

Juuso Järviö

PUUELEMENTTIRAKENTAMISEN ARVO- VERKOSTO

Kandidaatintyö
Rakennetun ympäristön tiedekunta
Tarkastaja: Juha Franssila
02/2021

TIIVISTELMÄ

Juuso Järviö: Puuelementtikerrostalon arververkosto (Value Network of a wooden prefabricated multi-storey building)

Kandidaatintyö

Tampereen Yliopisto

Rakennustekniikka

Tammikuu 2021

Tässä kandidaatintyössä analysoidaan puuelementtikerrostalon rakennuttamisprosessia, sekä sen ympärille muodostuvaa arververkostoa. Tutkimuksessa vastataan seuraaviin tutkimuskysymyksiin: 1) Mitä eri osapuolia puuelementtirakentamisessa on? 2) Millainen rooli verkoston eri osapuolilla on puuelementtirakentamisessa? 3) Miten puuelementtirakentamisen rakennuttamisprosessi eroaa betonirakentamisesta? 4) Miten arvonluonti näkyy puuelementtirakentamisessa? Edellä mainittuihin kysymyksiin työssä vastataan hyödyntämällä kirjallisuutta, artikkeleita sekä haastattelumateriaalia. Niiden avulla käydään läpi koko rakennuttamisprosessi sekä hankkeen osapuolet. Lisäksi tuodaan esiin puuelementtirakentamisen ongelmia, haasteita ja mahdollisuuksia.

Aihe on tulevaisuuden kannalta merkityksellinen, sillä ilmastovaikutusten vuoksi rakennusteollisuuden hiilijalanjälki halutaan pienemmäksi. Puurakentaminen hiiltä sitovana rakentamistapana omaa hyvät tulevaisuuden mahdollisuudet tämän tavoitteen täyttäjänä. Päästöjen vähentämisen lisäksi tavoitteena on kasvattaa käyttöastetta sekä jalostusarvoa. Suomessa puurakentaminen ei ole kuitenkaan päässyt toivottuun suosioon, joten sen tutkimusta ja kehittämistä tarvitaan, jotta puukerrostalorakennuskanta saadaan nousuun.

Puuelementtikerrostalorakentamisen haasteita ja mahdollisuuksia käsitellään prosessin kaikissa vaiheissa. Tutkimuksessa puurakentamista hidastavia tekijöitä ovat kokemuksen ja tekijöiden puute, lainsäädännön rajoitukset kustannustehokkaalle rakentamiselle sekä yhteisten toimintamallien puuttuminen. Puuelementtirakentamisen mahdollisuudeksi työssä todetaan hiilinegatiivisuus, kotimaisuus, terveellisyys ja viihtyvyys. Tutkimuksessa esitellään myös arververkostoajattelua, joka edesauttaa puuelementtikerrostalohankkeiden tehokasta toteutusta.

Avainsanat: Kerrostalo, Puuelementtikerrostalo, Arververkosto, Puurakentaminen.

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -ohjelmalla.

ALKUSANAT

Tämä kandidaatintyö on toteutettu osana Tampereen Yliopiston rakennustekniikan koulutusohjelmaa. Puukerrostalorakentamisen lisääntyminen ja sen ympäristövaikutukset herättivät kiinnostukseni keväällä 2020. Sen takia halusin myös lähteä toteuttamaan kandidaatintyötä kyseisen teeman ympärillä. Työssä oli omat haasteensa, mutta mielenkiintoinen aihe auttoi suorittamaan työn loppuun. Suuri kiitos rakennustekniikan laitokselle kandidaatintyön suorittamismahdollisuudesta erikoisena kesänä 2020. Kiitos myös ohjaajalleni Juha Franssilalle, joka antoi asiantuntevia neuvoja työn eri vaiheissa.

Tampereella 17.2.2021

Juuso Järviö

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
1.1 Tausta	1
1.2 Tavoite ja tutkimuskysymykset	2
1.3 Metodi	3
2. RAKENNUTTAMISPROSESSI	4
2.1 Puuelementtikerrostalon rakentamisprosessi	4
2.2 Rakennuttaminen	4
2.2.1 Tarveselvitys ja hankesuunnittelu	6
2.2.2 Puuelementtirakennuksen suunnittelu	6
2.2.3 Rakennusvaihe	7
2.2.4 Käyttöönotto ja kiinteistöpito	8
2.3 Kaupunkien ja kuntien rooli	9
2.4 TEPUTU – Teollisen puuelementtirakentamisen tuotteistaminen	10
3. ARVOVERKOSTO	11
4. ERI OSAPUOLIEN NÄKEMYKSIÄ PUUKERROSTALORAKENTAMISESTA	13
4.1 Aineiston aihepiirit ja osapuolet	13
4.2 Haasteet ja ongelmat	13
4.3 Mahdollisuudet	14
5. JOHTOPÄÄTÖKSET	16
5.1 Prosessien vertailu ja yhteenveto	16
5.2 Arvoverkostoajattelu puuelementtirakentamisessa	17
5.3 Jatkotutkimusaiheet ja kritiikki	18
LÄHTEET	20

1. JOHDANTO

1.1 Tausta

Suomen kasvihuonepäästöistä 35 % muodostuu rakennuksissa sekä rakentamisessa käytetystä energiasta. Rakennusteollisuus tarvitsee ympäristöystävällisiä ratkaisuja hiilineutraalien tavoitteiden täyttämiseksi. Tampereen Yliopiston rakennusopin professori Markku Karjalainen toteaa Tekijä-lehden haastattelussa (12.2.2020), että kuutiometri puuta kasvaessaan sitoo itseensä tonnin hiilidioksidia ja samalla vapauttaa ilmakehään 700 kiloa happea. Puukuutio painaa noin 500 kilogrammaa ja siitä 250 kilogrammaa on puhdasta hiiltä. Puu toimii hiilivarastona puurakennuksissa arvioiden mukaan vähintään 85 vuotta. (Isokorpi, 2020) Eri tutkimuksien mukaan puurakentamisen päästöt ovat koko elinkaarensa aikana 5-11 % betonikerrostaloa pienempiä. Rakennusvaihetta tarkastellessa ero on jopa 30 %.

Puukerrostalo on vähintään kolmesta asunnosta koostuva kokonaisuus, jossa ainakin kaksi asuntoa on päällekkäin. Sen kantavien rakenteiden materiaalina on käytetty puuta, kulloinkin voimassa olevien rakentamismääräysten mukaan. (Ijäs, 2013) Työssä käsitellään elementeistä tuotettuja puukerrostaloja, eli talon rakenteet valmistetaan tehdasolosuhteissa ja kuljetetaan sen jälkeen työmaalle. Puukerrostalorakentamista pyritään Suomessa kasvattamaan sen hyvien ympäristövaikutusten sekä materiaalin saatavuuden vuoksi. Kotimaisen puun hakkuuastetta on varaa lisätä ja vähenevä paperiteollisuus aiheuttaa Suomeen metsäteollisuuden uudistamistarpeen. Puu on Suomelle tärkeä vientituote ja puun käyttö rakentamisessa nähdään hyvänä vaihtoehtona näiden ongelmien ratkaisijaksi. (Haapio, 2013) Suomen hallituksen ohjelmassa vuonna 2019 esitettiin puun käytön kaksinkertaistamista tulevan hallituskauden aikana (Rakli, 2019). Ympäristöministeriö on tehnyt myös ohjelman puurakentamisen edistämiseksi. Ohjelman tavoitteena on, että puun käyttö rakentamisessa on luontevaa 2020-luvulla. Ohjelmaan liittyy myös tukia ja avustuksia, joilla kannustetaan puurakentamiseen. (Ympäristöministeriö, 2020)

