi/wp-content/uploads/cicrhubs-talonrakentamisen-hiilineutraaliuden-ohjaaminen-tampereen-hiedanrannassa-kiertotalouden-keinoin.pdf>
- Huuhka, S. & Kolkwitz, M. (painossa). Stocks and flows of buildings: Analysis of existing, demolished and constructed buildings in Tampere, Finland, 2000–2018. *Journal of Industrial Ecology*.
- Huuhka, S., & Lahdensivu, J. (2016). *A statistical and geographical study on demolished buildings*. Building Research and Information, 44(1), 73–96. <https://doi.org/10.1080/09613218.2014.980101>.
- Huuhka, S. & Saarimaa, S. (2018). Adaptability of mass housing: Size modifications of flats as a response to segregation. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, 36(4), 408–426. Saatavissa: <https://doi.org/10.1108/IJBPA-01-2018-0011>
- Huuhka, S., & Vestergaard, I. (2019). Building Conservation and the Circular Economy: A Theoretical Consideration. *Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development*, 10(1), 29–40. Saatavissa: <https://doi.org/10.1108/JCHMSD-06-2019-0081>
- Häkkinen, T. & Vares, S. (2018). *Rakennusten khk-päästöjen ohjauksen vaikutusten arviointi (VTT Technology 324)*. Espoo: VTT. Saatavissa: <https://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2018/T324.pdf>
- Häkkinen, M. (2020). *Maankäyttömaksut ja kehittämiskorvaukset. Oikeudellinen selvitys maankäyttösopimuksia koskevista käytänteistä*. Ympäristöministeriön julkaisuja 2020:4. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- Jantunen, P. (2017). *Täydennysrakentamisen vaikutus ympäröivien asuntojen hintoihin*. Espoo: Aalto-yliopisto. Saatavissa: https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/26679/master_Jantunen_Panu_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Jokinen, A. (2019). *Asuinkerrostalon lisäkerrosrakentaminen puurakenteisilla tilaelementeillä*. Oulu: Oulun yliopisto. Saatavissa: <http://jultika.oulu.fi/files/nbnfioulu-201906042334.pdf>.
- Jäätvuori, L., Tepponen, M. & Varteva, K. (2020). *Aluerakentamisen vaihtoehdot hiilijalanjäljen näkökulmasta: hiilijalanjälkivertailu laajassa peruskorjaushankkeessa vs. purkavassa täydennysrakentamisessa kahdella 1960- ja 1970-luvuilla rakennetulla asuinalueella pääkaupunkiseudulla*. A-Insinöörit Rakennuttaminen.
- Kalliola, A. (2018). *Suojellun rakennuksen korjaus- ja muutostyön suunnittelua koskevat säännökset*. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto. Saatavissa: <https://trepo.tuni.fi/handle/123456789/26682>.
- KHO 2015:56. Saatavissa: <https://www.kho.fi/fi/index/paatoksia/vuosikirjapaatokset/vuosikirjapaatos/1428403349476.html>
- Kiinteistöverolaki 654/1992. Saatavissa: <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1992/19920654>.
- Kolkwitz, M. (2020). *Tampere Urban Mine: An Analysis of Building Stock, Construction and Demolition 2000–2018*. (Julkaisematon diplomityö).
- Korhonen, E., Niemi, J., Ekuri, R., Oksanen, R., Miettinen, H., Parviainen, J., Haapanen, A., Patanen, T. (2018) *Kuntien rakennuskannan kehitys- ja säästöpotentiaali*. Helsinki: Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 5/2018. Saatavissa: <https://tietokayttoon.fi/julkaisu?pubid=24402>
- Kotilainen, A., Shemeikka, P., Helminen, V. (2016). *Hissit kartalle*. Ympäristöministeriön raportteja 12/2016. Helsinki: Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/74822>.
- Kruus, M. & Kiiras, J. (2007) *Suunnittelun ohjaus Suke-mallissa*. Rakentajain kalenteri 2007 (91), s. 370–382.
