

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutus

Elias Luttinen
Janne Repo

LIGHTHOUSE JOENSUUN RAKENNUTTAMISPROSESSI

Opinnäytetyö
Kesäkuu 2019



Karelia
AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖ
Kesäkuu 2019
Rakennustekniikan koulutus

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
+358 13 260 600 (vaihde)

Tekijät
Elias Luttinen ja Janne Repo

Nimeke
Lighthouse Joensuun rakennuttamisprosessi

Toimeksiantaja
Karelia-amk

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on raportoida Lighthouse Joensuun rakennuttamisprosessin eteneminen. Tämän lisäksi selvitetään puurakenteisen kerrostalon rakennuttamisen eroja verrattuna betoniseen sekä puurakentamisen tulevaisuutta Suomessa.

Aineisto opinnäytetyöhön on kerätty haastattelemalla rakennushankkeeseen osallistuneita henkilöitä. Haastatteluista saatuja tietoja yhdistämällä saatiin kokonaisvaltainen kuva rakennuttamisprosessin kulusta. Teoriaosioon etsimme tietoja alan julkaisuista.

Puukerrostalot ovat Suomessa yleistymässä. Suunnittelijoilla ja rakentajilla ei vielä ole kokemusta puukerrostaloista, mikä nostaa hankkeiden hintaa verrattuna betonirunkoisiin taloihin. Suurimmat ongelmat korkean puukerrostalon rakennuttamisessa ovat palo- ja äänitekniinen suunnittelu.

Kieli
suomi

Sivuja 50
Liitteet 2
Liitesivumäärä 9

Asiasanat
puukerrostalo, rakennuttaminen, puurakentaminen



THESIS
May 2019
Degree Programme in Construction Engineering

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
FINLAND
+ 358 13 260 600 (switchboard)

Authors
Elias Luttinen and Janne Repo

Title
Construction management process of the Lighthouse Joensuu

Commissioned by
Karelia UAS

Abstract

The aim of this thesis is to report the construction management process of the Lighthouse Joensuu. In addition, the difference of construction management process between concrete and wooden building, and the future of wood construction are addressed.

The material for this thesis was gathered by interviewing personnel involved in the construction project. A comprehensive image of the construction management process was made by combining information gathered from the interviews. More information was searched from releases of construction business.

Wooden high-rises are becoming more common in Finland. Builders and engineers do not yet have experience from wooden high-rises, which increases the price of the project compared to concrete framed buildings. Major problems in construction management process of a wooden high-rise include fire planning and acoustics planning.

Language

Finnish

Pages 50

Appendices 2

Pages of Appendices 9

Keywords

wooden high-rise, construction management process, wood construction

Sisältö

1	Johdanto	5
2	Opinnäytetyön tavoitteet	6
3	Käsitteet ja teoria	6
3.1	Keskeiset käsitteet	6
3.2	Rakennushankkeen osapuolet	8
3.3	Puukerrostalo	10
3.4	Puurakentaminen maailmalla	11
3.4.1	Eurooppa	11
3.4.2	Pohjois-Amerikka	14
3.5	Puun käyttö ja puurakentaminen Suomessa	15
3.6	Haasteet ja hyödyt	16
3.6.1	Vahvuudet	16
3.6.2	Heikkoudet	17
3.6.3	Mahdollisuudet	17
3.6.4	Uhat	18
3.7	Paloturvallisuus	19
3.8	Ekologisuus	20
4	Rakennuttaminen	21
5	Lighthouse	23
6	Tutkimusmenetelmät	25
6.1	Haastattelulajit	26
6.2	Valittu haastattelumenetelmä	26
7	Tutkimustulokset	27
7.1	Lighthouse:n rakennuttamisprosessin kulku	27
7.1.1	Tarvesuunnittelu	27
7.1.2	Hankesuunnittelu	28
7.1.3	Kilpailutus ja urakoitsijan valinta	29
7.2	Pää- ja rakennesuunnittelu	30
7.2.1	Pääsuunnittelu	30
7.2.2	Rakennesuunnittelu	32
7.2.3	Puurakentamisen tulevaisuus suunnittelun kannalta	36
7.3	Laadunhallinta	37
7.4	Osaaminen ja vaatimukset	38
7.5	Ääni- ja palosuunnittelu	41
7.6	Puu- ja betonirakentamisen erot	43
7.7	Rakennuslupa	46
7.8	Kustannukset ja budjetointi	48
7.9	Puurakentamista jarruttavat tekijät	50
8	Pohdinta	51

Liitteet

Liite 1	Haastattelukysymykset
Liite 2	Haastattelujen käyttöoikeus

1 Johdanto

Puurakentamisen suosio kasvaa Euroopan lisäksi myös muualla maailmassa (Laukkanen 2018a, 57). Nykyään yhä enemmän myös monikerroksisia rakennuksia tehdään puusta. Puun käyttöä pyritään edistämään, koska puu on ympäristöystävällinen materiaali. Suomessa vuonna 2011 rakennusmääräyksiä muutettiin siten, että ne sallivat puurakentamisen korkeuden kahdeksaan kerrokseen asti. Suurin kasvumahdollisuus nähdään kerrostalorakentamisessa. Vuonna 2018 Suomeen on rakentunut 65 asuinpuukerrostaloa ja lähitulevaisuudessa määrän odotetaan monikertaistuvan. (Karjalainen 2018.)

Opinnäytetyömme toimeksiantajana toimii Karelia-ammattikorkeakoulu. Aiheeksi halusimme laaja-alaisen työn, josta voimme ammentaa mahdollisimman paljon oppia tulevaisuuteen. Joensuuhun rakentuu ainutlaatuinen kohde, johon halusimme perehtyä. Suomen ensimmäinen yli 8-kerroksinen täysin puurakenteisena toteutettu hanke herättää kiinnostusta valtakunnallisesti.

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää Lighthouse Joensuun rakennuttamisprosessin kulkua sekä kuvata puurakentamisen tilannetta ja haasteita. Teoriaosuudessa käsitellään Lighthousen perustietoja sekä kuvataan yleisesti rakennuttamisen ja puurakentamisen taustaa. Tutkimusosiossa käymme läpi tutkimusprosessia. Haastattelimme tutkimukseemme useita hankkeen osapuolia, joten voimme kuvata hanketta ja puurakentamisen prosessia kattavasti. Tutkimustuloksissa kuvataan myös puu- ja betonirakentamisen eroja sekä puurakentamisen tulevaisuutta.

2 Opinnäytetyön tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena on dokumentoida Lighthousen rakennuttamisprosessin kulku. Tarkoituksena on myös kuvata puurakentamista, käsitellä puukerrostalosten rakennuttamista sekä puurakentamisen hyviä ja huonoja puolia. Lisäksi tutkimuksessa käsitellään puurakentamisen tulevaisuutta ja puurakentamista jarruttavia tekijöitä.

Tutkimuskysymyksemme olivat miten Lighthouse Joensuun rakennuttamisprosessi eteni, mitkä ovat puukerrostalon rakennuttamisen erot betonitaloon verrattuna sekä miltä puurakentamisen tulevaisuus näyttää.

Opinnäytetyön tuloksista saatavaa tietoa voidaan käyttää tulevaisuudessa vastaavissa puukerrostalohankkeissa ja Lighthousessa esiintyneiden ongelmien ennaltaehkäisemisessä. Tutkimuskysymyksiin haettiin vastauksia haastattelemalla rakennushankkeen osapuolia. Valitsimme haastateltaviksi henkilöitä, jotka olivat merkittävässä roolissa hankkeen suunnittelussa ja/tai toteutuksessa. Tutkimusmenetelmistä on kerrottu enemmän luvussa 6.

3 Käsitteet ja teoria

3.1 Keskeiset käsitteet

ARA eli asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus vastaa valtion asuntopolitiikan toimeenpanosta:

ARA myöntää asumiseen ja rakentamiseen liittyviä avustuksia, tukia ja takauksia sekä ohjaa ja valvoo ARA-asuntokannan käyttöä. ARA on myös mukana asumisen kehittämiseen ja asuntomarkkinoiden

asiantuntijuuteen liittyvissä hankkeissa ja tuottaa alan tietopalvelua. (Suomi.fi 2019.)

CLT (engl. Cross Laminated Timber) eli ristiinliimattu massiivipuu on uudenaikainen puurakennusmateriaali, joka koostuu vähintään kolmesta ristiinliimatusta lamelli- eli puulevykerroksesta.

Hankesuunnittelu on rakennuttamisprosessin vaihe, jossa asetetaan tavoitteet koskien hankkeen ajoitusta, toimivuutta, laatua, laajuutta, kustannuksia ja ylläpitoa. Kyseisessä vaiheessa tarkennetaan tarveselvityksessä määritellyt tavoitteet rakennussuunnittelua ohjaaviksi vaatimuksiksi sekä hankkeen toteuttamista ohjaaviksi menettelyiksi. Hankesuunnitelma sisältää tilaohjelman, rakennuspaikkaselvityksen, budjetin ja rahoitussuunnitelman sekä suunnittelu- ja rakentamiskataulun. (Junnonen & Kankainen 2017, 24–24.)

Hiilijalanjälki kuvastaa ilmaston lämpenemistä aiheuttavien kasvihuonepäästöjen määrää. Mittayksikkö on hiilidioksidiekvivalentti (kg CO₂e), joka tarkoittaa lämpenemisvaikutusta jonka 1 kg ilmakehässä olevaa hiilidioksidia aiheuttaa sadassa vuodessa. (Vesitaito 2019.)

Kokonaisurakka (KVR) on perinteinen urakkamuoto, jossa rakennuttaja tekee urakkasopimuksen pääurakoitsijan kanssa. Mahdolliset aliorakoitsijat toimivat pääurakoitsijan alaisina, ja pääurakoitsija on vastuussa heidän toimistaan. (Junnonen & Kankainen 2017, 36.)

Käyttöönotto on rakentamisvaiheen jälkeinen vaihe, kun valmistuneen rakennuksen tarkoituksenmukainen käyttö alkaa.

LVL (engl. Laminated Veneer Lumber) eli viilupuu on puutuote, joka on valmistettu liimaamalla noin kolmen millimetrin paksuisia puuviiluja yhteen. Yleensä viilujen syysuunta on sama ja osa viiluista voi olla laminoitu ristiin.

Rakennusosat luokitellaan niiden palonkeston mukaan kantavuuden, osastoinnin ja palonkestoajan perusteella. Rakennusosien vaatimukset kuvataan yhdellä tai useammalla seuraavista merkinnöistä:

R = kantavuus

E = tiiviys

I = eristävyys.

Merkinnän jälkeen ilmoitetaan palonkestävyysaika minuutteina, joka voi olla 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180 tai 240 minuuttia. Näin muodostettava merkintä ilmaisee rakennusosan paloluokan. (Ympäristöministeriö 2011.)

Rakennushanke käsittää kaikki rakennuskohteeseen liittyvät toimenpiteet tilatarpeen toteamisesta takuutarkastukseen saakka.

Rakennussuunnittelu on vaihe, johon kuuluvat rakennesuunnittelu, arkkitehtisuunnittelu sekä talotekninen suunnittelu ja tarvittava muu mahdollinen suunnittelu, kuten palo- ja äänitekniikka suunnittelu.

Rakentamisvaihe on vaihe, jossa hankkeen rakennustyöt tapahtuvat.

Tarveselvitys on rakennuttamisprosessin vaihe, jossa määritellään tilanhankinnan tarpeellisuus tai olemassa olevan tilan muutostarve, tarvittavien tilojen kuvaus, tilanhankintavaihtoehdot sekä taloudelliset tavoitteet. Tarveselvityksen perusteella päätetään, onko rakennushankkeeseen järkevää ja kannattavaa ryhtyä. Tarveselvitys on pohja jatkotoimenpiteille, mikäli hanke päätös tehdään. (Junnonen & Kankainen 2017, 18.)

3.2 Rakennushankkeen osapuolet

Omistaja on rakennuksen omistava organisaatio tai yksityishenkilö. Yleisimmin organisaatio on osakeyhtiö, kiinteistöyhtiö, asunto-osakeyhtiö tai yksityishenkilö. (Junnonen & Kankainen 2017, 13.)

Rakennushankkeeseen ryhtyvä (rakennuttaja) on viranomaisten näkökulmasta osapuoli, jonka nimissä rakentamisen luvat hankitaan. Rakennushankkeeseen ryhtyvä vastaa rakennuttamisen organisoinnista sekä siitä, että suunnittelu ja rakentaminen tapahtuvat säännösten, määräysten sekä rakennusluvan mukaisesti. (Junnonen & Kankainen 2017, 14.)

Suunnittelijat ovat eri alojen suunnittelun ammattilaisia, jotka muodostavat suunnitteluryhmän. Ryhmän työn koordinoinnista ja suunnittelun laadusta vastaa pääsuunnittelija, joka on tavallisesti arkkitehti. (Junnonen & Kankainen 2017, 15.)

Urakoitsija on tilaajan sopimuskumppani, joka on sitoutunut aikaansaamaan sopimuksissa määrätyn työtuloksen (Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998, 3).

Pääurakoitsija on rakennuttajaan sopimussuhteessa oleva urakoitsija, joka on nimetty pääurakoitsijaksi kaupallisissa asiakirjoissa. Pääurakoitsija on vastuussa työmaan johtamisesta sopimuksenmukaisessa laajuudessa. (Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998, 3.)

Aliurakoitsija on pääurakoitsijaan sopimussuhteessa oleva toimija, joka suorittaa töitä pääurakoitsijan tilauksesta (Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998, 3).

Materiaalitoimittajat ovat tahoja, jotka toimittavat tai myyvät rakennukseen käytettävät rakennusmateriaalit sopimuksen mukaisesti (Junnonen & Kankainen 2017, 15).

Viranomaisen (yleisimmin rakennusvalvonta) tehtäviin kuuluu valvoa rakennustoimintaa, määräysten ja säädösten noudattamista, käsitellä rakennuslupahakemukset sekä neuvoa ja ohjata suunnittelua ja rakentamista. (Junnonen & Kankainen 2017, 15.)

Palotarkastajana toimii alueen pelastusviranomainen. Palotarkastuksessa valvotaan, että rakennus ja sen ympäristö on turvallinen kaikissa olosuhteissa, onnettomuuksien ehkäisyyn on varauduttu ja että rakennus on määräysten ja säädösten mukaan rakennettu. (Varsinais-Suomen pelastuslaitos 2019.)

3.3 Puukerrostalo

Puukerrostalo on kerrostalo, jonka kantavat rakenteet on toteutettu pääosin puusta. Puurakenteisessa kerrostalossa rakennuksen julkisivu voidaan tietyin ehdoin tehdä puusta. Samoin sisäpintojen jättäminen puupinnalle onnistuu paikoin tietyin ehdoin. Suomen rakennusmääräysten taulukkomitoitus sallii korkeudeksi enintään kahdeksan kerrosta; mikäli tämä ylitetään, rakennushanke muuttuu erikoisrakentamisen piiriin ja vaatii erityisluvan. Taulukkomitoituksen mukaisen eli niin sanotun perusrakentamisen (enintään 8 kerrosta) palonkestovaatimus rakenteille on sama 60 minuuttia kuin muillakin vastaavan kokoisilla hankkeilla. Lisäksi paloturvallisuuden saavuttamiseksi yli kaksikerroksiselle puukerrostalolle vaaditaan automaattinen sammutuslaitteisto eli sprinkleritoiminto. (Puuinfo 2019a.)

Kantaviin seiniin perustuva rakennejärjestelmä on eniten käytetty rakennejärjestelmä puukerrostaloille. Se voidaan toteuttaa sekä rankarakenteisilla että massiivipuilla suurelementeillä. Kantavina linjoina toimivat yleensä ulkoseinät sekä huoneistojen väliseinät. Jäykistävänä rakenteena toimivat lattiat ja osa seinistä. Lisäksi muita yleisiä rakennejärjestelmiä ovat rankarunkoinen suurelementtitalo, massiivipuinen CLT-talo, pilari-palkkijärjestelmä, hirsirakenteinen ja tilaelementtiratkaisu. Suomessa ja Ruotsissa suosiota on nostanut tilaelementtiratkaisu, joka on nopea tapa rakentaa. (Puuinfo 2019c.)

Suomessa on pyritty kehittämään puurakentamista yhdessä EU:n kanssa. Vuonna 1997 määräyksiä muutettiin siten, että ne sallivat puurakenteisen rakennuksen korkeudeksi enintään neljä kerrosta. Vuonna 2011 rakennusmääräykset sallivat tämän nykypäiväisen enintään kahdeksankerroksisen toteutuksen. Mää-

räysten muuttuminen sallivammaksi mahdollistaa puurakenteisen asuintuotannon kasvamisen. Vuoden 2018 loppuun mennessä Suomeen on rakennettu yhteensä 65 kappaletta yli kaksikerroksisia puurakenteisia asuinrakennuksia. Näissä 65 talossa on yhteensä 1 673 asuntoa. Lähitulevaisuudessa varmoja uusia puukerrostaloasuntoja on tulossa lisää 1 350 asuntoa. Puukerrostalojen kasvun puolesta puhuu myös se, että uusia hankkeita on vireillä eri puolella Suomea noin yhdeksäntuhannen asunnon verran. Lisäksi kasvun mahdollistamiseksi Suomen valtio on luonut puurakentamishojelmia ja lisännyt puurakentamisen koulutusta. (Karjalainen 2018.)

