



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

PUUASUINKERROSTALOJEN RAKENTAMI- SEN EDISTÄMINEN SUOMESSA

Edut ja haasteet

Juha Ryhänen

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2017
Rakennustekniikan ko.

Kiinteistönpitotekniikka ja korjausrakentaminen



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Kiinteistönpitotekniikka ja korjausrakentaminen

RYHÄNEN JUHA:

Puuasuinkerrostalojen rakentamisen edistäminen Suomessa
Edut ja haasteet

Opinnäytetyö 40 sivua, joista liitteitä 0 sivua
Huhtikuu 2017

Suomi allekirjoitti 14.11.2016 YK:n ilmastopöytäkirjan, joka edellyttää kaikkia sopijapuuosuuspuolia vähentämään kansallisia päästöjään yhdessä sovitun tavoitteen mukaisesti. Suomessa noin 40% vuosittaisesta kokonaisenergian kulutuksesta ja syntyvistä kasvihuonepäästöistä aiheutuu rakennuksista ja niiden käytöstä. Rakennusten päästöjä on tähän saakka pyritty vähentämään pääasiassa kiristämällä energiatehokkuutta, mutta on nyt huomattu, että päästöjä voidaan vähentää suuresti myös rakennusmateriaalivalinnoilla.

Tämän opinnäytetyön päätavoitteena on edistää puuasuinkerrostalojen rakentamista Suomessa ja selvittää kuinka paljon rakennusmateriaalien valinta vaikuttaa rakennuksen koko elinkaaren hiilijalanjälkeen ja rakennuksen hintaan koko elinkaaren aikana. Osatavoitteina on selvittää voiko elinkaaritarkasteluja hyödyntää puurakentamisen edistämiseksi, kuinka puurakentamisen hyötyjä saataisiin tuotua enemmän ihmisten tietoisuuteen ja kuinka ihmiset saataisiin kiinnostumaan enemmän puuasuinkerrostaloista.

Opinnäytetyössä esitellään raportti, jossa on vertailtu viiden toteutuneen ARA-asuinkerrostalon elinkaarikustannuksia ja hiilijalanjälkeä. Rakennukset ovat runkomateriaaleiltaan betoni- tai massiivipuuelementtitaloja. Opinnäytetyössä esitellään myös uudisrakentamisen tilaa Suomessa, väestön ikärakennetta tulevaisuudessa ja sen vaikutuksia asuinrakentamiseen, puun rakenteellisia ominaisuuksia sekä puun rakennusten sisäilmastoon vaikuttavia ominaisuuksia. Työssä sivutaan myös puu- ja rakennusteollisuuden haasteita puurakentamisen lisäämiseksi/edistämiseksi.

Puuasuinkerrostalon rakentamisaikainen hiilijalanjälki on parhaimmillaan 20-30 % pienempi kuin vastaavanlaisen betonikerrostalon. Tämä ero kuitenkin supistuu 3-6 %:iin rakennuksen koko elinkaaren hiilijalanjälkeä laskettaessa, sillä rakennusten käytön aikainen energiankulutus aiheuttaa suurimman osan koko elinkaaren päästöistä. Laskelmissa ei ole otettu huomioon puun kykyä sitoa itseensä hiiltä elinkaarensa aikana, mikä muuttaisi tuloksia hiilijalan jäljen osalta vielä enemmän puun hyväksi.

Puisen asuinkerrostalon rakentaminen on noin 10 % kalliimpaa, mutta koko elinkaaren aikana tämä ero putoaa 0-3 %:iin. Rakennusmateriaaleilla ei ole eroja käytönaikaisten kustannusten tai päästöjen suhteen, sillä Suomessa kaikkien rakennusten on täytettävä samat energiatehokkuusmääräykset. Käytön aikaiseen kulutukseen vaikutetaan eniten valittavalla energiamuodolla ja rakennuksen energiatehokkuudella.

Asiasanat: elinkaaritarkastelu, elinkaarikustannukset, puuasuinkerrostalo

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Bachelor of Science, Construction Engineering
Facility Engineering and Renovation

JUHA RYHÄNEN:

Advancing the construction of wooden residential multi-storey buildings in Finland
Benefits and Challenges

Bachelor's thesis 40 pages, appendices 0 pages
April 2017

On November 14, 2016 Finland signed the Paris Agreement, which requires all of its members to decrease the release of pollutants by the collectively agreed schedule. Approximately 40 % of Finland's annual release of pollutants are produced by buildings and their power consumption. The pollution of buildings have been restricted by tightening the energy regulations of constructions however, pollutions can also be reduced by material choice.

The primary goal of this thesis is to advance the construction of wooden residential multi-storey buildings in Finland and to study the effect of choosing a wooden structure over a concrete one, on the life cycle costings and the carbon footprint of the building. Secondary, to determine the extent how much the life cycle analysis can be used in advancing the wood houses, how to inform people about the benefits of wooden buildings and how to get people to be more interested in wooden block of flats.

This thesis presents a comparative report of the carbon footprint and life cycle costings of five different buildings. These buildings are made of massive wood elements or concrete. This thesis also present some of the features that affects Finland's housing markets such as: the present state of new building, the future age structure of the Finnish population and some of the structural features of wood as a material.

The wooden buildings' construction time carbon footprint is 20 – 30 % smaller than that of the concrete house of equal size. However this difference reduces to 3 – 6 % when analyzing the entire life cycle. The calculations that presented in this thesis, do not account for the wood's ability to absorb carbon which would turn the results even more favorable for wood.

Building a wooden block of flats costs about 10 % more than building with concrete due to fire regulations, buildings weather guard, which is built around the house to protect against rain, and more expensive designing (plumbing, electricity etc.). However this difference reduces to 0 – 3 % on the entire life cycle. The reason for this is that the power usage has such a great influence on long term periods and construction materials have no differences in energy-usage because every building have to pass the same energy regulations.

Key words: life cycle analysis, life cycle costings, wooden residential multi-storey building

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
	1.1. Tausta.....	6
	1.2. Tavoite	7
	1.3. Menetelmät	7
	1.4. Rajaukset.....	7
2	TUTKIMUSMENETELMÄT.....	8
	2.1. Kirjallisuustutkimus.....	8
	2.2. Elinkaarilaskenta ja -kustannuslaskenta	9
	2.3. Haastattelut	12
3	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	13
4	PUURAKENTAMINEN SUOMESSA	14
	4.1. Yleistä	14
	4.2. Puun ominaisuuksia	17
	4.3. Elinkaarikustannusten hyödyntäminen rakentamisessa.....	19
	4.4. Elinkaaritehokas rakentaminen.....	20
5	CASE - KOHTEET	21
	5.1. Kohteiden esittely	21
	5.2. Kohteiden lähtötietojen laatu	24
6	KOHTEIDEN ELINKAARITARKASTELUT JA –KUSTANNUKSET	25
	6.1. Kohteiden hiilijalanjälki	25
	6.2. Elinkaarikustannukset	28
	6.3. Laskentajakson vaikutus tuloksiin.....	29
7	TULOSTEN TARKASTELU	31
	7.1. Valittujen tutkimusmenetelmien oikeellisuus.....	31
	7.2. Valittujen tutkimusmenetelmien luotettavuus	32
	7.3. Pohdinta	33
8	YHTENVETO	34
	8.1. Tulosten yhteenveto	34
	8.2. Johtopäätökset.....	36
	8.3. Jatkotutkimusehdotukset.....	39
	LÄHTEET	40

ERITYISSANASTO

Elinkaari	Elinkaarella tarkoitetaan koko rakennuksen, sen rakenneosan tai käytetyn materiaalin ikää aina valmistuksesta purkamiseen/uudelleen käyttöön.
Elinkaaritarkastelu	Elinkaaritarkastelulla tarkoitetaan materiaalin, rakenneosan tai kokonaisen rakennuksen kustannuksia ja päästöjä valmistuksesta purkamiseen ja mahdolliseen uudelleen käyttöön saakka.
Hiilijalanjälki	Hiilijalanjäljellä tarkoitetaan sitä kuinka paljon rakennus, sen rakenneosa tai materiaali kuormittaa luontoa kasvihuonepäästöillä olemassaolonsa aikana.
CO ² e	Hiilidioksidiekvivalentti (kasvihuonekaasun ilmastoa lämmittävä vaikutus muunnettuna hiilidioksidin vastaavaksi vaikutukseksi)
E-Luku	Kiinteistön ostetun energian laskennallinen ominaiskulutus rakennustyyppin standardikäytöllä, joka on painotettu energiamuotojen kertoimilla
Elinkaariedullisuus	Koko elinkaaren taloudelliset kustannukset diskontattuina arvoina, joita verrataan elinkaaren aikana saatuihin hyötyihin

1 JOHDANTO

1.1. Tausta

Ihmisten tuottamat saasteet aiheuttavat kasvihuoneilmiön ja maapallon ilmaston lämpenemisen. Vuonna 1992 solmittiin YK:n ensimmäinen kansainvälinen ilmastonmuutosta ehkäisevä puitesopimus, jossa mukana olleita maita ohjeistettiin vähentämään kansallisesti päästöjään. Nykyinen sopimus tuli voimaan 4.11.2016, jolloin sopimus saatiin kattamaan yli 55 % kaikista maapallon kasvihuonepäästöistä. Suomi liitti kansallisen ratifiointinsa sopimukseen 14.11.2016.

(Ympäristöministeriö 2016)

Suomessa noin 40 % kokonaisenergian kulutuksesta sekä kaikista syntyvistä kasvihuonepäästöistä aiheutuu rakennuksista sekä niiden käytöstä. Näin ollen rakennettavan ympäristön rakennusmateriaalivalinnoilla sekä parantamalla kiinteistön energiatehokkuutta vaikutetaan merkittävästi kansallisten päästöjen kokonaismäärään. Rakennusalalla tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että Suomi kiristää rakennusmääräyksillään rakennettavien ja korjattavien kiinteistöjen energiatehokkuutta. Tavoitteena on, että vuoden 2018 jälkeen viranomaisten käytössä ja omistuksessa olevien uusien rakennusten tulee olla lähes nollaenergiarakennuksia, ja vuoden 2020 loppuun mennessä kaikkien uusien rakennusten tulee olla lähes nollaenergiarakennuksia.

(Ympäristöministeriö 2015)

Tampereen ammattikorkeakoulun säätiö rahoittaa vuosina 2016-2017 neljän opinnäytetyön kokonaisuutta liittyen puurakentamisen edistämiseen ja kestävän rakentamisen kehittämiseen Suomessa. Tämä opinnäytetyö on yksi osa tätä kokonaisuutta. Näistä opinnäytetöistä ensimmäinen julkaistiin keväällä 2016 (Pynnönen Sannamari, Puusiltojen elinkaarikustannukset – Case: Tervasilta). Kaksi muuta opinnäytetyötä julkaistaan keväällä 2017 ja niiden aiheet ovat:

- Asuinpuukerrostalon rakenneratkaisut Suomessa ja Ruotsissa, tekijä Julia Herkert
- Puuasuinkekkosten jakelukanavat, tekijä Janita Korpela.

1.2. Tavoite

Tämän opinnäytetyön päätavoitteena on edistää puuasuinrakentamisen suosiota Suomessa sekä lisätä tietoisuutta puurakentamisen eduista ja haasteista. Osatavoitteena on selvittää, kuinka puurunkoisen ja betonisen kerrostalon hiilijalanjälki ja elinkaarikustannukset eroavat toisistaan. Lisäksi tarkoituksena on selvittää, kuinka elinkaaritarkastelulaskelmia voisi hyödyntää tukemaan puurakentamisen edistämistä ja mitkä muut asiat vaikuttavat puurakentamiseen liittyviin päätöksiin.

1.3. Menetelmät

Tässä opinnäytetyössä on aineistoa hankittu kirjallisuudesta ja lehtiartikkeleista, valmiista tutkimusraporteista, haastatteluilla sekä analysoimalla valmiita elinkaari- ja elinkaarikustannuslaskelmia.

1.4. Rajaukset

Tämä opinnäytetyö rajoittuu esittelemään yhden elinkaaritarkasteluraportin (Bionova Consulting, Ympäristö- ja elinkaarimittareiden hyödyntäminen ARA-kohteissa, 2014), jossa käsitellään viittä toteutunutta kerrostalokohdetta, joiden runkomateriaalina on käytetty massiivipuu- tai betonielementtejä. Rakennusmateriaaleista tutkimuksen ulkopuolelle jää kivi-, tiili- ja teräsrunkoiset talot. Toteutuneet luvut ovat myös teorialukuja, joiden toteutumista ei ole voitu varmistaa.

2 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tätä opinnäytetyötä varten aineistoa on hankittu käyttämällä valmiita dokumentteja, haastattelututkimusta sekä valmiita elinkaari- ja elinkaarikustannuslaskelmia. (Kuva 1)



KUVA 1. Opinnäytetyössä käytetyt aineiston hankintamenetelmät. (Jyväskylän Yliopisto/Koppa 2014)

2.1. Kirjallisuustutkimus

Kirjallisuustutkimus valitaan tutkimusmenetelmäksi silloin kun omien lähtötietojen lisäksi halutaan (ja tarvitaan) olemassa olevaa lisätietoa valitusta aiheesta ja sitä tietoa etsitään muiden kirjoittamista teoksista. Ennen työhön ryhtymistä on oleellista varmistaa, onko kyseistä asiaa jo tutkittu ja millaisia julkaisuja siitä on tehty.

