

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Anssi Vänttinen

PUURAKENTAMISEN NYKYTILA – KARELIA-AMMATTIKORKEA-
KOULUN MERKITYS TEOLLISEN PUURAKENTAMISEN EDISTÄ-
MISESSÄ

Opinnäytetyö
Marraskuu 2015



OPINNÄYTETYÖ

Marraskuu 2015

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
(013) 260 600

Tekijä
Anssi Vänttinen

Nimeke
Puurakentamisen nykytila - Karelia-ammattikorkeakoulun merkitys teollisen puurakentamisen edistämiseksi

Toimeksiantaja
Karelia-amk

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutustua kirjallisuuden avulla puurakentamisen historiaan ja nykytilaan Suomessa. Nykytilan tarkastelussa keskeisenä tarkastelun kohteena olivat erityisesti puukerrostalorakentamiseen liittyvät ratkaisut. Lisäksi osana tätä opinnäytetyötä selvitettiin Pohjois-Karjalan maakunnassa toimivien rakennusliikkeiden suhtautumista puurakentamiseen sekä sitä, miten Karelia-ammattikorkeakoulu voisi tukea ja edistää puurakentamiseen liittyvää toimintaa alueen yrityksissä. Tutkimus on osa Karelia-ammattikorkeakoulun hallinnoimaa BiNo-puurakentamisen ja talotekniikan innovaatioympäristöt -projektia. Projektin tavoitteena oli suunnitella ympäristö sekä toimintamalli, joka parhaalla mahdollisella tavalla palvelee puurakentamisessa käytettyjen tuotteiden ja palveluiden kehittämistä Pohjois-Karjalassa.

Tiedonkeruumenetelmänä käytettiin teemahaastattelua. Haastateltavina oli kuusi rakennusyritystä, joilla oli puurakentamisesta kokemusta, ja haastattelut toteutettiin vuoden 2014 aikana. Teemahaastatteluilla selvitettiin yritysten näkemyksiä puurakentamisen haasteista ja mahdollisuuksista.

Haastateltavat yritykset suhtautuivat puurakentamiseen myönteisesti, mutta mikään yritys ei ollut toteuttanut suurimittaista puurakentamista pääasiallisena toimialanaan. Suurimittakaavaisen puurakentamisen suurimmiksi esteiksi mainittiin sen kalleus, kysynnän vähyys sekä tekninen toimivuus. Julkinen ja Karelia-ammattikorkeakoulun tuki koettiin pääosin suurimittakaavaista puurakentamista kohtaan tärkeiksi. Yksi yritys vastusti julkista tukea, koska suurimittakaavaisen puurakentamisen tulisi olla hänen mielestään kannattavaa ilman julkista tukea.

Kieli
suomi

Sivuja 48
Liitteet 2
Liitesivumäärä 13

Asiasanat
puurakentaminen, puukerrostalorakentaminen, haastattelututkimus, puurakentamisen historia



THESIS
November 2015
Degree Programme in Civil Engineering

Karjalankatu 3
FI 80200 JOENSUU
FINLAND
(013) 260 600

Author
Anssi Vääntinen

Title
Current State of Wood Construction – the Significance of Karelia University of Applied Sciences in Promoting Industrial Wood Construction

Commissioned by
Karelia University of Applied Sciences

Abstract

The purpose of this thesis was to collect information on the history and current state of wood construction in Finland. An essential part of the study on the current state was to investigate the solutions concerning the building of wooden multi-storey buildings. An additional part of this thesis is to report on the attitudes of construction firms in the region of North Karelia towards wood construction and also to investigate how Karelia University of applied sciences could support and promote the field of wood construction in the companies working in the region. This study is a part of BiNo-project administered by Karelia UAS (innovation environments of wood construction and building service technology). The aim of the BiNo-project was to develop an environment as well as an operations model that would best serve the product development of wood structures in North Karelia.

The method used in collecting the data concerning the attitudes of construction companies was general interview guide approach. Six local construction companies with experience in constructing wooden buildings were interviewed and their opinions on the challenges and opportunities for wood construction were canvassed.

The results show that the companies have positive attitudes towards wood construction but none of the companies had yet carried out any large-scale projects in the field. Costs and the shortage of demand along with the problems with technical functions were mentioned as the main disincentives for larger wooden buildings. All the companies except for one also consider the subsidy provided by the government and the support from Karelia UAS important. The company against the subsidy and support argued that construction of wooden buildings ought to be profitable per se without the financial support.

Language
Finnish

Pages 48
Appendices 2
Pages of Appendices 13

Keywords
wood construction, wooden multi-storey building, survey, history of wood construction

Sisältö

Lyhenteet	5
1 Johdanto.....	8
2 Työn tarkoitus.....	8
3 Tutkimusmenetelmät	10
4 Puun ominaisuudet	10
4.1 Lujuus	10
4.2 Lämpötekniset ominaisuudet.....	12
4.3 Biologiset ominaisuudet	13
5 Puurakentamisen historia	15
5.1 Suomalaisen puurakentamisen historia	15
5.2 Esimerkki historiallisesta rakennuksesta.....	17
6 Moderni puurakentaminen	19
6.1 Puu raaka-aineena rakentamisessa käyttämisen edut	20
6.1.1 Ympäristöystävällisyys	20
6.1.2 Puurakentamisen edullisuus	22
6.1.3 Puurakentamisen joustavuus	22
6.1.4 Edellytykset puurakentamiselle.....	23
6.1.5 Puurakentamisen yhteiskunnalliset vaikutukset.....	24
6.2 Esimerkki modernista puurakennuksesta	24
6.3 Puukerrostalo.....	28
6.3.1 Seinän puurakenteet	29
6.3.2 Välipohjarakenteet.....	30
6.3.3 Rakennejärjestelmät	30
6.3.4 Puukerrostalon hyödyt verrattuna betonikerrostaloon.....	34
6.3.5 Puukerrostalon heikkoudet verrattuna betonikerrostaloon.....	35
6.3.6 Ongelmarakenteet.....	36
7 Puurakentamisen tulevaisuus ja edistäminen	37
7.1 Elinkaariajattelu rakentamisessa	38
7.2 Korjausrakentaminen.....	38
7.3 Vienti	39
7.4 Kehitys- ja tutkimustoiminta	40
7.4.1 Arkkitehtuuri ja rakenteet.....	40
7.4.2 Puurakentamisen arvoketjun kehittäminen	41
8 Haastattelut	44
9 Yhteenveto tuloksista	45
10 Pohdinta.....	47

Liitteet

- Liite 1 Haastattelukysymykset
- Liite 2 Haastattelukysymykset ja vastaukset

Lyhenteet

Benchmarking	On menetelmä, jossa omaa toimintaa verrataan alan parhaimpien yritysten toimintaan. Benchmarkingin tavoitteena on etsiä parasta toimintatapaa, josta voitaisiin ottaa oppia oman toiminnan kehittämiseksi. Benchmarkingin tarkoituksena ei ole pelkästään alentaa kustannuksia vaan parantaa kulujen ja sillä saavutetun toimintakyvyn suhdetta. [1, 1.]
Friisi	Tarkoitetaan palkiston keskimmäistä vyöhykettä. Voidaan myös tarkoittaa mitä tahansa veistettyä tai koristeltua vaakasuoraa nauhamaista pintaa. [2, 890.]
Hemiselluloosa	On rakenteeltaan usein haaroittunut ja paljon monimuotoisempi kuin selluloosa. Hemiselluloosa muodostaa ristsidoksia selluloosan ja ligniinin välille ja ne vaikuttavat soluseinän joustavuuteen. [3, 1.]
Kaarifriisi	Peräkkäisten pienten pyörökaarten muodostama friisi, tavallinen romaanisessa rakennustaiteessa esim. katto- ja kerroslis-tojen alla. [4, 27.]
Lamasalvos	Lamasalvosrakenteessa hirret ovat vaakasuuntaisesti ja ne ovat kiinni toisissaan muodostaen tiiviin rakenteen. Rakenne on jäykistetty hirsii yhdistävillä vaarnatapeilla ja nurkkasalvoksilla. [5, 1.]
Ligniini	Ligniini on kasvien soluseinän pääkomponentti selluloosan ohella. Ligniinin päätehtävä on sitoa kasvisolut toisiinsa ja lujittaa kuitua. Puun kuivapainosta ligniiniä on 20–30%. [3, 1]
Liimapuu	Liimapuulla tarkoitetaan puusoiroista liimaamalla valmistettua rakenteellista puutuotetta. Se on tehty vähintään kahdesta

sahatavaralamellista, joiden paksuus on enintään 45 mm. Sahatavaralamellien syysuunta on liimapuutuotteen pituussuuntainen. Liimapuun enimmäiskorkeus on noin 2 m ja enimmäispituus noin 30 m. Lamellipaksuudet ovat yleensä 45 mm suorille kannatteille ja 33 mm taivutetuille. Liimapuukannatteilla on hyvä palonkestokyky. Ne eivät taivu kuumuuden vaikutuksesta ja hiihtymissyvyys tunnin normaalipalon jälkeen on n. 36 mm. [6, 1]

Lämmönjohtavuus

Aineen lämmönjohtavuus on se lämpömäärä, joka aikayksikössä siirtyy ainetta pitkin pituusyksikköä ja yhden asteen lämpötilaeroa kohden kahden tunnetun pinnan välillä. Lämmönjohtumisen yksikkö on $W/(m \cdot K)$ SI-järjestelmässä. [7, 244.]

Paloluokat

Rakennuksen paloluokat ovat P1, P2 ja P3. Rakennuksen paloluokkaan vaikuttavat pääsääntöisesti: rakennuksen kerros-luku, korkeus, kerrosala, käyttötarkoitus ja palovaarallisuusluokka. Kerros-luku määräytyy päällekkäisten kerrosten lukumäärän mukaan. P1 on kaikista vaativin paloluokka ja P3 vaatimattomin. [8, 4.]

Pintapuu

On elävää puuainesta, jossa vesi ja ravinteet siirtyvät juurista latvukseen. Vaaleissa puulajeissa kuten kuusessa, koivussa ja haavassa sydänpuun ja pintapuun raja tuskin erottuu. [9, 1]

Selluloosa

Selluloosa on suoraketjuinen polymeeri, joka kostuu glukosyyksiköistä. Selluloosa vastaa soluseinän jäykkyydestä ja vahvuudesta. [3, 1.]

Solukko	On fysiologiselta tai rakenteeltaan samankaltaisten solujen muodostama kokonaisuus. Puun solukot voidaan jakaa: pro-senkyymeihin, parenkyymeihin, kasvusolukkoihin ja pysy-viin solukkoihin. [7, 19.]
Sydänpuu	On kuollutta puuainesta, joka toimii kantavana “pilarina” elä-välle pintapuulle. Monissa puulajeissa sydänpuu on tummem-paa kuin pintapuuta ja on yleensä rungon arvokkain osa. Järe-ytymisen myötä sydänpuun osuus lisääntyy. [9, 1]

1 Johdanto

Nykyaikainen rakentaminen on ympäristöä merkittävästi rasittavaa, koska siinä käytettävistä materiaaleista suurin osa on uusiutumattomia. Rakentamisen on arvioitu kuluttavan noin puolet luonnonvaroista ja aiheuttavan noin 40 % jätteistä. Lisäksi rakentamisen on odotettavissa lisääntyvän maanlaajuisesti tulevaisuudessa kaupungistumisen, väestönkasvun ja hyvinvoinnin nousun vuoksi. Siksi rakentamisesta on saatava ympäristöystävällisempää ja se on osaltaan mahdollista puulla, joka on uusiutuvaa ja kierrätettävää. Puun käytöllä on muitakin ympäristöystävällisiä vaikutuksia. Se hillitsee ilmaston lämpenemistä puun hiilidioksidia sitovan ominaisuutensa vuoksi [10, 18] ja puun valmistaminen ei tuota merkittävästi päästöjä. Puurakentaminen mahdollistaa myös vähintään yhtä energiatehokkaat rakennukset kuin muilla rakennustavoilla. [11, 1]

Puurakentamisen yleistyminen mahdollistaisi Suomessa työllisyyden kasvua, lisää vero- ja vientituloja. Lisäksi Suomi pystyisi tuottamaan omavaraisesti tarvitsemansa puu raaka-aineensa rakentamiseen. Suomen metsät tuottavat vuodessa noin 100 milj. m³ puuta, josta voitaisiin käyttää kestävästi 75 milj. m³ [12, 11–12]. Esimerkiksi vuotuisen kerrostalotuottamiseen vaadittava puu määrä on n. 250 000-300 000 kuutiometriä puuta, joka vastaisi n. 7,5–10 tunnissa muodostuvaa puumäärää Suomen metsissä kasvuaikana [10, 23]. Kasvukausi on n. 100 vuorokautta vuodessa ja laskelmissa puun kasvu kapasiteettina on käytetty 75 milj. m³ vuodessa eli laskelmien tulos on kestävän puun käytön mukainen. [10, 23]. [11, 1]

2 Työn tarkoitus

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutustua puurakentamisen historiaan ja nykytilaan Suomessa kirjallisuuden avulla. Nykytilan tarkastelussa keskeisenä tarkastelun kohteena on erityisesti puukerrostalorakentamiseen liittyvät ratkaisut. Lisäksi osana tätä opinnäytetyötä tehdään selvitys Pohjois-Karjalan maakunnassa toimivien rakennusliikkeiden suhtautumista puurakentamiseen sekä siitä, miten Karelia-ammattikorkeakoulu voisi tukea ja edistää puurakentamiseen liittyvää toimintaa alueen yrityksissä. Haastateltavina ovat

rakennusyrietykset, joilla on puurakentamisesta kokemusta. Haastattelujen tarkoituksena on saada tutkimuskysymyksiin vastaukset:

- Mitä kehittämistarpeita rakennusalan yrityksillä on?
- Miten Karelia-amk voisi tukea yrityksiä ja niiden kehittämistarpeita?
- Onko yrityksillä erityisiä tarpeita koskien rakenteilla olevaa laboratorioympäristöä?