3.4 Puurakentaminen maailmalla

Maailmalla puurakentamisen yleistyminen korkeissa rakennuksissa jatkaa kasvuaan. Pohjoismaista Ruotsin ja Norjan markkinat puurakentamisen saralla ovat kovassa nousussa. Lisäksi Iso-Britannian kiinnostus puurakentamiseen on korkeimmillaan koskaan. Puurakentamisen suosio pohjautuu ekologisuuteen, sillä puu sitoo hiilidioksidia ja lisäksi puun pystyy kierrättämään. Korkeissa rakennuksissa puun käytön suosion mahdollistavat pitkälti massiivipuurakenteet, kuten CLT-levy. Puujätti Stora Enso investoi Ruotsiin uuden tuotantolinjan CLT-massiivipuulle. Aiemmin Stora Ensolla on ollut CLT-tuotantoa ainoastaan Itävallassa. Euroopan suurimmat markkinat CLT-levyille sijaitsevat Itävallassa, Sveitsissä, Saksassa, Ranskassa ja Iso-Britanniassa. Näihin maihin kerrostaloja ja julkisia tiloja rakennetaan paljon puusta. Iso-Britannian puurakentaminen näkyy sen pääkaupungissa Lontoossa, jonne nousee puisia kerrostaloja enemmän kuin koskaan. Lontoon keskusta on jo suunnitteilla todellinen jättihanke, jonne kaavillaan yli 300 metriä korkeaa puista pilvenpiirtäjää. (Luukka 2017.)

3.4.1 Eurooppa

Puurakenteisena toteutettujen korkeiden talojen mielletään edustavan tulevaisuutta. Puu on uusiutuvaa ja ekologista, minkä vuoksi sen suosio kasvaa rakentamisessa. Puisessa rakennuksessa on hyvä sisäilma, tunnelma ja tuoksu.

(Laukkanen 2017a). Puurakentamisen menestys Keski-Euroopassa pohjautuu kokonaisvaltaiseen insinööriosaamiseen ja innovaatioihin. Puurakentamista on edistetty pitkäjänteisellä kehitystyöllä, johon yhdistyvät useat eri toimialat. Monikerroksisen puurakentamisen tekniset kysymykset on saatu pääosin ratkaistua. 3D-mallinnus, suunnittelu ja rakenteiden työstäminen ovat tulleet osaksi rakentamisen arkipäivää ja käytänteitä. Nykytutkimuksilla haetaan uutuuksia jo olemassa oleville rakenneosille, jotta rakentaminen muuttuisi enemmän teolliseksi. (Laukkanen 2017b).

Puurakentaminen sai tuulta alleen Berliinistä, jota pidetään Ylen (2010) mukaan puukerrostalojen edelläkävijänä Saksassa. Vuonna 2008 Berliinin Prenzlauer Bergin kaupunginosaan rakentui Euroopan ensimmäinen puurakenteinen kerrostalo E3. Rakennus on toteutettu pilari-palkkirungolla, jossa käytetty liimapuu on poikkileikkaukseltaan 320 mm x 360 mm. Korkeutta rakennuksella on 22 metriä, pitäen sisällään seitsemän kerrosta. (Nurmi 2010.)

Puurakentamisen edistämiseksi tehdään tutkimustöitä ja perustetaan hankkeita. Puurakentamisen edistämistä tuetaan valtioissa myös taloudellisesti. Euroopassa puurakentaminen on yleistynyt huomattavasti 2010-luvulla. Saksankielisessä Euroopassa panostetaan puurakentamiseen koulutusta lisäämällä. Saksassa uskotaan koulutuksen mahdollistavan markkinankasvua puurakentamisen saralla. Puurakenteisten asuinkerrostalojen tuotanto Saksassa on tällä hetkellä normaalikapasiteetilla, mikä tarkoittaa 15 tuhannen asunnon vuosituotantoa. (Nurmi 2010.)

Jos haluamme puurakentamisen markkinaa kasvattaa, meidän on tuotettava puuseppiä ja insinöörejä alalle lisää. Sama koskee teollista kerrostalomarkkinaa, joka voi kasvaa vain tekijöiden määrää lisäämällä. (Nurmi 2010.)

Laukkanen (2018b) mukaan Euroopan suurin puurakennus vuonna 2018 sijaitsee Saksan Hampurissa. Kyseessä on puurakenteinen kerrostalo, joka toimii opiskelija-asuntolana. Kerrostalo on nimeltään Woodie ja se sisältää yhteensä 370 asuntoa. Rakennus on seitsemänkerroksinen, ensimmäinen kerros on valmistettu teräsbetonista ja loput kuusi kerrosta on toteutettu massiivipuu-elementeistä. Puuta kohteeseen on käytetty kaikkiaan 4 000 kuutiometriä.

Itävallassa puurakentamista tuetaan sen edistämiseksi. Tuki määräytyy rakennusten ekologisuuden mukaan, myös sosiaalisessa asuntotuotannossa. Rahoitus tulee osavaltioiden asuntorahastoista, ja tuen suuruus riippuu osavaltiosta. Yleensä tuen suuruus vaihtelee viiden ja kymmenen prosentin välillä rakentamiskustannuksista. (Laukkanen 2017c). Puurakentamisen tukeminen johtuu myös Itävallan vahvasta puutuotannosta. Siellä tuotetaan 600 000 kuutiometriä massiivipuulementtejä, joita viedään useisiin Keski-Euroopan maihin sekä Yhdysvaltoihin, Englantiin, Venäjälle ja Australiaan. (Laukkanen 2018d.) Vuonna 2018 Itävallan kerrostalomarkkinoista puurakenteisina toteutui vain noin neljä prosenttia (Laukkanen 2018c).

Iso-Britanniassa puurakentamisen suosio näkyy erityisesti pääkaupungissa Lontoossa. Meneillään oleva puurakentamisen suosio on suurimmillaan sitten Lontoon palon vuonna 1666. Vertailuesimerkkinä tilasto, jonka mukaan Lontooseen ja sen lähialueille on rakennettu viime vuosina enemmän puukerrostaloja kuin koko Suomeen. Suosion takana on CLT ja rakentamisen toteutus. Toteutuksen vahvuksina nähdään nopeus ja keveys. (Laukkanen 2017d.)

Iso-Britanniassa suuri vakuutusyhtiö (Legal & General) on investoinut puurakentamiseen suuresti. Investoinnin tuloksena Yorkshireen on syntynyt CLT-tehdas ja teollinen puutalotutanto on käynnistynyt. Päämääränä on tuottaa noin 4000 asuntoa vuodessa. (Laukkanen 2017d.)

Ranska pyrkii korottamaan puurakentamisen osuutta merkittävästi vuoteen 2030 mennessä. Tavoitteena on saada puurakentamisen osuus 30 prosenttiin kaikesta rakentamisesta. Puurakentaminen onkin lisääntynyt merkittävästi monikerroksisissa rakennuksissa ja kaupunkirakentamisessa. Puun käyttöä on lisätty huomattavasti julkisen rakentamisen piirissä, kun kirjastoja, päiväkoteja, kouluja ja urheilupaikkarakennuksia tuotetaan yhä enemmän puurakenteisina. Omien metsävarojen käyttäminen on tuonut kasvua puurakentamiseen varsinkin alppialueilla. Puurakentamisen arvioidaan olevan Ranskan kaupungeissa vahvassa kasvussa. (Laukkanen 2017e.) Vuonna 2018 Ranskassa oli rakenteilla 24 suurta

puurakenteista hanketta, jotka ovat julkisia rakennuksia. Nämä julkiset rakennukset ovat kouluja, toimistoja ja kerrostaloja. (Laukkanen 2018e.)

Ranskan puurakentaminen on vahvimmillaan Koillis-Ranskassa, jossa liiketoiminta pyörii puolen miljardin euron tienoilla. Kuitenkin Saksa, Skandinavian maat, Japani ja Pohjois-Amerikka rakentavat noin kymmenen prosenttia enemmän puusta kuin Ranska. Puurakentamisen ongelmana Ranskassa nähdään puuosa-teollisuuden ja puurakentamisen järjestelmätoimittajien vähyys. Suurin osa puurakentamiseen tarvittavista materiaaleista tuodaan Saksasta. (Laukkanen 2017e.)

3.4.2 Pohjois-Amerikka

Pohjois-Amerikassa, Yhdysvalloissa ja Kanadassa puunkäyttö asuntorakentamisessa on ollut pitkään hyvin suosittua. Yhdysvaltojen Minneapolikseen valmistui vuonna 2016 seitsemänkerroksinen toimistorakennus, joka on suurimmaksi osaksi toteutettu puurakenteisena. Ensimmäinen kerros on toteutettu teräsbetonirakenteisena, mutta loput kuusi kerrosta ovat puurakenteisia. Hanke on toteutettu pilari-palkki-runkojärjestelmällä. Rakennus kantaa nimeä T3. (Schoof 2017.)

Kanadan Vancouveriin valmistui vuonna 2017 oman aikansa korkein hybridirakenteinen kerrostalo, jossa on käytetty suurimmaksi osaksi puuta. Rakennuksen pohjakerros sekä hissi- ja porraskuilu on tehty teräsbetonista, loput puusta ja teräksestä. British Columbian yliopiston hanke on 18-kerroksinen opiskelija-asuntola. Yliopiston tavoitteena on jatkaa asuntoloiden valmistamista puurakenteisina. (Talmazan 2016.)

Kanadan Quebecissä asuntorakentaminen keskittyy 4-6 -kerroksisiin taloihin, joiden markkinaosuus on jo 30 prosentin tienoilla. Quebecin alueella puurakentaminen on lisääntynyt kahdeksalla prosentilla viimeisen neljän vuoden aikana. Lähitulevaisuudessa Kanada pyrkii uudistamaan puurakentamisen säädöksiä.

Uudet säädökset valmistuvat vuoteen 2020 mennessä, jotka mahdollistaisivat rakentamisen 12 kerrokseen asti. Nyt korkeita rakennuksia on voinut tehdä ainoastaan poikkeusluvalla. (Laukkanen 2018f.)

3.5 Puun käyttö ja puurakentaminen Suomessa

Metsäsektori kattaa viidenneksen Suomen vientituloista ja 5 % koko Suomen bruttokansantuotteesta, mikä antaa kuvan siitä, kuinka tärkeä metsäsektori on koko Suomen kansantaloudelle. Suomessa ala työllistää myös noin 200 000 henkilöä. (Karjalainen 2018.)

Suomen metsien puuvaranto on noin 2 300 miljoonaa kuutiometriä ja puuston vuotuinen kasvu on noin 105 miljoonaa kuutiometriä. Puustosta noin puolet on mäntyä. Metsien kasvu on ollut poistumaa suurempi jo kymmeniä vuosia. (Luonnonvarakeskus 2012.) Suomen metsissä kasvaa noin 110 miljoonaa kuutiometriä runkopuuta vuosittain, josta on hyödynnetty noin 66–71 miljoonaa kuutiometriä. Puun käyttöä voitaisiin vuosittain lisätä noin 15–20 miljoonaa kuutiometriä esimerkiksi rakentamisessa, puuteollisuudessa, bioenergiälähteenä sekä erilaisissa biojalosteissa ilman metsävarojen pienenemistä. Sahatavarasta noin neljä viidesosaa käytetään rakentamiseen. (Karjalainen 2018.)

Suurimmat kasvumahdollisuudet puurakentamiselle ovat kerrostalorakentamisessa, julkisessa rakentamisessa sekä hallirakentamisessa (Karjalainen 2018). Rakennuskannasta asuinrakennuksia on 85 %, joista valtaosa on erillisiä pienrakennuksia. Kaikista asuinrakennuksista lähes 85 % on puurakenteisia. (Tilastokeskus 2018a.) Suomessa on noin kolme miljoonaa asuntoa, ja viimeisen 20 vuoden aikana on vuosittain rakennettu keskimäärin noin 30 000 uutta asuntoa, eli asuntokantamme uudistuu noin prosentin vuosivauhdilla. Uudisasunnoista vajaa puolet on pientaloja eli omakotitaloja tai paritaloja. Pientaloista yli 80 % rakennetaan puurunkoisina. (Karjalainen 2018.)

Vuoden 2018 marraskuussa Suomessa oli 65 valmistunutta asuinpuukerrostaloa, joissa on yhteensä 1 673 asuntoa (Puuinfo 2018). Samana vuonna puukerrostaloasuntoja on valmistumassa noin 1 100 (Puuinfo, Ympäristöministeriö 2018). Edellä mainittujen lisäksi uusia puukerrostalohankkeita on vireillä noin 9000 asunnon verran ympäri Suomea. Myös puiset koulurakennukset ovat yleisty-mässä, ja hankkeita onkin vireillä ja rakenteilla yli kymmenessä kunnassa. (Karjalainen 2018.)

Joensuun kaupunki haluaa olla puurakentamisen edelläkävijä Suomessa (Rakennus- ja ympäristölautakunta 2017). Joensuu on ilmasto-ohjelmassaan sitoutunut hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen sekä hiilinielujen lisäämiseen (Joensuu 2018). Osana tätä kaupunki on strategiassaan sitoutunut lisäämään puurakentamista (Joensuu 2017).

3.6 Haasteet ja hyödyt

3.6.1 Vahvuudet

Suomessa puukerrostaloja rakennetaan aikaisempaa enemmän, ja tahdin uskotaan kiihtyvän puurakentamisen tullessa rakentajille tutummaksi. Volyymin kasvaminen laskisi myös hintoja puurakentamisessa ja kaventaisi hintaeroa tällä hetkellä halvempaan betonirakentamiseen. (Harju 2017.)

Puurakentaminen on jopa puolet nopeampaa kuin perinteinen rakentaminen. Tämä johtuu pitkälle viedystä teollisesta valmistuksesta. Etenkin tilaelementtitekniikalla rakennettaessa työmaavaihe on erittäin nopea, sillä elementit voidaan kahlustaa ja varustaa LVIS-varusteilla jo tehtaalla. (Puuinfo 2019c.)

Tilaelementtitekniikka mahdollistaa varsinaisen rakennustyön toteuttamisen hyvin pitkälti sisätiloissa. Tehdasympäristö mahdollistaa perinteistä työmaalla tapahtuvaa rakentamista nopeamman sekä sääsuojatun rakentamisen ja täten laskee kokonaiskustannuksia. (Puuinfo 2019c.) Puutalo myös rakennetaan alusta

loppuun kuivana. Tällöin betonitalossa pakollinen kuivatus jää pois, mikä nopeuttaa ja tehostaa työmaavaihetta huomattavasti. (Metsäteollisuus 2010.)

Asukaskokemukset puukerrostaloista ovat positiivisia Karjalaisen (2017) tekemän kyselyn mukaan. Asukkaiden mukaan puutalon äänieristys sekä sisäilma ovat betonirakenteista taloa parempia, ainoastaan yläpuolisen asunnon askeläänet koettiin häiritsevinä. Asukkaat pitivät talon paloturvallisuutta hyvänä, sillä talot oli varustettu sekä palovaroitinjärjestelmällä että sprinklauksella. Näkyvien puupintojen lisäämistä toivottiin etenkin lattiaan ja parvekkeisiin.

3.6.2 Heikkoudet

Rakentamisen nopeudesta huolimatta puurakenteiset talot ovat nykyisellä osaaamisella betonirakenteisia kalliimpia. Suurimmat syyt hintaeroon ovat sprinklaus, rakentaminen sääsuojassa sekä suunnittelu. (Tompuri 2016.) Materiaalina puuelementtien lähtöhinta on korkeampi kuin betonielementtien (Luukka 2017).

Puurakentamisessa pullonkaula on pätevien suunnittelijoiden puute. Teolliselle puurakentamisen konseptille edellytys on yleisesti käytössä oleva järjestelmä, jossa rakennesuunnittelun yleisimmät ongelmat on ratkaistu. Tähän tarvitaan tuoteosatoimittajien, rakennuttajien ja rakentajien yhteistyötä. (Kiinteistölehti 2018.)

3.6.3 Mahdollisuudet

YK:n ympäristöpolitiikka ohjaa kohti ympäristöystävällisempää ja vähäpäästöisempää toimintaa, johon Suomi on sitoutunut liittyttyään Pariisin ilmastopöytäkirjaan 2016 (Ympäristöministeriö 2018). EU:n kokonaisenergiankulutuksesta noin 40 prosenttia aiheutuu rakennuksista ja niiden käytöstä (Ympäristöministeriö 2015). Uusiutuvaa ja hiiltä sitovaa puuta käyttämällä voidaan laskea rakennusaikeisia kasvihuonepäästöjä.

Puurakentamisen suosio ja yleinen kiinnostus ovat kasvussa. Kouluissa ja päiväkodeissa esiintyneiden sisäilmaongelmien jälkeen puurakentamista halutaan lisätä julkisessa rakentamisessa. Monet kunnat ovatkin päättäneet purkaa sisäilmaongelmaisia taloja ja rakentaa niiden tilalle puisia. (Kuittinen 2017.)

Kunnat ovat myös kaavoituksessaan alkaneet edistää puurakentamista. Nykyään monet kunnat ovat varanneet tontteja nimenomaan puurakentamista varten. (Tompuri 2016). Julkisessa rakentamisessa puurakentaminen on lisääntymässä etenkin ekologisuuden ja paremman sisäilman vuoksi. Noin kolmannes kunnista arvioi puurakentamisen suosion kasvavan hoito- ja opetusrakennuksissa vuosina 2018–2020. (Kaihlainen 2018.)

3.6.4 Uhat

Betonirakentaminen on hallinnut kerrostalorakentamista vuosikymmeniä. (Tilastokeskus 2018b). Suurimmat rakennusyrietykset Lehtoa lukuun ottamatta eivät ole isossa mittakaavassa ryhtyneet rakentamaan puusta. Ensimmäisiä puukerrostaloja tehtiin kaksikymmentä vuotta sitten esimerkiksi Helsingin Viikkiin sekä Tampereelle. Kokemukset olivat kuitenkin niin huonoja, että puurakentamisesta luovuttiin nopeasti. Etenkin suuret julkiset kohteet olivat erityisen tappiollisia, kuten Lahden Sibeliustalo. (Tompuri, Korhonen & Mölsä 2016.)