(Routio, P., 2007)

Kirjallisuustutkimuksessa tutkittava aihe määritellään tehtävän otsikossa. Usein tämä rajaus on kuitenkin liian epätarkka ja tutkimuksen tekijän on itse rajattava aihe sopivaksi ja määriteltävä tarkasti tutkittava asia/asiat. Tutkimuksen avulla tehdään yleensä taustaselvitys, jonka pohjalta varsinaisia tuloksia voidaan alkaa analysoida. Usein tämä vaikuttaa myös suuresti kyseisen työn lopulliseen laajuuteen sekä luotettavuuteen.

(Routio, P., 2007)

Kirjallisuustutkimusta on miltei mahdotonta tehdä objektiivisesti, sillä jokainen teos sisältää aina tekijän omia kannanottoja aiheeseen. Kriittisyys lähteiden käytössä on ensisijaisen tärkeää, etenkin internetin aikakautena, kun kaikilla on mahdollisuus laittaa julkisesti jakoon omia ”tutkimuksiaan”. Nämä tutkimukset ovat pahimmillaan jopa täysin perättömiä, mutta saattavat täyttää ulkoasullisesti sekä kielellisesti kaikki kriteerit. Tästä syystä lähteiden tarkistaminen on ensisijaisen tärkeää. Voidaan siis sanoa, että kirjallisuustutkimus ei ole vain kirjallisuuden esittelemistä vaan kirjallisuuden kriittistä esittelemistä. Tämä on myös lukijan etu, sillä kun työn kriittisyys ja luotettavuus kasvaa, kasvaa myös työn informatiivisuus. (Routio, P., 2007)

2.2. Elinkaarilaskenta ja -kustannuslaskenta

Rakennuksen elinkaaritarkasteluja sekä -kustannuslaskentaa voidaan käyttää niin uuden rakennuksen suunnittelussa, kuin vanhan rakennuksen korjauksien suunnittelussa. Kustannuslaskennan avulla on tarkoitus selvittää erilaisten rakenne- ja materiaalivalintojen vaikutusta rakennuksen koko käyttöiälle (materiaalien valmistuksesta niiden purkamiseen ja uudelleenkäyttöön). Tässä työssä esitelty elinkaaritarkasteluraportti on tehty Green Building Council Finlandin (myöhemmin tässä työssä GBC Finland) ”Rakennusten elinkaarimittarit 2013” -kehittämän ohjeistuksen mukaan, jota luotaessa sille asetettiin seuraavia tavoitteita:

- Tuottaa käytännönläheinen ja ymmärrettävä tapa mitata elinkaaritehokkuutta
- Noudattaa kansainvälisiä standardeja ja soveltaa niitä Suomeen olosuhteisiin
- Luoda luottamusta toimintamalliin varmistamalla läpinäkyvyys
- Ohjata riittävään tarkkuuteen luotettavan kuvan saamiseksi
- Mahdollistaa tulosten vertailukelpoisuus.

Menetelmässä tarkastelut voidaan jakaa kahteen eri vaiheeseen: *Hankevaiheen mittarit* sekä *Käyttövaiheen mittarit*. Tarkastelussa otetaan huomioon seuraavat asiat:

Hankevaiheen tarkasteluihin kuuluu:

- E-luku
- Elinkaaren hiilijalanjälki (kgCO_{2e})
- Elinkaarikustannukset (€)
- Sisäilmaluokka (S1, S2, S3).

Käyttövaiheen tarkasteluihin kuuluu:

- Energiankulutus (kWh)
- Käytön hiilijalanjälki (kgCO_{2e})
- Pohjateho (kW)
- Sisäympäristöön tyytyväiset (%).

Elinkaaritaloudellisia laskelmia tehdessä, tarkastelut kohdistuvat aina tulevaisuuteen ja etukäteen valitulle tarkastelujaksolle. Erityispiirteensä näille laskelmille voidaan pitää sitä, että laskennassa otetaan huomioon myös korko koko laskenta-ajalle (diskonttaus). Laskelmat tehdään usein hyvinkin pitkälle aikavälille josta syystä laskelmia ei voi pitää täysin tarkkoina. Laskennan avulla kuitenkin päästään oikeaan suuruusluokkaan. Saaduille tuloksille tehdään erikseen herkkyyshanalyysi, jolla arvioidaan laskelman lopputuloksen herkkyyttä käytettyjen lähtötietojen muuttamiselle. Saatuja tuloksia voidaan pitää riittävän luotettavina, että niiden pohjalta voidaan vaikuttaa tehtäviin päätöksiin.

(Saari A., 2001.)

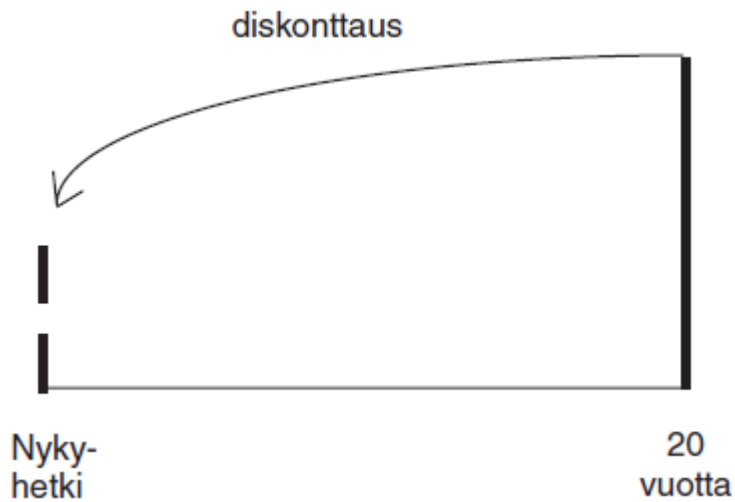
Toinen erittäin tärkeä huomio on, että oikein valitut materiaalit ja rakenneratkaisut kuormittavat huomattavasti vähemmän luontoa. Päätösten kannalta tämä on hieman kaksiteräinen miekka, sillä kyse on arvovalinnasta joka saattaa myös pienentää voittoja.

(Saari A., 2001.)

Diskonttaus

Koska rakennuksessa tehtävät investoinnit tehdään tyypillisesti pitkällä aikavälillä, ei tapahtumien vertailu ole suoraan keskenään mahdollista. Pääoman omistaja haluaa sijoittamalleen pääomalle korkoa, jolloin reaaliarvoltaan saman suuruinen maksusuoritus tänä päivänä tehtynä on arvokkaampi kuin 20 vuoden päästä tehtynä. Kuvassa 2 esitetään diskonttauksen periaate. Suorituksen reaaliarvo voidaan tuoda 20 vuoden päästä tähän päivään diskonttauksen avulla. Erilaisia investointilaskentamenetelmiä ovat nykyarvomenetelmä (joka esitellään tässä työssä), annuiteettimenetelmä, sisäisen koron menetelmä sekä takaisinmaksumenetelmä.

(Saari A., 2001.)



KUVA 2. Maksutapahtuman diskonttauksen periaate. (Saari A. 2001)

$$K_N = \sum [K_i * \frac{1}{(1+r)^i}]$$

K_N	Kustannuksen nykyarvo
K_i	Kustannus vuonna i
r	valittu korkokanta
i	vuosi jona kustannus toteutuu

Esimerkkilaskelma:

Diskontatun suorituksen arvo on sitä pienempi mitä suurempi pääomalle vaadittu reaalkorko on. Esimerkiksi kun 20 vuoden päästä tapahtuva suoritus 100,00 € diskontataan nykyhetkeen ja reaalkorko on 4%, on diskontatun arvo 45,60 €. Mutta jos reaalkorko onkin 10%, on diskontatun arvo vain 14,90 €.

(Saari A., 2001.)

2.3. Haastattelut

Haastattelututkimusta voidaan pitää yleisimpänä tiedonkeruumetodina. Se voidaan pitää kasvokkain, puhelimessa, kysymyslomakkeella tai esim. sähköpostilla. Haastattelututkimuksessa haastattelija ja haastateltava keskustelevat ennalta määriteltyjen kysymysten avulla tai vapaasti jutustellen tutkittavasta aiheesta. Erona arkipäiväiseen sosiaaliseen kanssakäymiseen on selkeä päämäärä kerätä tietoa tutkittavasta aiheesta. Haastattelun jälkeen saatu aineisto analysoidaan ja tulkitaan tutkimustehtävän selvittämiseksi.

(Hirsjärvi, S., Hurme, H., 2011)

Haastattelun idea perustuu siihen, että haastateltavalla henkilöllä on laaja tietämys tutkittavasta aiheesta. Haastattelututkimuksessa haasteena on, että haastateltavien mielipiteitä tulisi aina kyseenalaistaa. Haastateltavalla on yleensä subjektiivinen näkemys tutkittavaan aiheeseen ja kertoo tutkittavasti asiasta omien näkemystensä mukaan. Tästä syystä haastatteluja tulisi suorittaa useammalla henkilöllä, jolloin asiasta saa luotettavamman kokonaiskuvan. (Hirsjärvi, S., Hurme, H., 2011)

Ehkä käytetyin luokittelumenetelmä on arvioida kuinka kiinteä ja jäsennelty haastattelu on. Haastattelut voidaan myös jakaa kahteen erilaiseen haastattelutyyppiin. Toinen on lomake- eli strukturoituhaastatteluun, jossa kysymykset ja vastausvaihtoehdot ovat valmiiksi annettuina lomakkeessa. Toinen haastattelutyyppi on puolistrukturoitu tai strukturoimaton eli avoin haastattelu. Haastattelun muodollisuus ja kysymysten tarkkuus riippuu aina haastattelijasta ja siitä millaista tietoa haastattelulla on tarkoitus saavuttaa.

(Hirsjärvi, S., Hurme, H., 2011)

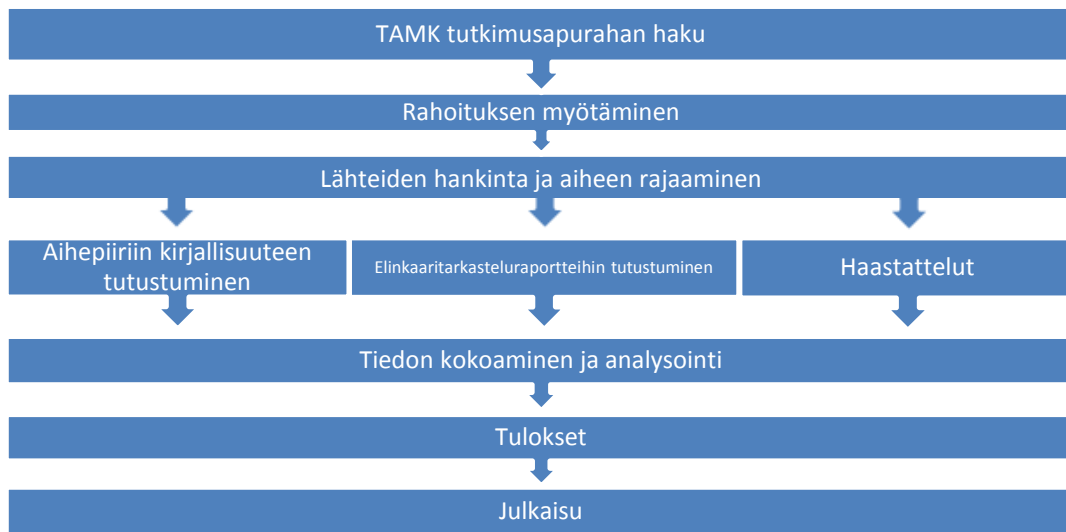
Hyvän haastattelun tunnusmerkkejä voidaan pitää seuraavat piirteitä:

- haastattelu on ennalta suunniteltu (tutkimuksen kohteen teoriaan ja käytäntöön tutustuminen)
- haastattelu on haastattelijan alulle panema ja ohjaama
- haastattelija joutuu tavallisesti motivoimaan haastateltavaa sekä ylläpitämään hänen motivaatiotaan
- haastattelija tuntee roolinsa, haastateltava taas oppii sen haastattelun kuluessa
- haastateltavan on voitava luottaa siihen, että annettuja tietoja käsitellään luottamuksellisesti.

(Hirsjärvi ja Hurme, 2001)

3 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Kaaviossa 1 esitellään koko hankkeen kulku. Tämän jälkeen kerrotaan tarkemmin eri aiheiston hankintamenetelmien etenemisestä hankkeen aikana.



KAAVIO 1: Tutkimuksen toteutuksen kulku

Kirjallisuustutkimus

Aiheeseen tutustuminen alkoi elinkaaritarkasteluun ja sen määrittämiseen tutustumisella. Aiheesta löytyi runsaasti kirjoja ja erilaisia raportteja, joten tarvittavia lähteitä löytyi suhteellisen helposti. Pääasiassa lähteet olivat suomenkielisiä, mutta osa lähteistä oli kirjoitettu englanniksi. Tämä opinnäytetyö rajattiin vertailemaan ainoastaan puu- ja betoni-asuinkerrostalojen elinkaarikustannuksia. Sopivan ja riittävän kattavan elinkaaritarkasteluraportin löytämisessä oli vaikeuksia, mutta lopulta sellainenkin löytyi. Löytyneen raportin lisäksi vertailua laajennettiin koskemaan myös muita puuasuintalorakentamista koskeviin asioihin, jotka vaikuttavat rakennuspäätösten tekemiseen.