- Kuntarahoitus. (2019). *Vuosikertomus*. Saatavissa: https://www.kuntarahoitus.fi/app/uploads/2020/03/Kuntarahoitus_Vuosikertomus_2019_SECURE.pdf.

- Kurvinen, A., Vihola, J. (2016). *The impact of residential development on nearby housing prices*. International Journal of Housing Markets and Analysis. Vol 9 Issue 4 s. 671 –690. Saatavissa: <https://doi.org/10.1108/IJHMA-10-2015-0069>.
- Laak, N., Solin, A., Tommiska, T. & Heikinheimo, S. (2020). *Heteniityntie 4. Rakennushistoriaselvitys*. Helsinki: Arkkitehtitoimisto Ark-byroo.
- Laki elinkeinotulon verottamisesta 360/1968. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1968/19680360>.
- Laki kuntien ja kuntayhtymien eräiden oikeustoimien väliaikaisesta rajoittamisesta sosiaali- ja terveydenhuollossa 548/2016. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2016/20160548>.
- Laki rakennusperinnön suojelemisesta 4.6.2010/498. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2010/20100498>
- Laki valtion asuntorahastosta 1144/1989. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1989/19891144>.
- Laki varojen arvostamisesta verotuksessa 1142/2005. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2005/20051142>.
- Lehtinen, T., Papinsaari, A-K., Kaasalainen, T., Moisio, M., & Hedman, M. (2018). *Peruskoulut ja energiatehokkuus: Tilallisista ja toiminnallisista suunnitteluperiaatteista*. Arkkitehtuurin laboratorio, Asuntosuunnittelu, Julkaisu 34. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-15-4287-9>.
- Liski, J. (2019) *Kustannusselvitys Karviaistie 12*. SWECO, FMC Laskentapalvelut.
- Luciuk, M., Huffman, A., Trusty, W. & Prefasi, A. (2010). *The greenest building is the one that is never built: A life-cycle assessment study of embodied effects for historic buildings*. Proceedings of Thermal Performance of the Exterior Envelopes of Whole Buildings XI, USA, Article 158. Saatavissa: https://web.ornl.gov/sci/buildings/conf-archive/2010%20B11%20papers/158_Luciuk.pdf.
- Lylykangas, K., Andersson, A., Kiuru, J., Nieminen, J. & Päätaalo, J. *Rakenteellinen energiatehokkuus: Opas*. Helsinki: RTT eristeteollisuus & Ympäristöministeriö. Saatavissa: https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/opaat-ohjeet/ret_opas_20150917.pdf.
- Lylykangas, K., Lahti, P. & Vainio, T. (2013). *Ilmastotavoitteita toteuttava asemakaavoitus*. Tiede + teknologia 13/2013. Helsinki: Aalto-yliopisto, Sitra & Ympäristöministeriö. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/julkaisut/ilmastotavoitteita-toteuttava-asekaavoitus/>
- Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>.
- Makkonen, L. (2004). *Opintialla: helsinkiläisiä koulurakennuksia 1880–1980* (Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston julkaisu 2004:12). Helsinki: Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto.
- Marttila, T. (n.d.). Koulun korjaushankkeen hyvä hallinta. *Koulurakennus.fi*. Saatavissa: <http://www.koulurakennus.fi/toimivia-kaytantoja/korjaushanke>
- Moisio, M. & Huuhka, S. (2021). *Betonikoulun ja puukoulun vertailu – tarkasteluja hiilijalanjäljen näkökulmasta*. (julkaisematon käsikirjoitus).
- Museovirasto. (n.d. a). *Koulurakennus.fi. Kansakoulusta peruskouluun: koulurakennuksia kolmelta vuosikymmeneltä*. Saatavissa: <http://www.koulurakennus.fi/>
- Museovirasto. (n.d. b). *Rakennettu hyvinvointi*. Saatavissa: <https://www.museovirasto.fi/fi/kulttuuriymparisto/rakennettu-kulttuuriymparisto/rakennettu-hyvinvointi>
- Mäkiö, E., Malinen, M., Neuvonen, P., Sinkkilä, J., Tuunanen, A-M. & Saarenpää, J. (1990). *Kerrostalot 1940–1960*. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.