Ilmastovaikutuksista sekä metsäteollisuuden potentiaalista huolimatta puukerrostalorakentamisen yleistyminen on ollut hidasta. Valinta kohdistuu usein tuttuun ja hyväksi koettuun betonirakentamiseen ja vanhoillinen rakennusala reagoi hitaasti uusiin ratkaisuihin. Puurakentamisessa on uupunut kokemuksen lisäksi selkeät sekä kaikille yhteiset

järjestelmät, jonka seurauksena prosessit ovat olleet monimutkaisia ja sekavia. Osapuolten välisessä kommunikaatiossa on esiintynyt ongelmia, ja kaavoituksen prosessit ovat olleet hitaita sekä monimutkaisia. 2010-luvulla on tehty paljon tutkimus- ja selvitystyötä näiden ongelmien parantamiseksi. Viimeisen kahden vuoden aikana puurakentamisen osuus on kasvanut. Ympäri Suomea on varmistunut useita hankkeita. Vuonna 2019 toteutetun Ympäristöministeriön Suomen Puukerrostalohankekanta -tutkimuksen mukaan varmistuneita hankkeita on 18 kappaletta ja todennäköisiä hankkeita 31 kappaletta. Ympäristö.fi-verkkopalvelun järjestämän kyselyn mukaan viidennessä Suomen kunnista aikoo rakentaa puukerrostaloja vuosina 2020-2021. (Ympäristö.fi, 2020) Aihe on tulevaisuuden kannalta merkityksellinen, sillä ilmastovaikutusten vuoksi rakennusteollisuuden hiilijalanjälkeä halutaan saada laskettua. Puurakentaminen hiiltä sitovana rakentamistapana omaa hyvät tulevaisuuden näkökulmat tämän tavoitteen täyttäjänä. Päästöjen vähentämisen lisäksi tavoitteena on lisätä puuteollisuuden monipuolisuutta, käyttöä sekä jalostusarvoa. Suomessa puurakentaminen ei ole kuitenkaan päässyt toivottuun suosioon, joten sen tutkimusta ja kehittämistä tarvitaan, jotta puukerrostalorakennuskanta saadaan kasvuun. (Ijäs, 2013)

1.2 Tavoite ja tutkimuskysymykset

Tammikuussa 2020 puukerrostaloasuntojen osuus Suomen kaikista kerrostaloasunnoista on vain alle yhden prosentin luokkaa (Isokorpi, 2020). Työn tavoitteena on tuottaa selkeää kuvaa puuelementtirakentamisprosessin haasteista ja mahdollisuuksista vertailla betonirakentamiseen. Tutkimus pyrkii löytämään puuelementtirakentamiskannan kasvua hidastavia tekijöitä rakennuttamisprosessin eri vaiheilta ja luomaan lopputuloksena arvoverkostomallin puuelementtikerrostalohankkeen tueksi.

Työn otsikon alle on koottu kolme tutkimuskysymystä, jotka on johdettu tutkimuksen tavoitteesta.

1. Mitä eri osapuolia puuelementtirakentamisessa on?
2. Millainen rooli verkoston eri osapuolilla on puuelementtirakentamisessa?
3. Miten puuelementtirakentamisen rakennuttamisprosessi eroaa betonirakentamisesta?
4. Millaisia ovat rakentamisen arvoverkostot?

Tutkimusta rajataan pysymällä rakennuttamisprosessissa, osapuolissa ja arvoverkostossa puuttumatta materiaalivalintoihin, suunnitteluun tai itse rakentamistapoihin. Työ rajataan myös käsittelemään ainoastaan elementtivalmisteisia puukerrostaloja, sillä niiden työmaavaiheen nopeus nähdään mahdollisuutena sekä laatu on todettu hyväksi. Myös elementtitehtaat luovat suuren osuuden arvoverkostotarkasteluun. Tarkoituksena on luoda selkeä kuva rakennuttamisprosessista eikä tarkastella yksityiskohtaisesti rakentamisvaihetta ja sen ratkaisuja.

1.3 Metodi

Tutkimus on toteutettu hyödyntäen kirjallisuustutkimusta sekä haastattelumateriaaleja. Kirjallisuustutkimusta on suoritettu käyttäen lähteenä tutkimuksia, kirjallisuutta sekä artikkeleita. Aiheisiin on pyritty löytämään mahdollisimman uusia lähteitä, sillä puurakentamista on tutkittu ja edistetty paljon 2010-luvulla.

Työn lopussa on esitelty Tampereen yliopiston keräämää haastatteluaineistoa. (Luku 4) Se on osa laajempaa tutkimushanketta, jossa tarkastellaan laajemmin puukerrostalorakentamista eri osapuolten näkökulmista. Hanketta on rahoittamassa Ympäristöministeriö, Asumisen rahoitus ja kehittämiskeskus ARA sekä useita eri elinkeinoelämän toimijoita. Aineisto on kerätty puolistrukturoiduilla teemahaastatteluilla. Haastattelumateriaalia analysoidaan ja vertaillaan työssä jo aiemmin todettuihin aihealueisiin.

Tutkimusta varten toteutettiin myös toinen haastattelu. Suomen Puukerrostalot Oy:n toimitusjohtajan Teppo Laurilan 10.8.2020 antaman haastattelun näkökulmia on myös hyödynnetty tutkimuksen aiheiden käsittelyssä. Haastattelu toteutettiin teemahaastatteluna, jossa kysymysrunko oli ennalta määritelty, mutta keskustelu kysymysten parissa oli avointa. Haastattelu toteutettiin yrityksen toimitiloissa Hämeenlinnassa.

2. RAKENNUTTAMISPROSESSI

2.1 Puuelementtikerrostalon rakentamisprosessi

”Talonrakennushankkeen tarkoituksena on tuottaa tiettyä toimintaa palveleva tila. Talonrakennushankkeella tarkoitetaan kaikkia niitä toimenpiteitä, jotka ovat tarpeen tarvittavan tilan aikaansaamiseksi. Rakennushanke alkaa, kun tila päätetään hankkia rakentamalla, ja päättyy, kun rakennettu tila otetaan käyttöön.” (RT 10-10387, 1989) Hanke koostuu useasta eri vaiheesta ja näitä vaiheita on toteuttamassa useita eri tahoja.

Puurakentamisessa kärsitään kokemattomuudesta ja negatiivisista ennakoasenteista (Haapio, 2013). Yhteistyön merkitys osapuolten välillä korostuu, jotta saadaan toimivia toimintamalleja ja osapuolten yhteistä suunnittelua sekä tuotekehitystä. Kustannustehokas puurakentaminen syntyy teollisesti optimaalisissa tuotanto-olosuhteissa, jolloin saadaan myös varmistettua rakenteiden laatu. Moduloidut tilaelementit tuovat merkittäviä säästöjä, ja niiden asentaminen työmaalla on helppoa. (Laukkanen, 2013)

Tehdastuotanto on tärkeä puuelementtirakentamisen prosessin vaihe, ja sen hyödyntämisessä on paljon parannettavaa. Puuelementtirakentamisen järjestelmät verrattuna betonirakentamisen järjestelmiin ovat usein hajanaisia, eikä alalle ole muotoutunut standardisoituja malleja. Niiden tuottaminen nopeuttaisi rakennuttamista ja tekisi siitä kustannustehokkaampaa. Tehdastuotanto ja muut osapuolet vaativat tehokkaamman ja toimintavarmemman arvoverkoston kuin aikaisemmin rakentamisessa on totuttu. (Mertanen, 2019)