Rakennusalalla on harjaannuttu rakentamaan betonista, sillä koko rakennusteollisuuden ketju on muokkaantunut betonirakentamisen ehdoilla. Tiedon ja kokemuksen puute vähentää rakentajien kiinnostusta puurakentamiseen. Rakentajat haluavat nähdä onnistuneita esimerkkitkohteita mutta toivovat, että ne rakentaisi joku muu. Puurakentamiseen kaivataan myös lisää taitavia tekijöitä, vakioituja puisia rakennusosia sekä parempaa kustannustietojen saatavuutta. (Tompuri ym. 2016.)

Puutaloa ei voi Lättilän (2018) mukaan kilpailuttaa kuten betonitaloa. Betonirakenteisessa talossa tilaaja voi tilata kohteen omilla suunnitelmillaan, sillä paikal-

lavalulla ja elementeillä voi rakentaa lähes samoilla suunnitelmilla. Puurakentamisessa eri rakennejärjestelmiä on niin paljon, ettei tilaaja voi kilpailuttaa kohdetta valmiilla suunnitelmilla. Joissain tapauksissa urakoitsija valitaan jo hankesuunnitteluvaiheessa ja hankkeen toteutusmuoto sekä budjetti tulee päättää aikaisemmin kuin betonisessa rakennuksessa.

Viranomaiset ja lainsäädäntö ovat Suomessa hidastaneet puukerrostalojen yleisty mistä. Pitkään Suomessa ei saanut rakentaa yli 2-kerroksisia taloja puusta, ja vasta vuonna 2011 sallittiin kahdeksankerroksiset puukerrostalot. Korkeammat vaativat erityissuunnittelun palomitoituksen osalta. Suomessa palosuojaukseen vaaditaan sekä kipsiverhous että sprinklaus, kun muualla Euroopassa riittää toinen näistä. Määräyksiä tosin lievennettiin vuosina 2011 sekä 2018, mikä mahdollistaa palosuojauksen keventämisen ja puupinnan jättämisen näkyviin lisääntyvissä määrin. (Luukka 2017.)

3.7 Paloturvallisuus

Puu on paloturvallinen materiaali palavuudestaan huolimatta. Palotilanteessa puu hiiltyy noin millimetrin minuutissa eikä menetä lujuttaan toisin kuin teräs. Puun kuormankestävyys palossa on hyvin ennakoitavissa. Puurakenteet palosuojataan suojaverhouksella. Suojaverhouksen ja hiiltymävaramitoituksen yhdistelmällä saadaan verrattain helposti rakenteelle 120 minuutin palonkesto aika. (Puuinfo 2019c.)

Palotilanteessa asukkaalle suurimman uhan aiheuttavat irtaimiston palamisesta aiheutuvat myrkylliset savukaasut sekä korkea lämpötila, jotka tainnuttavat ihmisen muutamassa minuutissa. Savua syntyy valtavat määrät, kun huonekalut kuten sohva, sänky ja verhot syttyvät palamaan. (Sisäministeriö Pelastusosasto 2019.)

Rakenteellisen paloturvallisuuden varmistamiseksi paloturvallisuussuunnittelu sekä rakenteiden palotekninen mitoitus voidaan tehdä oletettuun palonkehityk-

seen perustuen. Toiminnallisella palomitoituksella voidaan rakenteiden paloturvallisuussuunnittelussa huomioida rakennuksen yksilölliset piirteet sekä erilaiset palontorjuntatoimet, kuten sprinklaus. (Outinen 2009, 26.) Korkeintaan 8-kerroksisen kerrostalon palosuunnittelu voidaan tehdä valmiilla taulukkomitoituksella, jolloin toiminnallista palosuunnittelua ei tarvita (Puuinfo 2019a).

3.8 Ekologisuus

Puurakentaminen on ekologista. Maailmanlaajuisten ilmasto-, ympäristö- ja luonnonvarakysymysten noustua otsikoihin on Suomessa pyritty lisäämään puurakentamista. Kotimainen puu tulee uusiutuvana ja ympäristöystävällisenä materiaalina olemaan yhä kilpailukykyisempi raaka-aine rakentamisessa osana ilmastonmuutoksen torjuntaa. (Karjalainen 2018.)

Yksi kuutiometri puuta sitoo kasvaessaan noin tonnin hiilidioksidia ja vapauttaa 700 kiloa happea ilmakehään fotosynteesissä (Karjalainen 2018). Rakennusaikeiset päästöt ovat kuitenkin vain pieni osa koko rakennuksen hiilijalanjälkeä. Energiatehokkuudella on suurin merkitys tarkasteltaessa rakennuksien hiilijalanjälkeä. (Puuinfo 2019b.)

Ympäristöministeriö on ottanut tavoitteeksi, että rakennusten hiilijalanjälki otetaan huomioon rakentamisen säädöksissä 2020-luvun puoliväliin mennessä. Ympäristöministeriössä onkin alettu laatimaan suunnitelmaa rakennusmateriaalien ja tuotteiden valmistuksesta aiheutuvien kasvihuonepäästöjen vähentämiseksi. (Karjalainen 2018.) Kaikkien uusien rakennusten tulee olla lähes nollaenergiarakennuksia vuoden 2020 loppuun mennessä (Ympäristöministeriö 2015).

Rakennusmateriaalien valmistuksessa aiheutuvista hiilidioksidipäästöistä yli 90 % aiheutuu sementin ja teräksen valmistuksesta. Näiden materiaalien käyttöä tulisi ympäristötavoitteiden saavuttamiseksi vähentää, ja ne tulisi korvata niitä vähemmän päästöjä aiheuttavilla materiaaleilla, kuten puulla. (Puuinfo 2019b.)

4 Rakennuttaminen

Rakennuttaminen on rakennusinvestoinnin hankkimista markkinoilta ja rakennushankkeen eri vaiheiden tehtävien hallintaa. Rakennuttaminen tähtää rakenteille ja tiloille asetettujen tavoitteiden täyttämiseen. Rakennuttamistehtävät voidaan jaotella kolmeen pääryhmään, jotka ovat hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen organisointi, hankkeen toteutuksen suunnittelu ja ohjaus sekä hankkeen päättäminen. Keskeisimpiä rakennuttamisen tehtäviä ovat hankkeen tavoitteiden asettaminen, organisointi, johtaminen, suunnittelun valmistelu ja ohjaus sekä rakentamisen valvonta ja ohjaus. (Junnonen & Kankainen 2017, 16.)

Rakennuttamisen organisoinnista vastaa rakennushankkeeseen ryhtyvä. Hankkeeseen ryhtyvä voi suorittaa rakennuttamistehtävät joko itse tai teettää ne osittain tai kokonaan ulkopuolisella rakennuttajakonsultilla. (Junnonen & Kankainen 2017, 16.) Rakennuttamistehtävät hankkeen eri vaiheissa on kuvattu taulukossa 1.

Taulukko 1. Rakennuttamistehtävät (RT 10-11284).

Vaihe	Rakennuttamistehtävät	Vaiheen lopputulos
Tarveselvitys	Käyttäjän tilantarpeen kuvaus Tilanhankinnan tarpeen selvittäminen Tilanhankinnan tavoitteet ja vaihtoehdot Hankepäätöksen valmistelu	Hyväksytty tarveselvitys ja hankepäätös
Hankesuunnittelu	Rakentamismahdollisuuksien selvittäminen Hankkeen, toiminnan sekä omistajan tavoitteet Tilaohjelman ja hankeohjelman luominen Hankkeen aikataulun ja toteutusmuodon tavoitteet	Hyväksytty hankesuunnitelma ja investointipäätös
Suunnittelun valmistelu	Pätevän henkilöstön hankkiminen ja nimeäminen	Suunnittelupäätös

	<p>Suunniteluprosessin ja -tehtävien määrittelyminen</p> <p>Suunnittelukilpailu ja suunnittelijoiden valitseminen</p> <p>Suunnittelun käynnistys</p>	
Ehdotus-suunnittelu	Ohjataan ja valvotaan ehdotussuunnitelua	Ehdotuksen valintapäätös ja hyväksytty ehdotussuunnitelma
Yleissuunnittelu	Myötävaikutetaan suunnitteluun sekä ohjataan sitä	Hyväksytty yleissuunnitelma ja pääpiirustukset
Rakennuslupatehtävät	Luvan hakeminen, naapureille hankkeesta ilmoittaminen	Rakennuslupa asiakirjoineen sekä viranomaisen lupapäätös
Toteutus-suunnittelu	Ohjataan ja valvotaan toteutussuunnitelua	Hyväksytyt toteutussuunnitelmat
Rakentamisen valmistelu	Alustavan aikataulun ja riskianalyysin laadinta Tarjouspyyntötehtävät Urakoitsijoiden valinta	Rakentamispäätös ja urakoitsijavalinnat
Rakentamiseksi	Aloituskokoukseen osallistuminen Rakennustyön valvonta ja ohjaus Maksuliikenteen hoito Alihankintojen, rakennuttajan ja käyttäjän hankintojen valvonta Lisä- ja muutostöiden valvonta	Urakan vastaanotto
Käyttöönotto	Käyttöönoton ohjaus ja valvonta	Rakennuksen käyttöönotto
Takuuaika	Kerätään tiedot takuuajaisista puutteista Valvotaan, että takuuajan huollot ja työt suoritetaan	Päätös takuuajan velvoitteiden hyväksymisestä

5 Lighthouse

Tutkimuksen aiheena on Lighthouse Joensuu, joka on tällä hetkellä Suomen ensimmäinen yli kahdeksankerroksinen sekä samalla korkein puurakenteinen kerrostalo. Lighthouseen tulee yhteensä 14 kerrosta, joista ensimmäinen on teräs-betonirunkoinen ja loput 13 massiivipuurakenteisia. Rakennuksen pystyrunko on tehty LVL-levystä ja vaakarakenteet ovat puolestaan CLT-levyä. Julkisivumateriaaliksi valikoitui pitkäikäinen kiviaineinen rakennuslevy, joka näkyy kuvassa 1. (Rakennuslupapäätös 2017.)



Kuva 1. Joensuu Lighthouse (Kuva: Elias Luttinen 2019).

Rakennuttajana toimii Joensuun Elli Oy, Joensuun kaupungin omistama opiskelija-asuntoja tarjoava yritys. Lighthouse on yksi Joensuun kaupungin ja Itä-Suomen yliopiston sopiman projektin luoma rakennushanke yliopiston opettajankoulutuksen siirtyessä Savonlinnasta Joensuuhun. Kaupungin puolelta tuli ehdotus, että kyseinen rakennus tehdään puurakenteisena. Pääsuunnittelusta vastaa arkkitehtitoimisto Arcadia Oy ja rakennesuunnittelusta A-Insinöörit Oy. Kohteen pääurakoitsijana on Rakennustoimisto Eero Reijonen Oy. (Huusko 2018.) Muut hankkeen osapuolet on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Hankkeen osapuolet. (Joensuun Kodit Oy 2016.)

Rakennuttaja	Opiskelija-asunnot Joensuun Elli Oy
Rakennustöiden valvonta	A- Real Oy
Pääsuunnittelu	Arcadia Oy arkkitehtitoimisto
Rakennesuunnittelu	A- Insinöörit Oy
LVIS- ja automaatio suunnittelu	Granlund Oy
Pohjasuunnittelu	FCG Finnish Consulting Group Oy
Palotekninen suunnittelu	Palotekninen Insinööritoimisto Markku Kauriala Oy
Pääurakoitsija	Rakennustoimisto Eero Reijonen Oy
LVI-urakoitsija	Lämpökarelia Oy
Sähköurakoitsija	Sähkö-Saarelainen Oy
RAU-urakoitsija	Schneider Electric Finland Oy
Puuosatoimittaja	Stora Enso Oyj
CNC-koneistus ja työstöt	Timberpoint Oy

Kohteeseen valmistuu 117 asuntoa, joista 91 on yksiöitä ja loput 26 ovat kaksioita. Rakennuksen yhteiset ja tekniset tilat sijaitsevat kaikki teräsbetonirakenteisessa pohjakerroksessa. Talossa liikkumisen mahdollistaa yksi hissi sekä kaksi porraskäytävää. (Huusko 2019.)

Rakennuksen sijainniksi valikoitui jokiranta. Tontin ahtauden vuoksi autopaikkoja mahtui 19 kappaletta rakennuksen tontille. Loput autopaikat sijoitetaan rakennuksen viereiselle tontille. Tontilla on myös kaksi pihavarastoa, jätekatos sekä 117 katettua pyöräpaikkaa. (Arcadia Oy 2017.)

Maaperä vaati talon perustuksille 263 teräspaalua, joista 56 on injektoituja kalliioankkureita. Koska puu on kevyt materiaali, rakennukselle haettiin stabiloivaa painoa 500 millimetriä paksulla ensimmäisen kerroksen välipohjalla. Tämän lisäksi perustukset ankkuroitiin kallioon kalliioankkureilla. Rungon jäykistys tehdään teräksisillä vetotangoilla, jotka kiristetään kolmen kerroksen välein. Vaikka rakennus on puurakenteinen, puupintoja ei jää näkyviin vaan kaikki puupinnat verhotaan kipsilevyllä. Julkisivumateriaalina toimii pitkäikäinen, kiviaineinen rakennuslevy. (Huusko 2018.)

6 Tutkimusmenetelmät

Haastattelu on yksi perinteisimpiä tiedonhankinnan muodoista, jolla voidaan saada syvemmin tietoa asiasta ja jolla voidaan selventää vastauksia esitettyihin kysymyksiin. Rakennushanke koostuu monista eri osa-alueista ja useista toimituksista, joten haastattelu on hyvä keino yhdistää yksittäisen haastateltavan puhe laajempaan kontekstiin. (Hirsjärvi 2015, 34.)

Haastateltaessa ollaan kielellisessä vuorovaikutuksessa henkilön kanssa, mikä mahdollistaa joustavuuden sekä tarkentavat kysymykset. Haastatteleamalla saa selville, mitä haastateltava ajattelee, tuntee, kokee tai uskoo aiheesta. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 185.)

Opinnäytetyön aiheena on melko tuntematon ja vähän kartoitettu alue, josta on vaikea laatia kattavaa kysymyslistaa etukäteen. Haastattelu antaa mahdollisuuden selventää ja syventää saatavia vastauksia esimerkiksi kysymällä lisäkysy-

myksiä (Hirsjärvi ym. 2009, 205). Haastattelun aikana ilmenneiden lisäkysymysten kautta saimme kattavasti tietoa aiheista, joita emme etukäteen olleet huomioineet.

6.1 Haastattelulajit

Haastatteluja suunniteltaessa haastattelijat voivat miettiä, mitä haastattelulajia käyttävät. Haastattelulajeja on lukuisia, joista tutkimushaastattelussa käytetään usein kolmea, eli kyselylomakkeen kautta tuotettua strukturoitua haastattelua, teemahaastattelua sekä avointa haastattelua. (Hirsjärvi & Hurme 2015, 41.)

Käytetyin haastattelumuoto on strukturoitu haastattelu eli lomakehaastattelu, jossa haastattelu tapahtuu kyselylomakkeella. Lomakkeessa kysymysten järjestys, muotoilu ja vastausvaihtoehdot ovat täysin määrättyjä. (Hirsjärvi ym. 2015, 41.)

Avoimessa haastattelussa haastattelijä selvittää haastateltavan ajatuksia, mielipiteitä ja käsityksiä vapaamuotoisen keskustelun kautta. Keskustelun aihe voi vaihtua ja tarkentua haastattelun edetessä. (Hirsjärvi ym. 2009, 209.)

Teemahaastattelussa haastateltavat asiat on jaettu teemoihin, joista keskustellaan. Yksityiskohtaisten kysymysten sijaan haastattelu etenee tiettyjen keskeisten teemojen varassa. (Hirsjärvi ym. 2009, 209.)

6.2 Valittu haastattelumenetelmä

Opinnäytetyön aineiston keräämisen menetelmäksi valittiin teemahaastattelutyyppinen kyselytutkimus. Haastateltavat olivat kiinnostuneita opinnäytetyön aiheesta kohteen ainutlaatuisuuden vuoksi ja suostuivat mielellään haastatteluun.

Valitsimme haastattelutavaksi paikalla tapahtuvan haastattelun, koska koimme saavamme sillä kattavammin tietoa. Koimme myös, että paikalla tapahtuva haastattelu on mieluisin ja helpoin haastateltaville.

Haastattelut osapuolien kanssa sovittiin puhelimitse tai sähköpostilla. Haastattelupaikka sovittiin erikseen jokaisen haastateltavan kanssa heidän toiveidensa mukaisesti. Kaikki haastattelut toteutettiin haastateltavien työpaikalla yhtä lukuun ottamatta, joka suoritettiin sähköpostihaastatteluna etäisyyden vuoksi.

Haastattelun laatua paransimme luomalla hyvän rungon haastattelulle. Kysymysrunko lähetettiin haastateltaville etukäteen, jotta he pystyivät valmistautumaan haastatteluun. Haastatteluja oli laatimassa kaksi henkilöä, joten saimme asioihin useampia näkökulmia. Ennen haastattelun suorittamista kävimme haastattelurunгон läpi opinnäytetyön ohjaajan kanssa. Haastattelun laatua tukee se, että suoritimme haastattelut rauhallisessa ympäristössä sekä nauhoitimme haastattelut kahdella nauhurilla. (Hirsjärvi & Hurme 2015, 184–185.)

Haastatteluaineiston käyttöönotto tapahtui litteroimalla eli kirjoittamalla nauhoitettu haastattelu tekstiksi. Aineiston laadullisuuden ja luotettavuuden vuoksi kirjoitimme haastattelut sanasanaisesti puhtaaksi eli käytimme litteroinnin perustasoa. Aineiston litteroiminen saatiin luotettavaksi, kun aineisto litteroitiin mahdollisimman nopeasti haastatteluiden jälkeen. Teimme haastattelut sekä litteroinnit itse alusta loppuun, joten saimme aineistosta mahdollisimman luotettavan. Litteroinnit ovat tallennettuina salasanalla suojatussa pilvipalvelussa. (Hirsjärvi & Hurme 2015, 138.)