- Nissinen, K. (2006). *Tilateho -hankkeen loppuraportti n:o 1 Kaupungit*. Oulu: VTT. Saatavissa: <https://www.vtt-research.com/sites/default/files/julkaisut/muut/2006/Kunnatloppuraportti17022006.pdf>
- Nippala, E., Vainio, T. (2016). *Asuinrakennusten korjaustarve 2006–2035*. Espoo: VTT Technology 274. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2016/T274.pdf>.
- Nykänen, V., Lahti, P., Knuuti, A., Hasu, E., Staffans, A., Kurvinen, A., Niemi, O., Virta, J. (2013). *Asuntoyhtiöiden uudistava korjaustoiminta ja lisärakentaminen*. Espoo: VTT Technology 97. Saatavissa: <https://www.vtt-research.com/sites/default/files/pdf/technology/2013/T97.pdf>.
- Nöjd, K. (2019a). *Hiilijalanjäljen laskentaratortti: Heka Malmi Karviaistie 12*. Sweco Rakennetekniikka.
- Nöjd, K. (2019b). *Hiilijalanjäljen laskentaratortti: Heka Malmi Saniaistie 3*. Sweco Rakennetekniikka.
- Nöjd, K., Nieminen, J. (2018). *Energiatehokkuuden parantaminen kulttuurihistoriallisesti arvokkaan rakennuksen korjaushankkeessa*. Helsinki: Suomen ympäristö 6/2018.
- Palomäki, J., Olenius, A.; Nissinen, S. (2011). *Korjaustöiden laatu 2011*. Helsinki: Rakennustieto.
- Pelastuslaki 379/2011 <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110379>
- Peltola, A. (2015a). *Uudisrakentamisen ajoitusmalli*. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto. Diplomityö.
- Peltola, R. (2015b). *Maapohjien aluehintojen arviointimenetelmän kehittäminen kiinteistöverotuksessa*. Helsinki: Valtioneuvoston kanslia. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 18/2015.
- Pesu, J., Nissinen, A., Sederholm, C., Huuhka, S., Köliö, A., Kuula, P., Lahdensivu, J., Hradil, P., Wahlström, M. & Teittinen, T. (2020). *Rakennettuun ympäristöön sitoutuneet materiaalit ja niiden virrat: kartoittamisen, enustamisen ja käytön esiselvitys (julkaisematon raportti)*. Helsinki: Ympäristöministeriö.

- Pitkänen, J. (2009). *Asuinkerrostalojen rakentamisen ohjauksen kustannustarkasteluja*. Helsingin kaupungin talous- ja suunnittelukeskuksen julkaisusarja 6/2009.
- Puurunen, E. (2020). *Ultramariinikuja 4: Analyysi olemassa olevan toimistorakennuksen hiilirasisiteesta ja tämän kompensoimisesta uudisrakentamisessa*. Sitowise.
- Rakennustieto. (2008). *Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot (RT 18-10922)*. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.
- Ruusala, A. *Koulujen ja päiväkotien laskennallinen ja toteutunut energiankulutus*. Tampere:Tampereen teknillinen yliopisto. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:tyy-201605254140>
- Ryhänen, J. (2017). *Puuasuinkerrostalojen rakentamisen edistäminen Suomessa - Edut ja haasteet*. Tampere: Tampereen ammattikorkeakoulu. Saatavissa: <https://www.theseus.fi/handle/10024/125102>.
- Rønning, A. & Vold, M. (2008). *Miljøvurdering av nytt hovedkontor for SpareBank 1 SMN: Sammenligning av to alternative løsninger*. Fredrikstad: Østfoldforskning. Saatavissa: <https://docplayer.me/3124868-Miljøvurdering-av-nytt-hovedkontor-for-sparebank-1-smn.html>.