2.2 Rakennuttaminen

Rakennuttajaksi kutsutaan henkilöä tai organisaatiota, joka ryhtyy rakennushankkeeseen sekä vastaa siitä, että se tuotetaan rakentamista koskevien käytäntöjen mukaisesti. Rakennuttaja aloittaa projektit ja vie ne loppuun niin että käyttäjälle luovutetaan tilat, jotka vastaavat tilaan kohdistuvia tarpeita. (Ijäs, 2013) Rakennuttajan tehtäviä ovat muun muassa käynnistää hanke, hankkia tarvittavat luvat, huolehtia hankkeen oikeudenmukainen läpivienti sekä määrittää hankkeelle vaatimukset ja tavoitteet (RT 10-11222, 2016). Rakennuttajan tehtävät on koottu tarkemmin tehtäväluetteloon, jotka on yleisesti hyväksytyt rakentamis- ja kiinteistöalan säädöksissä. Rakennuttajan tulee täyttää puurakentamisen FISE-pätevyyden määrittelemät reunaehdot. (RT 10-11284, 2017) Puurakentami-

sessä hankintaketjut sekä sopimusmuodot ovat moninaisempia verrattuna betonirakentamiseen. Kustannukset muodostuvat myös suurimmilta osin jo ennen rakennusurakoitsijan kilpailuttamista. Puurakentamisen kokemuksen puutteen vuoksi rakennuttamisen kustannusten nousu on todennäköisempää. Puukerrostalokohteet toteutetaan vielä pääsääntöisesti valtion tukemina hankkeina riskien minimoimiseksi. Vapaaehtoinen puoli projekteissa vaatii onnistuneita pilottihankkeita ja toiminnan vakiintumista, jotta projekteja saadaan suuremmalla volyymilla tuotettua. (Haapio, 2013) Rakennushankkeen osapuolilla on omat tehtävänsä prosessin edetessä (Kuva 1). Viivoituksella kuvataan hankkeen toteuttamisorganisaatiota ja mustalla värityksellä karkeasti hankkeen aikataulua. (Junnonen & Kankainen, 2020)

	Käyttäjä	Rakennuttaja	Suunnittelija	Rakentaja	Viranomainen
Tarveselvitys					
Hankesuunnittelu					
Rakennussuunnittelu					
Rakentaminen					
Käyttöönotto					

Kuva 1: Rakennushankkeen osapuolet ja tehtävät. (Junnonen & Kankainen, 2020)

Rakennushankkeen kulkuun vaikuttaa toteutusmuodon valinta. Toteutusmuotoja on rakennusalalla monia ja ne soveltuvat usein parhaiten tietynlaisiin hankkeisiin. Puuelementtikerrostalot luokitellaan usein kokonaisvastuurakentamiseen (KVR) perustuviksi urakoiksi. Vakioitujen hankkeiden myötä siirtyminen kilpailu-urakkamuotoisiin rakennushankkeisiin nähdään mahdollisena. Siirtyminen vaatii kuitenkin kehitystä ja vakiintunutta tuotantoa. (Ijä, 2013, s.83)

2.2.1 Tarveselvitys ja hankesuunnittelu

Rakennushanke käynnistyy tarveselvityksellä, jossa tuleva käyttäjä määrittelee hankkeen tarpeellisuutta ja sen tuomia mahdollisuuksia. Selvityksen tavoitteena on vastata käyttäjien esittämiin tilantarvevaatimuksiin sekä tilaratkaisuihin (Junnonen & Kankainen 2020, s.20). Siihen vaikuttaa erityisesti valtakunnalliset maankäytön tavoitteet, jotka ohjaavat hanketta haluttuun suuntaan. Suomen ympäristöministeriö on asettanut tavoitteekseen, että vuonna 2025 45% prosenttia kaikesta julkisista uudiskohteista toteutetaan puurakenteisina (Ympäristöministeriö, 2020). Julkisten hankintojen hankesuunnitteluvaiheessa tulee puun käyttö mahdollisena rakennusmateriaalina ottaa yhä useammin huomioon. Eri materiaaleja vertaillaan ja niiden kautta etsitään optimaalinen vaihtoehto kyseiselle rakennukselle. Puuta ja betonia vertaillaan esimerkiksi rakennettavuuden, tuotavuuden, kestävän kehityksen sekä ympäristöystävällisyyden osalta. Puurakentamisen jatkuva kehitystyö tuo tässä asiassa etulyöntiasemaa tulevaisuudessa betonirakentamiseen. Ilmastotavoitteet luodessa tulevaisuudessa entistä enemmän painetta rakennusalaan, puu tulee käsittelyyn entistä useammassa kohteissa. (Ympäristöministeriö, 2020) Tarveselvityksen perusteella tuotetaan hankesuunnittelupäätös (RT 10-11224, 2016).

Hankesuunnitteluvaiheen käynnistyessä alkaa hankkeen yksityiskohtaisempi arviointi. Tässä vaiheessa tarkennetaan tarveselvityksessä esitetyt tavoitteet rakennesuunnittelulle annettaviksi vaatimuksiksi sekä toteutukselle ohjeita antaviksi menettelyiksi. Hankesuunnittelussa tulee kartoittaa hankkeen vaihtoehtoiset toteutukset, mahdolliset vaarat, rakennuspaikan lupa-asiat, suunnittelun tavoitteet sekä läpiviennille asetettava hankkeikataulu. (Junnonen & Kankainen, 2020, s.24-27) Käsiteltävät seikat kootaan hankesuunnitelmaksi, jonka perusteella tehdään investointipäätös (RT 10-11224, 2016). Puuelementtikerrostaloa rakennutettaessa tässä vaiheessa käsittelyyn tulee ottaa huomioon puurakentamiseen liittyvät erityispiirteet, viranomaisvaatimukset, rakentamisen tekniset sekä taloudelliset tekijät. Lisäksi näitä tulisi tarkastella koko hankkeen elinkaaren ajalla. (Ijäs, 2013)

2.2.2 Puuelementtirakennuksen suunnittelu

Hankesuunnittelun jälkeen tehdyn investointipäätöksen jälkeen siirrytään suunnitteluvaiheeseen, jossa kehitetään hankkeen arkkitehtuuriset, tekniset ja toiminnalliset ratkaisut sekä toteuttamistapa (RT 10-11224, 2016). Perinteisesti rakennushankkeessa suunnit-

teluryhmä koostuu ainakin arkkitehdistä, rakennesuunnittelijasta, geoteknisestä suunnittelijasta ja LVISA-suunnittelijoista (Junnonen & Kankainen, 2020, s.15). Arkkitehti toimii usein hankkeessa pääsuunnittelijana, jonka tehtävänä on huolehtia siitä, että ryhmän tuottamat suunnitelmat vastaavat hankkeelle asetettuja vaatimuksia. Pääsuunnittelijan tulee täyttää rakentamismääräyskokoelman osan A2 vaatimukset. Puurakentaminen luokitellaan usein vaatimusluokissa luokkaan AA, jolloin hanke on erittäin vaativa. Puukerrostalon haastavuuden takia, suunnitteluryhmän olisi hyvä konsultoida myös hankkeeseen liittyviä erityisalojen suunnittelijoita. Puukerrostalohankkeessa esimerkiksi paloturvallisuuteen, akustiikkaan tai hiilijalanjätkilaskentaan erikoistuneet konsultit ovat hankkeelle lisäarvoa tuova ratkaisu. (Ijäs, 2013)

Suunnittelijoiden rooli puuelementtirakennuksissa on erilainen kuin betonirakentamisessa. Puuelementtirakennukset toteutetaan teollisena tuotantona, joten suunnittelijoiden tehtävänä on luoda monikäyttöisiä ja valmiita ratkaisumalleja. Itse rakennusprojekteissa suunnittelijoilta vaaditaan siis kykyä tuottaa jo valmiista tilaratkaisuista omaperäisiä ja rakennuspaikkaan soveltuvia tuotteita. Tilaelementtien muokkaaminen on rajallista, ja esimerkiksi kerroskorkeudet ovat määritelty kuljetuskapasiteetteihin pohjautuen. Teollinen linjatuoanto mahdollistaa automaation sekä robottien käytön elementtien valmistuksessa, joten suunnittelijan tulee puuelementtirakenteissa osata myös tietotekniset järjestelmät. (Laurila, haastattelu, 10.8.2020)