7 Tutkimustulokset

7.1 Lighthousen rakennuttamisprosessin kulku

7.1.1 Tarvesuunnittelu

Haastattelujen mukaan Lighthouse on yksi monista Joensuun Ellin rakennuttamista opiskelijoille suunnatuista asuinkerrostaloista ja ensimmäinen yli kaksikerroksinen puurakenteisena toteutettu hanke. Joensuun Ellin aiempia referenssejä

puurakenteisesta asuinrakentamisesta ovat puolenkymmentä vuotta sitten tehdyt 2-kerroksiset CLT-runkoiset talot Leilitielle Joensuuhun.

Tarvesuunnittelu pohjautuu haastattelujen mukaan Joensuun kaupungin ja Itä-Suomen yliopiston väliseen sopimukseen, jonka tarkoituksena on luoda 720 uutta asuntoa opiskelijoille Joensuuhun. Pikainen asuntotarve Joensuussa syntyi, kun Itä-Suomen yliopiston Savonlinnan kampus lopetti toimintansa, ja opiskelijat siirtyvät Joensuuhun. Alun perin opiskelijoiden oli määrä siirtyä Joensuuhun vaiheittain, mutta siirto tehtiin kuitenkin kertaheitolla, mikä johti pikaiseen asuntotarpeeseen.

Haastattelujen mukaan kaupungin kaavoitusosasto tarjosi Joensuun Ellille tonttia Jokirannasta, minkä Joensuun Elli hyväksyi. Alun perin Joensuun Ellin ajatuksena oli tuottaa kyseinen hanke tavanomaisesti betonirakenteisena, mutta kaupungin ohjeistuksen pohjalta hanketta lähdettiin suunnittelemaan puurunkoisena. Kaupungin ohjaus puurakenteiseen taloon pohjautuu puurakentamisen edistämiseen ja pyrkimykseen olla puurakentamisen edelläkävijä Suomessa.

Lighthousen korkeus määräytyi asemakaavasta, joka mahdollisti neljätoistakerroksisen rakennuksen rakentamisen (Kaavakartta 16/1566). Haastattelujen mukaan Joensuun Elli päätyi rakentamaan kaavamääräyksessä sallitun kerrosluvun mukaisesti. Korkeus tuo omat ongelmansa, sillä Suomen rakennusmääräyskoelma sallii taulukkomitoituksen vain kahdeksankerroksisiin puukerrostaloihin. Rakennus lukeutuu erikoisrakentamisen piiriin.

7.1.2 Hankesuunnittelu

Haastatteluissa korostui se, että tarkka hankesuunnittelu on tärkeää hankkeen tavoitteiden saavuttamiseksi. Lighthousen hankesuunnittelun aloitti Joensuun Ellin suunnitteluryhmä, johon lukeutui rakennuttajapäällikön lisäksi Joensuun Ellin toimitusjohtaja. Joensuun Ellillä on oma yleinen suunnitteluohje, joka toimii pohjana hankkeiden suunnittelulle. Tilaohjelma perustui kahteen asiaan, mahdollisimman monen pienen asunnon rakentamiseen ja mahdollisimman edullisesti.

Aluksi tilaohjelma sisälsi pelkästään yksiöitä, mutta hankkeen kustannustehokkuuden vuoksi täytyi osa muuttaa kaksioiksi. Rakennuksen pohjasta pyrittiin saamaan mahdollisimman tehokas, jolloin lopputuloksena Lighthousessa on 117 asuntoa, joista 91 on yksiöitä ja 26 kaksioita. Yksiöt ovat pinta-alaltaan 26–32 m² ja kaksiot 32–48,5 m².

Kohteen yhteiset tilat määräytyivät sekä asemakaavan että Joensuun Ellin yleisen rakennuttamisohjeen mukaisesti. Kaikki yhteiset tilat sijaitsevat teräsbetonirakenteisessa pohjakerroksessa (Arcadia 2017). Ne muodostuvat kahdesta saunaosastosta, kahdesta kuivaushuoneesta, pesulasta, ulkoviivastosta sekä väestönsuojasta ja irtainvarastosta. Saunaosastot pitävät sisällään pukuhuoneet sekä WC:t, ja ulkoviivastosta lisäksi löytyy nykyisen kaavamääräyksen mukaan lämmin varasto ja pyöränkorjaustila. (Opiskelija-asunnot Joensuun Elli Oy 2016.)

Rakennuksen tekniikka vaatii tilat lämmönjakohuoneelle, sähköpääkeskukselle, telekeskukselle, ilmanvaihdon konehuoneelle sekä sprinklerikeskukselle. Lisäksi tontilla on kaksi kylmää ulkovarastoa, katetut paikat polkupyörille, autopaikat sekä paikat jätehuollolle. (Arcadia 2017.)

7.1.3 Kilpailutus ja urakoitsijan valinta

Kohteen ainutlaatuisuuden ja vaativuuden vuoksi hanke toteutettiin urakkamuodoltaan kokonaisurakkana. Haastatteluissa kävi ilmi, että erikoisrakentamisen kohteissa urakkamuotona on oltava kokonaisurakka, jota tarjoavat urakoitsijat voivat tarjota omilla rakenneratkaisuillaan. Tällaista kohdetta ei voisi kilpailukykyisesti lähteä toteuttamaan tilaajan määräämällä runkoratkaisuilla nykyisellä puurakentamisen osaamisella, sillä hinta kohoaisi liian korkeaksi. Kokonaisurakkamuodon vuoksi tarjouskilpailuun saadaan kilpailukykyisempi sekä kustannustehokkaampi hanke.

Haastattelujen mukaan haastavuutta puukerrostalojen rakennuttamiseen tuovat eri tyyppiset rakenteet, sillä puurakentamiseen löytyy useita eri rakenneratkaisuja. Yleisimpiä ovat esimerkiksi tilaelementtijärjestelmä, paikalla rakentaen CLT:stä tai muusta massiivipuusta tehty tai rankarakenteinen runko.

Haastatteluissa selvisi, että Lighthousen tarjouskilpailu suoritettiin kaksivaiheisena. Urakoitsijat tarjosivat kohdetta omilla rakennesuunnitelmillaan, kun taas Joensuun Elliltä tuli kaikki muu suunnittelu. Ensimmäisessä vaiheessa viisi eri urakoitsijaa tarjosi kohdetta omilla rakenneratkaisuillaan, joista toisen vaiheen neuvotteluihin asti valittiin kolme urakoitsijaa. Näistä kolmesta urakoitsijoista kaksi tarjosi toteutusratkaisuksi paikalla rakennettua runkoa CLT:stä ja LVL:stä ja yksi tilaelementillä toteutettavaa ratkaisua. Hintaerot rakenneratkaisujen välillä olivat suuret, tilaelementti oli selvästi kallein vaihtoehto, ja hintaeroksi paikallarakennettuun vaihtoehtoon jäi satoja euroja huoneistoneeliötä kohti. Tarjouskilpailun voitti halvin ratkaisu. Rakennuttaja korostaa kilpailutusvaiheen osalta sitä, että rakenneratkaisu kannattaa pitää avoimena, jotta tarjousten hintoja eri rakenneratkaisujen välillä voidaan verrata. Lighthousessa päädyttiin kaksivaiheiseen kilpailutukseen.

7.2 Pää- ja rakennesuunnittelu

7.2.1 Pääsuunnittelu

Haastattelujen mukaan Lighthousen pääsuunnitteluun valikoitunut arkkitehtitoimisto Arcadia Oy on ollut mukana hankkeen toteutuksessa alusta lähtien. Kilpailutuksen kaksivaiheisuus mahdollisti urakoitsijoiden tarjoavan kohdetta omilla runkorakenneratkaisuillaan. Pääsuunnittelija toimi urakoitsijan kanssa yhteistyössä suunnitteleamalla hanketta heidän ehdotuksiansa mukaisesti. Lighthouse onkin arkkitehtuurisesti suunniteltu useaan otteeseen runkorakenneratkaisujen vaihduttua hankkeen aikana. Pääsuunnittelua toteutettiin urakoitsijoiden tahto edellä aina kilpailutuksen ratkeamiseen saakka. Tällainen alkuvaiheen toiminta mahdollisti hankkeen toteuttamisen taloudellisesti järkevänä.

Muokkasin [suunnitelmia] heidän [runkotoimittajien] toiveiden mukaan ja mentiin niinku heidän tahto edellä siinä, koska todettiin että ei oo olemassa yhtä edullisinta esimerkiks pohjaplaania, millä tommonen talo voidaan tänä päivänä tehdä. Vaan jokaisella runkotoimittajalla on oma edullisin tapa tehdä se. (Haastattelut.)

Lighthousen pääsuunnittelu on haastateltujen mukaan pystynyt vaikuttamaan kohteeseen aina tontille sijoittelusta aina detaljikkaan asti, pois lukien runkorakenne ja palosuunnittelu. Kaikki kohteen vaatima suunnittelu on tehty yhteistyössä jokaisen suunnittelualan kanssa. Talo on suunniteltu ja mallinnettu tarkasti jo alkuvaiheesta lähtien. Kaikki eri suunnittelualan toimijat työstivät yhtä yhteistä mallia, jotta päällekkäisyyksiltä suunnitelmissa vältyttäisiin.

Kaavassa rakennus oli haastateltujen mukaan kaksiosainen, jossa alempi osa on leveämpi ja tornimainen yläosa on kapeampi. Se haettiin kaavamutoksella yksiosaiseksi. Lisäksi alkuperäisissä suunnitelmissa kaikki huoneistot olivat yksiöitä, joista kustannussyistä osa muutettiin kaksioiksi. Myös pysäköintikannen muutos maantasopysäköintiin leikkasi huomattavasti kustannuksia. Viimeisellä karsintakierroksella kulut säädettiin budjetin rajoihin, jolloin rakennuksesta jätettiin pois jäähdytyssystemi, kevennettiin hieman valaistusta sekä ilmanvaihto toteutettiin huoneistokohtaisella ilmanvaihdolla. Tällainen ilmanvaihtoratkaisu ei ollut vielä vuonna 2017 Suomen rakennusmääräyksissä sallittu, joten viranomaisen vaatimuksella sen toimivuus täytyi todistaa. VTT teki mallinnuksen, jolla seinäpuhailuksen toimivuuden pystyi osoittamaan. Tällainen ilmanvaihdon toteutus on ensimmäinen laatuaan Joensuussa.

Haastattelujen mukaan pääsuunnittelusta teki poikkeuksellisen vaativaa uusien ja vaativien laskentamenetelmien käyttäminen sekä valitut rakenneratkaisut. Haastavimpana yksittäisenä osiona nähtiin palotekninen suunnittelu. Palovaateet aiheuttivat suunnitelmiin muutoksia, kuten luvusta 7.5. Ääni- ja palosuunnittelu selviää. Muutoin haastavuutta rakennuksen suunnittelulle toivat korkeus, keveys ja sijainti. Vaikutukset kohdistuivat perustuksiin ja julkisivuun. Tuulinen paikka vaikutti huojuntaan yhdessä rakennuksen kepeyden ja korkeuden kanssa. Huojunta ratkaistiin jäykistyksellä, mikä selviää tarkemmin kappaleessa 7.2.2. rakennesuunnittelu. Lisäksi tuulisuus tuo korkealle rakennukselle pulmia julkisivulevyn

tiiviyden kanssa. Lighthousessa julkisivulevyjen tiiviys ratkaistiin laittamalla julkisivulevyt kiinni tiivistenaupoilla, jolla pyritään siihen, ettei tuuletusväliin pääse mistään vettä, ei ala- eikä yläpuolelta.

Kohteen ainutlaatuisuus toi hankkeelle rutkasti haasteita. Haastatellut kertoivat kohteen suunnittelun olleen prosessina hyvin raskas, mistä toivotaan saavan helpottavia ennakkotapauksia tulevaisuuteen. Haastatteluiden mukaan hankkeen ainutlaatuisuus tekee siitä toisaalta myös ”merkkirakennuksen”. Lighthouse kiinnostaa laaja-alaisesti ja tuo tunnustusta hankkeen osapuolille. Suunnittelussa tämä otettiin huomioon kaikessa, materiaaleissa ja rakenneratkaisuissa. Ratkaisuilla pyritään siihen, että rakennuksesta saadaan pitkäikäinen.

Haastatteluissa puurakentamisen pääsuunnittelun erona betoniin nähdään suunnitelmien tarkkuus sekä etupainotteisuus. Tämä johtuu betonirakentamisen pitkästä historiasta, jonka vuoksi kerrostalohankkeen toteuttamisesta on paljon kokemusta ja kohteita uskalletaan tarjota kevyemmällä suunnitelmilla.

7.2.2 Rakennesuunnittelu

Lighthousen rakennesuunnittelu tehtiin kaksivaiheisesti, selvisi haastatteluista. Ensin urakoitsijat tarjosivat kohdetta omilla runkorakennerratkaisuillaan kilpailutusvaiheeseen asti. Urakoitsijat käyttivät tarjousvaiheessa suunnitteluapuna materiaalityöntekijäitä, kuten esimerkiksi Stora Ensoa. Kun hankkeen toteuttaja eli pääurakoitsija selvisi, alettiin todellista rakennesuunnittelua tehdä suunnittelutoimiston toimesta. Kohteen rakennesuunnittelun on toteuttanut Joensuun Juva Oy, joka hankkeen aikana fuusioitui osaksi A- Insinöörit Suunnittelu Oy:tä.

Kohteen vaativuus tuli haastatteluissa esille rakennesuunnittelun osalta siinä, ettei aiempia ratkaisuja ole. Lisäksi poikkeuksellisen vaativaksi rakennesuunnittelun teki uusien ja vaativien menetelmien käyttö. Suunnittelussa jouduttiin tekemään paljon ylimääräistä työtä, mitä ei tavanomaisessa rakentamisessa tarvitse tehdä. Lisäksi yhteistyötä tehtiin Stora Enso Oyj:n ja Sweco Finland Oy:n kanssa.

Stora Enso on toteuttanut Euroopassa puukerrostalokohteita, joista tietotaitoa pystyttiin omaksumaan Lighthouseen.

Suunnitelmien laskemat ja mallinnukset on varmistettu ulkopuolisen kolmannen osapuolen toimesta. Ulkopuolisena kolmannen osapuolen tarkastajana toimi Sieberg Consulting.

Haastattelussa tuli ilmi myös heti alkuvaiheessa tehty suunnitelmamuutos. Paalutusluokka nousi pykälää vaativampaan, mikä esti vetokuormien viennin paaluille. Tästä syystä osa paaluista tuli ankkuroida kallioon. Kohteeseen tuli 56 kappaletta injektoituja kallioankkureita. Ankkurointi toteutettiin lisätyönä tilaajan kustantamana.

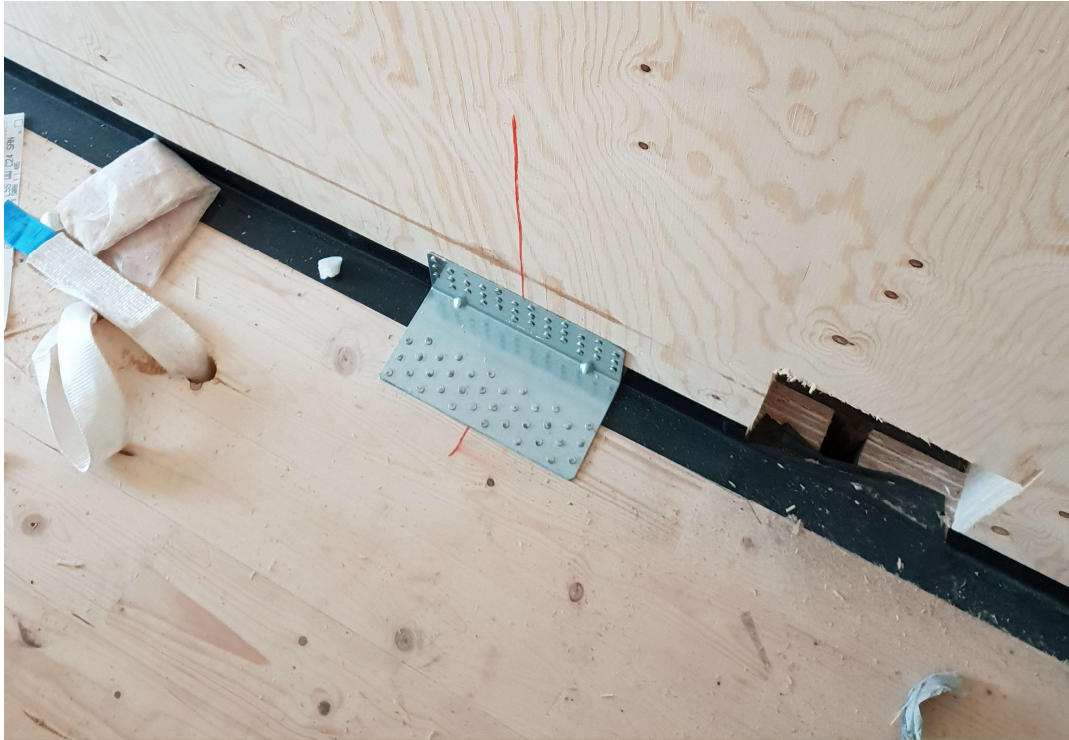
Jäykistys oli kohteen vaativin osuus rakennesuunnittelun näkökulmasta. Rakennus on korkea ja kevyt eikä siinä ole stabiloivaa painoa, joka jäykistäisi rakennuksen. Jäykistykseenä käytettiin kuvassa 2 näkyviä teräksisiä vetotankoja seinäelementtien sisässä. Vetotangot kiristettiin kolmen kerroksen välein. Stabiloivaa painoa saatiin teräsbetonirakenteisesta pohjakerroksesta, jonka rakenteet tehtiin tavanomaista rakentamista paksummiksi. Pohjakerroksen välipohjan paksuus on 500 mm, minkä vuoksi ensimmäisen kerroksen väliseinätkin ovat normaalia paksummat (200 - 300 mm). Jäykistävät vetotangot on ankkuroitu ensimmäisen kerroksen välipohjaan, josta voimat viedään normaalilla betonirakentamisella perustuksille, sitä kautta paaluille ja ankkuroinneille. (Haastattelut.)