Tämä opinnäytetyö on osa Karelia-ammattikorkeakoulun hallinnoimaa BiNo – Puurakentamisen ja talotekniikan innovaatioympäristöt –projektia. BiNo-projektissa tehdään selvitys biotalouden kehittämistä palvelevan testaus- ja tuotekehityskonseptin muodostamiseksi. Projektin tavoitteena on suunnitella ympäristö sekä toimintamalli, joka parhaalla mahdollisella tavalla palvelee puurakentamisessa käytettyjen tuotteiden ja palveluiden kehittämistä Pohjois-Karjalassa. [13, 6; 13, 9-10.]

Opinnäytetyö on jaettu kolmeen osaan: puurakentamisen historia, moderni puurakentaminen ja yrityshaastattelujen teko. Puurakentamisen historiassa käsitellään Suomalaisen puurakentamisen historiaa ja puurakentamisen ensimmäisistä käytöistä nykytiedon mukaan.

Moderni puurakentamisessa käsitellään puurakentamisen nykytilaa ja erityisesti tekijöitä, jotka vaikuttavat puukerrostalon kilpailukykyyn. Puukerrostalon rakennetekniseltä kannalta kilpailukykyyn vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi puukerrostalon rakennejärjestelmät ja puukerrostalon ongelmarakenteet. Puurakentamisen kilpailukykyä määrittää osaltaan myös sen vaikutukset ympäristöön, joista merkittävimpiä on puun käytön ympäristöystävällisyys.

Moderni puurakentamisessa tehdään myös katsaus puurakentamisen tulevaisuuteen, josta käydään läpi muutamia puurakentamisen muutostarpeita ja mahdollisuuksia lähitulevaisuudessa. Lisäksi kappaleessa kerrotaan puurakentamista merkittävästi edistävästä kehitys- ja tutkimustoiminnoista.

3 Tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyö koostuu teoriaosiosta ja tiedonkeruusta haastattelujen avulla. Teoria osassa keskeisimpiä referoituja teoksia ovat: Puurakentaminen (2008); Puukerrostalo (1997); Suomalainen puukerrostalo: rakenteet, suunnittelu ja rakentaminen (2013) ja puuinfon internet lähteet.

Haastattelujen avulla oli tarkoitus saada vastauksia työlle asetettuihin tutkimuskysymyksiin. Tarkastelun kohteena oli erityisesti se, miten Karelia-ammattikorkeakoulu voisi tukea ja edistää puurakentamiseen liittyvää toimintaa näissä yrityksissä. Haastatteluihin valittiin kuusi pohjois-karjalan alueella toimivaa rakennusalan yritystä, joilla oli kokemusta puurakentamisesta. Tiedonkeruu menetelmänä hyödynnettiin teemahaastattelu menetelmää. Teemahaastattelut voidaan suorittaa yhdelle tai useammalle haastateltavalle tutkittaessa tiettyä asiaa [14, 7]. Teemahaastatteluissa käsitellään tiettyjä aiheita, jotka ovat rajattuna jo ennen haastatteluja [14, 7]. Lisäksi haastateltavilla on yleisesti ollut kokemuksia tilanteista, jotka ovat samankaltaisia keskenään [14, 7]. Kerätyn aineiston perusteella tehtiin yhteenveto haastateltujen yritysten näkemyksistä puurakentamisen haasteista ja mahdollisuuksista.

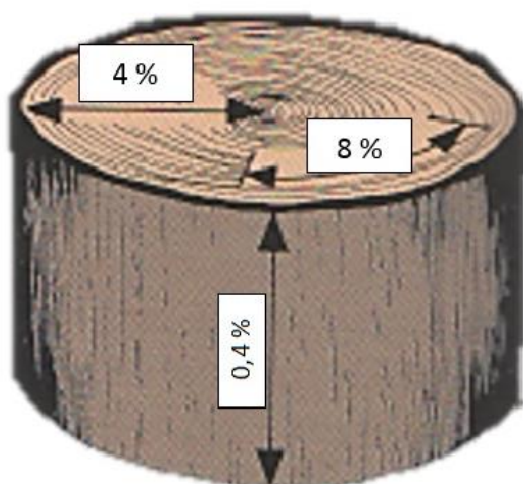
4 Puun ominaisuudet

4.1 Lujuus

Puulla on hyvät taivutus- ja puristuslujuudet puun syiden suunnassa. Taivutuslujuus on tyypillisesti puussa jopa parempi kuin puristuslujuus. Puun vetolujuus syiden suunnassa on noin puolet verrattuna vastaavan puristuslujuuteen. Tämä johtuu puun epähomogeenisuudesta eli puun rakenne vaihtelee puun tarkastelu kohdasta riippuen [15, 52]. Vetolujuutta heikentäviä rakenteita ovat esimerkiksi puun viat ja oksaisuus. Syiden suuntaiset hyvät lujuusominaisuudet johtuvat puun solukon suunnasta. Syiden suunnassa voimat jakautuvat soluseinämille tasan, eivätkä halkeamat solukossa heikennä puun ominaisuuksia. Kun taas puun syitä kohtisuoraan vaikuttavaa vetovoimaa puu kestää huonosti, koska

vetovoimaa jakaantuu puun solukossa epätasaisesti. Puun kestävyys vaikuttaa myös rasituksen kesto, sillä puu kestää huomattavasti enemmän hetkellistä kuormitusta kuin jatkuvaa kuormitusta. Muita puun lujuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat: puun tiheys, puun kosteus ja puun lämpötila. Näistä merkittävin puun lujuuteen vaikuttava tekijä on puun tiheys. Tiheämmässä puussa on enemmän soluseinämiä, jolloin puuhun kohdistunut voima jakaantuu soluseinämiä kohden pienemmiksi osiksi. Toisin sanoen puun tiheyden kasvaessa myös puun lujuus kasvaa. Puun lämpötilan vaikutus lujuuteen alkaa, kun puun solukkoja koossapitävä aine alkaa sulaa. Solukon koossapitävän aineksen sulaminen alkaa kuivalla puulla n. 180 °C:ssa, joten kuumuus ei vaikuta puun lujuuteen normaalioloissa. [10, 15–16.]

Puun kosteus vaikuttaa puun lujuuteen kahdella tavalla. Puun kosteuden lisääntyminen vaikuttaa yleensä puun lujuusominaisuuksiin heikentävästi. Lisäksi kosteus aiheuttaa puussa kosteuselämistä. Kostuessaan puu turpoaa ja kuivuessaan se kutistuu. Puun mittavaihtelu kosteuden vaikutuksesta kuusella ja männyllä (kuva 1) on puun pituussuunnassa 0,4 %. Puun säteen suunnassa se on 4 % ja puun vuosirenkaiden suunnassa 8 %. Puun kosteuseläminen aiheuttaa puulle halkeilua ja syiden suunnassa sahattu puutavara voi käpertyä [15, 52–53]. Käpertymien johtuu kuivumiskutistuman erilaisuudesta säteen ja tangentin suunnassa [15, 52–53]. [10, 16.]



Kuva 1. Kuusen ja männyn mittavaihtelut kosteuden vaikutuksesta [16, 44.]

4.2 Lämpötekniset ominaisuudet

Puun lämmönjohtavuus on vähäistä. Tämä johtuu puun huokoisesta rakenteesta, jossa kuivassa puussa miljoonat ontelot ovat ilmaa täynnä. Puun pienen lämmönjohtavuuden vuoksi puusta ei synny kylmäsiltoja rakenteisiin. Puun lämmönjohtavuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat puun tiheys ja puun kosteuspitoisuus. Sillä tiheämpi puu johtaa lämpöä huokoiseen puuhun nähden paremmin ja kosteampi puu johtaa lämpöä paremmin kuin kuivempi. Esimerkiksi saunan lauteissa käytetään huokoista puuta, koska se johtaa huonosti lämpöä. [10, 16.]

Yksi merkittävistä puun käytön rajoittavista tekijöistä rakentamisessa on puun palavuus. Puuta lämmittäessä puun ligniini ja hemiselluloosa pehmenyvät. Pehmenemiseen vaikuttaa lämmön ohella myös puun kosteus, sillä mitä kosteampi on puu, sitä alhaisemmissa lämpötiloissa puun pehmeneminen voi alkaa. Kuivalla puulla pehmeneminen alkaa + 180 °C lämpötilassa ja saavuttaa suurimman pehmenemisensä + 320 °C + 390 °C:n lämpötilassa. Lämmöstä aiheutuvaa pehmenemistä hyödynnetään puun jalostuksessa esimerkiksi massiivipuun taivuttamisessa ja kokoonpuristamisessa. Puulla on suhteellisen alhainen syttymislämpötila (taulukko 1), mutta silti puu on paloteknisesti helpoimmin hallittavista materiaaleista. Puun palaessa sen pintaan muodostuu hiilikerros, joka hidastaa puun osien lämpenemistä ja palamista. Puurakenteiden osalta on erityisen tärkeää, että puun palamisnopeus tunnetaan tarkasti. Tällöin palamisnopeus voidaan huomioida rakenteiden mitoituksessa. Käytännössä puu on tulipalo tilanteessa kantavissa rakenteissa turvallisempi materiaali kuin esimerkiksi teräs tai esijännitetty teräsbetoni. [17, 149.]

Taulukko 1. Syttymislämpötilan riippuvuus ajasta, kun hapen saanti on riittävä [17, 149].

Lämpötila (°C)	Aika (min)
180	15–20
200	12–15
250	5-10
430	0,5

4.3 Biologiset ominaisuudet

Puun vaurioita biologisesti aiheuttavat auringon lämpö- ja UV-säteily, bakteerit, home-, sinistäjä- ja lahottajasienet sekä tuhohyönteiset. Lisäksi puuhun sitoutunut kosteus edistää auringon säteilyn aiheuttamaa kemiallista rapautumista ja organismien elämistä puussa. Puulajien kesto erilaisille rasittaville biologisille tekijöille vaihtelee eri oloissa. Esimerkiksi monien puiden sydänpuu kestää paremmin biologista kuormitusta paremmin kuin pintapuuta. [16. 73–74].

Auringon säteily aiheuttaa valorapautumista eli foto-oksidaatiota ja kuivumishalkeilua. Foto-oksidaation aiheuttaa auringon valo ja sen voimakkuuteen vaikuttaa vaikutuspinnan kosteus. Sillä mitä kosteampi on puun pinta, niin sitä voimakkaampi on valorapautumisen kemiallinen reaktio. Lisäksi kemialliseen reaktioon vaikuttaa myös lisäävästi vaikutuspinnan lämpö, vaikkakin lämmön vaikutus on vähäistä. Tummat puupinnat imevät hyvin auringon lämpöä, jolloin foto-oksidaatio voimistuu ja kuivumishalkeilu lisääntyy. Halkeamat mahdollistavat kosteuden pääsemisen puun sisempiin osiin, jolloin foto-oksidaatio voimistuu entisestään. Tämän vuoksi tummat puupinnat ovat auringon aiheuttamalle rapautumiselle alttiina, jos auringon säteily on voimakasta. Foto-oksidaatio kuluttaa puun pintaa n. 1-2 mm vuosisadassa. Sillä valorapautumisen vuoksi puun pinnasta hajoaa ligniiniä ja kuluneeseen pintaan jää selluloosakuitua, joka hidastaa valorapautumista. Hajoava ligniini voi värjätä puun keltaiseksi tai ruskeaksi [16, 73.]

Haitallisia organismeja ovat bakteerit, home- ja sinistäjä sienet. Näistä useimmat tarvitsevat elääkseen: happea, lämpöä, ravintoa ja kosteutta. Esim. lahottajasieni viihtyy puussa parhaiten, kun lämpötila on +5–+30 ° C ja kosteus on pitkäaikaisesti 20–60 %. Bakteerit voivat aiheuttaa puulle läpäisevyyden lisääntymistä. Tällöin puusta voi virrata pois ainesosia, jotka ehkäisevät puun kosteusmuutoksia. Puun lujuus voi heiketä bakteerien vaikutuksesta ja bakteerien kasvaessa puussa voi ympäristöön levitä epämiellyttävää hajua. Home- ja sinistäjä sienet edistävät lahovaurioiden syntyä ja leviämistä. Ne eivät useimmiten vahingoita puusoluja, mutta aiheuttavat puulle värin muutoksia.