- Soiikkeli, A., Koiso-Kanttila, J., Heikkinen, M. (2015). *Korjaa ja korota. Malleja ja ideoita kerrostalojen korjaamiseen ja lisäkerrosten rakentamiseen*. Oulu: Oulun yliopisto. Saatavissa: <http://jultika.oulu.fi/files/isbn9789526208565.pdf>.
- Stahel, W. and Reday-Mulvey, G. (1981). *Jobs for Tomorrow, the Potential for Substituting Manpower for Energy*. New York: Vantage Press.
- Sunikka-Blank, M. & Galvin, R. (2012). *Introducing the prebound effect: the gap between performance and actual energy consumption*. Building Research & Information, 40(3), s. 260–273. Saatavissa: <https://doi.org/10.1080/09613218.2012.690952>.
- Suomen Kiinteistölehti. (27.2.2020). *Vuokrataloja puretaan ennätystahtiin*. Saatavissa: <https://www.kiinteisto-lehti.fi/vuokrataloja-puretaan-ennatystahtiin/>.
- Suomen perustuslaki 731/1999. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990731>.
- Suomen ympäristökeskus. (2016). *KEKO – Kaavoituksen ekolaskuri*. Saatavissa: https://www.ymparisto.fi/fi-FI/KEKO__Kaavoituksen_ekolaskuri
- Säynäjoki, A., Heinonen, J. & Junnila, S. (2012). *A scenario analysis of the life cycle greenhouse gas emissions of a new residential area*. Environmental Research Letters, 7, 034037. Saatavissa: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/3/034037>.
- Tampereen kaupunki. (2019). *Valtion ja kaupungin hissiavustukset*. Saatavissa: <https://www.tampere.fi/asuminen-ja-ymparisto/asuminen/korjausavustukset/hissirakentaminen/valtion-ja-kaupungin-hissiavustukset.html> Tampereen kaupunki. (2019). *Tampere laskee puutalojen hiilivaraston määrän (tiedote)*. Saatavissa: https://www.tampere.fi/tampereen-kaupunki/ajankohtaista/tiedotteet/2019/05/22052019_2.html.
- Taskila, M. (2017). *Maankäyttökorvausten perusteet eri kunnissa*. Helsinki: Metropolia Ammattikorkeakoulu. Saatavissa: <https://www.theseus.fi/handle/10024/125333>.
- Thomsen, A. & van der Flier, K. (2011). *Understanding obsolescence: a conceptual model for buildings*. Building Research and Information, 39(4), s. 352–62. Saatavissa: <https://doi.org/10.1080/09613218.2011.576328>.
- Tilastokeskus. (2019). *Väestöennuste*. Helsinki: Tilastokeskus. Saatavissa: <https://www.stat.fi/til/vaenn/index.html>.
- Tilastokeskus. (2020). *Asuntojen vuokrat*. Helsinki: Tilastokeskus. Saatavissa: <http://www.stat.fi/til/asvu/>.
- Tilastokeskus. (2020). *Asunto-osakeyhtiöiden talous*. Helsinki: Tilastokeskus. Saatavissa: <http://www.stat.fi/til/asyta/index.html>.
- Tilastokeskus. (2020). *Energian hinnat*. Helsinki: Tilastokeskus. Saatavissa: <http://www.stat.fi/til/ehi/tau.html>.
- Tilastokeskus. (2020). *Osakeasuntojen hinnat*. Helsinki: Tilastokeskus. Saatavissa: <https://www.stat.fi/til/ashi/index.html>.
- Timo, J. (2015). *Lisärakentamisen kannattavuus taloyhtiöiden korjaushankkeissa*. Tampere: Tampereen teknillinen korkeakoulu. Saatavissa: <https://trepo.tuni.fi/handle/123456789/23376>.
- Ulvan, V. S. (2020). *Gjenbruk av enebolig som klimatiltak*. Ramboll. Saatavissa: https://innlandetfylke.no/_f/p1/icc04df18-2352-4fc8-bfc3-b8021977928c/gjenbruk-av-enebolig-som-klimatiltak.pdf.