Haastattelut

Haastattelututkimuksella selvitettiin eri materiaalien taloudellisten kustannusten selvittämiseksi. Haastateltavana on toiminut Hannu Saari, Tekninen johtaja, Hankekehitys, Rakennusliike Reponen Oy:stä. Rakennusliike Reponen on rakentanut mm. Vantaan asuintomessuille 2015 valmistuneen PuuMera puuasuinkerrostalon, joka oli valmistuessaan Euroopan suurin asuinkäyttöön rakennettu puukerrostalo. (Rakennuslehti, 2015). Reponen Oy rakentaa myös betonikerrostaloja ja tällä hetkellä heidän näkyvimpänä hankkeena on Helsingin Kuninkaantammen nousevat kaksi massiivipuu- ja kaksi betonirunkoista kerrostaloa, joista on tarkoitus tehdä hankkeen päättyessä vertailevat laskelmat toteutuneista kustannuksista.

4 PUURAKENTAMINEN SUOMESSA

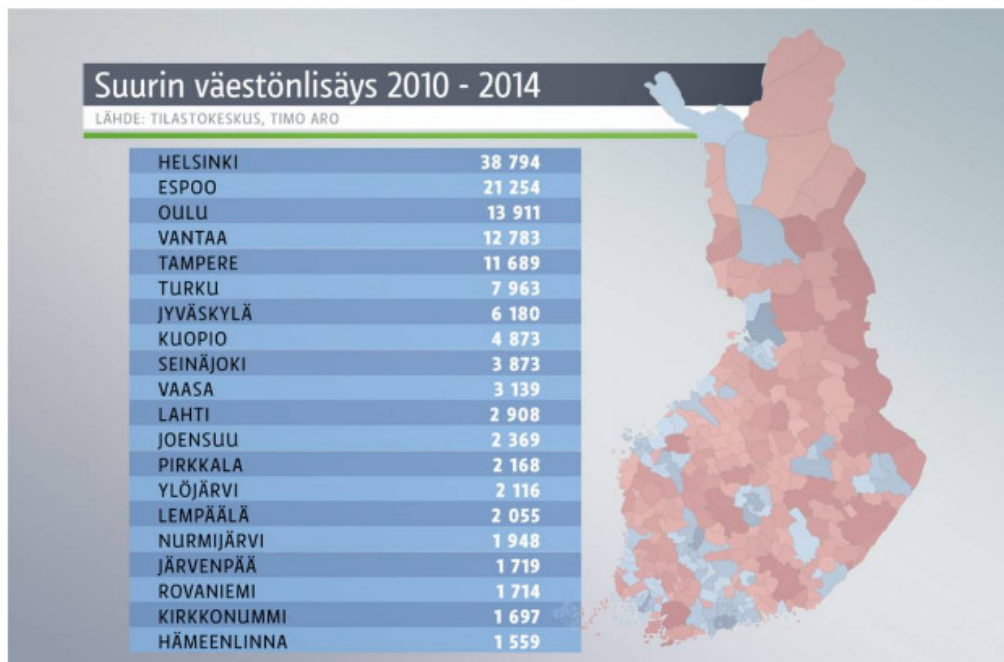
4.1. Yleistä

Kaavoitus

Suomessa rakentamista ohjataan kaavoituksella, joka tarkentuu maakunta ja kunta tasolla tonteiksi ja rakennuksen ominaisuuksia määrääviksi ohjeiksi. Asemakaavassa määritellään usein myös rakennuksen runkomateriaali ja vasta viime vuosina kaavoihin on alkanut ilmestyä alueita, joille saa rakentaa ainoastaan puurunkoisia asuinkerrostalo ja muita rakennuksia. (Suomi.fi, 2016)

Muuttoliike

Ihmiset muuttavat enenevässä määrin pieniltä paikkakunnilta kasvukeskuksiin opiskelujen ja työn perässä. Monta kertaa tämä tarkoittaa sitä, että muuttoa tehdessä uutta työ- tai opiskelupaikkaa ei ole vielä tiedossa, jolloin muutto vuokra-asuntoon on järkevämpää. Kuvassa 3 on esitettyä vuosien 2010 – 2014 muuttoliikkeen voittaja sekä häviäjä kunnat. (Yle, 2015).



KUVA 3: Muuttoliike Suomessa 2010-2014. (Tilastokeskus 2015)

Asuntomarkkinoihin tämä vaikuttaa siten, että uusien kerrostalojen asunnoista yhtä suurempi osa menee suoraan sijoittajille tai sijoitusrahastoille, jotka ostavat asuntoja nippuina. Tämä tarkoittaa sitä, että asunnoista saatava vuokratuotto on oltava mahdollisimman korkea, eikä asuntoja rakenneta tällöin kodeiksi vaan sijoituskohteiksi.

(Rakennuslehti, 2016)

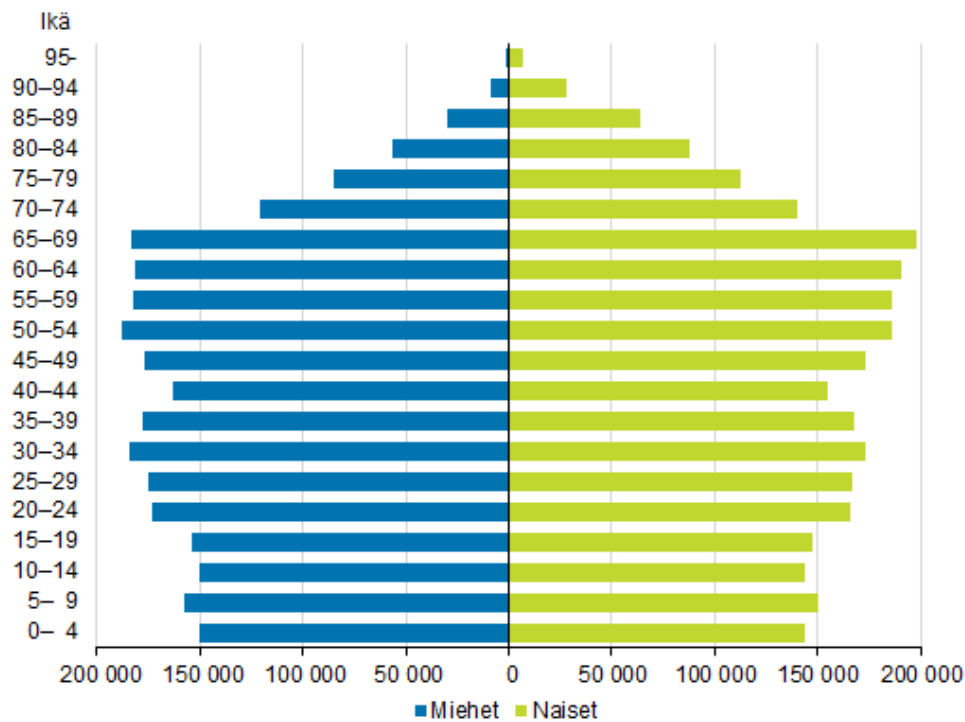
Puuasuinkerrostalojen markkinaosuus

Ympäristöministeriön teettämän tutkimuksen mukaan, vuona 2015 puuasuinkerrostalojen markkinaosuus oli 3,9 prosenttia. Vuonna 2016 tammi-elokuussa aloitetuista kerrostalotyömaista puurakentamisen osuus oli lähellä kuutta prosenttia ja suunnitteluvaiheessa oli noin 6000 puukerrostalo asuntoa. (Ympäristö-lehti, 2016)

Väestön rakenne

Kuvasta 4 voidaan nähdä, kuinka Suomessa ikääntyvien ja eläkkeelle jäävien ihmisten määrä tulee lisääntymään rajusti tulevina vuosikymmeninä. Poikkeuksina aikaisempiin sukupolviin, tulevilla eläkeläisillä on käytössään enemmän rahaa ja halua satsata itseensä, elämiseen ja hyvinvointiin. Tulevaisuuden asuntorakentamisessa tulisi ottaa voimakkaasti huomioon myös vanhemmat ihmiset ja heidän tarpeensa, jotka eroavat varmasti suuresti nuorempien tarpeista. (Vainio, T., 2016)

Väestön ikärakenne 31.12.2015



Lähde: Tilastokeskus, Väestörakenne

KUVA 4: Väestön ikärakenne 31.12.2015. (Tilastokeskus 2015)

Hinta

Hannu Saaren kanssa käydyin puhelinkeskustelun mukaan (Rakennusliike Reponen, Tekninen johtaja, Hankekehitys, 27.2.2017) puuasuinkerrostalosta ostetun asunnon hinta on noin 350 €/m² enemmän johtuen automaattisesta sammutusjärjestelmästä, työmaan sääsuojaamisesta sekä kalliimmasta suunnittelusta. Asuinpaikasta riippuen puuasuinkerrostalon neliöhinta on siis noin 10 % kalliimpi kuin betonikerrostalon.

Myöhemmin esitetyissä elinkaarilaskelmissa kuitenkin osoitetaan, että pitkällä aikavälillä, tämä summa tasaantuu materiaalien välillä.

Puurakentamisen haasteet ja ongelmat

Appu Haapion tekemässä haastattelututkimuksessa *Puurakentamisen tulevaisuuden näkymät* (2013), on kysytty rakennusalan ammattilaisilta, kuinka he näkevät puuasuinkerrostalojen rakentamisen tulevaisuudessa. Haastateltavat ovat olleet yrityksiä, tutkijoita sekä puuteollisuudessa toimivia yrityksiä. Lisäksi kysely on suoritettu haastateltaville riippumatta siitä toimivatko he betoni-, teräs- vai puurakentamisen parissa. Tutkimuksesta käy ilmi, että esim. saha- ja puutuotealan kasvun ja kansainvälistymisen suurimpia alan sisäisiä esteitä ovat mm:

- Myynti ja markkinaosaaminen
- Yhteistyön ja verkostoitumisen puute
- Liiketoiminnan kehittäminen ja muutoskykyisyys yrityksissä
- Lisäarvon tuottaminen alalle sekä brändin rakentaminen
- Sisäänpäin kääntyneisyys osittain perheyrittäjyyden kautta.

Ulkoisina esteinä taas mainittiin:

- Taloudellinen taantuma
- Heikko kilpailukyky ja toiminnan kannattamattomuus
- Kuljetuskustannukset ja energiapolitiikka
- Työehtosopimukset ja työvoimakustannukset
- Rahoitus- ja neuvontapalveluiden tunnistaminen, etenkin pienissä yrityksissä.

(Haapio A., 2013)

4.2. Puun ominaisuuksia

Kyky sitoa hiiltä

Yhtenä ominaisuutena puulla on kyky sitoa hiiltä itseensä yhteyttäessä. Tämä yksi puun tärkeimpiä ilmastovaikutteisia ominaisuuksia ja tästä syystä puut vähentävät kasvihuonekaasuja, jotka aiheuttavat ilmaston lämpenemistä. Kasvaessaan puut pystyvät sitomaan ilmakehästä hiilidioksidia. Yhteyttämisprosessin aikana hiilidioksidin hiili varastoituu puuaineeseen. Yhden kuutiometrin puuta on laskettu pystyvän sitomaan jopa 200 kg hiiltä itseensä. (UPM, 2016)

Palomääräykset

Rakennusmääräyskokoelma E1 määrää, että Suomessa saa rakentaa maksimissaan 8 kerroksisen puuasuinikerrostalon ja rakentamisluvan saaminen edellyttää automaattisen sammutusjärjestelmän asentamista. Tällöin kerrostalo pääsee paloluokkaan P2. (Rakennusmääräyskokoelma E1, 2011). Käytännössä tämä kerrosluvun määrittäminen perustuu toiminnalliseen palomitoitukseen, joka on laskennallinen arvo. Tämä on mahdollistanut sen, että esim. Joensuun Penttilässä rakennetaan parhaillaan 14 kerroksista puuasuinikerrostaloa, Light House Joensuuta, opiskelija-asunnoiksi. Light Housen Joensuun paloturvallisuus on pystytty osoittamaan laskelmien avulla riittäväksi ja saanut näin rakennusluvan. (Karjalaisen Kulttuurin Edistämissäätiö / KKES, 2017)

Vuoden 2018 alusta palomääräyksiä on tarkoitus keventää mm. puun piiloonverhoilun (esim. kipsilevyllä) ja rakennusten maksikorkeuden osalta. (Ympäristöministeriö, 2017)

Palo-ominaisuudet

Puu on palava materiaali. Palon aikana puun pintaan syntyvä hiilikerros kuitenkin suojaa rakennetta palolta, hidastamalla puun sisäosien lämpötilan nousua ja samalla palon etenemistä. Puun syttymispiste on +250...+300°C ja syttymisen jälkeen se alkaa hiiltä noin 0,8 mm minuutissa. Esimerkiksi E1 esitettyjen palomääräysten vaatimus 30 – 60 min palonkesto aika saavutetaan jo 25-50 mm paksulla puutavaralla. Kantavana rakenteena suuret puuosat siis kestävät hyvin paloa. Mikäli vertaillaan esim. puupalkkia ja teräspalkkia, joilla on sama kantavuus, puupalkki säilyttää kantavuutensa vielä siinä kuumuudessa missä teräspalkki alkaa menettää muotoaan ja voi sortua. (Suomen Metsäyhdistys, 2011)

Puurakenteiden paloturvallisuus varmistetaan:

- puurakenteet suojaverhoillaan rakennuksen korkeudesta riippuen joko 10 minuutin tai 30 minuutin palamattomalla suojaverhouksella, joka estää palon leviämisen rakenteisiin
- kaikki tilat varustetaan automaattisella sammutuslaitteistolla, joka käytännössä hyvin tehokkaasti estää palon syttymisen ja leviämisen
- kaikista huoneistoista on vähintään kaksi poistumistietä, toinen yleensä parvekkeen kautta.