[16, 74.]

Puurakenteille eniten vaurioita aiheuttavat tuhohyönteiset, jotka menestyvät kosteassa ja lahovikaisessa puussa. Tuhohyönteisten toimesta syntyy reikiä, kun ne syövät tai kaivavat

puuta. Reiät voivat heikentää merkittävästi puun lujuusominaisuuksia. Lisäksi tuhohyönteiset voivat aiheuttaa sinistäjäsieniä levittämällä puuhun värivikaa. [16, 82.]

Puuta voidaan suojata laholta joko rakenteellisella tai kemiallisella suojauksella. Rakenteellisella suojauksella tarkoitetaan puun suojausta kosteudelta rakenteellisten ratkaisujen avulla ympäristössä, jossa kosteus on lähivaikutuksessa puun kanssa. Rakenteellisella puun suojauksen lähtökohta on puurakenteiden kosteuden pitäminen, niin alhaisena, että vauriot saadaan mahdollisimman vähäisiksi. Tällöin puun kosteuden on oltava yleensä alle 20 %. Tilapäinen puun pinnan kastuminen ei aiheuta vahinkoa puulle, kunhan puun pinta kuivuu hyvin pinnan kostumisen jälkeen. Puu saadaan suojattua myös lahoamiselta, kun se on upoksissa vedessä jatkuvasti. [16, 84; 16, 184–185.]

Kemiallista suojausta voidaan käyttää rakenteellisen suojausta täydentävänä keinona. Kemiallista suojausta tulisi käyttää tilanteissa, joissa puun kosteutta ei saada pidettyä alle 20 % - kun rakenteellisella suojauksella ei saada tarpeeksi suurta varmuutta puun säilymisestä. Kemiallinen suojaus voidaan tehdä puulle ruiskutuksella, sivelyllä, upotuksella sekä paine- ja tyhjiökyllästyksellä. Ruiskutus ja sively eivät yleensä vaikuta paljoakaan puun säilyvyyteen kosteissa olosuhteissa, koska tavanomaisessa käsittelyssä kemiallinen suojausaine tunkeutuu vain 1-2 mm:n syvyyteen ja tunkeutumissyvyys on olennainen tekijä kemiallisen suojauksen voimakkuudessa. [16, 86; 16, 92–93.]

Muut merkittävät tekijät kemiallisen suojauksen voimakkuuteen ovat suojausaineen laatu ja määrä. Siksi useasti toistetulla käsittelyllä voidaan parantaa puun ajallista kestävyyttä. Käsittelyllä voidaan myös vaikuttaa puun ulkonäköön. Upotuksen avulla puuhun saadaan kemiallista suoja-ainetta pinnasta korkeintaan 5 mm:n syvyyteen. Tavallisimmat puun paine- ja tyhjiökyllästyksessä käytettävät suoja-aineet ovat vesiliukoiset kyllästeet, kreo-soottiöljy ja öljypohjaiset kyllästeet. Kyllästettyä puutavaraa voidaan käyttää jopa rakenteissa, jotka ovat veteen kosketuksissa ja näin laholle alttiina. Käyttökohteita voivat olla esimerkiksi laiturit ja sillat. Tosin kyllästetyn puutavaran ominaisuudet määräävät, missä tietynlaatuista kyllästettyä puutavaraa saa käyttää. [16, 86; 16, 92–93.]

5 Puurakentamisen historia

Kivirakentamista edenneellä ajalla uskotaan olleen puurakentamiskausi. Tästä on todisteina eri varhaisten sivilisaatioiden, kuten muinaisessa Egyptissä ja minolaisessa, rakennusteitse esiintyvät samankaltaiset puiset muotoaiheet. Näitä muotoaiheita ovat esimerkiksi palmupylväs, ovenkehykset ja holkkalitat. Aasiassa on säilynyt puurakennus, joka on tehty noin 900 vuotta eKr. Kyseinen rakennus on temppeli Japanissa ja sitä pidetään vanhimpana kunnossa olevana puurakennuksena. [18, 11–12.]

Puurakennustekniikan kehitys on ollut hidasta varhaisilla ajoilla, koska alkukantaisilla rakennustekniikoilla ei ollut mahdollista muokata rakennusmateriaaleja. Rakennusmateriaaleina käytettiinkin luonnon materiaaleja, jotka sellaisenaan sopivat rakentamiseen, kuten naavaa eristeenä ja puun runkoa ranko- ja palkkirakenteena. Kun työstötekniikat kehittyivät paremmiksi ajan kuluessa, niin puuta pystyttiin käyttämään monipuolisemmin, esimerkiksi rungon halkaisun myötä puun runkoja voitiin hyödyntää lattialankkuina. Höyrysahan keksiminen mahdollisti yhä monipuolisemman puun käytön rakentamisessa ja osaltaan puurakentamisen nykyisen suosion. [18, 12.]

5.1 Suomalaisen puurakentamisen historia

Suomalainen rakennuskulttuuri on ottanut vaikutteita lännestä ja idästä. Todisteina ovat rakennusten suunnittelu, rakennustekniikka ja –tavat. Suomen rakennuskulttuuri on ottanut paljon vaikutteita esimerkiksi hallintorakennuksien ja maatalous rakentamisesta Ruotsista. Tosin esimerkiksi Suomalaisten uskotaan omaksuneen lamasalvostekniikan Baltiasta. [16, 12.]

Laavu ja lapinkota ovat vanhimpia väliaikaiseen asumiseen tarkoitettuista rakennelmista Suomessa. Varhaisimmissa hirsirakennuksissa käytettiin veistämättömiä hirsiiä ja lattiana oli maanvarainen lattia. Myöhemmin lattioita alettiin tehdä maasta irtonaisina. Lamasalvostekniikka omaksuttiin todennäköisesti noin 800–100-luvuilla. Savupirtti levisi Suomeen idästä todennäköisesti ennen vuotta 1323. Kiukaallinen pirtti ja tupa, jossa oli muu-

ratut uunit ja savuhormit, tulivat todennäköisesti Ruotsista noin 1000–1200-luvuilla. Pienet ikkunat alkoivat yleistyä 1700-luvulla. Niitä käytettiin tuvan peräseinissä ja pihanpuoleisissa sivuseinissä. 1700- ja 1800-luvuilla lamasalvostekniikkaan saatiin tehtyä muutamia parannuksia ja sen myötä mm. saatiin huoneista tehtyä suurempia hirssejä jatkamalla. Lisäksi 1700-luvun lopulta asti uuni on ollut lämmittämässä kamareita. Lautaverhouksen käytön suosio maaseudulla alkoi saateollisuuden kehittyessä 1700-luvulla. Silloin puuverhous oli jo tyypillinen puutalokaupungeissa. Rakennusten kivijalalle perustaminen ja täytepohjan käyttäminen alkoi yleistyä 1800-luvulla. Silloin seinät vuotiin sisältä ja ulkoa. [16, 12–14.]

Puurakentaminen oli hyvin yleistä aina 1800-luvun lopulle asti. Vanhoja hyvin säilyneitä puutaloympäristöjä on Suomessa esimerkiksi Kristiinankaupungissa ja Porvoossa. Kirkot olivat useimmiten rakennettu puusta ja vanhoissa 1600–1800-luvuilla rakennetuissa puukirkoissa näkyy sen ajan taitavien kirvesmiehien ammattitaito. Rakennuksien maalaamattomuus ja sen seurauksena puun patinoituneen puun väri eli ”kansallisharmaa” ovat olleet melko normaaleja puurakentamisessa aina 1800-luvulle saakka. Tosin Itä-Suomessa ja Kainuussa rakennuksien maalamattomuus oli yleistä aina 1970-luvulle asti. 1800-luvulla puurakentamiseen kehitettiin rankorakenteinen seinä, joka mahdollisti puun vähemmän käytön. Rankorakenteisen seinän kehittyminen oli tarpeellista, koska mm. puun hinta oli noussut huomattavasti. Suomessa rankorakenteista seinää käytettiin ensimmäisen kerran Turun saariston huviloissa 1800-luvun puolivälissä. Ympärivuotisien rakennuksien tekeminen rankoseinää käyttäen mahdollistui, kun seinän eristämisessä ymmärrettiin käyttää sahajauhoa. [16, 14.]

Rankorakenteinen seinä syrjäytti hirren käytön suosion seinän rakenteena 1940-luvulla koska mm. rankorakenteinen seinä oli taloudellinen ja toteutukseltaan joustava, minkä vuoksi se soveltuikin hyvin sodan jälkeiseen rakentamiseen. Samaan aikaan tuli kellarisia ns. puolitoistakerroksisia omakotitaloja, jotka olivat mittasuhteiltaan hyviä, perinteiseen ympäristöön sopivia ja julkisivut olivat yksinkertaiset. Rakennuksissa oli myös puulämmitteiset tulisijat rakennettu yhden piipun ympärille. Lisäksi 1940-luvulla alkoi puuelementtirakennusten valmistus [16, 14]. [18, 13; 18, 140.]

Puurakentamisen osuus säilyi samansuuruisena 1950-luvun lopulle, minkä jälkeen uudet rakennusmateriaalit, kuten kevytbetoni ja teräs, vähensivät puurakentamisen osuutta. Esimerkiksi puurakentamisen osuus oli 43 % uudisrakentamisesta vuonna 1957, kun taas vuonna 1967 puurakentamisen osuus uudisrakentamisesta oli vain 26 %. 1960- ja osin 1970-luku olivatkin betonikerrostalotuotannon valtakautta. Kiviainesten materiaalien suosioon osaltaan vaikutti kerrostalovaltaisuus ja palolainsäädäntö, joka tuki palamattomia materiaaleja. Puurakentamisen osuus uudisrakentamisesta alkoi nousta hitaasti vuoden 1967 jälkeen vuoteen 1977. Vuoden 1977 jälkeen puurakentamisen suosio on lisääntynyt joutuin ja puurakennusten osuus kaikista talojen uudisrakentamisesta oli 46 % vuonna 1985, kun ei huomioida laajennuksia. Puurakenteisten pientaloasuntojen tuottamisen määrä verrattuna kerrostalo rakennuksiin on ollut suurempi vuodesta 1979 alkaen ja puun käyttö rakennusmateriaalina on suosituinta Suomessa yhä vieläkin [19, 1]. [18, 13–14.]

5.2 Esimerkki historiallisesta rakennuksesta

Kerimäen puukirkko on rakennettu vuonna 1847 ja se on merkittävä, koska rakennus on maailman suurin puukirkko nykytietämyksen mukaan. Kerimäen puukirkko on pituudeltaan 45 metriä, leveydeltään 42 metriä, korkeudeltaan kuvun kohdalta 27 metriä ja ristin huippuun korkeutta on 37 metriä. Kaikkiaan ihmisiä mahtuu kirkkoon samanaikaisesti n. 5000, joista istumapaikkoja on yli 3000 ihmiselle ja loput ovat seisomapaikkoja. Tosin Saksan Clausthalin puukirkko on kolme metriä Kerimäen puukirkkoa pitempi, mutta se on 20 metriä kapeampi ja 17 metriä matalampi [20, 5]. [21, 1.]

Kerimäen puukirkon koko aiheutti haasteita rakenteiden toteuttamisessa, mutta ne on ratkaistu jopa nerokkaasti. Kirkossa on vuorauksen alle jääviä pystyhirsiiä, jotka tukevat hirsiseiniä. Kupoli on rakennettu neljän puupilarin varaan ja puupilarit ovat ristinieliön päällä (kuva 2, s. 18) [22, 187]. Pilaristojen päällä on palkisto esijännitettyine sidehirsineen. Sidehirret ovat runsaasti profiloituja ja niiden tehtävä on tukea pilareita kuin myös kolmiapilan muotoisia avoimia kattotuoleja [22, 187]. Kerimäen puukirkkoa rakennettaessa puumateriaalien konstruktiiviset mahdollisuudet on saatukin hyödynnettyä todella erinomaisesti aikaansa nähden [22, 187]. [20, 34.]



Kuva 2. Kerimäen puukirkon kupoli sisältäpäin [23, 1].

Kirkon visualisuus on toimiva, vaikka siinä on käytetty useita eri tyyliuuntia. Lisäksi kirkossa on paljon samankaltaisuuksia kuin: Turun tuomiokirkossa, Firenzen tuomikirkossa, Aachenin tuomiokirkossa ja Hagia Sofiassa. [20, 54; 20, 14; 20, 68–69.]

Kirkon sisustuksessa tulee näkyville rakennusajan kansanmestareiden taidokkuus. Kirkon valaistus mahdollistuu: kolme kerrosta korkeista vinoruudutetuista pystyikkunoista, itä- ja länsipäädyn yläikkunoista sekä keskuskupolin suippokaari-ikkunoista. Lisäksi

kynttilät mahdollistavat lisävalaistuksen. Kynttilöitä: on kynttiläkruunussa, pilareihin kiinnitettynä ja lehterikaiteiden kynttiläjaloissa. Sisustuksen avulla on saatu rakenteita sidottua toisiinsa esimerkiksi pilareiden yläpuolisten osien verhoilun kaarifriisillä ja nelilehtiaiheilla. [20, 34–35.]