- Vainio, T., Lahdenperä, P., Kiviniemi, M. (2016). *Asunto-osakeyhtiöiden purkava lisärakentaminen*. Helsinki: Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 52/2016. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-310-1>.
- Vainio, T., Lehtinen, S., Ylén, P. (2019). *Turun raitiotien vaikutusten arviointi*. Turku: Turun kaupunki. Saatavissa: https://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files/vtt_-turun_raiotien_vaikutukset.pdf.
- Vallius, S., Heikkilä, S. (2020). *Suojellut ARA kohteet*. Esitys Rakennusperinnön ja korjausrakentamisen ajankoh-taispäivä 19.11.2020.
- Valtioneuvoston periaatepäätös 20.3.2014. Kulttuuriympäristöstrategia 2014–2020*. Helsinki: Opetus- ja kulttuuriministeriö ja ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://hdl.handle.net/10138/43197>.
- Valtioneuvoston asetus rakennuksen esteettömyydestä 241/2017. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170241>.

- Vedung, E. (1998). *Policy Instruments: Typologies and Theories*. Teoksessa Bemelmans-Videc, M.-L., R.C. Rist & E. Vedung (toim.): *Carrots, Sticks and Sermons: Policy Instruments and Their Evaluation*. Abingdon, Routledge.
- Weijo, I., Lahdensivu, J., Turunen, T., Ahola, S., Sistonen, E., Vornanen-Winqvist, C. & Annala, P. (2019). *Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakennusten korjaus*. Ympäristöministeriön julkaisu 2019:18. Helsinki: Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-024-8>.
- Vinha, J., Korpi, M., Kalamees, T., Jokisalo, J., Eskola, L., Palonen, J., Kurnitski, J., Aho, H., Salminen, M., Salminen, K. & Keto, M. (2010). *Asuinrakennusten ilmanpölyisyys, sisäilmasto ja energiatalous*. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos. Rakennetekniikka. Tutkimusraportti 140. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:tty-2011122914971>.
- Virkamäki, P., Jääskeläinen, L., Huttunen, E., Salmelainen, E. & Hienonen, M. (2017). *Viranomaisnäkökulma rakennuksen elinkaaren hiilijalanjalkoihjoukseen*. Helsinki: Rakennustarkastusyhdistys RTY ry. Saatavissa: <http://www.ymp.fi/download/noname/%7B0AF5142F-F2BD-4DD3-81CD-D341B31741A1%7D/129192>
- Ylä-Anttila, K., Moisala, A. & Lankia, S. (2013). *Ullakkorakentamisselvitys Tampereen keskusta-alueella*. Tampere: Tampereen kaupunki. Saatavissa: https://www.tampere.fi/liitteet/k/6JlbRMLVk/KeskustanUllakkorakentamisselvitys_Raportti_180913netti.pdf
- Ympäristöministeriö. (2003). *Asemakaavamerkinnot ja -määräykset (Maankäyttö- ja rakennuslaki 2000 opas 12)*. Helsinki: Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.ymp.fi/fi-FI/content/4437/26633>.
- Ympäristöministeriö. (2009). *Rakennusten kiinteistöveron porrastaminen energiatehokkuuden ja lämmitystavan perusteella*. Ympäristöministeriön raportteja 22/2009. Helsinki: Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://hdl.handle.net/10138/41435>.
- Ympäristöministeriö. (2019). *Rakennuksen vähähiilisyys arviointimenetelmä*. Ympäristöministeriön julkaisu 2019:22. Helsinki: Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-029-3>.
- Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 4/2013. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/700001/40799>
- Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä 796/2017. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170796>.
- Ympäristöministeriön asetus rakennuksen paloturvallisuudesta 848/2017. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170848>
- Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171010>.
- Zhang, X., & Wang, F. (2017). *Analysis of embodied carbon in the building life cycle considering the temporal perspectives of emissions: A case study in china*. *Energy and Buildings*, 155, s. 404–413. Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.09.049>.



Ympäristöministeriö
Miljöministeriet

ISBN: 978-952-361-221-1 PDF

ISSN: 2490-1024 PDF