Puuelementtirakentaminen on kärsinyt pitkään puuhun erikoistuneiden suunnittelijoiden puutteesta, mikä on ollut omalta osaltaan myös kehityksen esteenä. Etenkin tilaelementtisuunnitteluun erikoistuneita suunnittelijoita on Suomessa vähän. Vuonna 2012 tehdyn tutkimuksen mukaan puukerrostalon toteutukseen kykeneviä arkkitehteja ja rakennesuunnittelijoita on kumpaakin enintään 100 Suomessa. Vaativien AA-tasoisten puurakenteiden suunnittelijoita on ainoastaan 27. Betoniin erikoistuneita on yli 300. Jokaisessa hankkeessa rakennuttajan on varmistuttava siitä, että hankkeen suunnittelijoilla on vaadittavat pätevyudet. (Ijäs, 2013) Suunnittelun lähestyessä loppua sovitaan urakointitapa ja solmitaan urakointisopimukset. Lopuksi tuotetaan rakentamispäätös (RT 10-11224, 2016).

2.2.3 Rakennusvaihe

Työssä rakennusvaihetta käsitellään elementtirakentamisen näkökulmasta. Tehdasvalmistetut elementit tuotetaan optimaalisissa olosuhteissa niin materiaalien kuin työnteki-

jöidenkin puolesta. Tällöin laatua pystytään hallitsemaan paremmin ja markkinoille tuotetaan laadukkaita tuotteita. Yleisimmät vaihtoehdot elementtien toteutukselle ovat CLT-levyt ja LVL-viilupuut. CLT (Cross Laminated Timber) – levy muodostuu ristiin liimatuista lautakerroksista ja kerroksia on tavallisimmin kolme tai viisi. Se on hyvin paloa kestävä, erittäin luja ja ominaisuuksiinsa verraten kevyt rakennustuote. (Puuinfo, 2020a). LVL eli viilupuu tuotetaan liimaamalla sorvattuja viiluja kerroksittain. Viilupuuta voidaan myös hyvin käyttää kantavissa rakenteissa. (Puuinfo, 2020b) Nopea elementtirakentaminen säästää merkittävästi työmaakustannuksissa ja tehtaassa vakioidut toimintatavat luovat tehokkuutta tuotantoon. Työntekijöille optimaalisissa ja työergonomisesti paremmissa olosuhteissa työskentely on turvallisempaa sekä miellyttävämpää.

Elementtitehtaissa valmistetut tuotteet siirretään kuljetuksilla työmaalle, jossa ne asennetaan omille paikoilleen. Lyhyin työmaavaiheen kesto on tilaelementeillä toteutetulla ratkaisulla, jossa elementit ovat sisäverhousta myöden täysin valmiita kokonaisuuksia. Tilaelementtirakentamisessa työmaalla osuuden onnistuu hoitamaan tilaelementtiasennukseen erikoistunut työryhmä, joka voi olla muutamakin henkilö. Tontilla tapahtuva rakennusvaihe on tilaelementtikerrostalossa noin kolmasosan vastaavaan betonitaloon verrattuna (Kortelainen, 2020). Nopea rakennusvaihe säästää paljon kustannuksia. YIT:n ensimmäinen tilaelementeistä rakennettu puukerrostalo nousi Tampereen Hervantaan vain parissa viikossa. Työmaa-ajan lyhyttä pidetään tulevaisuudessa tärkeänä ratkaisuna, ja teollista tuotantoa halutaan lisätä laadun varmistamiseksi. (Pesonen, 2020) Ongelmana puuelementtirakentamisessa on osaamisen puute, joka johtuu vähäisistä projektikokemuksista. Puukerrostalon rakentamiseen kykenevien rakennusliikkeiden määrä on Suomessa enintään 35. (Ijäs, 2013) Tekniikka ja Talous -lehden artikkelissa Pyhännän Rakennustuote kertoo, kuinka elementtitehtaalle ei löydy osaajia. Työpaikkoja olisi paljon, mutta tehdasmainen ympäristö ei vedä tekijöitä puoleensa. Sama ongelma kohdistuu myös suunnittelupuoleen. (Törmänen, 2017)

2.2.4 Käyttöönotto ja kiinteistönpito

Käyttöönottovaiheessa käyttäjät perehdytetään rakennuksen käytäntöihin sekä luodaan rakennuksen luovutukseen tarvittavat asiakirjat. Vaiheessa siis käynnistetään käyttötarkoituksen mukainen toiminta. Rakennukselle kootaan asiakirjoista käyttöarkisto. Rakennuksen siirtyessä rakennuttajalta käyttäjälle varmistetaan kiinteistöhoitosuunnitelman kunnossapidosta ja huollosta. Suunnitelmassa esitetään rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeet. Ajantasapiirrustuksissa esitetään toteutuksen muoto vastaanottohetkellä. Arkistoon rakennuttaja teettää myös suojelusuunnitelman, jossa käsitellään hankkeen

palontorjunta-, väestönsuojelu- ja vartiointisuunnitelmat. Osapuolista käyttäjä organisoiki kyseisen vaiheen. (Junnonen & Kankainen, 2020)

Rakennuttajan tehtävänä on valmistella siirtyminen rakentamisvaiheesta käyttöönotto-vaiheeseen. Suunnittelijat tuottavat kiinteistönhoidon asiakirjat, suojelusuunnitelmat ja käyttöohjeet. Rakentajan vastuulle jää virheiden ja puutteiden korjaaminen takuuajan aikana. (RT 10-11284, 2017) Puuelementtitalossa käyttöönotto-vaiheessa tarkasteltavia erikoisuuksia ovat muun muassa paloturvallisuus ja energiaratkaisut, jotka tulee huomioida käyttöönoton yhteydessä.

Rakennusta on huollettava sen käytön aikana. Ajan kuluessa saneerauksia tulee tehdä kiinteistön arvon säilyttämiseksi. Kiinteistönpidosta vastaa rakennuksen omistaja, joka organisoiki kiinteistön ylläpidon kerrostalokohteissa usein kiinteistöhoito- tai kunnossapito-yhtiölle. Yhtiöiden hallinta tarvitsee kiinteistön hoito- ja kunnossapitosuunnitelman laadintaa. (Junnonen & Kankainen, 2020) Puukerrostalon huolto ja saneeraukset herättävät paljon kysymyksiä. Ne ovat osasy rakennusliikkeiden haluttomuuteen ryhtyä puukerrostalohankkeisiin. Puukerrostalon elinkaarista on vasta vähän tietoa kohteiden vähäisen määrän vuoksi, joten on hyvin vaikea määrittellä huolto- sekä saneeraustöiden aikataulua, hintaa ja vaativuutta. Betonirakentamisessa tiedetään kokemuksesta niiden elinkaaret ja huoltotarpeet. Tähän tulisi puurakentamisessakin pyrkiä. Rakennusalan yleisissä sopimusehdoissa määritellään urakoitsijalle käyttöönoton jälkeen kahden vuoden takuu-aika sekä vastuu-aika hankkeelle on kymmenen vuotta. Rakennusliikkeet näkevät mahdolliset vuoto- sekä palovahingot suuriksi riskeiksi, mikä vähentää halua ryhtyä rakennushankkeeseen. (Ijäs, 2020) Elinkaaritutkimusta ja saneeraustarpeen kartoitusta tarvitaan puukerrostalorakentamisen ympärillä lisää, jotta pystytään rakentamaan pitkäikäisiä ja arvonsa säilyttäviä rakenteita.