(Puuinfo, 2011)

Puukerrostalot tulee varustaa automaattisilla sammutusjärjestelmillä eli sprinklereillä. Palon sattuessa perinteisistä sprinklereistä tulee kuitenkin niin paljon vettä, että vesimäärä kastelee myös viereiset ja alapuoliset asunnot. Tästä syystä puuasuinkerrostaloihin tulisi asentaa korkeapainesprinklerit, joilla tämä voitaisiin ehkäistä.

(Vantaan Sanomat, 2014)

Puun fysiologiset ja psykologiset ominaisuudet

Puulla on myös tutkittu olevan fysiologisia ominaisuuksia ja vaikutuksia ihmiseen ja ympäristöön. Sen on todettu rauhoittavan ihmistä ja auttaa rentoutumaan. Materiaalina puu on hygroskooppinen eli sillä on kyky imeä itseensä tai luovuttaa huoneilman kosteutta ja näin tasata sisäilman kosteuden vaihtelua. Näin esim. massiivipuiset seinät pysyvät ottamaan ja luovuttamaan kosteutta sisätilan ilmasta. Tämä vaikuttaa siihen, että ilmanvaihdon tehokkuutta voidaan pienentää, mikä taas parantaa tilan viihtyvyyttä sekä energiatehokkuutta. (Puuinfo, 2014)

Puulla on myös todettu olevan antibakteerisia ominaisuuksia kun huomattiin, että esimerkiksi e coli-bakteerin määrä puisella leikkuulaudalla on neljän tunnin päästä vain murtoosa muoviseen leikkuulautaan nähden. (Cliver Dean O., 1999).

Terveysvaikutuksien takia Japanissa on rakennettu ainakin kaksi sairaalaa kokonaan suomalaisesta hirrestä. Hirsisen sairaalan on todettu kestävän myös hyvin Japanissa tapahtuvia maanjäristyksiä. (MTV, 2012)

Akustiikka

Työhyvinvoinnista puhuttaessa, työtilojen akustiikalla suuri merkitys työssä jaksamiseen. Puun hyviä akustisia ominaisuuksia hyödynnetään soittimisissa, mutta myös luento- ja konserttisaleissa. Tästä syystä puun akustiset ominaisuudet tulisi ottaa huomioon myös suunniteltaessa asuinkerrostaloja. (Puuinfo, 2014)

Paino

Puusta rakennetun kerrostalon paino on noin 1/5 betonisen kerrostalon painosta. Tämä tarjoaa rakentamiselle mahdollisuuksia paikoissa, joissa maaperän kantavuus ei välttämättä riittäisi sellaisenaan betonikerrostalolle tai vaatisi huomattavia pohjan vahvistustöitä. (Karjalainen, M., Heikkilä, J., Koiso, J., 2013)

4.3. Elinkaarikustannusten hyödyntäminen rakentamisessa

Tässä työssä esittelen GBC Finlandin tekemän raportin ”Ympäristö- ja elinkaarimittareiden hyödyntäminen ARA-kohteissa”. Raportti on tehty vuonna 2014 ja siinä on laskettu viiden toteutuneen ARA-kohteen elinkaarikustannukset. Mukana on kaksi puurunkoista sekä kolme betonirunkoista kerrostaloa. Raportin on tuottanut Bionova Consulting. Tutkimukselle on asetettu seuraavanlaisia tavoitteita:

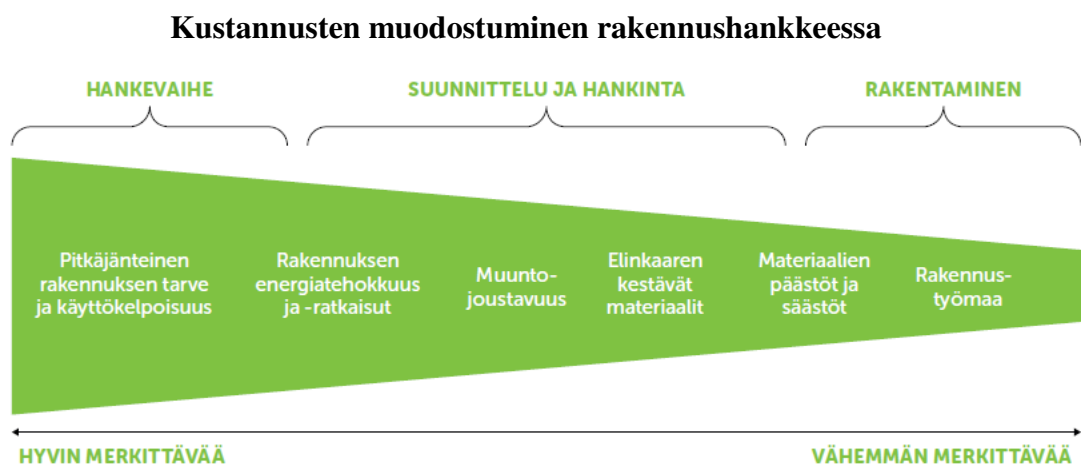
- tuottaa kokemuseräistä tietoa ja ymmärrystä rakennusten ympäristö- ja elinkaarimittareista sekä niiden hyödyntämisestä
- lisätä ymmärrystä, kuinka hiilijalanjälkeä ja elinkaarikustannuksia voidaan mitata hankevaiheessa ja miten mittareita voidaan hyödyntää olemassa olevan kiinteistökannan kehittämisessä
- käyttää mittareita käytännön kohteissa ja oppia lisää hyödyistä ja mahdollisista ongelmista
- lisätä tietoa, miten ratkaisut menestyvät ja mitä hyviä käytäntöjä tulisi hyödyntää laajemmin
- lisätä ymmärrystä siitä, miten mittareita voidaan hyödyntää käytännön päätöksentekotilanteissa
- tuottaa julkaistujen esimerkkitapausten kautta verrokkiarvoja, joiden perusteella toimijat voisivat asemoida ja verrata omien hankkeidensa suorituskykyä
- saada tietoa tunnuslukujen keskinäisistä korrelaatioista ohjausvaikutusten arvioimiseksi.

(Bionova Consulting, 2014)

4.4. Elinkaaritehokas rakentaminen

Elinkaarella tarkoitetaan rakennuksen tai sen osan koko käyttöikä, joka alkaa materiaalien valmistuksesta rakentamiseen ja käyttövaiheeseen ja päättyy kun kyseinen rakennus tai sen osa puretaan ja mahdollisesti uudelleen käytetään. Kustannuksilla tarkoitetaan sekä rahallisia kustannuksia (€), mutta myös käytöstä ja huollosta johtuvaa energian kulutusta (kWh) sekä päästöjä (CO₂e). Purkamisen jälkeistä mahdollista hyötykäyttöä ei lasketa enää elinkaareen. Elinkaaritehokas rakentaminen tarkoittaa, sitä että suunnitteluvaiheessa rakennukseen valitaan riittävän laadukkaat materiaalit, mutta myös se että rakennuksen käytön aikana sitä ja sen osia huolletaan ajallaan ja suunnitelmallisesti. Näin rakennus pysyy käyttökelpoisena koko sen käytön ajan, eikä sille tarvitse tehdä tarpeettomia korjauksia. (GBC Finland 2013)

Kuvassa 5 havainnollistetaan rakennushankkeen kustannusten määräytyminen rakennushankkeen aikana. Kuten kuvasta käy ilmi, suurimmat kustannusvaikutukset ajoittuvat aina rakennus- tai korjaushankkeen hankesuunnitteluvaiheeseen. Tällöin määritellään koko projektin tavoitteet ja asetetaan kustannustavoite. Mitä pidemmälle hanke etenee, sen pienemmistä yksityiskohdista voidaan päättää. (GBC Finland 2013)



KUVA 5. Kustannusten muodostuminen rakennushankkeen aikana. (GBC Finland 2013)

Tilaaaja joutuu valitsemaan; tulisiko rakennus tai korjaus tehdä rahallisesti mahdollisimman halvalla vai rakennuksen hiilijalanjälkeä ajatellen, jolloin välittömät investoinnit ovat suuremmat, mutta elinkaari-ajattelun avulla kustannukset olisivat pitkässä juoksussa käytännössä samat ja samalla voisi säästää luontoa. (GBC Finland, 2014)

5 CASE - KOHTEET

5.1. Kohteiden esittely

Ympäristöministeriö on teettänyt vuonna 2014 tulevissa ARA-kohteissaan pilottihankkeen, jonka avulla testattiin Green Building Council Finlandin kehittämien rakennusten elinkaarimittareiden soveltuvuutta käytäntöön. Raportissa esitellään viiden erilaisen vuokratalon koko elinkaaren hiilijalanjälkeä, sekä elinkaarikustannuksia. Raportissa tutkittavat kohteet ovat seuraavanlaisia:

Helsingin kaupungin Asuntotuotantotoimisto ATT / Eskolantie

Eskolantien puuasuinkerrostalokohteisiin kuuluu neljä 5-7 kerroksista asuinkerrostaloa, jotka ovat tarkoitettu ASO- sekä vuokra-asunnoiksi. Kilpailutuksessa on otettu huomioon E-luku, elinkaarenhiilijalanjälki sekä elinkaarikustannukset. Kohde on matalaenergiatalo, jossa joukon ainoana käytössä kaukolämpö energiamuotona. Kohteen tarkemmat tiedot löytyvät taulukosta 1.

ATT / Eskolantie	
Laajuus	8830 brm ² , 91 asuntoa (vuokra-asuntoja 48 kpl / 3102 asm ² , ASO/Hitas-asuntoja 43 kpl / 2502 asm ²)
Rakennuttaja	ATT
Pääurakoitsija	SRV Rakennus Oy
Päärakenteet	Puurunko (CLT), puuverhous, paaluperustus
Energialuokka	E-luku 101 kWh/(m ² a), ET-luokka: A
Energia ratkaisut	Kaukolämpö

TAULUKKO 1: ATT / Eskolantien tiedot. (Bionova Consulting 2014)

Joensuun Elli / Leilitie

Leilitie on opiskelijoille vuokra-asunnoiksi rakennettu kaksikerroksinen CLT-elementistä toteutettu pienkerrostalo, joka on yksi kuudesta kohteeseen kuuluvasta kerrostalosta. Kohde on passiivienergitalo ja siinä on pyritty käyttämään monipuolisesti erilaisia uusiutuvan energian ratkaisuja. Kohteen suunnittelussa on pyritty kokeilemaan myös uusien teknologioita, kuten aurinkokeräimiä sekä käyttöveden lämmitystä poistoilmalämpöpumpuilla. Kohteen tarkemmat tiedot löytyvät taulukosta 2.

Joensuun Elli / Leilitie	
Laajuus	730 brm ² , 16 asuntoa, 16 asukasta
Rakennuttaja	Joensuun Opiskelija-asunnot Oy Joensuun Elli
Pääurakoitsija	Rakennusliike Eero Reijonen Oy
Päärakenteet	Puurunko, puuverhous (CLT), anturaperustus
Energialuokka	ET-luokka A, ET-luku 59 kWh/brm ² /a
Energiaratkaisut	Aurinkokeräimet, käyttöveden lämmitys poistoilmalämpöpumpuilla, kaukolämpö, maapiiri

TAULUKKO 2: Joensuun Elli / Leilitie. (Bionova Consulting 2014)

Joensuun Elli / Kimpikuja

Kimpikujan vuokratalo on valmistunut vuonna 2014 ja on tarkoitettu opiskelija-asunnoiksi. Kohde on vaatimuksiltaan ja rakenneratkaisuiltaan normaali betonielementtitalo. Talo on kuusikerroksinen. Kohteen tarkemmat tiedot löytyvät taulukosta 3.

Joensuun Elli / Kimpikuja	
Laajuus	3382 brm ² , 79 asuntoa, 85 asukasta
Rakennuttaja	Joensuun Opiskelija-asunnot Oy Joensuun Elli
Pääurakoitsija	Rakennusliike Purmonen SRV
Päärakenteet	Betonielementit, julkisivurappaus, anturaperustus
Energialuokka	ET-luku 113 kWh/brm ² /vuosi, ET-luokka B
Energiaratkaisut	Kaukolämpö, maapiiri

TAULUKKO 3: Joensuun Elli / Kimpitie. (Bionova Consulting 2014)

Lahden Vanhusten Asuntosäätiö, LVAS / Onnelanpolku

Kooltaan tutkimuksen suurin kohde. Betonirunkoinen, korkeimmillaan 8 kerroksinen betonielementtitalo, jonka tarkoituksena on ollut toimia ARA:n lähes nollaenergiarakentamisen pilottina. Kohteen tarkemmat tiedot löytyvät taulukosta 4.