Kuva 2. Vetotanko (Kuva: Elias Luttinen).

Talon huojunta on laskettu jäykistyslaskennan kautta. Avuksi on laadittu lisämallinnuksia, ja tietokonepohjaisia laskentaohjelmia on hyödynnetty mekaanisen laskemisen varmistamiseksi. Lisäksi kolmas osapuoli tarkistaa omana työnään kaikki rakenne- ja palosuunnitelmat laskelmineen, kuten osion alkupuolella kerrotaan. (Haastattelut.)

Puurakenteiset kerrokset ovat pohjaltaan samanlaisia toisiinsa nähden mutta eroavat rakenteiltaan. Seinärakenteiden paksuus vaihtelee kuormituksen mukaan. Alhaalla, mihin kohdistuu suurempaa kuormitusta, seinät ovat paksumpia. Ylöspäin mentäessä seinärakenteet ohenevat. Alakerroksien seinän vahvuus on 162 mm, välikerroksissa 144 mm ja yläkerroksissa 126 mm. Ohentamalla seinärakenteita kuormituksen mukaan saadaan säästettyä puuta ja voidaan lisätä huoneistoalaa. Seinärakenteet on toteutettu suurelementeillä Stora Enson luomien suunnitelmien pohjalta. Elementtien liitokset on ratkaistu perusjäykillä teollisilla liitoksilla eli kiinnityslevyillä ja ruuveilla, jotka näkyvät kuvassa 3.



Kuva 3. Elementtiliitos (Kuva: Elias Luttinen).

Heillä [Stora Enso] tuotteena tämä LVL ja heidän tuotannolla on taloudellisinta tehdä mahdollisimman isoina elementit. Siitä se niinku tuli, että käytettiin noita mahdollisimman pitkiä, pisin oliko siellä nyt se 16 metriä elementtimitta. (Haastattelut.)

Euroopasta on haettu oppia ja kokemusta suunnittelun toteutukseen, mutta rakennusmääräykset eroavat suomalaisista rakennusmääräyksistä. Lighthouseen kohdistuvat eroavaisuudet ilmenivät palo- ja akustiikkasuunnittelussa sekä välipohjalaatostossa. Kohde vaati raskaan palosuojauksen, kuten luvussa 7.5 Ääni- ja palosuunnittelu kerrotaan. Välipohjalaatasto ei ole jatkuva, kuten Euroopassa määräykset sallisivat. Välipohjat on katkaistu huoneistoittain.

Rakennukseen tehdään tarkastuksia jo rakentamisvaiheessa, jotta pystytään toteamaan rakenteiden toimivuus. Esimerkiksi ilmanvuotomittauksia tehdään testimittauksina jo rakentamisen aikana. Virallinen ilmanvuotomittaus kyetään suorittamaan vasta rakentamisen valmistuttua. Lighousen suunniteltu käyttöikä on 50 vuotta ja energialuokka C.

Rakennesuunnittelu on prosessina samanlainen puu- kuin betonirakentamisenkin osalta, selviää haastatteluista. Puurakentamisen tämänpäiväisenä ongelmana nähdään vähäinen rakennusosatarjonta, jota puurakentamisen detaljiikka vaatii. Eurooppalaisia ja amerikkalaisia rakenneosia ei voi sellaisenaan käyttää Suomessa, sillä tuotteet eivät täytä suomalaisia rakentamismääräyksiä äänen ja värähtelyn osalta.

Haastatteluista ilmenee rakennesuunnittelun vaativuus ja työllistyvyys osana prosessia. Vaativuus on tehnyt suunnittelukokemuksesta opettavaisen, kun on ikään kuin pitänyt kaikkia asioita mieltä uudesta näkökulmasta.

Ei oo vanhan kopiointii, vaan joka asia pittää mieltii tarkkaa et mitä vaikutusta sil on mihinkii. (Haastattelut.)

7.2.3 Puurakentamisen tulevaisuus suunnittelun kannalta

Puurakentamisen tulevaisuuden haastatellut näkevät suunnittelun saralla valoisana. Puun valttikortti rakentamisessa on rakennuksen sisäilma ja ekologisuus. Lisäksi isona yksittäisenä tekijänä korostuu rakentamisajan kuivuus.

Ja sitä kautta ku tehdään elementtinä tehtaassa, saat myytyy sen asukkaille et saat kuivan talon eikä sitä et betonirunko tehdä tonne pystyy ja meet kattoo nii siellä vesi valuu ensimmäisen 2kk työmaalla. Tämmönenhä se asenne pitäs olla muutaman vuoden päästä, haluatko märän talon vai kuivan talon. (Haastattelut.)

Tulevaisuudessa toivottaisiin myös monikerrosrakentamisen hyödyntävän hybridirakentamista, eli rakennusmateriaalina käytettäisiin sekä betonia että puuta. Maailmalla ollaan toteutettu ja toteutetaan paljon hybridirakenteisia rakennuksia.

Puuta käytetään siellä missä se on järkevää ja missä puuta ei kannata käyttää nii ei väkisi tungeta siihe puuta, et tehää se osa betonista, esimerkiks jäykistävät rakenteet. (Haastattelut.)

Niin ikään monikerroksinen puurakentaminen edellyttää lisäkokemuksia yleistyäkseen. Yleistymisen esteenä nähdään liika korkeus, joka karsii tekijöitä pois.

Esimerkiksi tilaelementtiratkaisuilla ei voida tehdä suoraan yli 6-kerroksista rakennusta, sillä tilaelementtejä ei ole suunniteltu kestävästi pinottavia kuormituksia. Siihen täytyisi tehdä teräsbetoninen välirunko, joka taas lisäisi voimakkaasti kustannuksia. Myöskin rakennusmateriaalina puu koetaan laajalti riskisenä vielä tänä päivänä. Haastatteluissa ajatellaankin puurakentamisen yleistyvän niin sanotulla perusrakentamisella niin, että toteutettaisiin ensiksi 4-8 kerroksisia hankkeita kokemuksen kartuttamiseksi.

7.3 Laadunhallinta

Haastatteluissa laadunhallinnan osalta tärkeimpänä esiin nousi talon rakentaminen kuivana. Wood Cityn huonojen kokemusten perusteella rakennus tehdään sääsuojattuna, ja kuivaketjusta huolehditaan jatkuvasti.

Ensimmäinen asia on tuossa laadunvarmistuksessa ollu se, että tämä tehdää kuivana tämä talo, että se on tuo työaikainen sääsuojaus niiku kastumiselta. Se on se ykköspointti. (Haastattelut.)

Rakenteiden käyttäytymistä seurataan ja mitataan rakennusaikana sekä sen jälkeen. Rakenteisiin jää antureita mittaamaan kohteen huojuntaa, painuntaa, kosteutta sekä lämpötilaa. Näiden lisäksi tehdään äänitasomittauksia sekä kesken-eräisille että valmiille rakenteille. Rakennusaikaisilla mittauksilla varmistetaan rakenteiden toimivuus käytännössä, sillä käytetyistä rakenteista ei ole käytännön kokemuksia Suomessa. Valmiita rakenteita jouduttaisiin purkamaan ja korjaamaan, mikäli ne loppumittauksissa osoittautuisivat puutteellisiksi.

Osana hankkeen laadunhallintaa oli haastateltujen mukaan suunnitelmien ja työmaatoteutuksen kolmannen osapuolen tarkastukset. Kohteen vaativuusluokan ollessa poikkeuksellisen vaativa ylimääräisillä tarkastuksilla on pyritty karsimaan inhimilliset virheet suunnitelmista sekä työmaan osalta.

Kohde on haastateltujen mukaan myös mallinnettu tarkasti kaikkien suunnittelualojen osalta. Kohteen ollessa puurunkoinen tarkka mallinnus oli edellytys kohteen onnistuneelle toteuttamiselle, kuten luvussa 7.6 kerrotaan.

Haastateltujen mukaan työmaan osalta laadunvarmistus oli melko tavanomainen. Materiaalien kunto ja CE-merkintä tarkastetaan vastaanoton yhteydessä. Työnjohdosta vastaa kaksi kokenutta rakennusmestaria.

Toleranssit rungon osalta on pidetty tiukkoina. Puuosat on tehty tehtaalla mittatarkasti, ja rungon sisällä kulkevat jännetangot edellyttävät, ettei rungossa saa olla suuria poikkeamia. (Haastattelut.)

Toteemit [jäykistystangot] kulkee seinän sisällä siinä missä pitää eikä sit paljoo elementin paikat heittele, toisaalta ku mennää yläspäin noinki paljon nii jatkuva kontrolli rakennuksen tietyistä moduulilinjoista, tässä tapauksesa ulkoseinistä, joka kerroksesta tarkkeet ja jos karkaa lähellekii 10 millia esimerkiks poikkeama nii se otetaa takasi ennenku seuraavaa kerrosta aletaa tekemää. Eli käytännössä 5 millin sisällä pitää pysyä koko ajan meillä moduulilinjat, että ei kärsi heitellä paljoo. (Haastattelut.)

7.4 Osaaminen ja vaatimukset

Pää- ja rakennesuunnittelun osalta hanke on poikkeuksellisen vaativa suunnittelutehtävä, koska suunnittelu edellyttää uusien suunnittelu-, laskenta- ja mitoitusmenetelmien käyttöä. Vastaavan korkuista ja samalla rakennetekniikalla toteutettua asuinrakennusta puumateriaalista ei ole rakennettu Suomeen tai sen lähialueille. Sekä pääsuunnittelijan että rakennesuunnittelijan kelpoisuus tehtävään on arvioitu riittäväksi. (Haastattelut.)

Rakennesuunnittelun osalta suunnittelutehtävä on arvioitu poikkeuksellisen vaativaksi. Poikkeuksellisen vaativaksi kantavien rakenteiden osalta kohteen tekee uusien ja vaativien suunnittelu-, laskenta- ja mitoitusmenetelmien käyttö. Muun muassa kantavana runkona toimivan kerrannaisliimattujen puulevyjen sekä jäykistykseen käytettävien terästankojen tuotehyväksyntä joudutaan tekemään rakennuspaikkakohtaisesti. Paloteknisen suunnittelun osalta hanke on poikkeuksellisen vaativa. Palokonsultiksi valittiin Suomen osaavimmista henkilöistä. Puurakenteisen asuinkerrostalon palosuojauksessa luotetaan sprinklaukseen ja palonsuojaverhoukseen. (Rakennuslupapäätös 2017.)

Rakennuksen korkeuden vuoksi hanke on RIL 241/2016 mukaisen erityismenettelyn piirissä. Erityismenettelyllä varmistetaan riittävän asiantuntijuuden käyttö, ennaltaehkäistään tiedon puutteesta johtuvia virheitä sekä inhimillisiä erehdyksiä. Osana erityismenettelytoimenpiteitä rakennusvalvonta edellyttää esimerkiksi erityissuunnitelmien, kuten rakenne- ja palosuunnitelmien, työmaatoteutuksen sekä rakennusosien valmistuksen ja asennuksen puolueetonta ja ulkopuolista tarkastusta. (Rakennuslupapäätös 2017.)

Haastatteluissa tuotiin esille myös kohteen lupaprosessin haasteellisuus. Koska kohde oli normaalista poikkeava, lupaprosessin käsitteleminen vaati kaikilta osallisilta tavallista enemmän perehtymistä ja asiantuntijoiden kuulemista. Ongelmia on erityisesti ollut tarpeeksi pätevien suunnittelijoiden löytämisessä. Korkea puurakentaminen on uutta Suomessa, ja maassa ei ole suunnittelijoita, joilla olisi aiempaa kokemusta vastaavanlaisista kohteista. Kokemusta omaavien suunnittelijoiden puututtua rakennusvalvonta tarkasti suunnittelijoiden koulutuksen ja pätevyyden sekä määräsi yllämainitut kolmannen osapuolen tarkastukset varmistukseksi.

Haastateltujen mukaan lupavaihetta hidasti rakennusvalvonnan vaatimukset kolmannen osapuolen tarkastuksista ja tarkastajien pätevyyksistä. Suunnittelijoiden pätevyyksien lisäksi myös tarkastajien pätevyys tuli todistaa rakennusvalvonnalle. Etenkin kohteen palosuunnitelmien tarkastamiseen oli hankaluuksia löytää tarpeeksi pätevää henkilöä. Suunnitelmat laatineen yrityksen työntekijät eivät voineet tarkastusta suorittaa jääviysongelman takia, ja Suomessa tarpeeksi päteviä tahoja on vain muutamia.

Rakennesuunnitelmien tarkastaminen vei aikaa, joten kuvat tulivat työmaalle pie-nellä viiveellä. Tämä oli haastateltujen mukaan ongelma etenkin perustusvaiheessa paalutussuunnitelmien muututtua, jolloin töiden aloittaminen myöhästyi suunnitelmien puututtua. Kohteen rakennesuunnittelu eteni lähes kädestä suuhun, sillä suunnittelu aloitettiin vasta, kun pääurakoitsija valittiin. Tällöin suunnitteluaikaa jäi vähemmän kuin normaalisti.

Haastattelujen mukaan kohteen rakennesuunnitteluun on haettu oppia ja kokemusta etenkin muualta Euroopasta, jonne Lighthouseen materiaalit toimittanut

Stora Enso on toimittanut tuotteita ja rakenneratkaisuja pitkään. Urakkavaiheessa Sweco Rakennetekniikka Oy on ollut mukana määrittämässä rakenneratkaisuja Stora Ensolle kohdetta varten. Muista kotimaisista toimijoista Puuinfo on ollut antamassa informaatiota puurakentamisesta. Omaa kokemusta suunnittelu-toimistolla on ollut Mäntylästä kuusikerroksisesta tilaelementeillä toteutetusta puukerrostalosta sekä pienemmistä puurakenteisista halleista ja taloista.

Rakennesuunnittelun kannalta suurimmat ongelmat ovat olleet rakenneratkaisussa, kertoivat haastatellut. Aiempaa kokemusta puukohteista ja muiden toimijoiden osaamista hyödyntämällä rakenneratkaisuista on pyritty saamaan yksinkertaisia, ymmärrettäviä ja helposti toteutettavia. Betonitaloihin on olemassa paljon valmiita teollisia valmisosia sekä tietoa, kuinka hyödyntää niitä, mutta korkeassa puurakentamisessa nämä puuttuvat. Eurooppalaisia ja amerikkalaisia rakenneratkaisuja ei ole suoraan voinut hyödyntää kohteessa ääneen ja värähtelyyn liittyvien määräysten vuoksi. Näiden puuttuminen teetti paljon ylimääräistä työtä, jota ei betonirakenteisessa talossa olisi ollut.

Ongelmia haastateltujen mukaan on ollut myös rakennesuunnittelun ja elementtien työstön yhteensovittamisessa. Elementtituotannon kanssa on tehty paljon yhteistyötä, jotta suunnitteluratkaisuista on saatu tuotannollisesti järkeviä, laitteet pystyvät tekemään suunnitellut osat sekä rakennepuolen kestävyysvaatimukset saavutetaan.

Rakennesuunnittelun osalta kolmannen osapuolen tarkastuksen suoritti Sieberg Consulting, joka teki rakennesuunnitelmien varmistuslaskennat. Kohteesta riippumaton ryhmä on laatinut myös FEM-mallinnukseen perustuvan lujuusanalyysin seinien kestävydestä. (Haastattelut.)

Haastattelujen mukaan rakennustöiden osalta alusta asti oli selvää, että kohde tehdään urakoitsijan omilla miehillä ja omalla työnjohdolla. Kohteeseen valittiin urakoitsijan parhaat ja kokeneimmat kirvesmiehet, joiden pariin tuli nuorempia työntekijöitä. Yrityksellä on halu kehittää omat osaajat puurakentamiseen, mikä jatkossa toimii kilpailuetuna rakennettaessa puukohteita.

7.5 Ääni- ja palosuunnittelu

Haastatteluista selvisi, että Lighthouse oli suunniteltava oletettuun palonkehitykseen perustuen, koska taulukkomitoituksella voi suunnitella korkeintaan kahdeksankerroksisen rakennuksen. Lighthousen palosuunnittelu onkin tehty rakenteiden toiminnallisella palomitoituksella määräysten mukaisesti.

Lähtökohdaksi otettiin se, että 14-kerroksisen puukerrostalon on oltava vähintään yhtä paloturvallinen, kuin 14-kerroksinen P1-luokan asuinkerrostalo, joka on suunniteltu taulukoitujen lukuarvojen mukaan. P1-paloluokan asuinkerrostalo voi taulukoitujen arvojen mukaan olla joko betoni- tai teräsrunkoinen. (Haastattelut.)

Lighthousen paloluokka on P1 ja osastoivien rakenteiden luokkavaatimukset ovat yleisesti luokkaa EI60. Poikkeuksia osastoinnin luokkavaatimukseen ovat ensimmäisessä kerroksessa sijaitsevat osastoivat rakenteet, kuten väestönsuoja, jonka paloluokka on EI90. Ovet ja luukut ovat puolet osastoivien rakenteiden vaatimista luokkavaatimuksista, esimerkiksi EI90 seinässä oleva ovi on EI45. Rakennuksen paloturvallisuutta lisää sprinklerijärjestelmä. (Palotekninen Insinööritoimisto Markku Kauriala Oy 2017.)