Kerimäen puukirkko kuuluu kirkkorakennelmaan, jossa on kellotapuli ja talvikirkko. Näistä talvikirkko on rakennettu huomattavasti myöhemmin muihin rakennuksiin nähden eli vuonna 1932 [20, 54, 20, 68–69]. Talvikirkko sijaitsee alkuperäisen Kerimäen puukirkon pohjois-itäpäädyssä. Talvikirkko oli tarpeellista rakentaa, koska alkuperäinen kirkkorakennus oli suuri, minkä vuoksi sitä oli vaikeaa lämmitellä talvisin. Talvikirkkoa on laajennettu alkuperäisen kirkon itäsakaraa jatkaen vuonna 1953. Tällöin kirkkoon tuli istumapaikkoja 250 hengelle, kun ennen laajennusta istumapaikkoja oli 200 hengelle. Talvikirkkoa käytetään pääsääntöisesti vain talvisin. [20, 69–70.]

6 Moderni puurakentaminen

Suomeen on rakennettu joka vuosi n. 30 000 uutta asuntoa viimeisen 20 vuoden ajan ja Suomessa on n. 2,85 milj. rekisteröityä asuntoa [19, 1]. Tämä tarkoittaa asuinrakennuskannan uudistuvan n. 1 %:n vuosivauhdilla [19, 1]. Pientalojen osuus uudisrakentamisesta on n. puolet nykyään [19, 1]. Näistä yli kahdeksan kymmenesosa saa puurungon ja $\frac{3}{4}$ puujulkisivun [19, 1]. Suomessa on vapaa-ajan asuntoja n. 500 000 ja vuosittain niitä rakennetaan noin 7000 lisää [19, 1]. Vapaa-ajan asunnoista on lähes 99 % puurakenteisia [19, 1]. Puurakentamisen määrää ei ole juurikaan mahdollista lisätä pientalojen rakentamisen avulla tilastojen perusteella [19, 1]. Puurakennuksina on toteutettu myös maatalouden rakennuksia, julkisia rakennuksia sekä liike- ja toimistorakennuksia. Näistä noin 35 % toteutettiin puurakennuksina vuonna 2008. Lisäksi kivirakenteisissa taloissa puuta käytetään monien rakenteiden osana esimerkiksi seinäverhouksissa ja ovissa. Vuonna 2007 talonrakentamisessa käytettiin sahatavaraa noin 2,7 milj. m³ ja kaikkiaan sahatavaraa käytettiin rakentamisessa noin 4,0 milj. m³. [16, 18–19.]

Puun käytön lisääntymistä rakentamisessa selittää osin puun käytön kasvaminen asuinkerrostalorakentamisessa [16, 18–19]. 2015 elokuuhun mennessä Suomessa on rakennettu puisia asuinkerrostaloja 37 kpl ja vireillä oli yli 6000 asunnon verran uusia asuinkerrostalo kohteita [19, 1]. Lisäksi puisia useampikerroksisia työpaikkarakennuksia oli tehty 3 kpl [19, 1]. Silti Suomen puun markkinaosuus on yli kaksi kerroksissa kerrostaloissa n. 1 %:n [19, 1]. Puurakentamisen kasvamista ovat tukeneet puuteollisuuden kehittyminen, yleisen ilmapiirin muutos ja valtiovallan suhtautumisen muuttuminen puurakentamiseen 1990-luvulla. Nykyään on malliesimerkkejä uudesta puurakentamisesta, kun 1990-luvun alun rakentamisessa oli vaikeaa löytää silloisia kyseisiä puurakentamiskohhteita. [16, 19.]

6.1 Puu raaka-aineena rakentamisessa käyttämisen edut

Tässä kappaleessa kerrotaan puun käytön hyödyistä rakentamiseen nähden, kuten puun tekninen toimivuus rakenteissa. Lisäksi tarkasteluun kuuluu puurakentamisen tuovat positiiviset vaikutukset, kuten puurakentamisen ympäristöystävällisyys. Tarkastelussa huomioidaan kokonaisvaltaisesti puurakentamiseen edellyttävät toimet, kuten puun koko jalostusketju aina valmiiseen puurakennukseen ja puurakentamisessa edellyttämä suunnittelu.

6.1.1 Ympäristöystävällisyys

Puurakentaminen on ympäristöystävällistä, koska puu materiaalina on itsessään ympäristöystävällinen ja myös puurakentamisen luontoa kuluttava vaikutus on vähäinen esimerkiksi puun uusiutumisen vuoksi. Käytettyä puuta voidaan uusiokäyttää tai kierrättää uudenaikaisena jalosteena. Käsittelemättömän puun hävittämisestä polttamalla tai lahottamalla ei synny päästöjä eikä jätteitä kuin sen verran mitä puuhun on sen kasvuajana varastoitunut ja puu on lisäksi myrkytöntä. Puun jalostuksesta ja puurakentamisesta ei synny huomattavia haitallisia päästöjä luontoon, kun tarkastellaan koko puun elinkaarta. Kiinteää puujätettä muodostuu puun hankinnassa, jalostuksessa, rakentamisessa ja rakennuksen poistettaessa käytöstä. Puujätteitä voidaan: uusiokäyttää, kierrättää, polttaa, antaa maatua tai lahota. Puujätteiden käsittelemisestä saadaan mahdollisimman hyvä hyöty,

kun puujätteiden käsittely tapa valitaan tilanteen mukaisesti. Puun elinkaaren aikana muodostuvat rikki-, typpi- ym. ilmansaastepäästöt ovat vähäiset. Jalostuksen jätevesikuormitus on mitätön. [10, 18–19.]

Puu muodostuu hiilestä orgaanisuutensa vuoksi ja se myös sitoo hiiltä itseensä yhteyttämällä. Yhteyttämällä puu saa valmistettua sokeria ja muita hiilihydraatteja rakennusaineksikseen. Samalla se vapauttaa ilmaan happea ja puuhun sitoutuu hiiltä ilmasta ottamastaan hiilidioksidista, joka on yksi yhteyttämiseen tarvittavista tekijöistä. Puun kasvun loputtua yhteyttämistoiminnot hidastuvat. Tällöin puun hapen tuotto pienenee, mutta puuhun sitoutunut hiili säilyy puussa, kunnes se poltetaan tai lahotetaan. Tämä nk. suljettu hiilidioksidikierto tekee puusta erittäin ympäristöystävällisen, sillä se hidastaa osaltaan kasvihuoneilmiötä. Puuaineksen käyttö esim. rakentamisessa mahdollistaa puuhun sitoutuneen hiilen pysymisen pois ilmasta jopa satoja vuosia. Kasvihuoneilmiötä voidaankin pienentää, mitä enemmän puuta voidaan hyötykäyttää. Hyötykäytöksi ei lueta puun polttamista. Poltettaessa puuta siihen sitoutunut hiili palautuu takaisin ilmakehään. [10, 18.]

Puun hyötykäyttö vaikuttaa merkittävästi kasvihuoneilmiötä hillitsevästi. Puun massasta on noin puolet hiiltä, toisin sanoen 1 tonni puuta pystyy sitomaan 2 tonnia hiilidioksidia. Puun suljetun hiilidioksidikierron vuoksi puun palaessa puusta ei vapaudu ympäristöön enempää hiiltä kuin siihen on kasvun aikana sitoutunut. Globaalisti tarkasteltuna puusta käytetään polttopuuna 55 % ja hyötykäyttöön 45 %. Tosin hyötykäytön osuudesta käytetään kolmasosa polttopuuna lopulta. Puurakentamisen lisääminen mahdollistaisi, ettei puun poltettaessa vapautuva hiili pääsisi takaisin luonnon kiertokulkuun. [10, 18.]

Lisäksi puu on matalaenergiatuote, joka on merkittävä tekijä etuudessaan talouteen ja ympäristöön. Energiaa tarvitaan vähän puunjalostamiseen ja puurakentamiseen kuin verrattuna vastaavanlaisiin tekijöihin betonin ja teräksen kohdalla. Puupientalon tekeminen vaatii energiaa 450 kWh/ rakennuksen tilavuuden kuutiometriä kohden, josta puurungon osuus on noin 150 kWh. Betonirakennuksen vastaavat arvot ovat 590 kWh/m³ kohden ja 290 kWh. Lisäksi puurakentamisessa suurin osa käytettävästä energiasta voidaan valmistaa uusiutuvista lähteistä. Puurakentaminen kuluttaa enemmän uusiutuvia energiamuotoja ja vähemmän uusiutumattomia kuin muut materiaalit. [10, 18–19.]

6.1.2 Puurakentamisen edullisuus

Puurakentamisen edullisuus pohjautuu lähinnä rakennusmateriaalin valmistamisen yksinkertaisuuteen, niiden keveyteen ja rakennusmateriaalien helppouteen työstää. Yksinkertainen valmistaminen mahdollistaa puurakentamisen tuotteiden edullisen tuottamisen, koska esimerkiksi valmistamiseen tarvittavat koneet ovat yksinkertaisia. Näin ollen koneisiin tarvittava investoiminen on vähäisempää kuin esimerkiksi terästä valmistettaessa. Keveys mahdollistaa rakennusmateriaalien helpon kuljettamisen ja tarvittavat nostot voidaan suorittaa useimmiten keveällä kalustolla. Tämä mahdollistaa puun jalostamisen suuriksikin valmiiksi elementeiksi. Puurakennukset voidaan perustaa keveille ja edullisille perustuksille keveytensä vuoksi. Keveys myös mahdollistaa puurakennuksien sijoittamisen paikkoihin, joissa nostokaluston kuljettaminen on vaikeaa tai jos maankantavuus on heikko. Puuta on helppo työstää, joten sitä voidaan työstää yksinkertaisilla työkaluilla kokoonpanossa ja näin ollen kyseisessä työvaiheessa voidaan käyttää edullisia työkaluja. Rakenneosien valmistamisessa ja kokoonpanossa tarvittavat energia määrät ovat pieniä, johtuen rakennusmateriaalin helposta työstettävyydestä. [10, 20.]

6.1.3 Puurakentamisen joustavuus

Puurakentaminen mahdollistaa erityyppisten rakennusten tuotannon mm. laajan runkovaihtoehtojen myötä ja puun keveyden vuoksi. Runkovaihtoehtoilla voidaan vaikuttaa jokaisen rakennuksen optimaaliseen tekniseen, taloudelliseen ja suunnittelujoustavuuden toimintaan. Puurakentaminen soveltuu monen tasoisille rakentajille, koska puurakenteet mahdollistavat eri vaatimustason rakentamisen ja puun keveytensä vuoksi ei vaadi kalliita työvälineitä. Puurakentamisella voidaan tuottaa rakennuksia haastaviin ympäristöihin, joihin muilla rakennusmateriaaleilla rakennuksien tekeminen on vaikeaa tai mahdotonta, kuten arktisiin olosuhteisiin rakentaminen. Puurakenteiden muuntojoustavuus on hyvä, johtuen puun helposta työstettävyydestä. Näin ollen puurakennuksen elinkaaren ajalle eri tahojen puolesta asettamat rakennuksen muutosvaatimukset ovat helppoja suorittaa. [10, 21.]

Puurakentamisen suunnittelujoustavuus on hyvä, sillä puurakenteita voidaan tuottaa teknisesti monipuolisesti ja taloudellisesti. Erilaisten puurakenteiden osien kustannuserot

ovat tyypillisesti pieniä, joten puurakenteen osat ovat taloudellisesti kilpailukykyisiä muista materiaaleista tehtyihin vastaavanlaisiin osiin nähden. Lisäksi puurakenteiden osien samankaltaiset kustannukset mahdollistavat, ettei ole tarpeellista tinkiä puurakenteen teknisistä ominaisuuksista rajoittamalla jonkin osan käyttöä minimiin suhteellisesti korkeiden kustannuksien vuoksi. [10, 21–22.]

6.1.4 Edellytykset puurakentamiselle

Metsää on eniten asukasta kohden Suomessa, kun tarkastelussa ovat Euroopan maat. Suomen metsät tuottavat vuodessa noin 100 milj. m³ puuta, josta on mahdollista käyttää kestävästi n. 75 milj. m³ [12, 11–12]. Suomen vuotuisen kerrostalotuottamiseen vaadittaisiin n. 250 000–300 000 kuutiometriä puuta, joka vastaisi n. 7,5–10 tunnissa muodostuvaa puumäärää Suomen metsissä kasvuaikana. Kasvukausi on n. 100 vuorokautta vuodessa ja laskelmissa puun kasvu kapasiteettina on käytetty 75 milj. m³ vuodessa eli laskelmien tulos on kestävän puun käytön mukainen. Suomen metsien kokonaiskäyttömäärä on ollut viime vuosien aikana n. 55 milj. m³ vuodessa [12, 12]. Suomen puurakentamisen osaaminen on nykyään hyvällä tasolla. Tämän on mahdollistanut kehitystyö, johon ovat osallistuneet mm. yksityiset yritykset ja yhteiskunta. Yhteistyön kautta on syntynyt teknologiaohjelma, jonka päämääränä on kehittää Suomalainen puurakentaminen maailman parhaimpien tasolle. Ohjelmaa rahoittavat Tekes ja puualan yritykset. Puurakentamiseen tarvittavaa tuotantokalustoa on jo tarvittavasti olemassa. Tuotannon valmistusmäärien kasvussa tuotantoa olisi mahdollista tehostaa. Tällöin tuotannosta saataisiin entistä kilpailukykyisempi taloudellisesti. Puurakentamisella on odotettavissa paljon kysyntää johtuen ihmisten muodostamista ympäristöystävällisistä arvoista, niin kotimaassa kuin ulkomailla. Näin ollen puurakentamisen markkinat ovat todennäköisesti kasvussa lähitulevaisuudessa. [10, 23.]