LVAS / Onnelanpolku	
Laajuus	16355 brm ² , 201 asuntoa
Rakennuttaja	Lahden vanhusten asuntosäätiö
Pääurakoitsija	YIT Rakennus Oy
Päärakenteet	Betonielementit, julkisivurappaus, anturaperustus
Energialuokka	Energialuokka: E-luku < 60 kWh/m ²
Energiaratkaisut	Aurinkosähkö ja aurinkolämpö, kaukolämpö

TAULUKKO 4: LVAS / Onnelanpolku. (Bionova Consulting 2014)

Järvenpään mestariasunnot, JMA / Torpantie

Kohde on kuusikerroksinen betonielementtitalo, joka on rakennettu vuokra-asumista varten. Kohteen tavoitteena oli saavuttaa lähes nollaenergiataso ja on kohteista ainoa, joka käyttää maalämpöä. Kohteessa on myös kellarikerroksessa lämmitetty pysäköintihalli, joka on eriytetty laskelmissa varsinaisesta asuinpinta-alasta. Kohteen tarkemmat tiedot löytyvät taulukosta 5.

JMA / Torpantie	
Laajuus	4035 brm ² , 70 asukasta
Rakennuttaja	Järvenpään mestariasunnot Oy
Pääurakoitsija	Järvenpään mestaritoiminta Oy
Päärakenteet	Betonielementit, betoniverhous, maanvarainen perustus
Energialuokka	E-luku 93 kWh/(m ² a), E-luokka C
Energiaratkaisut	Geoterminen energia

TAULUKKO 5: JMA / Torpantie. (Bionova Consulting 2014)

5.2. Kohteiden lähtötietojen laatu

Alla olevasta taulukosta 6 näkyy laskennassa käytettyjen lähtötietojen alkuperä. Esiteltyihin elinkaarilaskelmiin ei ole otettu mukaan puun kykyä sitoa hiiltä itseensä, vaan tämä esitetään erikseen elinkaaren ulkopuolisina päästöhyötyinä. (Bionova Consulting 2014)

	Valm.- vuosi	Materiaalitietojen lähteet	Energiankulutus- tietojen lähteet	Kustannustietojen pääasiallinen lähde
Eskolantie	2015	Alustava suunnitelma, karkea taso	E-luvun laskenta	Urakkahinta, HEKA:n vastaavien kohteiden keskimääräiset käyttökustannukset
Leilitie	2013	Toteutunut urakkalaskenta	ET-luvun laskenta, Riuska simulointi	Urakkahinta, Käyttäjän arvio omaan rakennuskantaan perustuen
Kimpikuja	2014	Urakkalaskenta	ET-luvun laskenta, Riuska simulointi	Urakkahinta, Käyttäjän arvio
Onnelanpolku	2014	Karkea urakkalaskenta	Suunnittelijan toimittamat tiedot (IDA-ICE simulointi)	Urakkahinta, Pääosin keskiarvoliedot käyttökustannuksista
Torpantie	2014	Rakenneratkaisut/ Tietomalli, osin materiaali- loimiluksel	E-luvun laskenta	Urakkahinta, Käyttäjän arvio omaan rakennuskantaan perustuen

TAULUKKO 6: Lähtötiedot ja niiden alkuperä. (Bionova Consulting 2014).

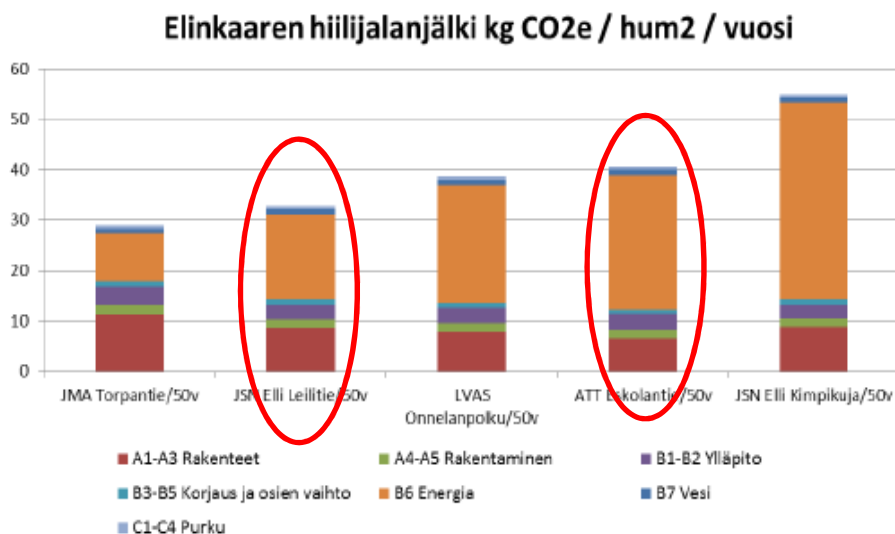
6 KOHTEIDEN ELINKAARITARKASTELUT JA –KUSTANNUKSET

Taulukosta 7 näkee kunkin kohteen laskennallisen hiilijalanjäljen sekä elinkaaren aikaiset kokonaiskustannukset 50 vuoden ajalle laskettuna. Energialuokkien vertailu ei ole suoraan mahdollista, sillä Joensuun Ellin kohteisiin on laskettu ET-luku ja muihin E-luku jotka eivät laskentatavoista johtuen ole suoraan vertailukelpoisia. Sen sijaan hiilidioksidin ekvivalenttia huoneistoneliötä kohti vuodessa ja elinkaarikustannuksia voidaan vertailla suoraan keskenään.

	Energialuokka	Elinkaaren hiilijalanjälki kgCO ₂ e/hum ² /a, 50v	Elinkaarikustannukset €/hum ² /a, 3 % korko, 50v
ATT / Eskolantie	E-luokka C, 101 kWh/m ²	41	113
Joensuun Elli / Leilitie	ET-luokka A, 59 kWh/brm ²	33	99
Joensuun Elli / Kimpikuja	ET-luokka B, 113 kWh/brm ²	55	112
LVAS / Onnelanpolku	E-luokka tavoite A, <60 kWh	39	113
JMA / Torpantie	E-luokka B, 91 kWh/m ²	29	114 (107 ilman autohallia)

TAULUKKO 7: Elinkaari- ja ympäristömittareiden yhteenveto. (Bionova Consulting 2014)

6.1. Kohteiden hiilijalanjälki



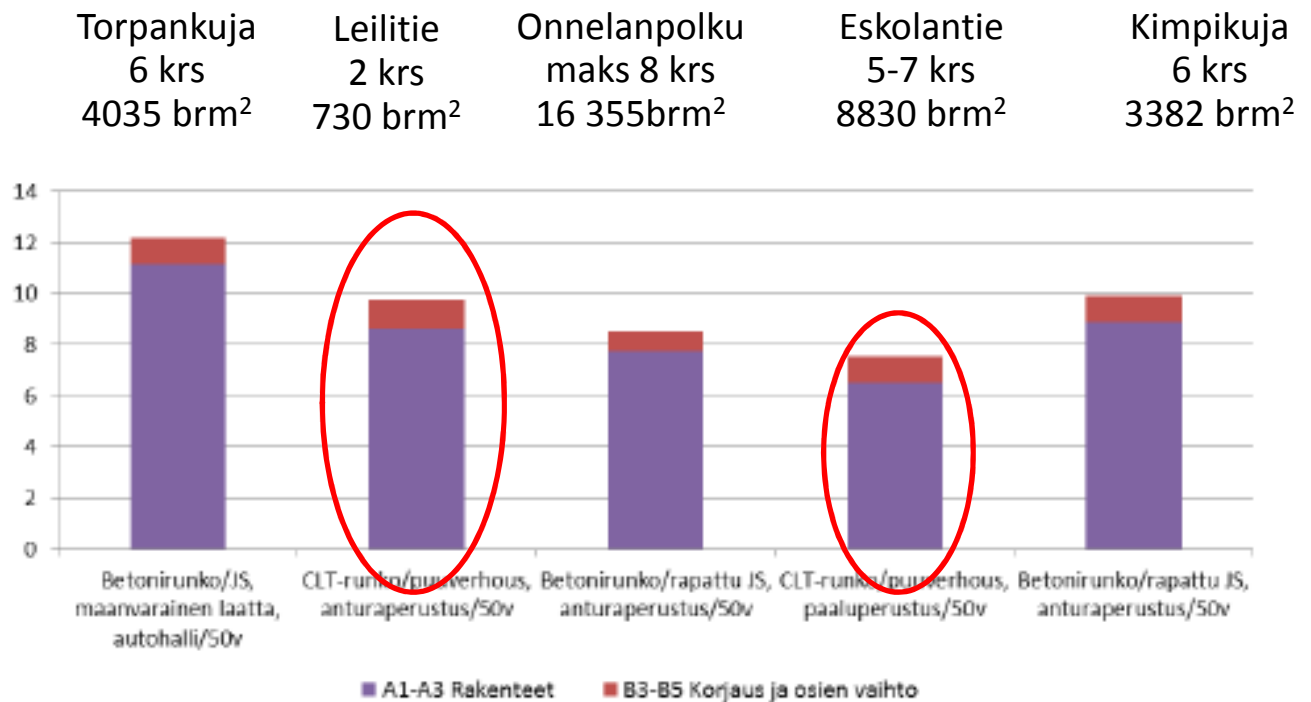
KUVA 6: Rakennesien ja työvaiheiden merkitys kokonaispäästöihin. (Bionova Consulting 2014)

Kuvassa 6 on eritelty kohteiden päästöt elinkaaren eri aikoina. Kokonaistuloksissa betonirunkoinen Torpantie on hiilijalanjäljeltään selvästi vähäpäästöisin. Tämä selittyy sillä, että rakennuksen tavoitteena on ollut saavuttaa lähes nollaenergiataso ja on kohteista ainoa, joka käyttää lämmitykseen vain päästötöntä geotermistä energiaa. Vertailun huonoiten pärjäksi betonirunkoinen Kimpikuja, joka on rakennettu tavanomaisia rakenneratkaisuja ja energiavaatimuksia vastaavaksi. Toiseksi pienimmän hiilijalanjäljen aiheuttaa puurakenteinen Leilitie, joka on passiivienergiatalo. Vertailun toinen puurakenteinen kohde sijoittuu toiseksi viimeiseksi, johtuen siitä, että energialuokaltaan matalaenergiatalo ja joutuu näin käyttämään muita enemmän ostoenergiaa.

Puurakenteisen Eskolantien rakenteiden aiheuttama hiilijalanjälki on selvästi vertailujoukon pienin. Kokonaispäästöt kuitenkin nousevat joukon toiseksi suurimmaksi, sillä Eskolantie käyttää lämmitykseen pelkästään kaukolämpöä ja kaukolämmöllä on verrattaen suuri hiilijalanjälki esim geotermiseen energiaan verrattuna. Toinen puurunkoinen rakennus, Leili jää rakenteiden hiilijalan pienuudessa vasta kolmannelle sijalle. Tämä selittyy sillä, että Leilitien talot ovat vertailun ainoita 2-kerroksisia taloja jolloin perustuksiin käytetyn betonin ja rungossa käytetyn puun suhde on pienimmillään ja nostaa siten päästöjen määrää suhteessa huoneistoneeliöihin.

Kuva 6 osoittaa myös sen, että koko elinkaarta tarkasteltaessa käytön aikainen energia aiheuttaa suurimmat päästöt. Rakennukset rakennetaan rakennusmateriaalista riippumatta samojen energiamääräysten mukaan josta syystä energianmuodon valinnalla sekä rakennettavan kiinteistön energiatehokkuudella on suurin rooli, kun halutaan pienentää koko elinkaaren hiilijalanjälkeä.