2.3 Kaupunkien ja kuntien rooli

Kaupungit ja kunnat laativat rakennuskannalleen kaavoitusratkaisuja, joissa tarkennetaan myös rakennuksissa käytettäviä materiaalivalintoja. Moni kunta on ilmaissut kiinnostustaan puukerrostalorakentamiseen. Ympäristöministeriö julkaisi toukokuussa selvityksen, jossa selvisi, että vuosina 2020–2021 54 kuntaa on ilmaissut aikomuksensa rakentaa puukerrostaloja. Luku on noin kolme kertaa enemmän, mitä puukohteita toteutaneita kuntia oli vuosina 2018–2019. (Ymparisto.fi, 2020)

Kunnissa projektien aloittaminen tehdään kuitenkin usein tehottomalla tavalla sekä informaation ja yhteistyön puute näkyy epäonnistuneina kaavoitusratkaisuina. Lisäksi asiantuntemus viranomaisilla ei riitä. Tämä vähentää rakennuttajan mielenkiintoa, eikä näin ollen projektia saada halutusti alkuun. (Ijäs,2013) Kuntien kaavoitusprosessit ovat jähmeitä ja aikaa kuluttavia. Tämä aiheuttaa merkittäviä hidastuksia projekteihin, eikä yhteistyöstä saada tehokasta. Jähmeiden prosessien lisäksi kaavoituksista tehdään usein liian yksityiskohtaisesti ohjaavia. Tämä sitoo hankkeeseen ryhtyvän mahdollisuuksia toteuttaa haluamaansa lopputulosta kilpailukykyiseen hintaan. Suomen Puukerrostalo Oy:n toimitusjohtajan Teppo Laurilan mukaan tiedon puute kaavoituksissa on näkyvässä asemassa. Puuelementtitalon paloturvallisuusmääräysten vuoksi kustannustehokkainta on rakentaa 4- tai 8- kerroksisia tilaelementtirakennuksia. Usein kaavoituksessa näitä seikkoja ei kuitenkaan osata huomioida. (Laurila, haastattelu, 10.8.2020)

2.4 TEPUTU – Teollisen puuelementtirakentamisen tuotteistaminen

Teollisen puuelementtirakentamisen tuotteistaminen (TEPUTU) -hanke aloitettiin vuonna 2012. Sen tarkoitus oli luoda puuelementtirakentamiseen rakennejärjestelmä, joka on yhtenäinen, avoin ja kilpailukykyinen. Tavoitteena oli luoda selkeä malli Suomen puuelementtirakentamiseen, jota voidaan hyödyntää pohjana osapuolten välisessä ope-roinnissa. TEPUTU-hankkeen tuloksena Suomeen syntyi Puu Elementti Systemi -teollisuusstandardi eli RunkoPES. Järjestelmä luo yhteisen konseptin Suomen puuelementtikerrostalojen rakenneratkaisuihin, jotta valmistajien tuotteet sekä ratkaisut noudattaisivat yhteensopivia linjoja. (Haapio, 2013)

Vuonna 2014 julkaistiin tällä hetkellä voimassa oleva RunkoPES 2.0 -järjestelmä. Se vakioi muun muassa rakennepaksumuksia, liitosten geometriaa sekä moduuliviivastoja. Nämä mahdollistavat esimerkiksi sen, että eri valmistajilta tulleita elementtejä voidaan liittää toisiinsa. Yhtenäinen järjestelmä helpottaa puurakentamisprosessia merkittävästi. Se lisää tilaajien puurakenteiden hankintamahdollisuuksia, helpottaa suunnittelua, parantaa rakentamisen laatua ja mahdollistaa nopean työmaavaiheen. Yhteistyö yhteisen järjestelmän ympärillä on helpompaa sekä projektit päästään toteuttamaan yhteisen toimintamallin mukaan. (RunkoPES 2.0, 2018)

3. ARVOVERKOSTO

Arvoverkostoajattelutapa on varsin uusi liiketoimintaa kehittävä malli. Siitä on laaja-alaisesti aloitettu käsittelemään vasta 2000-luvun puolella ja nykypäivän taloutta kutsutaankin usein verkostotaloudeksi. Verkostot rakentuvat yritysten tarpeiden ja liiketoimintaympäristöjen mukaan yhä dynaamisemmin, jonka vuoksi niiden hallitsemisesta on tullut vaikeampaa. ”Arvoverkostolla tarkoitetaan useamman kuin kahden toimijan muodostaman suhteiden kokonaisuutta, jossa toimijat luovat arvoa toisilleen keskinäisen vaihdannan kautta.” (Malinen & Haahtela, 2007) Verkostot muodostuvat siis pienemmistä arvoketjuista, joiden tavoitteena on luoda mahdollisimman korkeaa arvoa tuotteelle ja saada näin kuluttajat kiinnostumaan aiheesta. Verkostot luovat ketjuja enemmän kontakteja sekä yhteistyötä.

Globaalissa nyky-yhteiskunnassa on lähes mahdotonta hallita koko arvonmuodostusketjua samassa mittakaavassa kuin aiemmin historiassa. Teknologian kehitys viestinnässä on vaikuttanut voimakkaasti myös rakennusalan rakenteeseen ja kilpailuun. Teknologian ja materiaalien kehitys on aiheuttanut tuotteiden valikoiman kasvua ja kustannusten nousua. Nämä seikat ovat pakottaneet yrityksiä ulkoistamaan laajasti omia arvoa tuottavia toimintojaan. Tarvitaan monia tekijöitä, joista jokainen luo arvoa prosessin keskiössä olevalle kohteelle käyttäen omaa ekspertiisiään ja vahvuusaluettiaan. Näistä lopputuotteelle arvoa kehittävästä tekijöistä ja niiden yhteistyöstä tuotteen ympärille muodostuu verkosto, jota kutsutaan arvoverkostoksi. (Möller et al, 2004)

Liiketoimintaverkoilla on aina tavoite tuotettavan hyödykkeen ympärillä. Esimerkiksi puuelementtirakentamisen liiketoimintaverkon tavoitteena on jo olemassa olevien yritysten voimavarojen yhdistäminen ja markkinavoiman sekä -alueen laajentaminen. Lisäksi uudessa liiketoiminnassa verkostolla on myös tavoitteensa prosessien ja tarjoaman eli tuotetun kokonaisuuden kehittämisessä. Verkosto haluaa luoda vielä nuorella rakentamisen osa-alueella toimivan kehitysverkon, joka yhdistää sen osapuolien tietotaitoa. Tässä tavoitemallissa yhdessä kehitettävä tiedon ja osaamisen kehittäminen on keskiössä. (Möller et al, 2004, s. 25) Rakentamisessa verkostoon vaikuttavat monet itse rakentamisen ulkopuoliset tekijät kuten lainsäädäntö, viranomaiset sekä asiakkaat. Arvoverkostossa tapahtuva arvonluonti on tärkeä liiketoimintaa kehittävä elementti, joka puuelementtira-

kentämisessä tuo mahdollisuuksia tuottaa kannattavia kohteita. Kokemuksen, tietotaidon ja yhteistyön puute puurakentamisen keskuudessa on korjattavissa tehokkaalla arvoverkostoajattelulla.