Yleisesti rakennuksen kantavat rakenteet ovat paloluokitukseltaan R90. Muutamia poikkeuksia luokituksissa ovat ensimmäisen kerroksen irtaimistovarasto sekä piharakennuksessa sijaitseva irtaimistovarasto, jotka ovat luokkaa R180. Muut ensimmäisen kerroksen tilat sekä pystyhormien rakenteet ovat luokkavaatimukseltaan R120. Piharakennuksessa sijaitseva ulkovälinevarasto on R60, porrassyöksyt sekä tasanteet R30. (Palotekninen Insinööritoimisto Markku Kauriala Oy 2017.)

Haastattelujen mukaan rakennuksen palotekninen suunnittelu on tehty erikseen rakennuttajan hankintana. Suunnittelijana toimi palotekniseen suunnitteluun erikoistunut yritys, palotekninen insinöörisuunnittelu Markku Kauriala Oy. Riippumaton kolmas osapuoli tarkasti palotekniset suunnitelmat.

Palosuunnittelussa savunpoisto osoittautui haastateltujen mukaan haastavimmaksi osa-alueeksi. Kohteen savunpoisto suunniteltiin useaan kertaan, ja lopulliseksi hyväksytyksi porraskäytävän savunpoistomenetelmäksi päätettiin erillinen

savunpoistokanava. Lisäksi kantavan rungon mitoitus oli työläs vaihe palosuunnittelussa.

Työläimmät simuloinnit tehtiin rakennuksen kantavan rungon mitoituksessa (Haastattelut).

Haastattelujen mukaan kohteen palosuojaus on hoidettu täysin verhousrakenteilla. Rakennuksen puurungolle ei ollut tarpeen laskea palotilannetta, sillä verhousrakenteet täyttävät vaaditun palosuoja-ajan. Verhousrakenteet on kaksinkertainen palokipsilevytyksellä kaikkialla paitsi kevyissä väliseinissä. Kevyissä väliseinissä toinen palokipsilevy on korvattu normaalilla kipsilevyllä. Palomääräysten mukaan rakennukseen olisi voitu jättää 20 % puupintaa näkyville, mutta rakennuksen akustiikka vaati verhousrakenteen kaikkiin pintoihin. Myös runkorakenteen estetiikka vaikutti siihen, ettei puupintaa jätetty näkyviin.

Puupintaa ei haluttu jättää näkyviin, kun pystyrunkomateriaaliksi varmistui LVL, koska viilupinta on niin ruma, että sitä ei kannata jättää (Haastattelut).

Haastattelujen mukaan rakennukselle tehtiin poistumisaikalaskenta paloviranomaisten kanssa. Laskelmien mukaan rakennus saadaan tyhjennettyä palon sytyessä alle viidessä minuutissa.

Rakennukseen laadittiin lisäksi työaikainen palotorjuntasuunnitelma. Kohteeseen varattiin myös alkusammutuskalusto ja kuivanousulinja, joiden lisäksi rakennettiin työaikainen palokatko puoleenväliin rakennusta. Tulitöitä työmaalla tehdään vasta, kun rakenteelliset palosuojaukset on tehty. Rakennuksessa on suojaamattomaa puupintaa ainoastaan rakennustöiden aikana, ja rakennusvalvonta edellyttikin työaikaista palontorjuntasuunnitelmaa jo lupavaiheessa. (Haastattelut.)

Joku sano ja iha oikeessahan se oli siinä, että jos tuo palaa nii se palaa työn aikaa. Ei se sen jälkeen pala. (Haastattelut.)

Raskas palotekninen suojaus helpotti haastattelujen mukaan myös akustiikan suunnittelua rakenteissa, sillä rakenteen palosuojauksen vaatiman verhouksen vuoksi äänieristyksestä tulee hyvä. Karelia Ammattikorkeakoulu suorittaa äänitasomittauksia jo työn aikana sekä rakenteiden valmistuttua, jotta saadaan varmistus rakenteen toiminnasta.

Myönteisessä mielessä helpottanut just tähän äänimaailmaan, että meillä on kaikki verhottu niin hyvin, että siellä rungossa ei ole tarvinnut miettiä niissä liitoksissa mahdollisen äänen kulkeutumista (Haastattelut).

Haastatteluissa kävi myös ilmi, että puupintaa tulisi puurunkoisissa taloissa saada enemmän näkyville, joka olisi mahdollista akustiikkaa kehittämällä. Ihmiset odottavat puutaloissa olevan puupintaa näkyvillä, toisin kuin betonirunkoisissa, joissa betonia ei ole näkyvissä. Tämä olisi mahdollista siirtämällä seinän äänieriste seinän toiselle puolelle tai seinärakenteen sisään. Toinen esiin noussut kehitysidea oli välipohjan alapinnan jättäminen puulle, joka vaatisi hyvän askeleenieristeen välipohjan yläpinnalle.

Haastattelujen mukaan rakennuksen palosuojaus on työvaiheena laaja. Kun seiiniin tulee kaksinkertainen kipsilevyverhoilu, tarkoittaa se sitä, että yhteen kerrokseen menee 800–900 kappaletta kipsilevyjä. Laajana työvaiheena verhoilu mahdollistaa pelivaran rakennuksen aikataulussa, esimerkiksi jos alkuperäistä aikataulua tarvitsisi kuroa kiinni.

Se [levytys] työvaihe kestää noin viisi viikkoa joka kerroksessa, eli se rytmittää tämän työn. Kaikki muut työvaiheet ovat lyhytkestoisempia. (Haastattelut.)

7.6 Puu- ja betonirakentamisen erot

Puurakentaminen on haastattelujen mukaan nykypäivänäkin suhteellisen uutta korkeissa kerrostaloissa. Betoni on ollut hallitsevampi rakennusteollisuudessa pitkään. Opinnäytetyöllä saimme tietoa myös rakennusmateriaalien välisistä eroista. Tarkastelemme tässä betonirakenteisen ja puurakenteisen rakennuksen eroja, jotka tulivat haastatteluissamme esille.

Haastattelujen mukaan puurakentamisen ja betonirakentamisen erot ovat vielä tässä kohteessa hyvin laajat, koska kyseessä on ainutlaatuinen hanke rakentamisen historiassa. Lighthouse on Suomen ensimmäinen yli kahdeksankerroksi-

nen täysin puurakenteisena valmistettu rakennus, joten aiempaa tietoa tai kokemusta vastaavista rakennuksista ei ole. Tämän vuoksi hankkeen alkuvaihe kesti normaalia kauemmin.

Rakennuslupahakemuksessa ei haastateltujen mukaan ole mainittavaa eroa, haakeko lupaa puu- vai betonirakenteiselle rakennukselle; erot tulevat hankkeen edistyessä suunnittelusta aina rakentamiseen asti. Hanke on vaativa, paitsi rakenneratkaisujen vuoksi myös rakennuksen korkeuden takia. Korkeus tuo lisävaatimuksia etenkin palosuunnitteluun, josta on kerrottu luvussa 7.5 Ääni- ja palosuunnittelu.

Rakennusmääräykset edellyttivät kolmannen osapuolen tarkastuksia, jotta suunnitelmat olisivat määräysten mukaiset ja ne voitaisiin hyväksyä. Betonirakentamisessa tällaisia kolmannen osapuolen tarkastuksia ei yleensä tarvita. Alkuvaiheen suunnitelmien ja lisätarkastelun määrä sekä laadun kattavuus toi paljon kuluja, joita ei betonirakentamisessa tule.

Kaikki mitä ollu nää konsulttipalkkiot tässä, nii nehä on ollu tavallaa kaikki sellasta ylimäärästä, ylimäärästä mitä normaalisti ei tule (Haastattelut).

Yhdeksi puukerrostalon haasteeksi haastatteluissa mainitaan suunnittelutarkkuus. Betonitalon elementit voivat olla puutteellisia suunnittelun osalta, mutta puutaloa suunniteltaessa kohteen täytyy olla detaljeja ja läpimenoja myöten mietittynä. Betonielementtejä pystyy työmaalla muokkaamaan, mutta puuta työstettäessä ongelmana on työvälineiden puute, esimerkiksi tehtäessä pyöreää reikää paksuun seinään. Kohdetta suunniteltiin yrityksen sisällä lähes vuosi etenkin yksityiskohtien osalta. Yritys käytti myös ulkopuolista apua suunnitellessaan työmenetelmiä sekä käytännön toteutusta. Kun suunnittelu- ja mallinnustyö oli tehty kunnolla, sujui työ helposti työmaalla.

Kun puutaloo lähet tekemään, nii se pitää tehdä ihan viimeiseen asti tarkasti mallintamalla, et ku elementti menee työstöpöydälle, nii siinä on kaikki varaukset, reiät ja kaikki tehty niinku viimesen päälle ja kaikki niinku liittymät ja kaikki pitää miettiä valmiiks. Ja tää työ ku tehdää ennenku varsinainen rakentamistyö alkaa nii se on sit siellä työmaalla helppoo. (Haastattelut.)

Haastattelujen mukaan rakennuksen suunnittelun erot puun ja betonin välille johduvat myös puurakentamisen vähäisyydestä. Betonirakenteisille on olemassa valmiit ratkaisut ja detaljit sekä niihin on teolliset valmisosat. Puupuolelle ei vastavia ole, ja suurin osa valmiina olevista on tarkoitettu pienrakentamisen puolelle. Tätä kuvaa esimerkiksi Lighthousen pystyrungon rakenneratkaisu eli kerrannaisliimattu LVL-levy. Kerrannaisliimattua LVL-levyä ei ole aiemmin käytetty, joten sillä ei ollut ennen tätä hanketta CE-merkintää.

Puu materiaalina tuottaa haastattelujen mukaan keveydellään ongelmia suunnitteluun, joita betonirakenteisessa rakennuksessa ei vastaavasti tulisi. Näin korkea talo puurakenteisena vaatii materiaalinsa keveyden vuoksi painoa teräsbetoniin pohjakerrokseen. Pohjakerroksessa on käytetty betonin tuoma paino hyödyksi suunnittelemalla rakenteet selvästi paksummaksi kuin ne olisivat betonirunkoisessa rakennuksessa. Puun keveys vaatii myös perustuksiin injektoidut kallioankkuroinnit sekä rakennuksen rungon jäykistyksen teräksisillä vetotangoilla. Vetotangot on ankkuroitu paksuun teräsbetoniin välipohjaan, josta voimat siirretään perustuksiin ja kallioankkureihin.

Stabiloivan painon saamisen takia siinä on 50 senttiä paksu välipohja pohjakerroksen katossa. Ja siitä syystä tietenkin väliseinät ovat vähän tavallista paksumpia, kun siinä on sitä painoa päällä. (Haastattelut.)

Haastatteluista selviää, että hankkeen rakennuttamisessa eroa puun ja betonin välille aiheuttaa enemmän rakennuksen korkeus kuin rakennusmateriaali.

Jos pysytään alle kaheksassa kerroksessa niin ei minusta oo sitten oikeestaan mitään eroa (Haastattelut).

Materiaalien tuoma ero rakennuttamisessa haastattelujen mukaan on kilpailutuksen kaksivaiheisuus. Puurunkoisissa rakennuksissa on paljon vaihtoehtoja rakenneratkaisuille, minkä vuoksi kustannuskaala on laaja. Tällaisen hankkeen kilpailuttaminen kannattaa pitää kaksivaiheisena, eli mahdollisimman pitkään avoimena, jotta kohteeseen voidaan löytää laadukkaat mutta edulliset rakenneratkaisut. Kun kilpailutus on avoin, rakennusurakoitsijat voivat tarjota kohdetta

omilla rakenneratkaisuillaan, jonka jälkeen urakan voittaneen kanssa viedään hanketta eteenpäin.

Ei päätetä sitä heti alussa, että millä lähdetään tekemää, millä ratkaisulla, sillä silloin rajattaisiin tosi vähiin ne tarjoojat ja saadaa varmasti kallis hinta (Haastattelut).

Haastateltujen mukaan rakentamisvaiheissa ja -tavassa on useita selkeitä eroja materiaalien välillä. Lighthousen rakentamistyyli eroaa betonisena toteutetusta siten, että kaiken on tapahduttava kokonaan säältä suojattuna. Elementit tuodaan työmaalle, jossa ne varastoidaan telttaan. Elementit varustellaan teltassa nostovalmiiksi. Nostovalmis elementti on ulkopinnaltaan tehty valmiiksi sisältäen ulko-verhouksen rakenteineen, ikkunat sekä pellitykset. Rakentamisen aikana käytetään rakennuksessa väliaikaista vesikattoa, eli rakennus pysyy koko ajan kuivana. Tämän vuoksi rakennusta ei tarvitse kuivattaa, kuten betonirakentamisessa tehdään. Betonirakentamisessa rakennuksen runko nostetaan sään armoilla kokonaan pystyvalmiiksi, jonka jälkeen tehdään vesikatto ja aletaan kuivattamaan rakennusta. Lighthousen tyylillä rakennetussa puutalossa voidaan aloittaa sisätyöt, vaikka rungon nostaminen on kesken.

Kustannuksissa materiaalien erot ovat haastatteluiden mukaan selkeät. Nykyisellä rakentamisen määrällä ja osaamisella puutalosta muodostuu lopulta betonista rakennusta kalliimpi.

Sitä ei tiiä jos se ois tää korkee talo tehty betonista, mut kyl mä sen sanon et sen 400euroa [huoneistoneliölle kalliimmaksi] tulee vähintäänkin (Haastattelut).

7.7 Rakennuslupa

Lighthouse-hankkeen alkuvaihe ja rakennuslupaprosessi suoritettiin perinpohjaisesti. Suomen ensimmäinen täysin puurakenteinen yli kahdeksankerroksinen rakennus vaati ponnisteluja toteutuksen mahdollistamiseksi. Alkuvaiheen kattava työ mahdollisti rakennusluvan myötä hankkeen toteuttamisen. Suunnitelmien ja

toteuttamisen varmistamiseksi vaadittiin kolmansiä osapuolia, joita käytettiin rakenne- ja palosuunnittelussa sekä työmaan toteutusvaiheessa. Lisäksi rungon mallintamiseen käytettiin neljättä osapuolta, jossa varmistajana toimi A-Insinöörit Oy.

Hankkeen suunnittelun aloittamisesta rakennusvaiheen aloittamiseen aikaa kului yli vuosi. Ensimmäinen virallinen suunnittelupalaveri pidettiin 13.10.2016, viranomaisen rakennuslupapäätös saatiin 21.06.2017, rakennuslupa lainvoimaiseksi 27.07.2017 ja varsinainen rakentaminen käynnistyi vasta joulukuun alussa 2017. Myöntämisen jälkeen rakennuslupaa täsmennettiin, jolloin poikkeamispäätöksellä viimeisteltiin lopullinen rakennuslupapäätös. Poikkeamispäätökset haettiin kustannussyistä, joista on kerrottu luvussa 7.9 kustannukset. Rakentamisen sai aloittaa aikaisintaan, kun lupa oli lainvoimainen ja lupapäätöksessä edellytetty vastaava työnjohtaja oli hyväksytty johtamaan rakennustyötä.

Haastatteluiden mukaan rakennuslupa oli pitkäkestoinen ja työläs, koska kerralla tuli niin paljon uutta. Viranomaisten ensimmäisissä palaverissa vuonna 2016 todettiin kohteen olevan poikkeuksellisen vaativan, minkä vuoksi tarvittiin erityismenettelyitä ja riskiarvioita. Erityismenettelyillä tarkoitetaan sekä rakennusosien valmistuksen ja asennuksen ulkopuolista tarkastusta että erityissuunnitelmien ja työmaatoteutuksen ulkopuolista tarkastamista. Riskiarvioilla tarkoitetaan MRL 121 a §:n mukaista laadunvarmistusselvitystä sekä MRL 150 b §:n mukaista rakennustyön asiantuntijatarkastusta. Lisäksi ylläpidetään laajaa riskianalyysiprosessia, jolla taataan suunnitelmallinen työmaantoteutus ja sen onnistuminen. Laaja-alaisen riskianalyysiprosessin tulee olla jatkuvaa koko hankkeen ajan.

Haastatteluiden mukaan lupaprosessin toteutumisen erona tavanomaiseen rakentamiseen on suunnittelijoiden kelpoisuus, rakenneratkaisuiden ja -osien luotettava toimivuus. Valvontaviranomaisten kannalta lupaprosessia työllisti lisäksi sellaisten suunnittelijoiden löytäminen, joilla olisi osoitettua kokemusta vastaavanlaisista hankkeista.

Sen pohjalta sitte vaaditti niitä lisätarkastuksia ja ulkopuolisia, että ollaa katottu et ei oo riittävä varmistus siinä ja sit tosiaa ku on sen verran vaativa kohde nii ne varmistetaan siitä et on oikein suunniteltu (Haastattelut).

7.8 Kustannukset ja budjetointi

Haastatteluissa kävi ilmi, että kaikki Joensuun Ellin rakentaminen on ARA-rahoitteista. Myös Lighthouseen haettiin ARA:n rahoitusta, joka asetti rajoituksia hankkeen hinnalle. ARA:lla on hankintakattohinta, jonka alle rakennuskustannusten tulee jäädä, jotta hankkeelle myönnetään tukea.

Hankkeen perusajatuksena oli haastateltujen mukaan tuottaa mahdollisimman paljon pieniä asuntoja mahdollisimman halvalla, minkä pohjalta hanketta alettiin suunnittelemaan. Pohjasta pyrittiin luomaan mahdollisimman tehokas, eli saamaan rakennukseen mahdollisimman paljon vuokrattavaa neliöpinta-alaa.

Aluksi kohdetta suunniteltiin perinteisiä urakkamuotoja käyttäen erilaisilla rungoilla, kuten Binderholz-järjestelmällä ja tilaelementeillä. Ensimmäiset suunnitelmat kohteesta muodostuivat ARA:n mielestä aivan liian kalliiksi. Tästä syystä hankkeessa päädyttiin kaksivaiheiseen kilpailutukseen, kertoivat haastatellut.