Materiaalien hiilijalanjälki kgCO₂e/hum²/vuosi



KUVA 7: Materiaalien hiilijalanjälki kgCO₂e/hum²/vuosi. (Bionova Consulting 2014)

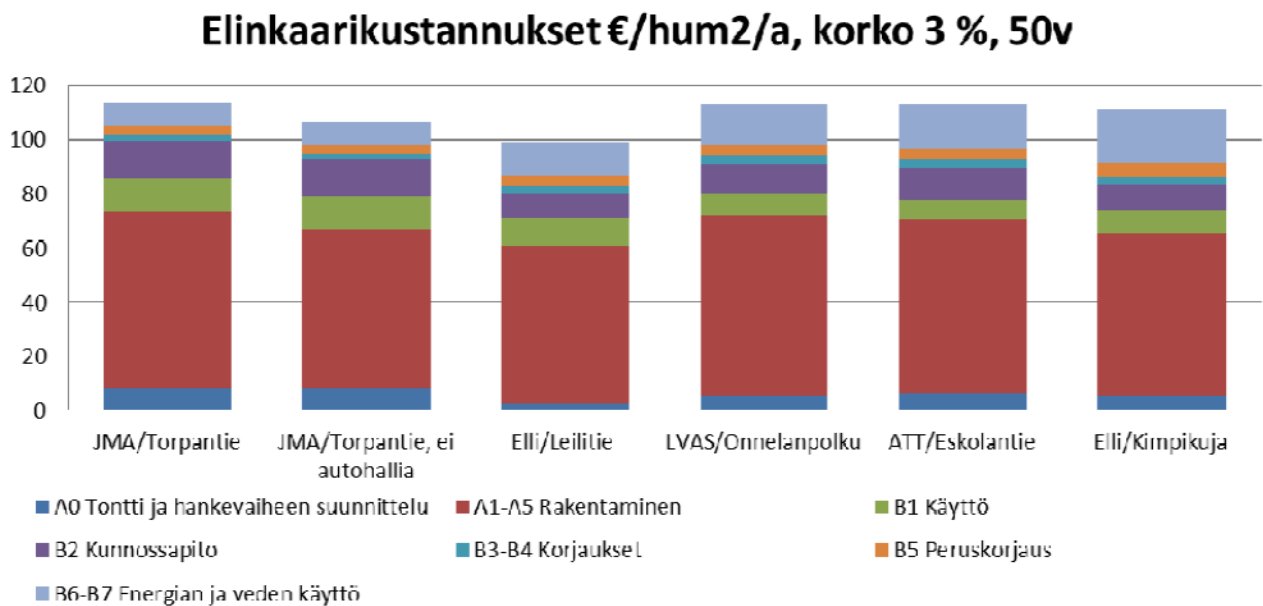
Kuvassa 7 vertaillaan eri kohteiden rakenteiden sekä rakenteiden korjauksen ja osien vaihdosta aiheutuvaa hiilijalanjälkeä. Eri materiaalien välillä käy selkeästi ilmi, kuinka puurunkoisten Eskolantien rakennusten rakennusmateriaaleista jää selkeästi pienin hiilijalanjälki. Tulos selittyy sillä, että Eskolantien rakennukset ovat pistemäisiä ja 5-7 kerroksisia jolloin rakenteissa käytetyn puun ja betonin välinen suhde on suuri.

Puurunkoisen Leilitien rakennuksissa kerroksia on vain kaksi, jolloin esimerkiksi perustuksiin on käytetty suhteessa paljon enemmän betonia verrattuna massiivipuurunkoon. Näin puun huomattavasti pienemmän hiilijalanjäljen hyödyt eivät pääse oikeuksiinsa. Tämä siis osoittaa kuinka paljon kerroksien lisääminen pienentää päästöjen määrää suhteessa rakennettaviin neliöihin. Tästä syystä kuusikerroksinen ja pistemäinen, mutta betonirakenteinen Kimpikuja saavuttaa lähes saman hiilijalanjäljen kuin Leilitien talot.

Korjauksista ja osien vaihdosta aiheutuvat päästöjen erot ovat puolestaan olemattomat.

6.2. Elinkaarikustannukset

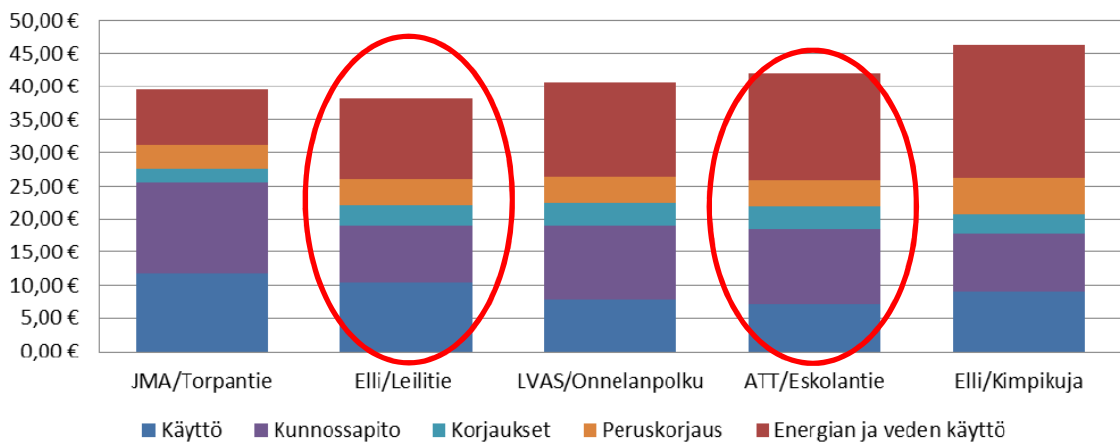
Kuvassa 8 on esitetty kohteiden elinkaarikustannukset 50 vuoden jaksolle 3 % diskontauskorolla. Kyseiset luvut osoittavat, että pitkällä aikavälillä puurakenteinen Leilitie olisi kustannuksiltaan selvästi kaikkein halvin. Suurimpana erona muihin rakennuksiin ovat rakennuskulut sekä tontin hinta, jotka ovat olleet selvästi muita matalampia. Rakennuskustannukset selittyvät sillä, että talot ovat vain kaksikerroksisia, jolloin rakentaminen on ollut työmaateknisesti helpompaa, eikä suuria nostureita ole tarvittu. Samasta syystä myös huolto- ja ylläpitotoimenpiteet on helpompaa suorittaa.



KUVA 8: Elinkaarikustannukset €/hum²/vuosi. (Bionova Consulting 2014)

Muiden rakennusten väliset erot ovat hyvin pienet lukuun ottamatta betonirakenteista Torpantien taloa, joka on vertailujoukon ainoa, johon rakennettiin myös lämmitettävä autohalli. Mikäli autohallia ei oteta kustannuksissa huomioon, voidaan taloudellisia kustannuksia pitää yhtenevinä muiden kohteiden kustannusten kanssa. On tosin muistettava, että rakennuksen sijainti ja sen käyttötarkoitus (esim. Onnelanpolun palvelukoti) vaikuttaa kustannuksiin paljon. Tästä syystä kustannusten vertailu ei ole suoraan mahdollista. Se antaa kuitenkin oikean käsityksen kustannusten suuruusluokasta. Puurakenteinen Eskolantien ja betonirakenteinen Onnelanpolun elinkaarikustannukset ovat vertailun kalleimmat johtuen Onnelanpolun käyttötarkoituksesta (palvelutalo) ja Eskolantien suuresta osastoenergian kulutuksesta.

Käyttökustannukset €/hum2/a, korko 3 %, 50v

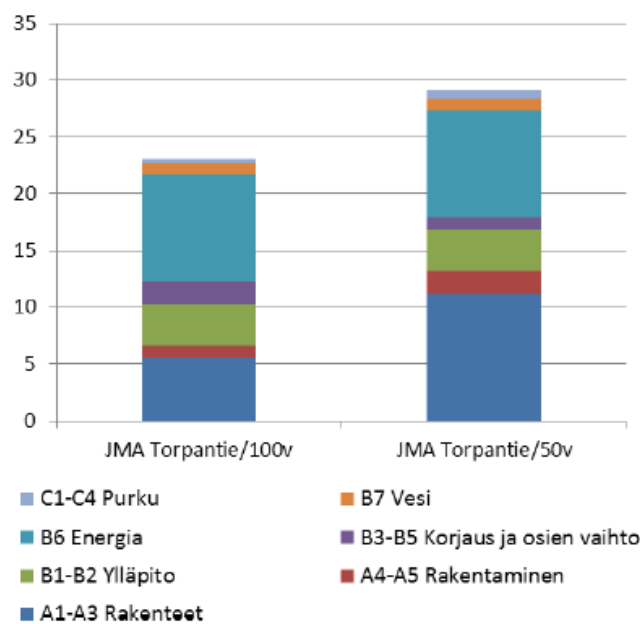


KUVA 9: Elinkaarikustannusten suhteellinen jakauma. (Bionova Consulting 2014)

Ylläolevassa kuvassa 9 on kuvattu eri kohteiden käyttökustannuksia. Puurakenteinen Leilitie on selvästi muita halvempi. Toinen puurakenteinen kohde Eskolantie on käyttökustannuksiltaan toiseksi kallein, mutta suurimmat erot kustannuksissa tulevat muuta suuremman käytetyn energian takia.

6.3. Laskentajakson vaikutus tuloksiin

Elinkaaren hiilijalanjälki eri elinkaaren pituuksilla (kgCO₂e / hum² / vuosi)



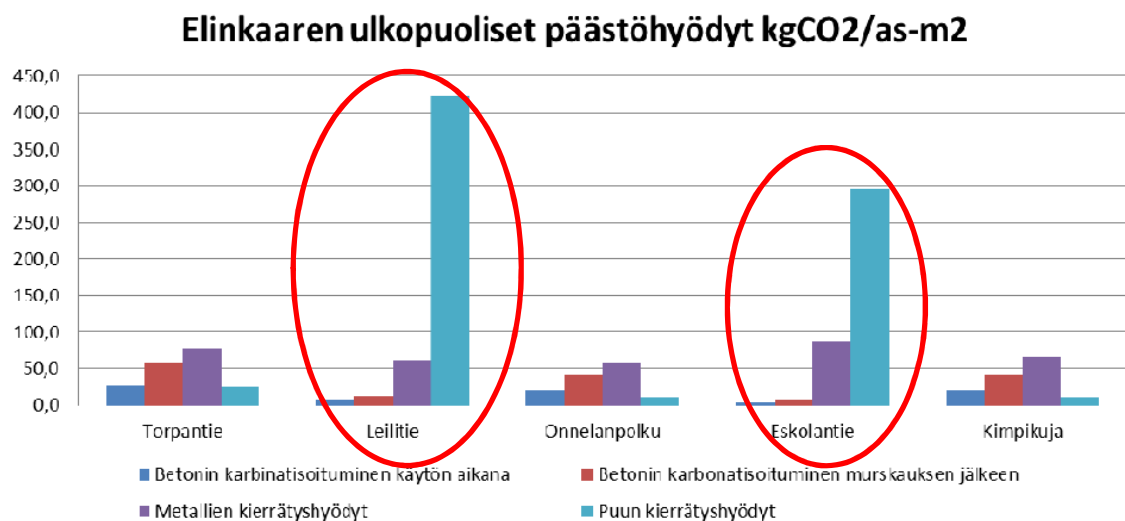
KUVA 10: Elinkaaren pituuden vaikutus hiilijalanjälkeen. (Bionova Consulting 2014)

Kuvassa 10 on esimerkki siitä, kuinka tarkastelujakson pituus vaikuttaa tuloksiin. Rakennusmateriaalien päästöjen osuus pienenee noin 20 % sillä rakennusmateriaalien noin 40 %:n osuus jakautuu kaksinkertaiselle ajalle. Korjauksen ja osien vaihdon osuus taas lisääntyy melkein kaksin kertaiseksi, sillä esim. rakennuksen tekniikkaa joudutaan uusimaan useammin. Myös energian osuus kokonaistuloksessa muuttuu merkittävästi. Elinkaaren pidentäminen siis pienentää eri materiaalien välisiä elinkaaren hiilijalanjälkien eroja entisestään.

Hiilen sitoutuminen rakenteisiin

Standardin EN 15978 mukaisessa elinkaaritarkastelussa, ei tuloksiin ole otettu mukaan elinkaaren jälkeisestä materiaalien hyödyntämisestä tai kierrättämisestä aiheutuvia päästöhyötyjä, sillä nämä eivät ole enää osa rakennuksen tai sen osien elinkaarta. Hyödyt ovat kuitenkin niin merkittäviä, että ne on ilmoitettu erikseen raportissa. (Bionova Consulting 2014. 61)

Kuvassa 11 on esitetty eri materiaalien elinkaaren jälkeisiä päästöhyötyjä. Kuvasta näkyy selvästi, kuinka CLT-runkoiset Leilitien ja Eskolantien rakennukset pystyvät sitomaan itseensä merkittävät määrät hiiltä elinkaarensa aikana. Leilitie pystyy sitomaan itseensä hiiltä $720 \text{ kgCO}_2\text{e} / \text{as-m}^2$ ja Eskolantie noin $500 \text{ kgCO}_2\text{e} / \text{as-m}^2$, kun betonirunkoisten talojen hiilivarastot vaihtelevat $18 - 40 \text{ kgCO}_2\text{e} / \text{as-m}^2$. Hyöty selittyy sillä, että purkamisen jälkeen, rakennusten puuosilla voidaan korvata fossiilisia polttoaineita energiantuotannossa. (Bionova Consulting, 2014)



KUVA 11: Kohteiden päästöhyödyt elinkaaren ulkopuolella. (Bionova Consulting 2014)

7 TULOSTEN TARKASTELU

7.1. Valittujen tutkimusmenetelmien oikeellisuus

Valittujen tutkimusmenetelmien oikeellisuuden arvioinnilla eli validiteetillä arvioidaan sitä, onko tutkimuksissa käytetty oikeita mittaus- ja tutkimusmenetelmiä ja onko näillä menetelmillä saavutettu sellaista tietoa, mitä oli tarkoitus selvittää. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara, 2008)

Tässä opinnäytetyössä haettiin vastausta siihen, onko rakennusmateriaalin valinnalla vaikutusta rakennettavan rakennuksen hiilijalanjälkeen tai hintaan. Etukäteen oli arvioitu, että puukerrostalon rakentaminen olisi kalliimpaa kuin betonisen kerrostalon, mutta puukerrostalon hiilijalanjälki olisi pienempi.