6.1.5 Puurakentamisen yhteiskunnalliset vaikutukset

Puurakentamisen vaikuttaisi yhteiskuntaan niin ympäristöllisesti kuin Suomen talouteen. Puurakentaminen vaikuttaa ympäristöön monin tavoin: puu sitoo hiiltä ilmasta, puutuotteiden jalostamisessa tarvitaan vähän energiaa, puun kasvaminen ja jalostaminen ovat saasteettomia. [10, 23.]

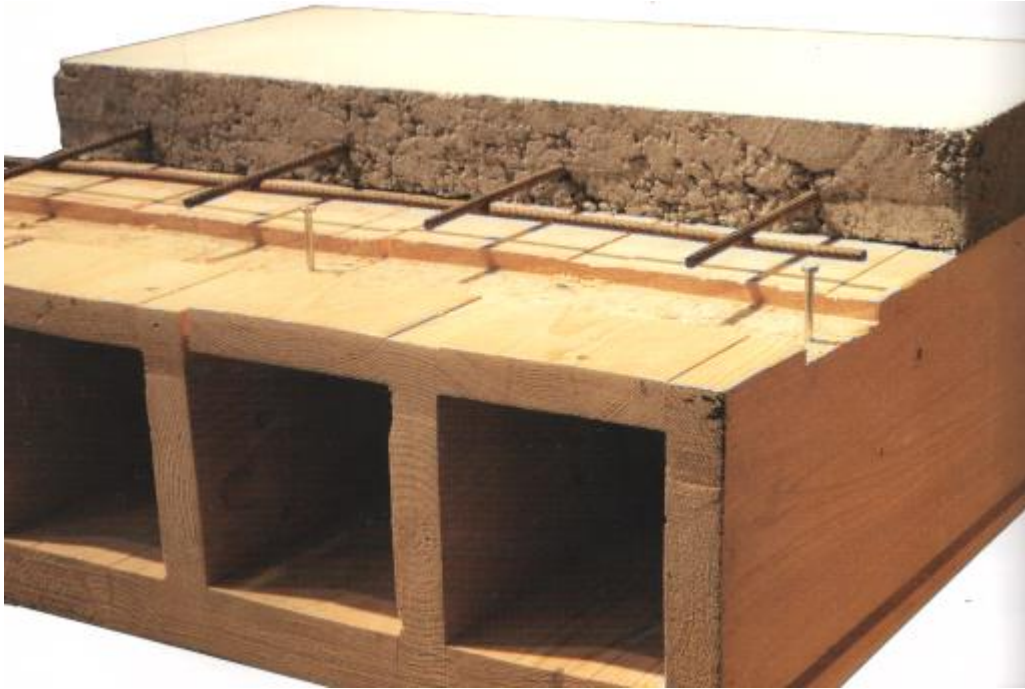
Taloudellisesti puurakentamisen kasvu vaikuttaisi työllisyyden parantumiseen ja viennin kasvuun. Viennin määrää kasvattavat paitsi suuremmat vientimäärät myös jalostusasteen nousu. Lisäksi puurakentamiseen tarvitaan enemmän työvoimaa kuin tarvittaisiin muista materiaaleista tuottaessa vastaavanlainen rakennus. Silti puurakentaminen voi olla edullista, koska puurakenteet ovat edullisia ja rakentamisessa tarvittava energiamäärä on pieni. Toisaaltaan puurakentamisen kerrannaisvaikutukset työllisyyteen ovat muuta rakentamista pienemmät. Silti puurakentaminen työllistää kokonaisuudessa enemmän kuin muut rakentamistavat. [10, 23.]

6.2 Esimerkki modernista puurakennuksesta

Metla-talo valmistui syyskuussa 2004 [24, 40] ja se oli valmistuessaan suurin puinen toimistorakennus Suomessa. Kolmikerroksisen rakennuksen kokonaisala on 7673 m² ja sillä on huoneistoalaa 6558 m². Metla-talo toimii luonnonvarakeskuksen [25, 1] Joensuun toimintayksikön tiloina Joensuun yliopistokampus alueella [24, 42]. [24, 7; 24, 31.]

Suuruudestaan huolimatta rakennuksesta on onnistuttu tekemään joustava tilojen muuntelun suhteen rakennejärjestelmän ansiosta. Rakennejärjestelmänä on käytetty pilari-palkki-laatta –järjestelmää, jossa on myös puu-betoni liittorakenne. Rakennuksen runko on tehty 7,2 x 7,2 m² moduuleista ja liimapuuta on käytetty niin pilareissa kuin 7,2 metriä pitkissä palkeissa. Tämä mahdollistaa tilojen muuntavuuden 5,5 m² kerrannaisina. 31,5 cm korkeassa välipohja rakenteessa on massiivipuisia kotelolaattoja ja 80 mm betoni-laatta välipohjan pinnassa (kuva 3, s. 25). Liittorakenteella saavutetaan parempi jäykkyys ja rakenteen pienempi värähtely herkkyys. Käyttömittausten mukaan välipohjien ääne-

neristävyys on toiminut hyvin jopa askeläänienkin osalta [24, 69]. Massiivipuinen kotelolaatta kehitettiin Metla-taloa varten [24, 64]. Sen kehittämässä oli mukana mm. Karelia ammattikorkeakoulu, joka osallistui rakenteen suunnitteluun [24, 64]. [24, 37.]



Kuva 3. Massiivipuisen kotelolaatan ja pintabetonin liittorakenne [24, 38]

Metla-talon tilat rakentuvat aulan ja sisäpihan ympärille (kuva 4, s. 26) [24, 37]. Aulatila toimii muiden tilojen ja toimintojen yhdistäjänä [24, 37]. Aulatilassa on 11 metrisiä kimpupilareita, jotka toimivat rakennuksen kantavina rakenteina [24, 60]. Kussakin kimpussa on 16 pilaria ja kimppuja on aulassa kaikkiaan neljä [24, 60]. Osaltaan aulan pilareiden ja liimapuuportaiden yhteisvaikutuksesta, aulatila saa juhlanan vaikutelman [24, 32]. Sisäpihan erikoisuutena toimii kokoustila, joka osin sijaitsee aulan puolella ja osaltaan sisäpihalla. Tämä muodostaa vaikutelman sisäpihan jatkumisesta aulaan yhdessä muiden rakennelmien kanssa, kuten aulan ja sisäpihan välisen korkean lasiseinän kanssa [24, 32]. Kokoustila Kävyin ulkonäkö muistuttaa paljon ylösalaisin käännettyä venettä. Kokoustilan sisäpihan puoleisen ulkopinta on muodostettu haapapaanuista. Ne ovat veistettyjä ja muotoiltuja, jotta rakenteeseen saataisiin sopivan kaareva muoto. Paanuja on käytetty ra-

kennelman ulkokuoressa 10 000 kappaletta eli viisi kuutiometriä haapaa. Paanut ovat ter-
vattuja, jonka vuoksi niiden väritys on tumma. Kokoustilan aulan puolen ulkokuori on
muodostettu mäntypaanuista. Kokoustiloihin mahtuu 70–80 henkilöä. [24, 54–55.]



Kuva 4. Metla-talon aula ja taustalla näkyy kokoustila käpy sekä Metla-talon sisäpiha [24, 30].

Rakennuksessa on käytetty paljon puuta yhteensä 2000 m³ [24, 42]. Osaltaan tämän takia Metla-talo on huomattavasti ympäristöystävällisempi ja energiatehokkaampi kuin vastaavanlainen betoninen rakennus. Metla-talon uusiutumattoman energian kulutuksen arvioi-
duksi kokonaismääräksi saatiin 3500 gigajoulea, kun betonisella rakennuksella se olisi
ollut 7400 gigajoulea. Kyseisessä laskelmassa on huomioitu puurakennuksen vaipan ja
rungan materiaalien tuottamisesta ja kuljettamisesta koituvat uusiutumattoman energian
määrät. Määrää selittää osin uusiutumattomien raaka-aineiden vähyys Metla-talossa,
koska siinä on alle kolmannes uusiutumattomia materiaaleja verrattuna vastaavanlaiseen
betoniseen rakennukseen. Puurakennuksen päästöt olivat rakentamisen ja materiaalien

osalta vähemmät kuin samankaltaiseen betoniseen rakennukseen nähden. Betonisen rakennuksen hiilidioksidipäästöt olisivat olleet 804 tonnia, kun taas Metla-talon kyseiset päästöjen määrät olivat noin 322 tonnia. Metaani-, rikkidioksidi- ja typpidioksidipäästöt ovat Metla-talossa puolet verrattuna vastaavanlaiseen betonisen rakennuksen kyseisiin päästöihin. Tosin Metla-talon ilmaan haihtuvien orgaanisten yhdisteiden määrä ilmassa oli suurempi kuin vertailu betoni rakennuksen haihtuvien orgaanisten yhdisteiden määrä. Tämä johtuu lähinnä puurakennuksessa käytettävien liimojen ja maalien ilmaan haihtuvista orgaanisista yhdisteistä. Lisäksi Metla-talo toimii hiilidioksidia sitovana rakennelmana. Talossa käytettyjen puiden sisältämä hiilidioksidi kestää rakennuksen käytön loppuun asti puihin sitoutuneena eli todennäköisesti sata vuotta. Rakennuksen puihin on laskettu olevan sitoutuneena hiilidioksidia 1460 tonnia [24, 70.]

Metla-talon rakentamisen taloudellisia vaikutuksia voidaan arvioida monen tekijän kautta. Metla-talon rakentamisen kokonaiskustannuksiksi tuli yli 11 miljoonaa euroa, kun vastaavanlaisen betonisen rakennuksen kustannuksiksi olisi tullut noin 10 miljoonaa euroa. Puurakennuksen tulo- ja työllisyysvaikutukset ovat vertailu betoni taloon verrattuna suuremmat. Metla-talon tulon muodostumiseen olivat yhteensä 27 miljoonaa euroa, josta Pohjois-Karjalan osuus oli 19 miljoonaa euroa, kun vertailu betoni talossa tulon muodostamiseen olivat 24 miljoonaa euroa ja kyseisestä luvusta 18 miljoonaa euroa oli Pohjois-Karjalan osuus. Metla-talon kokonaistyöllistävyys oli yhteensä 170 työvuotta, josta kyseisen rakennuksen työmaalla tehtiin 65. Kerrannaisvaikutusten työvuosia tuli Pohjois-Karjalaan 48 ja muualle 57. Vastaavanlaiseen betoni rakennuksen kohdalla kokonaistyöllisyysvaikutus olisi ollut 154 työvuotta. Tosin vertailu betoni talossa paikallisalueelle tulevat työllisyysvaikutukset olisivat olleet suuremmat, koska Metla-talon puutuotteista suurin osa hankittiin paikallisalueen ulkopuolelta. [24, 76.]

Metla-talo on suosittu tutustumis- ja kokoontumiskohde. Talossa on käynyt viiden ensimmäisen vuoden aikana yli 25 000 vierailijaa. Vierailijoiden joukossa on ollut ihmisiä niin kotimaasta kuin ulkomailta ja eri ammattikunnan edustajia esimerkiksi politiikkoja, diplomaatteja ja arkkitehtejä. Rakennus on myös palkittu usean eri tahon puolesta. Senaatti-kiinteistöt valitsivat Metla-talon vuoden rakennuskohteeksi vuonna 2004. Puuinformaatio ry:n myöntämä puupalkinto tuli rakennuskohteelle vuonna 2005 ja samaisena vuonna valo 2005 messujen yhteydessä Metla-talo tiedotettiin Vuoden valaistuskohteeksi. Lisäksi Metla-talo sai kunniamaininnan IIDA-kilpailussa sen valaistuksesta. [24, 84–86.]

6.3 Puukerrostalo

Kerrostaloilla on odotettavissa kovaa kysyntää Suomessa tulevaisuudessa. Uudisasunnoista noin neljä kymmenesosaa tehdään kerrostaloiksi ja kaikista asunnoista 43 % ovat kerrostaloissa Suomessa. Tosin betoni on ollut pitkään suosittu materiaali kerrostaloissa noin viidenkymmenen vuoden ajan. Tämä osin vaikuttaa puun markkinaosuuteen, joka on 1 %:n yli kaksi kerroksissa kerrostaloissa. 2015 elokuuhun mennessä Suomessa on rakennettu puisia asuinkerrostaloja 37 kpl ja vireillä oli yli 6000 asunnon verran uusia asuinpuukerrostalo kohteita. Lisäksi puisia useampikerroksisia työpaikkarakennuksia oli tehty 3 kpl. [19, 1.]