4. ERI OSAPUOLIEN NÄKEMYKSIÄ PUUKERROSTALORAKENTAMISESTA

4.1 Aineiston aihepiirit ja osapuolet

Aineistossa käytiin laajasti läpi niitä seikkoja, mitkä tällä hetkellä ovat haasteita, aiheuttavat ongelmia sekä luovat mahdollisuuksia puukerrostalorakentamisen ympärillä. Jotta tulevaisuudessa voidaan rakentaa kestäviä, ympäristöystävällisempiä, kilpailukykyisiä ja kustannustehokkaita ratkaisuja, on monella osa-alueella vielä kehitettävää. Puukerrostalon hinta on tänä päivänä kalliimpi, mutta kokemukset ulkomailta todistavat, että puurakentamisen kustannuksissa on kiristämisen varaa. Monia ratkaisuja pystytään kehittämään edullisempaan suuntaan tutkimuksen sekä pilottihankkeiden kautta. Puurakentamisessa muutamat asiat nostavat väkisin hankkeen hintaa. Näitä ovat muun muassa pakollinen sprinklausjärjestelmä, välipohjan rakenne ja sääsuojan alla rakentaminen. Paljon hankkeita toteutetaan valtion tai muiden rahoitusta tarjoavien tahojen tuen avulla, jotta riskit saadaan niin sanotuissa pilottikohteissa minimoitua. Kokemusten myötä puurakentamisen ympärille muodostuu varmasti lisää kilpailua. Kilpailu hankkeissa laskee hintatasoa ja tulevaisuudessa toteutettavat kohteista tulee kustannustehokkaampia.

Aineistossa haastateltiin laajasti eri puurakentamisen osapuolia. Osapuolet toivat esille näkemyksiään omasta näkökulmasta tarkastellen. Haastateltavina oli rakennuttajia, tutkijoita sekä rakennusliikkeiden ja kaupungin edustajia. Kysymykset käsittelivät kaikkien osalta puurakentamisen haasteita ja mahdollisuuksia, mutta osa kysymyksistä oli spesifioituja kyseiselle osapuolelle. Kysymysten käsittelyssä vastaukset muodostuivat keskusteluiksi, joissa käytiin laajasti läpi kyseistä teemaa.

4.2 Haasteet ja ongelmat

Haasteena puurakentamisessa haastattelumateriaalista selviää osaavien tekijöiden puute. Suunnittelussa puurakentaminen on paljon jäljessä verrattuna perinteiseen betonirakentamiseen. Suunnittelu on hidasta ja osaavia suunnittelijoita on vähän. Tähän vaikuttaa erityisesti puukerrostalon suunnittelijoiden kokemattomuus ja selkeiden toiminta sekä rakennemallien puute. Suunnittelun hitaus näkyy välittömästi hanketta pidentävänä vaikutuksena, mutta myös kustannusten nousuna. Osaavia urakoitsijoita sekä elementti/tuotetoimittajia on Suomessa vähän. Elementtitoimittajien määrä on Suomessa

kuitenkin viime vuosina noussut. Haasteeksi nousee rakentamisessa käytettävät erikoisuudet, kuten sääsuojat sekä sprinklausjärjestelmät. Näistä harvalla rakennuttajalla on vielä kertynyt kokemusta.

Liian kunnianhimoiset lähtökohdat nousevat haasteena esiin aineistossa. Herkästi lähdetään toteuttamaan ensimmäisiä hankkeita liian monimutkaisina, eikä ymmärretä edetä yksinkertaisesta monimutkaiseen. Haasteita löytyy tarpeeksi pienemmän mittakaavan hankkeissakin, joten toimintaa tulisi kehittää niin, että ensin omaksutaan perusdetaljit. Myös hintataso on tällä hetkellä vielä betonitaloa korkeampi. Hintatasoa saadaan lasketua, kun prosesseja saadaan vakioitua, jolloin niistä tulee tehokkaampia. Tämä vaatii sitä, että lähdetään tuottamaan isommalla volyymillä pienemmän mittakaavan hankkeita.

Ongelmakohtaksi haastatteluissa nousee huollontarpeen arviointi. Puukerrostalokanta on Suomessa uutta, jolloin ei ole ehtinyt kehittymään tietämystä rakenteiden kunnossapidon yleisyydestä tai kustannuksista. Puurakennusten elinkaaresta tiedetään varsin vähän. Paljon ongelmakohtia nähdään muun muassa julkisivumaalausten tai sprinklausjärjestelmän ympärillä. Aineistossa nousee esille, että tietotaitoa julkisivujen kestävyyydestä on vähän, jolloin ei tiedetä kestävätkö ne Suomen sääolosuhteita. Puukerrostalon rakentaminen teiden välittömään läheisyyteen nähdään riskinä, sillä sen julkisivulle aiheuttamista rasituksista ei ole tarkkaa tietoa. Huollontarve tulee tietää jo ennen hankkeeseen ryhtymistä, ja epätietoisuus aiheen parissa ei tuota positiivista lähtökohtaa hankkeeseen ryhtymisessä. Tutkimusta puurakentamisen elinkaariajattelun ympärillä tulisi teettää lisää.

4.3 Mahdollisuudet

Aiheen mahdollisuuksia haastattelussa käsiteltiin myös laajalti. Puurakentamisen pienemmän hiilijalanjäljen lisäksi nostettiin esille puusta rakentamisesta koituva positiivinen imago, rakentamisen mielekkyys verrattuna betonirakentamiseen, rakennusvaiheen nopeus ja asuntojen äänimaailma. Puurakentaminen uutena ympäristöystävällisempänä rakennustapana parantaa niin tilaaja kuin rakennuttajaosapuolten imagoa positiivisen julkisuuden muodossa. Se on myös tällä hetkellä hyvä tapa erottua rakennushankkeiden seasta. Julkisuus poikii myös uusiin kohteisiin ja puurakentamisen osuutta päästään kasvattamaan lisää. Puurakennukset nähdään myös mahdollisena tulevaisuuden vientituotteena, jota halutaan lähteä kehittämään. Nopea rakennusaika on puukerrostalorakentamisen yksi merkittävimmistä eduista verrattuna betonirakentamiseen.

Rakentamisen mielekkyys tuli esiin materiaalissa monin tavoin. Rakennukset rakennetaan sääsuojan alla, joten työskentely on huonoissa olosuhteissa mukavampaa. Sääsuojan alla rakennettaessa kosteusvauriot ovat myös hyvin harvinaisia, mikä on selkeä etu betonirakentamiseen. Rakennusajan äänimaailma on miellyttävämpi, sillä esimerkiksi piikkaukselta säästytään puutaloissa. Miellyttävä äänimaailma on työskentelijöille merkittävä sekä terveys-, että viihtyvyystekijä. Myös käyttäjien viihtyvyys nähdään puurakentamisen mahdollisuutena. Äänimaailma rakennuksissa on erilainen betonitaloihin verrattuna, ja se koetaan miellyttävämpänä. Puukerrostaloihin toteutetaan myös huoneistokohtainen ilmanvaihtojärjestelmä, joten ilmanlaatu kohteissa on usein hyvällä tasolla.

5. JOHTOPÄÄTÖKSET

5.1 Prosessien vertailu ja yhteenveto

Rakennuttamisprosessi puun ja betonin välillä eroaa monessa vaiheessa. Aikataulu etenee eri tahdissa. Puurakenteiden suunnittelu vie betonirakenteita enemmän työtunteja, mutta rakennusvaihe puurakentamisessa on noin kolmasosan lyhyempi. Rakennusvaiheen erot muodostuvat pitkälti betonin kuivumiseen kuluva ajasta, jota ei puurakentamisessa ole. Myös pitkälle vietävä puurakentamisen tehdastuotanto luo eroa tavanomaiseen paikalla valettuun betonirakentamiseen. Hankekehityksen materiaalivalinnoissa puuta harkitaan entistä useammassa kohteessa. Vielä vuonna 2020 suurin osa puuelementtikerrostaloista toteutettiin niin kutsuttuina pilottihankkeina hyödyntäen puurakentamista edistäviä tukirahoituksia. Onnistuneet pilottikohteet yhdessä puurakentamisen mahdollisuuksien kanssa luovat tulevaisuudessa lisääntyvää mielenkiintoa puukerrostalorakentamista kohtaan. Jokaisessa vaiheessa esiin nousee tutkimuksen sekä kokemuksen puute. Ei ole aikaisempaa vertailupintaa, johon uusissa projekteissa uskaljetaan turvautua. Ulkomaisten tutkimustulosten ja -menetelmien tuominen Suomeen olisi asiaa edistävää toimintaa. Puuelementtirakentaminen vaatii vielä kehitys- sekä tutkimustyötä, joiden kautta päästään toteuttamaan onnistuneita hankkeita ja saamaan sitä kautta kokemusta rakennuttamisesta. Puuelementtikerrostalon rakentaminen on haastavampaa ja monimutkaisempaa kuin vastaavan betonikerrostalon. Rakennuttajan, suunnittelijoiden, elementtitoimittajien ja rakentajien on tehtävä tiivistä ja avointa yhteistyötä projektin onnistumiseksi.