Hiilijalanjäljen suuruuden selvittämiseksi ei ole muita järkeviä menetelmiä kuin elinkaarimittareiden käyttö ja -laskelmien tekeminen. Kirjallisuustutkimuksella ja valmiita elinkaaritarkasteluja tutkiessa kävi ilmi, että puu rakennusmateriaalina tuottaa rakennusvaiheessa noin 20-30 % vähemmän päästöjä verrattuna betoniin. Kirjallisuustutkimus osoitti myös, että puuasuinkerrostaloilla on tiukemmat palomääräykset, mikä aiheuttaa sen, että puukerrostaloihin on asennettava automaattinen sammutusjärjestelmä. Lisäksi kävi ilmi, että koska puukerrostalojen rakentaminen on niin vähäistä Suomessa, on niiden suunnitteleminen myös kalliimpaa. Haastattelu Suomen johtavan puuasuinkerrostalorakentajan, Rakennusliike Reponen Oy:n kehitysjohtajan kanssa vahvisti, että puusta rakennettaessa talon hinta on noin 10 % kalliimpi verrattuna betoniseen, johtuen automaattisesta sammutusjärjestelmästä, suunnittelun kalleudesta sekä vähäisestä rakennustuotannosta, mikä lisää rakennusliikkeiden riskejä rakennettaessa.

Työn tarkoituksena oli tutkia myös muita asioita, jotka mahdollisesti tukisivat puurakentamisen edistämistä ja vaikuttavat kuluttajien ostamiskäyttäytymiseen. Kirjallisuustutkimuksen perusteella löytyi tietoa puun yleisistä ominaisuuksista kuten, kuormituskestävyys palon aikana, puun fysiologiset ja psykologiset ominaisuudet, puun akustiset ominaisuudet sekä puun tiheys, joka on vain 1/5 betonin tiheydestä.

7.2. Valittujen tutkimusmenetelmien luotettavuus

Valittujen tutkimusmenetelmien luotettavuuden arvioinnilla eli reliabiliteetillä arvioidaan tutkimustulosten oikeellisuutta ja sitä saadaanko samanlaisia tuloksia, jos tutkimus toteutettaisiin uudelleen samoin menetelmin.

(Hirsjärvi, Remes & Sajavaara, 2008)

Tämän raportin aineistoa on pyritty keräämään monipuolisesti erilaisista lähteistä ja lähteiden objektiivisuutta on pyritty arvioimaan kriittisesti.

Green Building Council Finland on useiden eri toimijoiden perustama yhdistys, jonka tavoitteena on aidosti vähentää rakentamisen ja rakennusten kuormittavuutta ympäristölle sekä mahdollistaa rakennettaville ja korjattaville kiinteistöille ja niiden asukkaille terveellinen ja laadukas sisäilmasto koko rakennuksen elinkaaren ajaksi. Esitelty raportti on tarkoitettu julkiseksi ja yleishyödylliseen käyttöön, joten sitä voidaan pitää objektiivisena. Bionova Consulting on taas tahollaan erikoistunut tekemään erilaisia elinkaarikustannuslaskelmia, joten laskelmien tekijäksi ja raportin toteuttajaksi se on luotettava lähde. Esi- tettyjä rakentamisaikaisia elinkaaritarkasteluita voidaan pitää luotettavina, sillä kohteet ovat todellisia kohteita ja laskelmia on muutettu muuttuneiden suunnitelmien mukaan. Koko elinkaaren laskelmat ovat vain teorialukuja, joiden toteutumista ei voida varmistaa ennen kuin talo on ollut käytössä pidemmän aikaa. Niitä voidaan kuitenkin pitää suuntaa- antavina tuleville rakennusprojekteille.

Bionovan selvityksen tavoitteena ei ole ottaa kantaa siihen kumpi rakennusmateriaaleista tai ratkaisusta on parempi, vaan tuoda esille eri rakennusmateriaalien vaikutukset rakennuksen koko elinkaaren aikana.

Puun yleisille, fysiologisille ja psykologisille ominaisuuksille on kaikille löytynyt tieteelliset tutkimukset tueksi ja lähteitä voidaan pitää luotettavina.

Vaikka osa aineistosta onkin lähes kymmenen vuotta vanhoja, tukevat uudetkin tutkimus- tulokset tässä raportissa esitetyjä asioita.

Elinkaarikustannusten laskeminen on lisääntynyt 2000-luvun alusta saakka. Tämä tarkoittaa myös sitä, että laskentatavat, informaation määrä ja apuna käytetyt ohjelmistot

ovat kehittyneet ja tarkentuneet. Tästä syystä on äärimmäisen tärkeää vertailla eri raporttien tuloksia, etenkin kun kyseessä on usein teoreettinen tulos.

Haastattelututkimusta voidaan pitää suuntaa-antavana, mutta tuloksen reliabiliteetin vahvistamiseksi haastatteluita olisi pitänyt tehdä suuremmalle määrälle rakennusliikkeitä/rakennuttaja-tahoja.

7.3. Pohdinta

Opinnäytetyön aineistoa on pyritty etsimään mahdollisimman useista eri lähteistä ja vertailemaan lähteitä toisiinsa. Bionova Consulting tarkoituksena ei ole ottaa kantaa siihen, kumpi rakennusmateriaaleista olisi parempi, vaan raportissa pyritään tuomaan esille materiaalien välisiä eroja. Raportti tutkii kaikkiaan viittä eri toteutunutta rakennusta, mutta tulosten oikeellisuuden varmistamiseksi olisi ollut hyvä jos jokin toinen yhtiö olisi tehnyt vastaavat laskelmat tahoillaan ja näitä tuloksia voisi verrata keskenään.

Tätä opinnäytetyötä aloitettiin työstämään marraskuun loppupuolella mikä loi opinnäytetyölle suhteellisen tiukan aikataulun. En kuitenkaan usko, että aikaa lisäämällä tämän opinnäytetyön tulokset olisivat juurikaan muuttuneet. Raportissa käytetty aineisto löytyi suhteellisen helposti, mutta muutama kuukausi lisääntä olisi mahdollistanut johtopäätösten jalostumisen pidemmälle ja mahdollisten uusien jatkotutkimusehdotusten miettimisen.

Yhtenä lisänä tälle opinnäytetyölle olisi ollut mielenkiintoista tehdä laaja haastattelututkimus etenkin eläköityvälle väestölle, jossa olisi kysytty heidän mielipidettään puusta näkyvänä sisustusmateriaalina (vrt. hirsitalo). Aika ei kuitenkaan antanut myöden tehdä tällaista tutkimusta ja suppealla otannalla tällaisella tutkimuksella olisi tuskin ollut minäänlaista tieteellistä arvoa.

Vaikka tämän opinnäytetyön lähteitä on työn tekemisen aikana pyritty arvioimaan mahdollisimman kriittisesti, on opinnäytetyön tekijä itse puurakentamisen kannattaja ja tämä vaikuttaa johtopäätöksiin ja tarkasteltavaan näkökulmaan.

8 YHTENVETO

Tässä yhteenveto-osuudessa käsitellään työn tulokset, johtopäätökset sekä jatkotutkimusehdotukset. Luvun 8.1. tulosten yhteenveto on toteutettu yksilötyönä tässä opinnäytetyössä saaduista tuloksista. Luvut 8.2. ja 8.3. on toteutettu yhteistyössä Julia Herkertin ja Janita Korpelan kanssa ja näihin lukuihin on koottu kaikkien kolmen opinnäytetyön perusteella tehdyt johtopäätökset sekä jatkotutkimusehdotukset.

8.1. Tulosten yhteenveto

Vuonna 2015 puukerrostalojen markkinaosuus oli vain 3,9 %. Vuonna 2016 elokuuhun mennessä sen osuus oli noussut jo lähelle kuutta prosenttia. Puuasuinkerrostalon rakentaminen maksaa noin 10 % betonista kerrostaloa enemmän, johtuen automaattisesta sammutusjärjestelmästä, kalliimmasta suunnittelusta sekä puurakentamisen vähäisestä markkinaosuudesta rakennusmarkkinoilla.

Puurakentaminen aiheuttaa betonirakentamiseen verrattuna vähemmän päästöjä. Suurin ero näiden eri materiaalien välillä tulee rakennuksen rakennusvaiheessa, jolloin puukerrostalosta aiheutuu 20-30 % vähemmän päästöjä. Koko elinkaarta tarkasteltaessa ero kuitenkin pienenee noin 3-6 %:ksi. Kerrosten lisääminen lisää materiaalien välistä eroa. Käytön aikana materiaalit eivät eroa toisistaan juuri millään tavalla.

Koko elinkaaren hiilijalanjäljen pienentämiseen vaikuttaa eniten kohteen energiatehokkuus sekä energiamuodon valinta. Oikein valittu energiamuoto ja riittävän energiatehokas rakennus aiheuttavat parhaimmillaan vain yhden kolmasosan käytönaikaisista päästöistä verrattuna vanhojen määräyksien mukaiseen rakennukseen. Tämä alentaa myös käytönaikaisia kustannuksia.

Tämän hetkisiä asuntomarkkinoita voidaan pitää vääristyneenä, sillä uusia rakennuksia rakennetaan pääasiassa sijoittajille, ei omistaja-asukkaille. Tällöin kohteesta halutaan mahdollisimman suuri voitto eivätkä asunnot ole enää koteja vaan sijoituskohteita. Asukas-omistajat tulisi ottaa enemmän huomioon uusia asuinkerrostaloja suunniteltaessa.

Muuttoliike on keskittynyt kasvukeskuksiin ja kaupunkeihin. Muuttajat ovat pääasiassa nuoria aikuisia, jotka muuttavat töiden tai opiskelupaikan perässä suuriin kaupunkeihin ja pääasiassa vuokra-asuntoihin. Tulevaisuudessa ikääntyvän väestön määrä on kuitenkin

kasvamassa reilusti, joten asuntomarkkinoiden tulisi ottaa huomioon myös tämän kohde-ryhmän tarpeet. Ikääntyvät ihmiset arvostavat usein luontoa ja haluavat kodeistaan viihtyisiä. Tämän lisäksi ikääntyvällä väestöllä on aikaisempaa enemmän rahaa käytössä.

Puurakentaminen tarvitsee lisää rohkeita pilottihankkeita, joiden avulla tietoutta puun eduista saadaan tuotua ihmisten tietoisuuteen. Esimerkiksi puukerrostalon ei uskota olevan paloturvallinen, vaikka todellisuudessa puuasuinkerrostaloa voidaan pitää betonikerrostaloa turvallisempana, sillä puisen kerrostalon jokaisessa tilassa on käytössä automaattinen sammutusjärjestelmä, esim. sprinklerijärjestelmä.

Puulla on todettu olevan ihmiseen monia positiivisesti vaikuttavia psykologisia ja fysiologisia vaikutuksia. Tämän lisäksi puuasuinkerrostalon sisäilmasto koetaan paremmaksi ja viihtyisämmäksi kuin betonisen kerrostalon. Hirsitalojen on todettu myös kestävän hyvin maanjäristyksiä.

Puun mahdollisuuksia tutkitaan kokoajan lisää, mutta yhtenä suurena hidasteena puuteollisuuden kehittymiselle nähdään olevan puu- ja rakennusteollisuuden sisäänpäin käänntyneisyys. Eri tahot haluavat pitää kaiken tutkitun tiedon itsellään voittojen maksimimiseksi, eikä asiaa osata tutkia yhteisvoimin.

Kaavoituksella ja muilla säädöksillä voidaan ohjata rakentamista kansallisesti enemmän puuta suosivaan ja näin ekologiseen suuntaan.

Puun ominaisuuksia tulisi osata hyödyntää enemmän ongelmapaikoissa: esim. alueilla, jossa pohjaolosuhteet ovat liian vaativat betonikerrostaloille, voidaan talot rakentaa mahdollisesti puusta, sillä puukerrostalon paino on noin 1/5 betonisen painosta.

Vuoden 2018 alusta palomääräykset muuttuvat puuasuinkerrostalon osalta joustavimmiksi, mikä tulee vaikuttamaan uusien puuasuinkerrostalojen neliöhintaan alentavasti ja tasaa näin hintaeroja betonisen ja puukerrostalojen välillä.

8.2. Johtopäätökset

Tutkimustöiden päätarkoituksena oli selvittää, miten puurakentamista voitaisiin edistää Suomessa. Jokainen kolmesta opinnäytetyöstä lähestyi kysymystä hiukan eri näkökulmasta ja lopulta kolme opiskelijan keräämä tutkimustieto yhdistettiin näihin suosituksiin. Yhdessä käytyjen keskustelujen pohjalta esiin nousi kaksi yleisesti rakentamiseen liittyvää haastetta:

- mikä Suomen asuntorakentamisessa ei tällä hetkellä toimi sekä
- mitä Suomen asuntorakentamisen tulevaisuuden tulisi olla?

Rakentamisen tämän päivän ja tulevaisuuden haasteita ovat mm. kosteusongelmat, rakentamisen yleinen laatutaso sekä keskustojen täydennysrakentaminen. Näiden lisäksi rakentamisessa tuntuu olevan hukassa se, kenelle asuntoja rakennetaan. Oikea kysymys onkin, miten puurakentaminen voisi vastata näihin haasteisiin?

Kenelle rakennetaan?