Puurakentaminen on keskittynyt pienmittakaavaisiin rakennuksiin Suomessa viime vuosikymmeninä [15, 106]. Puukerrostalojen rakentamisen esteinä ovat olleet rakentamismääräykset ja pula teknisestä rakentamisosaamisesta, jota tarvitaan puukerrostalojen rakentamiseen [15, 106]. Lakeja ja määräyksiä on muutettu muutamaaan otteeseen merkittävästi Suomessa, mitkä ovat helpottaneet puukerrostalojen rakentamista huomattavasti. Vuonna 1997 tehty palomääräyksen muutos mahdollisti neljä kerroksiset ja sitä pienempien kerrostalojen tekemisen puurunkoisina ja puun käytön kyseisien rakennusten julkisivussa. Vuonna 2011 tehty palomääräyksen muutos mahdollisti 5-8 kerroksisten asuin- ja työpaikkarakennuksien tekemisen puurunkoisina ja puun käytön julkisivussa. Lisäksi vuonna 2011 tehdyn lakimuutoksen myötä puuta voitiin käyttää yhä vapaammin betonisten talojen korjaamisessa ja laajentamisessa. Nykyiset palomääräykset mahdollistavat puurungoista valmistamisen ja julkisivujen käyttämisen suurimmillaan 8-kerroksisissa asuin- ja työpaikkarakennuksissa. Yli 2-kerroksissa puurakennuksissa on oltava automaattinen sammutuslaitteisto. 3-4 kerroksinen rakennus voi olla enimmillään 14 m korkea ja 5-8 kerroksisessa rakennus voi olla enimmillään 26 metriä korkea, kun kummasakin tapauksessa rakennetaan P2-paloluokan puurunkoisia ja/tai puujulkisivuisia asuintai työpaikkarakennuksia. Lisäksi yksi puinen lisäkerros ilman sprinklausta on mahdollista tehdä korkeintaan 7-kerroksisen kivirunkoisen kerrostalon katolle. [19, 1]

6.3.1 Seinän puurakenteet

Rankarakenteisia puurakenteita on yksirunkojärjestelmä eli yksinkertainen runko ja ristinkoolattu runkorakenne. Lisäksi on olemassa vähemmän käytettyjä seinärunko tyyppisiä, jotka ovat limirunko ja kaksoisrunko [26, 26]. Kantavissa seinissä voidaan pitää esimerkiksi uumapalkkeja ja viilupuuta, mutta eniten käytetty on massiivipuuta. Rankarakenteisen seinän rungossa on alasidepuu, tolppa ja yleisesti kaksi yläsidepuuta [26, 26]. Alasidepuu on kiinnitetty perustuksiin, alapalkiston yläpintaan tai palkiston päällä olevaan jäykkään rakennuslevyyn. Runkotolpat tukeutuvat alasidepuihin. Yläsidepuun tehtävä on liittää runkotolpat toisiinsa [26, 26]. [27, 11; 27, 13.]

Yksirunkojärjestelmä on suosituin ja perinteisin seinäpuurakenne [26, 27]. Yksirunkojärjestelmää käytetään niin ulko- kuin väliseinissä [26, 27]. Yksi suosituimmista yksinkertaisen rungon soveltamista on loveamalla tehty liitostekniikka, missä käytetään runkotolppina 45 mm x 145–195 mm puutavaraa. Tällöin runkotolpat ovat tavallisesti 600 mm:n jaolla lämpöeristävissä ja levyttävissä seinissä. [27, 11.]

Ristinkoolattu runko eroaa yksinkertaisesta rungosta, että pystytolppiin kiinnitetään vaakasuoraan koolausrimat, jotka ovat tarkoitettu lähinnä lisälämmöneristeen tukemiseen. Rimat voidaan kiinnittää joko rungon sisä- tai ulkopuolelle ja ne voivat olla mitoiltaan esim. 45 mm x 45 mm olevaa puutavaraa. Ristiin koolauksessa jäykistys voidaan tehdä levytyksen lisäksi nurkkien vinositeillä. [27, 12.]

Kaksoisrunko ja limirunko mahdollistavat hyvän ääneneristävyyden ja niissä on käytetty yksinkertaisen rungon rakenteita. Kaksoisrungossa on kaksi yksinkertaista runkoa, jotka ovat vierekkäin. Äänen eristävyyden mahdollistaa runkojen väliin jäävä ilma ja lisäksi tolppien kannattaa olla eri kohdissa vierekkäisissä rungoissa. Limirungossa on yksinkertaista ja kaksoisrunkoa yhdistelty. Sidepuut ovat syvyys suunnassa pitemmät kuin runkotolpat ja sidepuut ovat yhtenäiset runkotolpille. Runkotolpat sijoitetaan sidepuun kaksille reunoille, niin että sidepuun pituus suunnassa runkotolppien sijainnit vuorottelevat. [26, 27.]

6.3.2 Välipohjarakenteet

Välipohja kostuu palkistosta, aluslattialevystä, kehäpalkista ja useimmiten palkkiväleissä sijaitsevista poikkitaistueista, joiden tehtävänä on lieventää palkiston värähtelyä. Palkisto toimii välipohjan kantavana rakenteena ja ne ovat tuettuna seiniin tai toisiin palkkeihin. Tyypillisesti ne ovat tuettuna kantavan rakenteen päälle, mutta ne on myös mahdollista kiinnittää kantavan rakenteen kylkeen. Välipohjan kantavuutta voidaan parantaa tihentämällä palkkijakoa tai kiinnittämällä useampia palkkeja vierekkäin toisiinsa sekä edellisten tapojen yhdistelmällä. [26, 22.]

Palkistot kiinnitetään kehäpalkkeihin, jotka sijaitsevat palkiston päissä ja kiertävät koko rakennuksen. Lisäksi kehäpalkkia käytetään aukotuksissa aukkopalkkina. Kehäpalkin tehtävänä on seinien kohdalla välittää ylimpien kerrosten kuorma alapuoliselle seinärakenteelle ja pitää siihen kiinnitetyt palkit pystyssä. Aluslattialevy on palkiston ja tyypillisesti kehäpalkkien päällä. Aluslattialevyn tarkoituksena on jäykistää välipohjarakennetta vaakatason suunnassa ja se mahdollistaa myös rakentamisvaiheessa alustan, jonka päällä voidaan rakentaa seuraavaa kerrosta. [26, 22–23.]

6.3.3 Rakennejärjestelmät

Rakennejärjestelmä määrittää kantavien rakenteiden ominaisuudet. Tämä vaikuttaa kohteen teknillistoiminnalliseen laatuun ja kustannuksiin. Suunnittelussa on erityisesti huomioitava valitun järjestelmän vaikutus kantavien linjojen sijoitteluun ja vaakarakenteiden tavoitettaviin jännemittoihin [26, 14]. Rakennejärjestelmät voidaan jakaa kahteen ryhmään kantavat seinät järjestelmiin ja pilari-palkkimallisiin järjestelmiin. [10, 29.]

Kantavat seinät –järjestelmissä seinät toimivat kantavina rakenteina [10, 35]. Kantava rakenne voidaan tehdä massiivipuisella levyrakenteella tai rankarakenteella [28, 1]. Runkojärjestelmistä puutaloissa on suosituin kantaviin seiniin perustuva kerroksittainen järjestelmä. Ulkoseinät ja osa väliseinistä toimii yleensä rakennuksen kantavina linjoina. Väliseinistä kantavina linjoina tyypillisesti toimivat huoneistojen väliset seinät. Rakenn-

teen jäykistys suoritetaan lattioiden ja osan seinien avulla. Puusta tehdyt välipohjarakenteet mahdollistavat noin 7 metrin jännemitan. Kyseisen järjestelmän avulla saadaan rakenne toteutettua yksinkertaisesti, joustavasti ja edullisesti [10, 35]. [29, 1.]

Platform puurakennusjärjestelmässä rakennuksen runko valmistetaan kerroksittain, niin että rakennuksen välipohjat ovat työalustoina seuraavien kerroksien rungon tekoa varten. Kun on saatu tehtyä ikkunat, ovet, runko ja myös ei-kantavat väliseinät sekä vesikatto, niin voidaan tehdä LVIS-työt, eristykset ja höyrynsulkujen asennus. Tämän jälkeen sisäseinät levytetään ja sisätilat viimeistellään. Julkisivujen pinnoitus on mahdollista suorittaa runkotyövaiheessa. Kyseisellä järjestelmällä voidaan rakentaa jopa viisikerroksisia rakennuksia. Platformrakentamisessa käytetään tyypillisesti valmisosarakentamista. Tällöin työmaalla suoritetaan valmisosien asentaminen. Esivalmisosista on tyypillisesti yleispätevät komponenttivalikoimat, mitä järjestelmää kutsutaan pre-cutiksi. Esivalmisosikomponentit ovat yksinkertaisia ja niitä on vähän. Komponentteja voidaan yhdistellä toisiinsa tarpeen mukaan. Yhdistelmien yhteensopivuus on varmistettu peruskomponenttien yhtenäisellä mittajärjestelyllä. Lisäksi komponenttien työstäminen on mahdollista myös työmaalla. [10, 36–37.]

Puolielementtijärjestelmässä rakenteiden rungot ovat koottuina valmiiksi, kun ne tulevat työmaalle. Valmiiksi tehtyjä rakenteiden runkoja yleensä ovat välipohja ja seinät, jotka ovat tyypillisesti yksirunkoisia. Työmaalla suoritetaan elementtien asennus, jossa käytetään usein platformasennustapaa, eli elementit asennetaan kerroksittain ja välipohjat ovat työalustoina seuraavia kerroksia asennettaessa. Lisäksi rakenteeseen tehdään eristykset, LVIS-asennukset, höyrynsulun asennukset ja levytykset työmaalla. Toisin sanoen elementtien asentamisen jälkeen on tarpeellista tehdä työmaalla ne rakentamisvaiheet, jotka kokonaan paikallaan rakentamisessa tehtäisiin rankarungon asennuksen jälkeen. [10, 54–55.]

Täyselementtijärjestelmässä rakennuksen elementteihin on asennettuna tarvittavat rakenteet täysin valmiiksi tai lähes valmiiksi. Rakennuksen elementtejä ovat välipohjat ja osastoivat sekä kantavat ulko- ja sisäseinät. Lisäksi elementteinä voivat olla ala- ja yläpohja sekä ei-kantavat seinät. Työmaalla tehdään elementtien kokoaminen ja tarvittaessa suoritetaan: levytykset, pinnoitukset, LVIS-asennukset, lattian korokekerrokset ja akustoivat

alakatot. Asentaminen suoritetaan tyypillisesti platform periaatteen mukaisesti. [10, 58–59.]

Puu-betoniliittorakenteessa yhdistellään puuta ja betonia välipohjarakenteessa, niin että kummankin materiaalin hyvät ominaisuudet tulevat esille rakenteessa. Betonille tulee puristusvoimat ja puu osa ottaa vetovoimat. Betoni eristää ääntä ja puu mahdollistaa pa-loeristuksen. Lisäksi laatan paksuuteen nähden voidaan toteuttaa pitkiä jännevälejä ja laatta värähtelee heikosti. Tosin puu-betoniliittorakenteen toteuttaminen vaatii paljon puuta. Kyseisessä liittorakenteessa syrjälankkuelementeillä voidaan toteuttaa kantava seinärakenne. Puubetoniliittorakenteen laatan puinen osa toteutetaan vierekkäin asetetuista hirsistä tai syrjälankkuelementeistä, jonka päälle tehdään betonikerros. [10, 62.]

CLT-levyrakenteessa on liimattuna ristiin useampia puukerroksia ja ne voivat olla eri vahvuisia. Ristiinlaminointi mahdollistaa CLT-levyjen muodon säilymisen ja hyvän lujuuden. Tämän vuoksi CLT-levyrakenteessa ei tapahdu suuria painumia tai kosteuselämistä. CLT-levyn suurin koko on 2,95 m x 16 m ja paksuus 40 cm. CLT-levy toimii rakennelmissa niin kantavana kuin myös jäykistävänä rakenteena. CLT-levyllä on moniin muihin rakennusmateriaaleihin verrattuna paremmat lämmöneristys ominaisuudet, minkä vuoksi siitä tehtyihin rakennuksiin ei tarvita niin paljon lämmöneristettä kuin muista runko materiaaleista tehdessä. Levyn käytöllä saavutetaan joustavat aukotukset rakenteissa ja ulokerakenteet. Levyihin tehtävät työstöt tehdään tyypillisesti CNC-koneella mittatarkasti. Lisäksi CLT-levyt mahdollistavat suurien levy kokojen käyttämisen rakenteissa, jolloin nopea rakentaminen on mahdollista ja rakenteeseen tarvitaan vain vähän puskuliitoksia. Tällöin rakenteesta on mahdollista tehdä hyvin ilmatiivis. CLT-levystä on mahdollista tehdä jopa 30 kerroksisia taloja. CLT-levystä voidaan valmistaa kaikki maanpäälliset rakenteet ja yhdistää tarvittaessa muihin rakennusmateriaaleihin. CLT-levyistä valmistettujen elementtien valmiusaste vaihtelee tarpeen mukaan. Elementit voivat sisältää: eristeet, ovet, ikkunat ja pintamateriaalit. Elementtien toimittaja voi joissakin tapauksissa suorittaa elementtien asennuksen. [12, 44–45.]