Haastatteluissa selvisi, että runkotoimittajien näkökulmat ja kustannuksiin vaikuttavat seikat saatiin kaksivaiheisen kilpailutuksen ansiosta otettua huomioon jo kilpailutusvaiheen aikaisessa suunnittelussa, ja näiden tietojen avulla rakennuksen pohjaa pystyttiin muokkaamaan tehokkaammaksi jokaiselle runkojärjestelmälle. Yhtä edullisinta pohjasuunnitelmaa ei ole olemassa kyseisen kaltaiselle rakennukselle, vaan jokaisella runkotoimittajalla on oma, edullisin tapansa tehdä rakennus.

Pysäköinnin osalta kohteessa tehtiin suuria säästöjä. Pysäköintikansi haettiin pois kaavamuutoksella. Kannen pois jättäminen ja parkkipaikan muuttaminen maantasopysäköinniksi säästivät noin miljoona euroa. Tämän lisäksi kaupunki antoi osan vaadituista autopaikoista vuokralle viereiseltä tontilta, eikä niitä tarvinnut lunastaa ja sisällyttää hankkeen hintaan.

Urakkavaiheen ja urakoitsijan valinnan jälkeen kustannuksia karsittiin yhä. Rakennuksen valaistusta kevennettiin, ilmanvaihto järjestettiin huoneistokohtaisesti julkisivusta sekä kohteen jäähdytys jätettiin pois. Näillä toimenpiteillä urakkasumma saatiin noin 500 000 € halvemmaksi.

Myös itse rakennusta muutettiin kaavamuutoksella. Kaavan mukaan rakennuksen tulisi olla kaksiosainen, eli laajempi alaosa ja kapeampi yläosa. Rakennus muutettiin yksiosaiseksi torniksi, mikä toi merkittävää säästöä.

Okei säästöähän oli niiku vielä siinä, et siinä oli pysäköintikansi alunpitäen, se haettiin kaavamuutoksella pois, se ois ollu kohtuuttoman kallis ja sitten kans autoja ei ois voinu olla kannen päällä, se ei ois kestäny se kansi sitä painoo, se saatiin maatasopysäköinniks, Siinä on milli pois siitä. Sitten kaavassa oli kaks osainen se rakennus, siinä oli isompi alaosa ja sitten kapeempi yläosa, nii sehä me muutettii tienvartee niiku yksosaseks- et se ois lisänny kustannuksia hirveesti. (Haastattelut.)

Kohteen ollessa poikkeuksellinen sekä puurakentamista edistävä ympäristöministeriön ohjauksella saatiin rahoitus kohteelle, vaikka hinta oli ARA:n mielestä edelleen liian korkea. Neliöhintaa kohteella oli hyväksyttäessä noin 4000 €/m². ARA:lta kohteelle saatiin investointiavustusta 10 % urakkasummasta, jonka lisäksi myönnettiin korkotukilainaa. Hankkeen alustava noin 14,5 miljoonan euron budjetti on pitänyt rakennuksen runkovaiheen ajan. Ainoa lisätyölasku on tullut paalutuksesta, joka oli noin 100 000 €.

Myös suunnittelupuolelle kohde oli kustannuksiltaan haastava, selvisi haastatte- luista. Kohteen ollessa pilottikohde turhaa suunnittelutyötä on tehty paljon, ja suunnitelmiin on tullut paljon muutoksia hankkeen aikana.

Kohteen ollessa erikoisrakentamisen piirissä konsulttipalkkiot ja kolmannen osapuolen tarkastukset nostavat hankkeen hintaa tilaajalle. Kohteen akustiikka- ja palosuunnittelu vaativat omat konsulttinsa.

Tietysti lupa sinänsä niinku maksaa sen mitä maksaa mut sitte niiku nää muut, kaikki mitä ollu nää konsulttipalkkiot tässä, nii nehä on ollu tavallaa kaikki sellasta ylimäärästä, ylimäärästä mitä normaalisti ei

tule. En oo nyt laskenu yhtee, mutta ei niinku, sen tiedän, että ei varmaan.. Ne ei oo kymmeniä tuhansia vaan on enemmän, nämä ylimääräiset kulut. Et sieltä tulee aika paljon sitä. (Haastattelut.)

7.9 Puurakentamista jarruttavat tekijät

Yhteiseksi puurakentamista jarruttavaksi tekijäksi haastatellut mainitsivat kokemuksen puutteen. Urakoitsijoilla ei ole kokemusta puurakentamisesta, joten hankkeisiin sisältyvät riskit hinnoitellaan urakkaan täysimääräisesti. Tällöin kohteiden hinta nousee, eivätkä ne mene kaupaksi.

...toisaalta et rakentajat uskaltas lähtee käyttää tämmöstä puuta, hirveesti on ennakoluuloja vieläkin. Pienintäkään riskiä ei haluta ottaa ja sit se riski hinnotellaan siihen hintaan ja sit niistä tuleekin liian kalliita eikä ne mee kaupaks. (Haastattelut.)

Erikoiskohteiden sijaan puurakentamiseen pitäisi hankkia kokemusta muutama vuosi perusrakentamisella, kävi ilmi haastatteluista. Puurakentamisen tullessa urakoitsijoille tutummaksi, uskallettaisiin puukohteita alkaa tarjoamaan betonisten rinnalla. Eri rakenneratkaisuja on olemassa paljon, eikä rakentajilla ole tarpeeksi tietoa ja kokemusta eri rakenteista.

Ku puurakentamisessahan on se ongelma, että jokasella on vähän niitä omia rakenneratkaisuja, et betonitalo on helppo, se voidaan suunnitella niin että sitä pystyy tarjoamaan kuka tahansa, tehdään sit elementistä tai paikalla rakentaen niin tota kun se rakenteiden kirjo on niin pientä, mutta puurakentamisessa jokaisella on niitä omia, tehdääkö tilaelementistä, paikalla, CLT:stä, LVL:stä tai jotain rankarakenteesta. (Haastattelut.)

Haastattelujen mukaan nykyisillä tuotantomenetelmillä puurakentaminen on betonirakentamista kalliimpaa. Laaja-alainen teollinen valmistus laskisi hintoja puurakenteiden osalta. Yhdeksi vaihtoehdoksi nousi tehtaassa valmistettavat tilaelementit, joista rakennuksen kasaaminen on hyvin nopeaa. Varsinaisen rakennustyön siirtäminen tehdastiloihin laskisi hankkeiden kustannuksia.

Myös rakenteissa on kehitettävää haastateltujen mukaan. Yleisesti puutalossa odotetaan olevan puuta näkyvissä, jota ei betonirakenteisten talojen kohdalla

esiinny. Rakenteita tulisi kehittää akustiikan osalta niin, että puupintaa voisi jättää enemmän näkyviin. Äänieristyksen voisi siirtää rakenteen sisään, kuten tilaelementeissä on tehty, tai ainoastaan seinän toiselle puolelle. Myös välipohjan alapintaa voitaisiin jättää näkyviin, mikäli askeläänieristystä kehitettäisiin.

8 Pohdinta

Puisten kerrostalojen rakentaminen on melko vähäistä vielä tänä päivänä Suomessa. Maailmalla monikerroksinen puurakentaminen on yleistymässä, mutta Suomessa se on vielä lähtötelineissään. Lighthouseen kaltainen ainutlaatuinen hanke toimii suunnannäyttäjänä, ja tästä saadaan paljon kokemusta sekä tutkimustietoa tulevaisuuteen.

Lighthousesta tehdään paljon tutkimuksia, sen alkuvaiheessa, rakentamisvaiheessa ja myös valmistumisen jälkeen. Opiskelijoille se on mahdollistanut useita eri opinnäytetyön aiheita. Kiinnostuimme välittömästi, kun meille tarjoutui opinnäytetyön aihe näin kattavasta ja kiinnostavasta aiheesta. Lähdimme tutustumaan aihepiiriin tarkemmin lukemalla puurakentamisesta, sen historiasta, nykypäivästä ja tulevaisuudesta. Tutustuimme rakennuttamisen vaiheisiin ja pyrimme löytämään ja muodostamaan haastattelua varten alustavasti puukerrostalon rakennuttamiseen kohdistuvia kysymyksiä.

Koko opinnäytetyön prosessin ajan saimme hyvin tukea opinnäytetyön ohjaajalta Timo Pakariselta. Alkupalavereissa rajasimme työn laajuuden, ettei työ paisuisi liian laajaksi. Pohdimme myöhemmissä palavereissa ohjaajan kanssa, keitä hankkeen osapuolia haastattelempa. Jokainen laatimamme haastattelurunko on hyväksytetty ohjaavalla opettajalla ennen varsinaista haastattelua. Lisäksi lähetimme haastateltavalle oman kyselyrunгон ennen haastattelua, jotta haastateltava voi valmistella vastauksia ja näin ollen vastata kattavammin. Osapuolien kanssa oli helppo keskustella, ja he ottivat hyvin meidät vastaan. Varasimme

haastatteluihin noin kolme kuukautta, jotta saimme sovittua ja suoritettua haastattelut kaikkien osapuolien kanssa.

Teemahaastattelu sopi haastattelumuotona hyvin tiedonkeruuseen. Paikalla toteutettu haastattelu luo myös luotettavuuden tuntua haastateltavan ja haastattelijan välille, jolloin on mahdollisuus saada perustavanlaatuiset vastaukset. Paikalla haastattelun puolesta puhuu myös lisäkysymysten mahdollisuus, jotta kysymykseen rakentuu perinpohjainen vastaus. Aloitimme varsinaiset haastattelut joulukuussa 2018 ja kaikki saatiin haastateltua helmikuun 2019 alkuun mennessä. Haastatteluihin tehtiin lupalomakkeet, joilla haastattelumateriaalin käyttöoikeus saatiin varmistettua allekirjoituksella molemmille haastattelun osapuolille.

Haastattelut suoritimme luottamuksellisesti, sillä keräsimme tietoa vain tätä tutkimusta varten. Liitteessä 2 olevassa lupalomakkeessa kerroimme haastateltavalle aineiston luotettavan käyttökohteen ja etteivät kolmannet osapuolet pääse käsittelemään tutkimusaineistoa. Haastattelut toteutettiin kysymällä kysymykset ilman johdattelua vastaukseen. Äänitimme kaikki haastattelut kahdella puhelimella. Kokonaisuutena haastattelut sujuivat osaltamme hyvin.

Tulosten kirjoittaminen lähdettiin toteuttamaan aihealueiden pohjalta. Keräsimme litteroidusta aineistosta haastateltujen kommentit jokaisesta aihealueesta ja muokkasimme ne tekstimuotoon. Raportointivaiheen ainoaksi ongelmaksi muodostui oman aineistomme lähdeviittaukset. Aluksi viittasimme haastateltuihin henkilöihin nimeltä, mutta lopulta päätimme viitata haastatteluaineistoon anonyymisti.

Puurakentamisen tulevaisuus näyttää lupaavalle. Jatkuvan tutkimisen ja rakentamiskokemuksen lisääntymisen myötä puurakentamisella on mahdollisuus ottaa pysyvä asema kerrostalorakentamisessa. Kokeneiden suunnittelijoiden vähyyteen ainoa ratkaisu on jatkaa ja lisätä puun käyttöä rakentamisessa.

Puukerrostaloissa on tulevaisuudessa runsaasti tutkittavaa. Työssämme nousi esille puukerrostalojen hintaero verrattuna vastaavaan betonirunkoiseen taloon, eri runkoratkaisujen vaikutus kohteen hintaan sekä eri runkoratkaisujen hyvät ja

huonot ominaisuudet. Lighthousesta on tehty sekä on käynnissä useita tutkimuksia rakenteiden käyttäytymisestä ja toiminnasta.

Puukerrostaloja pidetään ympäristöystävällisempinä niiden rakenteisiin sitoman hiilen vuoksi. Puukerrostalojen toimimisessa hiilivarastoina on paljon tutkittavaa. Myös puurakennuksen hiilijalanjäljestä koko elinkaaren ajalta kaivataan lisää tietoa erilaisten rakennusten osalta. Rakenteiden pitkäaikaiskestävyydestä saadaan tietoa vasta useiden vuosien kuluttua.

Lähteet

Arcadia Oy Arkkitehtitoimisto. 2017. ARK_002 Pohjapiirustus 1.krs. 3.4.2019.

Harju, J. 2017. Puurakentaminen kasvaa – Puuinfon Viljakainen arvioi seitsemän puukohdetta. Rakennuslehti. <https://www.rakennuslehti.fi/2017/06/puurakentaminen-kasvaa-puuinfon-viljakainen-arvioi-seitsemän-puukohdetta/> 18.4.2019.

Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2015. Tutkimushaastattelu: Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Gaudeamus.

Hirsjärvi, S. & Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.

Huusko, T. 2018. Suomen korkein puukerrostalo pian harjakorkeudessa Joensuussa. Teoksessa RIA 51 (4), 24-29.

Hyttinen, J. 2019. Rakennustarkastaja. Joensuun kaupunki. Nauhoitettu haastattelu 14.2.2019.

Hämäläinen, J. 2019. Toimitusjohtaja. Rakennusliike Eero Reijonen Oy. Nauhoitettu haastattelu 5.2.2019.

Junnonen, J.M. & Kankainen, J. 2017. Rakennuttaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Joensuun kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta. 21.06.2017. § 66 Rakennusluvan myöntäminen osoitteeseen Penttilänkulma 2.

Joensuun kaupunki. 2017. Joensuun Konsernistrategia. Joensuun kaupunki. <http://www.joensuu.fi/documents/144181/3629867/Joensuu+konsernistrategia+-+Kohti+2020-lukua%2C+Rohkeasti+uudistuva.pdf/ea7a67e9-4d0c-0a24-8ac1-a519d962f763?version=1.3> 1.4.2018.

Joensuun kaupunki. 2018. Joensuun ilmasto- ohjelma. Joensuun kaupunki. <http://www.joensuu.fi/documents/144181/2345723/Joensuu+ilmasto-ohjelma+2018.pdf/d5517328-eb8e-2253-0b30-edd7e99dd532> 22.1.2018.

Joensuun Kodit Oy. 2016. Penttilänkulma 2 yhteystiedot.

Kaavakartta: III kaupunginosan katu-, vesi- ja virkistysalueiden sekä PENTTILÄN (16) kaupunginosan kortteliin 1629 osan ja katu-, vesi- ja virkistysalueiden asemakaavan muutos. 16/1566 sokopro

Kaihlainen, J. 2018. Puurakentamisen ohjelmapäällikkö kiittelee Versowoodin esitystä: "Ympäristöministeriössäkin osaaminen on tunnustettu tärkeäksi kehityksen kohteeksi". Maaseudun tulevaisuus. <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/metsa/artikkeli-1.307540> 16.4.2018.

- Karjalainen, M. 2017. Puukerrostalojen asukas- ja rakennuttajakysely 2017. Loppuraportti. Tampere: Tampereen Teknillinen Yliopisto.
- Karjalainen, M. 2018. Puurakentamisen asema ja mahdollisuudet Suomessa. Puuinfo. <https://www.puuinfo.fi/puutieto/puurakentaminen/puurakentamisen-asema-ja-mahdollisuudet-suomessa> 7.3.2018.
- Kiinteistölehti. 2018. Puurakentamisen odotetaan kaksinkertaistuvan lähivuosina. Kiinteistölehti. <https://www.kiinteistolehti.fi/puurakentamisen-odotetaan-kaksinkertaistuvan-lahivuosina/> 18.4.2019.
- Kuittinen, R. 2017. Tulevaisuutta rakennetaan puun varaan. Op.media. <https://op.media/teemat/metsa/tulevaisuutta-rakennetaan-puun-varaan-5e29189eaf894295a00a06acba646cc6> 18.4.2019.
- Laukkanen, M. 2017a. Puurakentamisen koulutus Keski-Euroopassa. Puu 37 (erikoisnumero), 4-7.
- Laukkanen, M. 2017b. Huippututkimusta ja tuotekehitystä käytännön tarpeisiin. Puu 37 (erikoisnumero), 8-13.
- Laukkanen, M. 2017c. Vihreä rahoitus ohjaa rakentamista Itävallassa. Puu 37 (erikoisnumero), 34-37.
- Laukkanen, M. 2017d. Lontoo rakentaa puusta. Puu 37 (erikoisnumero), 46-51.
- Laukkanen, M. 2017e. Poliittinen ohjaus vetää puurakentamista Ranskassa. Puu 37 (erikoisnumero), 28-33.
- Laukkanen, M. 2018a. Terveysvaikutukset ja ympäristöarvot puurakentamisen kampanjoiden kärjessä. Puu 38 (erikoisnumero), 54-57.
- Laukkanen, M. 2018b. Tilaajat ovat löytäneet puurakentamisen Saksassa. Puu 38 (erikoisnumero), 4-9.
- Laukkanen, M. 2018c. Teollinen esivalmistus puurakentamisen valttina. Puu 38 (erikoisnumero), 38-41.
- Laukkanen, M. 2018d. Työ ja opiskelu yhdistyvät Keski-Euroopan puurakentamisen koulutuksessa. Puu 38 (erikoisnumero), 30-33.
- Laukkanen, M. 2018e. Ranska tuo puun korkeaan kaupunkirakentamiseen. Puu 38 (erikoisnumero), 22-25.
- Laukkanen, M. 2018f. Puurakentamisen visionäärit. Puu 38 (erikoisnumero), 62-67.
- Luonnonvarakeskus. 2012. Valtakunnan metsien inventointi. Luonnonvarakeskus. <http://www.metla.fi/ohjelma/vmi/vmi-mvarat.htm> 7.3.2018.

Luukka, T. 2017. Puukerrostalojen huikea suosio maailmalla tuo mammonaa Stora Ensolle. Helsingin Sanomat. <https://www.hs.fi/talous/art-2000005279169.html> 10.4.2019.