Puurakentaminen kärsii kaavoituksen jähmeydestä. Kaavoituksien toteuttajien tietotaitoa alalla uudesta rakentamistavasta tulisi siis lisätä, jotta uudenlaiset hankkeet osataan toteuttaa ilman kaavoituksesta johtuvia hidastavia yksityiskohtia. Sijainti on kuitenkin asuintaloja rakentaessa tärkeimpiä tekijöitä. Sijainnin vaikutus on se tekijä, joka ensisijaisesti vaikuttaa ostajien ostopäätökseen. Kaupunkien ja kuntien pitää ymmärtää myös kaavoituksessa sijainnin merkitys ja sen vaikutus kysyntään.

Helsingin Kuninkaantammeen toteutettiin vuosina 2017-2018 hanke, jossa vierekkäisille tonteille rakennettiin lähes identtiset asuintalot. Toinen taloista rakennettiin betonirunkoisena ja toinen puurunkoisena. Hankkeen tavoitteena oli päästä aidosti vertailemaan kahden toteutusvaihtoehdon eroja koko prosessin aikana. Hiilijalanjälkeä vertailtaessa puu menestyi betonia paremmin. Betonikerrostalon suunnittelu vei vähemmän aikaa, mutta

puurakennuksen rakennusvaihe oli lyhyempi. Kustannustietoja hankkeesta ei kuitenkaan julkaistu, puurakentaminen todettiin kuitenkin kalliimmaksi. (Kortelainen, 2020) Tämänkaltaisten tutkimusten toteuttaminen vie puurakentamista eteenpäin ja käytännön toteutuksissa huomataan paremmin mahdolliset ongelmakohdat.

5.2 Arverkostoajattelu puuelementtirakentamisessa

Puuelementtikerrostalossa arvoa ovat luomassa sen osapuolet mukaan lukien maanomistajat ja viranomaiset. Jokaisella on verkostossa oma tehtävänsä, mutta onnistunut arvon luominen vaatii varsinkin uudella toiminta-alueella vahvaa yhteistyötä. (Kuva 2.) Jokaisen osapuolen alle on koottu heidän keskeisiä tehtäviään sekä tavoitteitaan hankkeen ympärillä. Yhdistetyistä osapuolista muodostuu verkoston sisälle pienempiä arvoketjuja.



Kuva 2: Arverkosto puuelementtikerrostaloprosessin ympärillä.

Rakennushankkeen onnistuneeseen lopputulokseen vaaditaan monen tekijän tehokas sekä onnistunut toiminta. Jokaisella tekijällä on oma tehtävänsä ja kuvan palloelementteihin on kerätty osapuolten tehtäviä sekä tavoitteita prosessin ympärillä. Kuvassa esitettyjen ketjujen lisäksi tulee hahmottaa kokonaisuus yhteisen tavoitteen parissa. Osa-

puolten toiminta vaikuttaa kaikkiin verkoston jäseniin. Esimerkiksi lainsäädännön aiheuttamat ongelmakohdat ovat koko verkostoa koskettavia toteutukseen vaikuttavia säädöksiä. Urakoitsijoiden välinen yhteistyö on myös avainasemassa onnistuneessa rakennusvaiheessa. Urakoitsijoiden tulee osallistua alihankkijoidensa toiminnan kehittämiseen ja laadun varmistamiseen. Näin alihankkijoiden osaaminen ja työpanos saadaan parhaiten näkyviin. (Ruuskanen, et al., 2002) Puuelementtirakentamisessa vielä monella osa-alueella on paljon kehitettävää. Onnistuneella arvoverkostoyhteistyöllä sekä rohkealla hankkekehityksellä, puu tulee yleistymään rakentamisessa lähivuosina. Esimerkkinä rohkeasta projektista toimii Joensuuhun rakennettu 14. kerroksinen ja 117 asuntoa sisältävä Lighthouse Joensuu. Sen rakennuttajana on toiminut Opiskelija-asunnot Oy Joensuun Elli ja kohde toteutettiin pilottihankkeena. Se on tällä hetkellä Suomen korkein puukerrostalo, sekä maailman korkein terästankojäykisteinen puinen asuinrakennus. (Sillanpää, 2019)

Puurakentaminen kokonaisuudessaan on ollut paljon esillä rakennusalan julkaisuissa viime vuosina. Monet yritykset ovat lähteneet kehittämään puurakentamistaan sekä toteuttamaan pilottikohteita. Myös valtio on kehittänyt oman ohjelman puurakentamisen edistämiseksi. Puurakentamista halutaan toden teolla viedä eteenpäin, mikä näkyy myös varmistuneiden hankkeiden määrässä. Marraskuussa 2019 varmoja sekä todennäköisiä hankkeita oli 52 kappaletta (Tolppanen, 2019). Tutkimuksessa esitettyjen ongelmien minimalisoinnilla sekä tehokkaalla kehitystyöllä tulevaisuudessa rakennetaan yhä enemmän.

5.3 Jatkotutkimusaiheet ja kritiikki

Puurakentaminen on tällä hetkellä paljon esillä mediassa. Uusia kohteita on valmistunut viime vuosina monta sekä useita hankkeita on toteutus- ja suunnitteluvaiheessa. Puurakentaminen on ottamassa askelta kohti varteenotettavaa sekä kannattavaa toteutusvaihtoehtoa. Elementtivalmisteiset ratkaisut tulevat tulevaisuudessa olemaan tuottavaa rakentamiskulttuurilla, sillä tehdasympäristö olosuhteineen sekä automaatioineen luo tehokkaan alustan elementtien tuotannolle ja nopeuttaa näin ollen rakentamista. Suunnittelun haastavuutta, kokemattomuutta ja hitautta saadaan parannettua valmiiden suunnitteluratkaisujen kehittämisellä ja testaamisella. Puurakentaminen vaatii vielä paljon tutkimustyötä ja tulevaisuuden tutkimusaihealueiksi on noussut esille seuraavia:

1. Puuelementtikerrostalojen elinkaariajattelu
2. Puuelementtikerrostalojen kiertotalous, sekä kestävä kehitys
3. Puuelementtirakenteiden huolto- ja saneeraustarpeet

Nämä aiheet esiintyivät tutkimuksessa sellaisiksi, joiden tietotaidon vähyys vaikuttaa hankkeisiin ryhtymiseen negatiivisesti.

Tutkimus oli haastava ja sen toteutustavan ymmärtäminen etenkin työn alkuvaiheessa oli vaikeaa. Työn aihe oli laaja ja sen muodostaminen järkeväksi kokonaisuudeksi oli haasteellista. Olen kuitenkin kohtuullisen tyytyväinen lopputulokseen ja ennen kaikkea työ on opettanut paljon tieteellisestä tutkimuksesta sekä kirjoittamisesta. Tulevaisuudessa työn paremmalla suunnittelulla ja tieteellisen tutkimuksen kokonaisvaltaisemmalla ymmärtämisellä pääsee varmasti helpommin parempaan lopputulokseen. Aineistoa työn aiheeseen liittyen löytyi kohtuullisesti, mutta osa aineistoista oli hieman vanhaa. Aineiston käyttö onnistui hyvin. Työ oli erittäin opettavainen ja loi hyvää pohjaa tulevaa diplomityötä varten.