Pilari-palkki- ja pilari-laattajärjestelmissä pilarit välittävät kaikki kuormat perustuksille. Vaakasuunnassa olevat kuormat välittyvät pilareille primääripalkkien avulla. Lisäksi järjestelmään kuuluu laatta-, katto ja seinärakenteet. Seinärakenteet ovat ainoastaan aiemmin mainituista rakenteista itsensä kantavia rakenteita ja muiden rakenteiden kuormat

välittyvät pilareille. Lisäksi laattojen tehtävänä on myös kantaa kuormaa ja välittää ne primääripalkeille. Pilari-palkki- ja pilari-laattajärjestelmä eroavat toisistaan primääripalkin ominaisuuksien osalta. Sillä pilari-palkkijärjestelmässä primääripalkki on erillinen rakenne laattarakenteeseen nähden, mutta pilari-laattajärjestelmässä primääripalkki on integroitu laattarakenteisiin. Pilari-laattajärjestelmä voikin aiheuttaa tarpeetonta laatan korkeutta. [10, 67.]

Pilari-palkki- ja pilari-laattajärjestelmällä mahdollistetaan useimmiten rakenteiden hyvä muunneltavuus ja suunnittelujoustavuus. Sillä pilarit vievät pistemäisinä rakenteina vaakasuunnassa vain vähän tilaa ja pystysuunnassa laattakenttiä voidaan muokata ja poistaa osittain ilman, että rakenteellinen lujuus kärsisi. Järjestelmän avulla kuormitukset jakautuvat tasaisesti rakennuksessa ja rakenteiden kokoonpainuminen on pientä johtuen rakenteen pilareiden jatkuvuudesta yhtämittäisinä koko rakennuksen pystysuunnassa. Järjestelmällä voidaan saavuttaa hyvä ääneneristävyys, koska äänen sivutiesiirtymät voidaan poistaa. Lisäksi Pilari-palkki- ja pilari-laattajärjestelmässä käytetään paljon valmisosia, mikä mahdollistaa osaltaan nopean rakentamisen työmaalla. Suunnittelu- ja muuntojoustavuus voi kärsiä rungon jäykistyksen vuoksi tai kun pilareiden moduulijakoa ei osata valita rakennuksen käyttötarkoitukseen edellyttämällä tavalla. Lisäksi järjestelmän kustannukset ovat korkeat johtuen: valmisosien tehdasvalmistuksesta, raskaasta kalustosta, materiaalien suuresta määrästä rakenteissa verrattuna kantavat seinärakenteisiin ja liitostekniikoiden kehittämättömyydestä yleisellä tasolla. [10, 67–69.]

Tilaelementtitekniikassa käytetään tilayksikköjä eli tilaelementtejä, jotka ovat tehtaalla säänsuojassa koottu valmiiksi. Näitä tilayksiköitä yhdistelemällä oikein saadaan rakennettua rakennus. Tilaelementtiin tyypillisesti kuuluu kantava runko ja rajaavat pinnat. Rajaaviin pinnat muodostuvat: seinistä, lattiasta ja katosta. Lisäksi elementeissä on asennettuna ikkunat, LVIS-asennukset ja kalusteet. Tilayksiköiden suurimmat mitat ovat 12 x 4,2 x 3,2 metriä. Tilaelementtien kantava rakenne voidaan tehdä eri rakennejärjestelmien avulla esimerkiksi kehärakenteella tai pilari-palkkitekniikalla. Suunnittelussa on erityisesti huomioitava elementtien ja moduulijärjestelmän mitoitus, jotta elementtien kuljetukset olisivat mahdollisia. Tilaelementtitekniikan avulla saavutetaan korkea ääneneristävyys, koska rakenteisiin muodostuu kaksoisrakenne. Korkean esivalmuisasteen vuoksi,

tilaelementit saadaan asennettua nopeasti työmaalla. Nopeutensa vuoksi rakennetta käytetäänkin erityisesti täydennysrakentamisessa. Lisäksi tilaelementtitekniikka käytetään pienasuntokohteissa ja asuntoloissa sekä matalaenergiarakentamisessa. [29, 1.]

6.3.4 Puukerrostalon hyödyt verrattuna betonikerrostaloon

Puukerrostalon rakentamisessa käytetään yleensä hyvin paljon esivalmistusta. Tällöin kerrostaloihin tarvittavat elementit tuotetaan tehdasoloissa, jolloin saadaan työmaalla tehtävää rakentamisen aikaa lyhennettyä. Työmaan rakentaminen on yleensä kokoonpano luonteista, minkä tekemistä helpottavat ja nopeuttavat elementtien yksinkertaiset ruuvi- ja/tai pulttiliitokset ja elementtien mittatarkkuus. Elementeistä saadaan tehtyä mittatarkkoja, koska elementtien dokumentoiminen ja laadunvarmistus on tehokkaampaa tehdasoloissa kuin työmaalla. Lisäksi elementit on valmistettu kuivissa oloissa ja kokoonpanossa käytetään tarvittaessa sääsuojauksia, jolloin rakenteet eivät kastu ja kuivattamiseen ei tarvitse käyttää aikaa. Nämä kaikki tekijät yhdessä mahdollistavat puukerrostalon nopean rakentamisen. [12, 32]

Nopea rakentaminen tekee puukerrostaloista taloudellisesti kilpailukykyisiä. Puukerrostalon rahoituskulut pienenevät, myynti- ja vuokratuottoa saadaan aiemmin sekä projektien sykli on joutuisa. Lisäksi rakenteet ovat edullisia ja rakentamisessa ei yleensä tarvita erikoistyökaluja. [15, 106; 15,119]. [12, 32.]

Puutalon paino on valmiina noin 20–25 % vastaavan betonikerrostalon painosta, joten puukerrostalot ovat huomattavasti kevyempiä kuin betonikerrostalot. Tämä mahdollistaa puukerrostalojen rakentamisen ilman paalutusta maaperälle, jossa betonikerrostaloihin tarvittaisiin perustuksia varten paalutukset. Perustukset voivat olla kevyempiä kuin ne olisivat betonikerrostalossa. Puukerrostaloja rakentaminen ei vaadi torninosturikalustoa, vaan nostot voidaan tehdä autonostimin. Autonostimet riittävät myös pienenlementeistä rakennettaessa puukerrostaloa. [15, 119.]

6.3.5 Puukerrostalon heikkoudet verrattuna betonikerrostaloon

Puukerrostalon rakenteet ovat toiminnallisesti haastavampia kuin normaalit betonikerrostalon rakenteet. Puukerrostalon rakennusosat ovat moni kerrosrakenteita ja jokaisen kerrosrakenteen ominaisuudet yleensä täytyy mitoittaa erikseen. Normaleissa betonikerrostaloissa rakenneosat täyttävät kaikki tarvittavat ominaisuudet kuten: kantavuuden, ääneneristävyyden ja palonkestävyyden. [15, 115.]

Rakentajien ja suunnittelijoiden on sopeuduttava puukerrostalo rakentamiseen oppimalla niiden rakentamisperiaatteet ja yksityiskohdat. Tämä edellyttää mm. uudenlaisen logistiikan omaksumista. Puukerrostalojen rakentaminen on nopeampaa kuin vastaavan betonikerrostalon, joten puista kerrostaloa rakennettaessa esimerkiksi rungon osien on oltava täsmälleen oikeassa paikassa, oikeaan aikaan ja oikean laatuksena. [15, 119.]

Puurakenteisten tavallisimpien välipohjien suurimmat jännemitat ovat 6-7 metriä, kun taas vastaavanlaisilla betonirakenteisilla välipohjilla voidaan saavuttaa huomattavasti suurempia jännemittoja. Tämän vuoksi puuvälipohjat vaativat enemmän kantavia linjoja kuin samankaltaiset betoniset välipohjat. Lisäksi huoneistojen väliset puurakenteiset seinät ja välipohjat vaativat enemmän paksuutta kuin vastaavanlaiset betoniset rakenteet täyttääkseen hyvät ääneneristävyyden vaatimukset. Rakennuksen kantavien väliseinärakenteiden pinta-alat lasketaan mukaan rakennusoikeuteen, muttei hyötypinta-aloihin. Tämä tarkoittaa puukerrostaloon jäävän vähemmän myytävää tai vuokrattavaa hyötypinta-alaa kuin vastaavanlaiseen betoniseen kerrostaloon samalla rakennusoikeudella. Välipohjien paksuus vaikuttaa huone- ja/tai kerroskorkeuteen. Rakennuksen on täytettävä minimi huonekorkeudet, joten paksummat puurakenteiset välipohjat vaativat korkeammat kerroskorkeudet. [12, 33.]

Puukerrostalo vaatii erityistä tarkkuutta suunnitellessa ja toteuttaessa rakenteiden liitoksia, joissa materiaaleilla on suuret painumaerot. Liitoksien tulee sallia rakenteiden erilaiset painumat ja korkeusasemat. Lisäksi painumien jälkeen rakenteiden ja liitoksien on asetettava vaadittuun asemaan. Esimerkiksi puurakenteen ja hissikuilun liitoksessa voi esiintyä suuria painumaeroja. [12, 33.]

6.3.6 Ongelmarakenteet

Puukerrostalon suurimmat ongelmat ovat pystyrungon painumat sekä välipohjien taipumat, värähtely ja ääneneristävyys. Painumia syntyy sekä puutavaran kuivumisesta että rungossa lappeellaan olevien soirojen puristumisesta. Taipuma ja värähtely vaikuttavat välipohjan mitoitukseen enemmän kuin kantavuus. Haitallinen taipuma ja värähtely saadaan heikennettyä lisäämällä välipohja kannatinpalkkien jäykkyyttä tai lyhentämällä kannatinpalkkien jännemittaa. Siksi huoneistojen sisällä suositeltua on tehdä kannatinpalkit jatkuviksi 2- tai 3-aukkoisiksi palkeiksi. Tämä onnistuu käyttämällä hyväksi huoneistojen sisäisiä väliseiniä, jotka tukevat välipohjaa heikentäen värähtelyä ja taipumaa. [15, 111; 15, 112; 15, 120–121.]

Pohjoisamerikkalaisessa rakentamisessa on kehitetty rakenne, jolla voidaan välipohjan jäykkyyttä lisätä ja taipumat tasata. Kyseissä rakenteissa jäykistävän platform-levyn päälle valetaan 10–40 mm:n kipsibetonikerros. Kipsibetonikerros toimii lattian alustana ja välipohjan mahdolliset taipumat tasaantuvat. Lisäksi betonivalu parantaa välipohjien palonsuojausta. Vaihtoehtoisesti voidaan muodostaa myös liittorakenne, jossa ovat yhteen liitettyinä betoni ja kantavat puu-palkit tai betoni ja jäykistävä levy. Tällöin betonin yksistä tehtävistä on olla osana kantavaa rakennetta ja välipohjasta tulee paljon jäykempi. [15, 113.]

Äänen kulkua rakennusosien läpi voidaan vähentää: lisäämällä rakennusosien massaa, tekemällä rakennusosista monikerroksisia tai tekemällä rakennusosista monikerroksisia ja myös massiivisempia. Välipohjan massan lisääminen ei oikein kelpaa puurakentamiseen ja välipohjan tekeminen moni kerrosrakenteeksi vaikeuttaa sen rakentamista. Kaikki tavat tuovat välipohjien rakentamiselle lisäkustannuksia ja näin alentavat puurakentamisen kilpailukykyä, vaikkakin välipohjien äänen eristävyuden lisääminen on tärkeää. Yksi tapa parantaa ääneneristävyttä on käyttää kelluvaa lattiaa. Siinä lattiarakenteena käytetään kahdesta kolmeen kerroksena liimattuja kipsikartonkilevyjä tai pontattuja lastulevyjä. Lattiarakenteen ja jäykistävän platform-levyn väliin tulee 30–50 mm:n paksuinen kova mineraalivillakerros, mikä erottaa rakenteet toisistaan. Kelluva lattia rakenne parantaa välipohjan ilma- ja askelääneneristystä sekä toimii paloa suojaavana rakenteena platform-levyjä ja palkistoja varten. Kelluva lattia parantaa ilmanääneneristävyttä noin 5 desibelillä ja askelääneneristävyttä noin 10 desibelillä. Märkätiloissa on suositeltavaa

kelluvan lattian kovan mineraalivillan tilalla käyttää umpisoluista polyeteenivaahto-muovimattoa, jota tulee laittaa 10–30 mm:n paksuisesti rakenteeseen, koska kosteusti-loissa on olemassa vesivuotojen vaara. Keveisiin välipohjatyyppeihin tarvitaan lisä-ääneneristävyttä vaadittavan ääneneristävyuden tavoittamiseksi. Tämä mahdollistuu laittamalla välipohjan alapintaan kattolevytyksen jousirangan varaan, mikä erottaa kattolevytyksen kantavasta rakenteesta. Kattolevytyksellä on oltava massaa, jotta ääneneristävyys parantuisi riittävästi. Lisäksi kattolevytys parantaa välipohjan palonsuojausta. Välipohjan ääneneristävyttä ja osin palon kestävyttä voidaan parantaa myös laittamalla välipohjan palkkien väliin kivivillaa. Jousirangan varassa olevalla levytyksellä voidaan ilman- ja askelääneneristävyttä kasvattaa jopa 8 desibelillä kiinteästi koolaukseen kiinnitettyyn levytykseen verrattuna. Lisäksi levytys mahdollistaa ainakin puolen tunnin palonsuojauksen. [15, 113; 15, 115.]