Lättilä, H. 2018. A-Kruunu: Puurakentamista ei voi kilpailuttaa samalla tavalla kuin betonirakentamista. Rakennuslehti. <https://www.rakennuslehti.fi/2018/09/a-kruunu-puurakentamista-ei-voi-kilpailuttaa-kuten-betonirakentamista/> 17.4.2019.

Metsäteollisuus. 2010. Puukerrostalo kiinnostaa taas. Metsäteollisuus. <https://www.metsateollisuus.fi/tiedotteet/puukerrostalo-kiinnostaa-taas/> 18.4.2019.

Nurmi, T. E3 Puukerrostalo. Puu 30 (2), 30-35.

Opiskelija-asunnot Oy Joensuun Elli. 2016. Tilaohjelma Penttilänkulma 2.

Outinen, J. 2009. Rakenteiden toiminnallinen palomitoitus. Palo- ja pelastustieto ry. 2009. Pelastustieto 51 (Palontorjuntatekniikka- erikoisnumero), 26-29.

Palotekninen Insinööritoimisto Markku Kauriala Oy. 2017. Palotekninen suunnitelma, Joensuun Elli, puukerrostalo.

Puuinfo. 2018. Valmistuneet puukerrostalot. Puuinfo. <https://www.puuinfo.fi/articles/valmistuneet-puukerrostalot> 8.3.2018.

Puuinfo. 2019a. Puukerrostalon suunnittelu. Puuinfo. <https://www.puuinfo.fi/puutieto/puurakenteet/puukerrostalon-suunnittelu> 29.4.2019.

Puuinfo. 2019b. Puurakentaminen ja ekologinen kestävyys. Puuinfo. <https://www.puuinfo.fi/node/1505> 27.3.2019.

Puuinfo. 2019c. Yleisimmät rakennejärjestelmät. Puuinfo. <https://www.puuinfo.fi/puutieto/puusta-rakentaminen/yleisimm%C3%A4t-rakennej%C3%A4rjestelm%C3%A4t> 9.4.2019.

Puuinfo. 2019d. Puurakenteiden paloturvallisuus. Puuinfo. <https://www.puuinfo.fi/puutieto/puusta-rakentaminen/puurakenteiden-paloturvallisuus> 28.3.2019.

Puuinfo, Ympäristöministeriö. 2018. Suomalainen puukerrostalohankekanta. Puuinfo. <https://www.puuinfo.fi/sites/default/files/Puukerrostalohankekanta%20p%C3%A4ivitetty%2011-2018.pdf> 8.3.2018.

Palotekninen suunnitelma, Joensuun Elli, puukerrostalo; Tekijä; Palotekninen Insinööritoimisto Markku Kauriala Oy, 07.04.2017

Rautiainen, T. 2019. Rakennesuunnittelija. A- Insinöörit Oy. Nauhoitettu haastattelu 17.1.2019.

Sallinen, S. 2019. Toimitusjohtaja. Arcadia Oy Arkkitehtitoimisto. Nauhoitettu haastattelu 7.2.2019.

RT 16-10660. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. RT-ohjekortti. Rakennustieto. 5.4.2019.

RT 10-11284. 2017. Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo HJR18. RT-ohjekortti. Rakennustieto. 18.4.2019.

Scoof, J. 2017. A Wooden Skeleton in XXL: T3 Office Building in Minneapolis. Detail. <https://www.detail-online.com/article/a-wooden-skeleton-in-xxl-t3-office-building-in-minneapolis-31385/> 9.4.2018.

Sisäministeriö/ pelastusosasto. 2019. Sprinkleri. Sisäministeriö/pelastusosasto. <http://www.pelastustoimi.fi/turvatietao/esta-palon-leviaminen/paloturvallisuuslaitteet/sprinkleri> 28.3.2019.

Suomen virallinen tilasto (SVT). 2018a. Liitetaulukko 4. Rakennukset rakennusaineen mukaan 1960 - 2017. Tilastokeskus.

http://www.stat.fi/til/rakke/2017/rakke_2017_2018-05-25_tau_004_fi.html 11.3.2018.

Suomen virallinen tilasto (SVT). 2018b. Yleiskatsaus 2017, 1. Asuntokanta 2017. Tilastokeskus. https://www.stat.fi/til/asas/2017/01/asas_2017_01_2018-10-10_kat_001_fi.html 11.3.2018.

Suomi.fi. 2019. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus (ARA). Suomi.fi. <https://www.suomi.fi/organisaatio/asumisen-rahoitus-ja-kehittamiskeskus-ara/465dec0e-d173-4b66-b38c-5b2db608f94d> 3.4.2019.

Talmazan, Y. 2016. World's tallest wood building completed at UBC. Global News. <https://globalnews.ca/news/2943184/worlds-tallest-wood-building-completed-at-ubc/> 9.4.2019.

Tompuri, V., Korhonen, A. & Mölsä, S. 2016. Puukerrostalo tulee betonitaloa kalliimmaksi – tappiotyöt karkottaneet rakentajia. Rakennuslehti. <https://www.rakennuslehti.fi/2016/11/puukerrostaloa-tulee-betonitaloa-kalliimmaksi-tappioidenpelko-karkottaa-rakentajia/> 10.4.2019.

Vapanen, V. 2018. Rakennuttajapäällikkö. Opiskelija-asunnot Oy Joensuun Elli. Nauhoitettu haastattelu 13.12.2018.

Varsinais-Suomen Pelastuslaitos. 2019. Palotarkastus. Varsinais-Suomen Pelastuslaitos. <https://www.vspelastus.fi/varsinais-suomen-pelastuslaitos/tarkastuspalvelut/palotarkastus> 26.3.2019.

Vastaava työnjohtaja. 2018. Työnjohtaja. Rakennusliike Eero Reijonen Oy. Nauhoitettu haastattelu 12.12.2018.

Vesitaito. 2019. Mikä hiilijalanjälki? Vesitaito. <https://vesitaito.fi/mika-hiilijalanjalki/> 25.4.2019.

YLE 2010. Puurakentaminen yleistyy Saksassa. YLE. <https://yle.fi/uutiset/3-5689721> 12.4.2019.

Ympäristöministeriö. 2015. Lähes nollaenergiarakentamisen lainsäädännön valmistelu. Ympäristöministeriö. <https://www.ym.fi/lahesnollaenergiarakentaminen> 16.4.2019.

Ympäristöministeriö. 2018. Pariisin ilmastopimus. Ympäristöministeriö. <https://www.ym.fi/pariisi2015> 16.4.2019.

Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 3/2011.

Haastattelukysymykset

Jarmo Hämäläinen, Rkl Eero Reijonen Oy/ Toimitusjohtaja

Mistä kiinnostus puurakentamiseen tuli?

Miksi teidän yrityksenne valittiin jatkoon? Onko aiempia referenssejä puurakentamisesta pihapetäjän lisäksi?

Millaisena näet urakan yritykselle? Kuinka paljon teette itse vai onko enemmän projektinjohtoa?

Pääurakoitsijan riskit, uhat ja mahdollisuudet
Referenssiarvo

Hankkeen riskit

Taloudelliset

Urakkamuodon tuomat

Osaamisen puute ainutlaatuisessa hankkeessa

Resurssipula, materiaalien toimitus ja saatavuus

Maineelliset riskit jos menee vihkoon

Rakennuttamisvaihe

Erot betonitaloon

Korkeuden tuomat haasteet

Budjetti

Tarjousvaiheen työmaatekniikan suunnittelu, kuinka laajasti

Kuinka suuri budjetti(neliöhinta), onko pysytty tavoitteessa?

Onko ilmennyt erityisen kalliita vaiheita/tekijöitä?

Millaisena näet hankkeen tulevaisuuden, onko kannattava ja pysyykö sellaisena?

Tuleeko urakan jälkeen paljon huoltoa tms kustannuksia

Rakennussuunnittelu

Suurimmat erot verrattuna betonirakennukseen

Erikoisuuksia, mietteitä

Ongelmakohtia

Mitä on pitänyt muuttaa, toteutuskelvottomat suunnitelmat yms

Aikataulu

Alkuperäinen aikataulu, haasteita?

Isot tekijät aikataulussa, miten on pysynyt aikataulussa, mistä ongelmia

Mitä muutoksia tullut, mistä johtuu

Miten olisi voitu ehkäistä ongelmat?

Onko sää aiheuttanut ongelmia

Menetelmävalinnat

Työmaalla tehdyt elementit, miten päädyttiin, oliko oma idea LVL

Storan rooli, miten yhteistyö sujunut

Haastattelukysymykset

Vastaava työnjohtaja/ Rkl Eero Reijonen Oy

Miten hankkeen työmaasuunnittelu on jakautunut, oletko suunnitellut vain työmaan toiminnan vai olitko aikaisemmin mukana tarjousvaiheessa

Riskit hankkeessa
Mitä, miten huomioitu
Ovatko toteutuneet
Osaajapula
Resurssien ja materiaalien saatavuus ja toimitus

Aikataulu
Alkuperäinen aikataulu, haasteita?
Isot tekijät aikataulussa, miten on pysynyt aikataulussa, mistä ongelmia
Mitä muutoksia tullut, mistä johtuu
Miten olisi voitu ehkäistä ongelmat?
Onko sää aiheuttanut ongelmia

Työmaa
Työmaavahvuus
Aliurakoitsijoiden määrä, paljonko teette itse
Aliurakoitsijoiden valinta, onko ollut erityisiä vaatimuksia?
Hankkeen sijainti, onko ongelmia? Logistiikka työmaalle?
Resurssien saatavuus, onko ollut haasteita

Työvaiheet
Suurimmat työvaiheet
Suurelementit, miten päädytty
Työvaiheiden turvallisuussuunnittelu
Erikoisuuksia työvaiheissa
akustiikka
palotekninen suunnittelu
kosteus
Kerrosten nostot
sään vaikutus, tuuli jne
viimeisten kerrosten nostot, erot betonitaloon

Laadunvarmistus
Tärkeimmät kohdat
Kosteus

Työturvallisuus
Mitä on huomioitu
Miten erilainen verrattuna betonirakentamiseen
Miten kerrosten maassa rakentaminen vaikuttaa työturvallisuuteen
Paloturvallisuus, miten tulityöt suunniteltu

Haastattelukysymykset

Tomi Rautiainen, A- Insinöörit/ Rakennesuunnittelija

Rakenne

Rakennesuunnittelun kannalta vaativimmat kohdat sekä ongelmakohdat

Millaisia muutoksia tullut projektin aikana

Mitä eroa verrattuna 8krs taloon

Geotekninen selvitys, perustukset

Pohjakerros

Suurelementit

Puukerrokset toisiinsa nähden? Miten kuormat muuttuvat?

Elementtiliitokset

Tärinänvaimentimet

Huojunta

Jäykistäminen

Akustiikkasuunnittelu

Palotekninen suunnittelu

Akustiikan ja palosuunnittelun vaikutus rakennesuunnitteluun

Rakennuksen elinkaari

Energiatehokkuus

Talon energialuokka

Ilmanvuotomittaus

Kustannusten vaikutus suunnitteluun

Oliko kokemusta puutalojen suunnittelusta

Mallinnus

3. osapuolen tarkastusten vaikutukset

Suunnitelmien valmius, kuinka valmiit kuvat tarvittiin kun alettiin rakentaa

Kiteytettynä rakennesuunnittelun erot verrattuna betonitaloon

Millainen kokemus kohteen suunnittelu oli

Tulevaisuuden näkymät korkeille puutaloille, onko järkeä rakentaa

Haastattelukysymykset

Samuli Sallinen, Arcadia Oy/Pääsuunnittelija

Missä vaiheessa tulit projektiin mukaan

Suunnittelun lähtökohdat

Mihin pääsit vaikuttamaan kohteen suunnittelussa

Kuinka vapaat kädet annettiin

Miten rakennuslupa ja kaavoitus rajasivat suunnittelua

Rakennuspaikan vaikutukset

Kohteen ainutlaatuisuus, sen vaikutukset arkkitehtuuriin

Palo ja ääni

Kustannukset

Poikkesiko suunnitteluprosessi normaalista betonitalosta

Pitikö ottaa huomioon painumat, huojunta

Haastavimmat osa-alueet

Tarvittiinko normaalia enemmän yhteistyötä ARK/ RAK/ LVIAS

Miltä tulevaisuus näyttää puukerrostaloille

Haastattelukysymykset

Vesa Vapanen, Joensuun Elli/ Rakennuttajapäällikkö

Tarvesuunnittelu

Kuinka projekti lähti liikkeelle? Mistä idea? Ketkä lähtivät ajamaan asiaa?

Voitko omin sanoin avata kohteen tarveselvityksen alkua ja lähtökohtia

Hankkeen tavoitteet

Sijainti

Miksi puukerrostalo

Miksi näin korkea rakennus?

Alustava budjetti

Millainen riskianalyysi kohteesta tehtiin

Pääkohdat

Rakentamispäätös

Hankesuunnittelu

Kokosittako suunnitteluryhmän hankkeen aloittamiseksi ja liikkeelle saamiseksi?

Kuinka suuri ryhmä, ketä kuului

Tilaohjelman tavoitteet

Yhteiset tilat?

Jäikö jotain normaalia pois? Tuliko tiloja lisää?

Miten päädyitte rakenneratkaisuihin? Mitä muita vaihtoehtoja oli kuin CLT + LVL?

Mitkä ovat rakennuttajan näkökulmasta eniten puurakentamista jarruttavat tekijät?

Kuinka voitaisiin poistaa

Elementit, oliko muutoksia hankkeen aikana?

Kustannukset

Verrattuna betonitaloon

Hankkeen budjetti

budjetin ongelmakohdat

Kohtaako budjetti tarveselvityksen budjetin kanssa

Tukirahoitus? Mistä? Miten myönnetty? Vaikutukset hankkeeseen, suuruus

EU- rahoituksen suuruus

Riskit, vakuutukset

Taloudelliset näkymät

Energiatehokkuuden tavoitteet

E- luku

Energialuokka

Rakennuslupa

Mitä piti olla suunniteltuna ennen rakennuslupaa?

Hinta, mikä nosti hintaa

Aikataulu

Ongelmakohdat

Miten ongelmat olisi voitu ennaltaehkäistä

Poikkeamislupa? Tarvittiinko? Miksi?

Osapuolten valinta

Miten päädyttiin 2- vaiheiseen kilpailutukseen

Haastattelukysymykset

Kiinnostuneiden määrä, oliko pelkoa, ettei tule tarpeeksi tarjouksia
Valintakriteerit
Valvoja?

Urakkamuodon valinta

Aikataulu
Milloin piti aloittaa alun perin?
Aikataulun laatiminen? Ongelmakohtat?
Muutokset aikatauluun?

Rakennussuunnittelu
Palo
Sprinklaus, tulipalon sattuessa kuinka pyritään minimoimaan vesivahingot?
Kosteus
Mitä vaikeuksia kosteudenhallinnasta on tullut
Ääni: akustiikka
Rakennushankkeen aloituskokous, milloin? Ketkä osallistuivat?

Suurimmat erot puukerrostalon rakennuttamisessa verrattuna betonitaloon

Haastattelukysymykset

Päivi Myllylä, Markku Kauriala Oy/ Aluepäällikkö

-Millaisia referenssejä puurakentamisesta ja korkeista taloista?

-Mitkä ovat palosuunnittelun pääperiaatteet puukerrostaloissa?

-Ongelmakohdat palosuunnittelussa, tuliko muita ongelmakohtia kuin savunpoisto?
Korkeuden vaikutus?

-Puuta palavana materiaalina pidetään monesti riskirakenteena, miten kuvailisit tornin paloturvallisuutta?

-Olisiko mielestänne vielä mahdollisuutta keventää vaatimuksia palosuunnittelun osalta esim. voisiko sprinklausvaatimus alkaa esim. 4-kerroksisista taloista?

-Savunpoistoon liittyvät ongelmat suunnitelmien tarkastuksessa: rakennusvalvonta ei hyväksynyt hissikuilun tai huoneiston kautta tapahtuvaa savunpoistoa. Näkemyksenne rakennusvalvonnan hylkäämistä esityksistänne savunpoistosta?

Yleisesti puukerrostalon palosuunnittelun erot verrattuna betonitaloon

Haastattelukysymykset

Jukka Hyttinen, Joensuun kaupunki/ Rakennustarkastaja

Miten lupaprosessi eteni

Luvan hakemisen erot puutalo vs. betonitalo

Mitä normaalista poikkeavia selvityksiä vaadittu rakennuslupaan

Näin ainutlaatuisessa kohteessa minkä perusteella on saatu luvat laadittua, ja tieto mitä asiantuntijoita tarvitaan suunnittelussa

Lupaehtojen poikkeukset normaalista

Lupaehtojen täyttymisen valvonta

Suunnitelmien tarkastukset

Kolmannen osapuolen tarkastukset

Suunnitelmien osa-alueet

Rakenne

Toiminnallinen palomitoitus

Savunpoisto

Ilmanvaihto

Haastattelun käyttöoikeuslomake

Haastattelun käyttöoikeus

Haastattelijat

Janne Repo

Elias Luttinen

Haastattelun tarkoitus

Hankkia aineistoa opinnäytetyöhön, aiheena Lighthouse Joensuun rakennuttamisprosessin dokumentointi.

Haastattelun käyttö

Haastatteluaineistoa käsitellään luottamuksellisesti ja sitä ei luovuteta kolmannelle osapuolelle.

Haastatteluja käytetään aineistona opinnäytetyössä sekä Karelia AMK tutkimushankkeessa.

Haastateltava

Nimi _____

Yritys _____

Asema _____

Nimen julkaisu opinnäytetyön liiteosiossa

Kyllä Ei

Paikka ja aika _____

Allekirjoitus

Haastateltava

Janne Repo

Elias Luttinen