LÄHTEET

Haapio, A. (2013). Puurakentamisen tulevaisuuden näkymät. VTT. haastattelututkimus, Saatavissa: <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2013/T141.pdf>

Ijäs, V. (2013). Puukerrostalojen rakentamisen esteet ja mahdollisuudet. Keskeisten suomalaisten rakentamisen- ja kiinteistöalan sidosryhmien vertaileva asennemittaus. Tampereen teknillinen yliopisto, Väitöskirja, (viitattu 22.7.2020)
Saatavissa: <https://tutcris.tut.fi/portal/files/2652042/ijas.pdf>

Isokorpi, J. (2020). Tehdään talot taas puusta – kansantalous, työllisyys ja kamppailu ilmastomuutosta vastaan kiittävät, Tekijä-lehti, (Viitattu 31.7.2020)
Saatavissa: <https://tekijalehti.fi/2020/02/12/tehdään-talot-taas-puusta-kansantalous-tyollisyys-ja-kamppailu-ilmastonmuutosta-vastaan-kiittavat/>

Junnonen, J-M. & Kankainen, J. (2020). Rakennuttaminen, 6. päivitetty painos, Helsinki, Rakennustieto Oy.

Kortelainen, M. (2020). Puu menestyi, kun puu- ja betonikerrostaloja vertailtiin, Rakennuslehti.
Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/2020/05/puu-menestyi-kun-puu-ja-betonikerrostaloja-vertailtiin-tosin-kustannustiedot-jatettiin-kertomatta/>

Laukkanen, M. (2013). Teollisesta puurakentamisesta ratkaisu rakentamisen laatuongelmiin, Puuinfo.
Saatavissa: <https://www.puuinfo.fi/tiedote/teollisesta-puurakentamisesta-ratkaisu-rakentamisen-laatuongelmiin>

Laurila, T. (2020). Suomen Puukerrostalot Oy:n toimitusjohtaja, Haastattelu, Hämeenlinnassa 10.8.2020.

Malinen, P. & Haahtela, T. (2007), Arvoverkostot innovaatiotoiminnan kehittäjinä, Helsinki University of Technology BIT Research Centre. Report Series 2007/1, Espoo.

Saatavissa: <https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/870/isbn9789512290116.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mertanen, V. (2019). Puu korkeassa kaupunkirakentamisessa, Artikkelikokoelma, Karelia-ammattikorkeakoulu,

Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/160082/c56_helmi-kuu2019.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Möller, K., Rajala, A. ja Svahn, S. (2004). Tulevaisuutena liiketoimintaverkot – Johtaminen ja arvonluonti, Teknologiateollisuus ry., Helsinki.

Rakli. (2019). Puurakentaminen -klinikan aloitusseminaari 11.12.2019, (viitattu 30.6)

Saatavissa: <https://www.rakli.fi/wp-content/uploads/2019/12/20191211-puurakentamisen-klinikan-aloitusseminaarin-esitysaineistot.pdf>

Ruuskanen, M., Hiisijärvi, S. ja Heiskanen, T. (2002). Laadukas rakentamisprosessi – onnistunutta yhteistoimintaa, Rakennustieto,

Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK040701.pdf>

Pesonen, H. (2020). Hervantaan kohosi kuudessa päivässä talo, joka on lajissaan

Tampereen ensimmäisiä – Pian niitä tulee runsaasti lisää, Aamulehti, (Viitattu

11.2.2021) Saatavissa: <https://www.aamulehti.fi/tampere/art-2000007582248.html>

Puuinfo. (2018). RunkoPES 2.0, Osa 0: Sisältö, (viitattu 2.7.2020)

Saatavissa: https://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunniteluohjeet/runkopes-20/runkopes_2.0_osa_0_sisalto.pdf

Puuinfo. (2020a). Monikerroslevy (CLT), (Viitattu 22.1.2021) Saatavissa: <https://puuinfo.fi/puutieto/insinorituotteet/monikerroslevy-clt/>

Puuinfo. (2020b). Viilupuu (LVL), (Viitattu 22.1.2021) Saatavissa: <https://puuinfo.fi/puutieto/insinorituotteet/viilupuu-lvl/>

RT 10-11222. (2016). Talonrakennushankeen kulku, RT-kortisto (Viitattu 22.7.2020)

Saatavissa: <https://kortistot.rakennustieto.fi/resTRurce/juha/content/8468#page=1>

RT 10-11224. (2016). Talonrakennushankkeen kulku – Rakennushankkeen vaiheet ja

osittelu, RT-kortisto, Saatavissa: <https://kortistot-rakennustieto-fi.libproxy.tuni.fi/resource/juha/content/8472#page=1>

RT 10-10387. (1989). Talonrakennushankkeen kulku, RT-kortisto

RT 10-11284. (2017). Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo HJR18,

RT-kortisto, Saatavissa: <https://kortistot-rakennustieto-fi.libproxy.tuni.fi/resource/juha/content/2012#page=1>

Sillanpää, S. (2019). Joensuun puinen Lighthouse kerää kansainvälistä huomiota, Projektiiutiset, (Viitattu 22.1.2021), Saatavissa: <https://www.projektiiutiset.fi/joensuun-puinen-lighthouse-keraa-kansainvalista-huomiota/>

Tolppanen, J. (2019). Suomalainen puukerrostalohankekanta, Puuinfo, Ympäristöministeriö, Saatavissa: <https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2020/07/Puukerrostalohankekanta-p%C3%A4ivitetty-11-2019.pdf>

Törmänen, E. (2017). Puuelementtitehdas ei löydä osajia: "Joudumme kouluttamaan kaikki itse", Tekniikka ja Talous, (Viitattu 5.8.2020)

Saatavissa: <https://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/puuelementtitehdas-ei-loyda-osaajia-joudumme-kouluttamaan-kaikki-itse/5bd715f9-c027-35aa-b09c-ad4f393e12a1>

Ympäristö.fi. (2020). Kysely: Viidennes Suomen kunnista aikoo rakentaa puukerrostaloja vuosina 2020-2021, (viitattu 3.7.2020)

Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asuminen/Kysely_Viidennes_Suomen_kunnista_aikoo_r\(56812\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asuminen/Kysely_Viidennes_Suomen_kunnista_aikoo_r(56812))

Ympäristöministeriö. (2020). Julkisen puurakentamisen kansalliset tavoitteet, (Viitattu 10.2.2021) Saatavissa: [https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Julkisen-puurakentamisen-kansalliset-tavoitteet-45F5028E_8436_408A_8CD7_510C6C1AD000-161609.pdf/1fc95a52-5c50-4c9b-1f5d-325395658d72/Julkisen-puurakentamisen-kansalliset-tavoitteet-45F5028E_8436_408A_8CD7_510C6C1AD000-161609.pdf](https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Julkisen-puurakentamisen-kansalliset-tavoitteet-45F5028E_8436_408A_8CD7_510C6C1AD000-161609.pdf/1fc95a52-5c50-4c9b-1f5d-325395658d72/Julkisen-puurakentamisen-kansalliset-tavoitteet-45F5028E_8436_408A_8CD7_510C6C1AD000-161609.pdf?t=1603259868530)

[161609.pdf/1fc95a52-5c50-4c9b-1f5d-325395658d72/Julkisen-puurakentamisen-kansalliset-tavoitteet-45F5028E_8436_408A_8CD7_510C6C1AD000-161609.pdf?t=1603259868530](https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Julkisen-puurakentamisen-kansalliset-tavoitteet-45F5028E_8436_408A_8CD7_510C6C1AD000-161609.pdf/1fc95a52-5c50-4c9b-1f5d-325395658d72/Julkisen-puurakentamisen-kansalliset-tavoitteet-45F5028E_8436_408A_8CD7_510C6C1AD000-161609.pdf?t=1603259868530)