Suurin osa tämän hetken kerrostaloista suunnitellaan ja toteutetaan sijoittajien ehdoilla maksimaalisen voiton saavuttamiseksi. Loppukäyttäjä tuntuu unohtuneen rakennus- ja suunnitteluprosessista, johon se todellisuudessa kuuluisi oleellisena osana. Sijoittajia ja loppukäyttäjiä kiinnostavat asuntorakentamisessa eri asiat. Siinä missä sijoittaja on kiinnostunut maksimaalisesta voitosta, loppukäyttäjää voisi kiinnostaa esimerkiksi terveellinen, turvallinen, viihtyisä sekä pitkäikäinen asunto. Oleellista on myös pohtia minkälainen kohderyhmä asuntoja tulevaisuudessa ostaa. Painottuuko ostajakunta esimerkiksi enemmän ikääntyvään väestöön Suomen ikäjakauman perusteella.

Miksi puukerrostalo?

Kysymyksen vastaus riippuu pitkälti siitä, kenelle puukerrostaloa ollaan myymässä. Sijoittaja voi kiinnostua puurakentamisesta esimerkiksi sen nopeuden ansiosta. Tulevaisuudessa rakentaminen keskittyy yhä enemmän suurten kaupunkien täydennysrakentamiseen. Kaupunkiympäristössä rakentaminen on haastavaa, sillä tilaa on vähän ja keskustan palveluiden tulee olla käytössä myös rakentamisen aikana. Puukerrostalotyömaiden ehdoton etu on työmaiden nopea läpimenoaika sekä tarkkaan mietitty työmaalogistiikka. Varsinkin tilaelementtitekniikassa myös työmaajätteiden sekä työmiesten määrä työmaalla on vähäinen. Tämän ansiosta työmaa-alueista saadaan pienempiä ja työmaan ympäristöä rasittava meluhaitta on vähäisempää.

Loppukuluttajaa taas voisi kiinnostaa puurakentamisessa moni muukin asia. Esimerkiksi sijoittaja voi tyrmätä puurunkoisen kerrostalovaihtoehdon, sillä rakennusvaiheen sääsuojaus nostaa rakennuksen rakennuskustannuksia verrattaessa esimerkiksi vastaavaan betonirakenteiseen kerrostaloon. Loppukuluttaja taas voi arvostaa vaihtoehtoa, sillä rakentamisen kuivaketju säilyy sääsuojatulla työmaalla huomattavasti paremmin ja kosteusvaurioita ei pääse syntymään jo heti rakentamisen aikana.

Kuiva rakentaminen edesauttaa myös rakennuksen sisäilman laatua. Puu ei tarvitse kuivumisaikaa rakennuksen valmistuttua, toisin kuin betonikerrostalo, mikä vaikuttaa rakennuksen sisäilman laatuun. Hyvän sisäilman lisäksi puurunkoisissa rakennuksissa on tutkitusti myös muita positiivisia fysiologisia ja psykologisia vaikutuksia asukkaisiin. Tällaisten terveyttä edistävien positiivisten viestien luulisi kiinnostavan erityisesti rakennusten loppukäyttäjiä.

Tällä hetkellä puukerrostalorakentamiseen ohjataan joillain paikkakunnilla suoraan myös asemakaavoissa. Esimerkiksi Helsingistä löytyy alueita, joiden asemakaavassa on määriteltä, että alueelle saa rakentaa vain puurunkoisia kerrostaloja. Tällä tavoin on saatu lisättyä puurunkoisten kerrostalojen rakentamista ja näin voidaan toimia myös tulevaisuudessa. Tässä kohtaa on kuitenkin hyvä pohtia sitä, saadaanko tällä tavoin rakennettua loppukäyttäjällä aina paras mahdollinen asunto. Kaavassa määrätty runkomateriaali voi myös vääristää kilpailutilannetta ja asettaa runkomateriaalit eriarvoiseen asemaan. Tämä saattaa pidemmällä aikavälillä jopa myös heikentää puun kilpailukykyä sekä haluttavuutta.

Näiden argumenttien lisäksi ei voida jättää huomioimatta puurakentamisen ekotehokkuutta. Tulevaisuudessa tämä argumentti tulee kiinnostamaan yhä enemmän sijoittajia sekä kohteiden loppukäyttäjiä ympäristötietoisuuden lisääntyessä. Yleiset energiamääräykset kiristyvät koko ajan mikä ohjaa tulevaisuudessa myös rakentamista enenevässä määrin. Valittu rakennusmateriaali ei vaikuta rakennuksen käytönaikaisiin päästöihin eikä kustannuksiin, sillä kaikki talot tehdään samojen määräysten mukaisesti. Kuitenkin puurakenteisen kerrostalon rakentamisen aikaiset päästöt ovat 20-30 % pienemmät verrattuna betoniseen kerrostaloon, mikä on huikea etu. Metsät ovat Suomen tärkein luonnonvara ja puuteollisuuden lisääminen voisi tuoda myös lisää työpaikkoja Suomeen. Näin välttyttäisiin materiaalin ulkomailta tuonnilta sekä vähennettäisiin kuljetuspäästöjä.

Markkinointi

Puurakentamisen tehokkuus tai positiiviset ominaisuudet eivät kuitenkaan yksinään riitä puurakentamisen kasvuun, mikäli asuntojen markkinointi sekä kohderyhmä ovat pielessä. Suomessa puuasinkerrostalojen markkinointi on vielä varsin marginaalista eikä puurunkoisten asuntojen hyviä ominaisuuksia osata vielä täysin hyödyntää. Esimerkiksi puhdas sisäilma voisi nousta hyväksi myyntiargumentiksi. Tämän lisäksi puu mielletään yleisesti lämpimäksi ja kodikkaaksi materiaaliksi. Tulevaisuudessa puurunko saa myös näkyä enemmän rakennuksen valmiissa sisäpinnoissa. Tämä saattaa omalta osaltaan nostaa asuntojen haluttavuutta, jos sitä vain osataan markkinoida oikein.

Suomessa kuluttajat ovat yleisellä tasolla valmiita maksamaan laadukkaista tuotteista sekä palveluista hiukan enemmän. Asuntomarkkinoilla tästä hyvänä esimerkkinä voitaisiin pitää Tampereen keskustassa rakenteilla olevaa betonirunkoista Luminary-kerrostalokohdetta. Kohteiden markkinointiin on panostettu poikkeuksellisen paljon mm. laadukkaiden mainosmateriaalien avulla. Asukkaille on myyty mielikuva laadukkaasta asumisesta. Tämän tyylistä visuaalista markkinointia voitaisiin hyödyntää enemmän myös puuasinkerrostalojen markkinoinnissa.

8.3. Jatkotutkimusehdotukset

Suomalaista puukerrostalorakentamista on tutkittu suhteellisen paljon rakennetekniikan sekä rakennusfysikaalisten tekijöiden näkökulmasta. Puurunkoisten kerrostalojen rakennustekniset haasteet on jo ratkaistu, joten tulevaisuudessa tutkimusten suunta voisi siirtyä uusiin näkökulmiin. Tulevaisuudessa tutkimusten suunta voisikin painottua enemmän markkinointiin sekä kohderyhmien analysointiin. Hyviä jatkotutkimusideoita voisivat olla esimerkiksi:

- Kuka tulevaisuudessa asuu kerrostaloissa sekä minkälaiset arvot ja ominaisuudet asukkaille ovat tärkeitä? Miten puurakentaminen vastaa asukkaiden tarpeisiin?
- Kuinka puun antibakteerisuutta voitaisiin hyödyntää asuin- ja julkitila rakentamisessa?
- Miten puun psykologiset ja fysiologiset terveysvaikutukset vaikuttavat asukkaiden terveyteen sekä asukasviihtyisyyteen?
- Mikä merkitys mielikuvamarkkinoinnilla on puurunkoisten asuntojen myynnissä?
- Voisiko hirsirunkoinen puukerrostalo olla tulevaisuuden kerrostalorakentamista?
- Voidaanko massiivipuorakenteella vaikuttaa asuinkerrostalon sisäilmastoon?
- Tulisiko haastavien puurakenteiden teknistä osaamista lisätä koulutuksella?

Jokaisella rakennusmateriaalilla löytyy materiaalille ominaiset hyvät sekä huonot puolet sekä perusteltu paikkansa rakennustuotannossa. Vaikka puu toimii kerrostalorakentamisessa yksinään olisi hyvä jatkossa tutkia myös erilaisten hybridirakenteiden toimivuutta Suomessa.

LÄHTEET

Bionova Consulting, Ympäristö- ja elinkaarimittareiden hyödyntäminen ARA-kohteissa, 2014.

Cliver Dean O., Plastic and wooden cutting boards, 1999.

Green Building Council Finland, Rakennusten elinkaarimittarit, 2013.

Haapio, A., Puurakentamisen tulevaisuuden näkymät, VTT, 2013.

Hirsjärvi, Remes & Sajavaara, Tutki ja kirjoita, 2008, 14. painos, Tammi.

Hirsjärvi, S., Hurme, H., Tutkimushaastattelu: Teemahaastattelun teoria ja käytäntö, 2011, Gaudeamus.

Hirsjärvi ja Hurme, 2001, luettu 28.3.2017.
http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L6_3

Jyväskylän Yliopisto/Koppa, Menetelmä polku, 2014, luettu 1.4.2017.
<https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/aineistonhankintamenetelmat>

Järvinen, E., Ympäristö-lehti 06/2016, luettu 15.3.2017.
[http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Julkaisut/Ymparistolehti/2016/Puurakentamisen_toimintaohjelma_tulossa\(41328\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Julkaisut/Ymparistolehti/2016/Puurakentamisen_toimintaohjelma_tulossa(41328))

Karjalainen, M., Heikkilä, J., Koiso, J., Suomalainen puukerrostalo – Rakenteet, suunnittelu ja rakentaminen, 2013, Opetushallitus.

Karjalaisen Kulttuurin Edistämissäätiö, 2017, luettu 8.4.2017.
<http://www.joensuunpihabetaja.fi/2017/01/26/usko-rakennetaan-tiedon-kautta/>

MTV 2012, luettu 1.4.2017.
<http://www.mtv.fi/lifestyle/koti/artikkeli/suomalaishirresta-rakennetaan-sairaaloita-japanissa/3205956>

Puhelinkeskustelu: (Rakennusliike Reponen, Tekninen johtaja, Hankekehitys, 27.2.2017.

Puuinfo, Puukerrostalo, luettu 28.2.2017.
<http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/info/puukerrostalot/puukerrostalo.pdf>

Puuinfo, Puun fysiologiset ja psykologiset ominaisuudet, 2014.
<http://www.puuinfo.fi/tee-se-itse/puun-fysiologiset-ja-psykologiset-ominaisuudet>

Rakennamme, 2015, luettu 30.3.2017.
<http://www.rakennamme.fi/infrastruktuuri/ikaantuvien-asuntotarve-kasvaa-suomessa>

Rakennuslehti, 2015, luettu 8.4.2017.
<http://www.rakennuslehti.fi/2015/06/puukerrostalo-oli-nopea-tehda-mutta-kallis-suunnitella-ja-rakentaa/>

Rakennuslehti 2016, luettu 1.30.2017.
<http://www.rakennuslehti.fi/2016/11/puukerrostaloa-tulee-betonitaloa-kalliimmaksi-tappioiden-pelko-karkottaa-rakentajia/>

Rakennuslehti, Uudet asunnot kallistuivat rajusti pääkaupunkiseudun ulkopuolella, 04/2016, luettu 5.3.2017.
<http://www.rakennuslehti.fi/2016/04/uudet-asunnot-kallistuivat-rajusti-paakaupunkiseudun-ulkopuolella/>

Rakennusmääräyskokoelma E1.

Routio, P., Ammattien tiede, 2007, luettu 1.4.2017.
www2.uiah.fi/projects/metodi/002.htm

Saari A., 2001, Elinkaarikustannusten ja ympäristökuormitusten ohjaus rakennushankkeissa.
<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK010701.pdf>

Suomen Metsäyhdistys, 2011, Puun monet mahdollisuudet.

Suomi.fi, 2016, luettu 1.3.2017.
https://www.suomi.fi/suomifi/suomi/palvelut_aiheittain/asuminen_ja_rakentaminen/rakentaminen_ja_kiinteistot/kaavoitus/index.html

UPM, 2016, luettu 15.2.2017.
<https://www.metsamaailma.fi/fi/ForestInformation/ForestLibrary/Sivut/Hiilensidonta.aspx>

Vainio, T, Asuntotuotantarve 2015-2040, VTT, 2016, 17.
https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/suhdanteet-ja-tilastot/asuntotuotanto_2040/asuntotuotantarve-2040-raportti.pdf

Vantaan Sanomat, Kivistön puutalossa kalliit paloturvatakuut – nostaa hintaa satasen neliöltä, 2014, luettu 2.2.2017.
<http://www.vantaansanomat.fi/artikkeli/252356-kiviston-puutalossa-kalliit-paloturvatakuut-nostaa-hintaa-satasen-neliolta>

Yle, päivitetty 05/2015, luettu 1.3.2017.
<http://yle.fi/uutiset/3-8006915>

Ympäristöministeriö, 2015, luettu 1.4.2017.
<http://www.ym.fi/lahesnollaenergiarakentaminen>

Ympäristöministeriö 2016, luettu 1.4.2017.
<http://www.ym.fi/pariisi2015>

Ympäristöministeriö, Rakennusten paloturvallisuutta koskevan ympäristöministeriön asetuksen uudistaminen, 2017, luettu 8.4.2017.
<https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/standardisointi/2017/2-jantunen-uudet-maaraykset.pdf>