Pystyrungon suunnassa muodostuu painumia puutavaran kuivumisesta ja soirojen puristumisesta, jotka ovat rungossa lappeellaan. Painumien suuruuteen erityisesti vaikuttaa, kuinka paljon on soiroja, jotka ovat lappeellaan rungossa. Painuma voi olla kerrosta kohti jopa 15 mm, mikä tarkoittaa esimerkiksi neljä kerroksisessa talossa ylimmän kerroksen lattiatason 45 mm:n painumista. Painuminen on huomioitava painuvien ja painumattomien rakennuksen osien liitoksissa kuten hissikuilujen asennuksessa. Lisäksi painuminen on huomioitava esimerkiksi LVI-asennuksissa. Suurin osa painumisesta tapahtuu kuitenkin ennen sisäpuolisia viimeistelytöitä, minkä vuoksi painuminen vaikuttaa rakentamiseen vähemmän. [15, 120.]

7 Puurakentamisen tulevaisuus ja edistäminen

Suurimittakaavaisen puurakentamisen yleistymisen esteinä ovat olleet: säädökset, puurakentamisen arvoketjun hajanaisuus ja yhteisten liiketoimintamallien puuttuminen. Siksi yksi puurakentamisen kehitys kohde on puurakentamisen arvoketjuun osallistuvien tekijöiden yhteistyön tehostaminen asiakaslähtöisemmäksi. Nykyään metsäteollisuus määrittelee tuotteisensa asiakkaille ja asiakkaitten on tyydyttävä rajattuun tarjontaan. Toimintaympäristö muuttuu ajan myötä ja asiakkaiden palvelu odotukset muuttuvat myös vaativammiksi. Yrityksien tulisi pystyä liittämään palvelut keskeisenä osana tuotekehitykseen.

Tämä vaatii yhteistyötä ja verkostoitumista puutuoteteollisuudelta rakennusalan ja asennuspalveluita tuottavien yritysten sekä vähittäiskaupan kanssa. [30, 15–17.]

7.1 Elinkaariajattelu rakentamisessa

Puurakentamisen suosiota voitaisiin nostaa huomioimalla rakennuksen elinkaaren vaikutuksia rakentamisen materiaali valinnoilla. Tällöin ekologisuutta tarkasteltaisiin koko rakennuksen elinkaaren ajalta aina rakentamisesta purkamiseen ja mahdollisten materiaalien jatkokäyttöön asti. Esimerkiksi rakennuksen elinkaaren ympäristöarviointi julkisten rakennuskohteiden kilpailuttamisen valintakriteereissä voisi edistää puurakentamisen kohteiden määrää. Puukerrostalon huoltokustannukset ovat kalliimmat kuin vastaavanlaisen betonikerrostalon, mutta puukerrostalo on kevyempi ja nopeampi rakentaa. Puurakentamisen huoltovaatimusten takia hankkeita voitaisiin toteuttaa rakentamisen elinkaarihankkeina. Tällöin rakentajan vastuulla olisi myös rakennuksen kunnossapito seuraavat vuosikymmenet. [30, 15–17.]

7.2 Korjausrakentaminen

Korjausrakentamiselle on suuri kysyntä esimerkiksi 1960- ja 1970-luvuilla rakennetuissa kerrostalolähiössä. Useimmiten korjausrakentaminen on ympäristöystävällisempi ratkaisu kuin uudisrakennuksen tekeminen ja purkamalla vanha rakennus pois. Purkamisessa muodostuu jätettä, uuden rakentaminen vie luonnonvaroja ja energiaa sekä synnyttää päästöjä. Lisäksi rakennuksen elinkaaren aikaiset ympäristövaikutukset tulevat vaikuttamaan rakennusten muutostöiden päätöksentekoon tulevaisuudessa. Korjausrakentamisen mahdollisuuksia ei ole osattu kuitenkaan käyttää hyväksi osaltaan, koska rakennussektorin toimijat mieltävät korjausrakentamisen usein uudisrakentamisen markkinoita tasaavaksi alaksi. Tämän takia korjausrakentamisessa käytetään samoja menetelmiä kuin uudisrakentamisessa, vaikka korjausrakentaminen eroaa merkittävästi uudisrakentamisesta. Korjausrakentamiselle on tyypillistä: pienet hankekoot, vanhojen rakennusten asettamien rajoitukset suunnittelulle ja toteutukselle sekä rakennusten käytön tarve korjauksen aikana. Toinen korjausrakentamisen mahdollisuuksien käyttämisestä vaikeuttava tekijä on rakennushankkeiden hankkeiden tilaajat. Monilla asunto-osakeyhtiön tilaajilla ei ole

kokemusta tai ammattitaitoa rakennushankkeista. Lisäksi tilaajien tavoitteet ja taloudelliset olosuhteet tuovat lisää vaativuutta. Korjausrakentamisen kehittämisen osa-alueita ovat: korjausrakentamisen tuotteiden ja ratkaisujen kehittäminen sekä palveluiden tarjoaminen korjausrakentamisen osana. [30, 23–24.]

7.3 Vienti

Puurakenteisille rakennuksille uskotaan kasvavan merkittävästi kysyntää Venäjällä seuraavien 10–20 vuoden aikana, koska Venäjä tulee tällöin todennäköisesti tarvitsemaan kohtuuhintaisia, energiatehokkaita ja ekologisesti rakennettuja asuntoja. Venäjällä tulee kuitenkin todennäköisesti kehittymään hitaasti puurakentamisen tapa, jossa puurakentamista toteutetaan asiakaslähtöisesti ja rakentamisessa käytetään tehokkaasti valmistettuja tehdastuotteita. Puurakentamisen toteutuksessa tulee olla varovainen, ettei puurakentamiselle muodostu negatiivinen imago Venäjän vanhan puurakennuskannan vuoksi. Venäjän vanha puurakennuskannan yleisimmät rakennukset ovat datšat, vapaa-ajanasunnot ja halvan rakentamisen kerrostalot. Venäjän nykyiset säädökset rajaavat puukerrostalojen rakentamisen suurimmillaan kolmikerroksisiksi. Rakentamissäädöksiä tulisikin voida muuttaa vastaamaan EU:n normeja. [30, 20.]

Merkittävät uudisrakentamisen kasvavat markkinat rajoittuvat Venäjälle, Kiinaan ja Intiaan. Merkittävät korjausrakentamisen kasvavat markkinat sijaitsevat EU-maissa, Pohjois-Amerikassa ja Japanissa. Kerrostalojen rakentaminen on ollut tyypillinen rakennustyyli Kiinassa, mutta puun tunnettavuus on alhaisella tasolla. Tämän vuoksi puun käytön lisääminen runkorakenteissa on vaikeaa. Puurakentamisen vientiin olisi kannattavaa satsata kaikista vaikeuksista huolimatta, koska se voisi mahdollistaa merkittävän työllisyyden kasvun Suomessa. Esimerkiksi puolen miljardin viennin kasvu lisäisi 6300 uutta työpaikka Suomeen. [30, 20–21.]

7.4 Kehitys- ja tutkimustoiminta

Tässä kappaleessa kerrotaan kehitys- ja tutkimustoiminnasta, jotka vaikuttavat tai ovat vaikuttaneet lähimenneisyydessä merkittävästi moderniin puurakentamiseen. Arkkitehtuuri ja rakenteen sisältö rajautuu ohjelmiin ja projekteihin, joissa puun arkkitehtuuria ja rakenteita yritetään kehittää: uusiksi, luoviksi ja kilpailukykyä nostattavaksi konsepteiksi. Puurakentamisen arvoketjun kehittämisen kappaleessa tarkastellaan puurakentamista kehittäviä ohjelmia ja projekteja, jotka vaikuttavat johonkin/joihinkin puurakentamisen jalostusketjun tekijöistä. Samalla kyseisessä toiminnassa huomioidaan muiden jalostusketjujen vaikutukset puurakentamisen lopputuotteeseen.

7.4.1 Arkkitehtuuri ja rakenteet

Puustudion tavoitteena on kehittää ja luoda tulevaisuuden puuarkkitehtuuria suunnittelemalla ja rakentamalla kokonainen rakennus. Lisäksi oppilaat oppivat puurakentamista omin käsin tekemällä ja kurssiin sisällettyjen lisäinformaatio kokonaisuuksista, joissa opettajat ovat niiden pitäjinä. Lisäinformaatio kokonaisuuksia ovat esimerkiksi ohjatut työpajat ja luennot. Kehitetyt rakenneperiaatteet, liitostekniikat sekä prosessit pyritään lähtökohtaisesti ottamaan yleisesti käyttöön nykyrakentamiseen. Puustudio aloitettiin teknillisen korkeakoulun arkkitehtiosastolla vuonna 1994. [31, 5; 31, 8.]

Puustudio suoritetaan kahdessa osassa. Ensimmäisessä osassa syksyllä tehdään nopeasti todellisessa mittakaavassa olevia rakennelmia. Toisessa osassa keväällä opiskelijat rakentavat ja suunnittelevat kokonaisen puurakennuksen. Syyslukukausi koostuu opiskelijoiden perehdytyksellä puun käyttö mahdollisuuksiin rakennelmissa. Tämä onnistuu erilaisilla osatehtävillä, jotka aloitetaan analyysillä. Analyysistä siirrytään suunnittelemaan ja toteuttamaan, mitkä suoritetaan nopeasti. Lisäksi lukukauden loppuun valitaan opiskelijoiden suunnitelmista yksi kevätlukukauden pääprojektiksi, josta rakennetaan ryhmätyönä rakennus. Kevät lukukausi koostuu pääprojektin suunnittelusta ja toteutuksesta. Suunnittelu suoritetaan todella huolellisesti ja etsitään rakennelmiin mahdollisimman hyvät toteutustavat. Rakennelma ratkaisuja etsitään vertailemalla ryhmien tekemiä vaihtoehtoja ja valitsemalla projektin tarkoitukseen parhaiten käyvä ratkaisu. Pääprojektin ke-

hittämiseen osallistuu pääarkkitehdin lisäksi muutkin oppilaat. Wood Program on vuodenpituisen kurssi, jossa opetetaan puurakentamista suunnittelemalla toteuttamalla kokonainen uuden tyyppinen puurakennus aivan kuin puustudiossa. Wood Programin suurin ero puustudiosta on, että Wood Program -ohjelmassa käytetään englanninkieltä ja se on suunnattu kansainvälisille opiskelijoille. Wood Program ohjelma aloitettiin vuonna 2001. [31, 90.]

Spirit of nature puuarkkitehtuuripalkinto palkinto perustettiin vuonna 1999 ja se myönnetään ryhmälle tai henkilölle, joka on töissään osoittanut puumateriaalin etevää ja luovaa käyttöä. Palkinnon suuruus on 40 000 € ja sen jakaa Puu kulttuurissa ry joka toinen vuosi [32, 6-7]. Palkinto on jaettu palkintogaalassa Sibelius-talossa ja palkinnon saaja suunnittelee kohteen puuarkkitehtuuripuistoon Lahteen [32, 7]. [33, 1.]

7.4.2 Puurakentamisen arvoketjun kehittäminen

Metsä-alan strategisen ohjelman tavoitteena on parantaa metsä-alan ja sen jalosteiden kannattavuutta Suomessa. MSO valvoo ja arvioi metsä-alan rakennemuutosta ja alustaa siihen vaikuttavia toimenpiteitä eri hallinnonalojen ja toimijoiden välillä. Ohjelman tärkeimmät kehittämisosa-alueet ovat: biotalous, puurakentaminen ja puurakentamisen kasvun sekä kansainvälistymisen edistäminen [34, 1]. Työ- ja elinkeinoministeriö hallinnoi ohjelmaa. Ohjelma aloitettiin lokakuussa 2011 ja ohjelmankausi jatkui syyskuun loppuun 2015 [34, 1]. [35, 1.]

Valtakunnallinen puurakentamisohjelma on yksi tärkeimpiä MSO:n hankkeita [36, 1] ja sen kesto on 1.1.2012–30.9.2015 [19, 1].

Puurakentamisohjelman tarkoituksena on pienentää rakentamisen hiilijalanjälkeä lisäämällä merkittävästi kotimaisen puun käyttöä rakentamisessa. Suomalaisen puurakentamisen kansainväliseksi brändiksi halutaan nostaa korkeatasoisen arkkitehtuurin ja designin yhdistäminen ympäristötietoiseen, energiatehokkaaseen ja talotekniikaltaan älykkääseen rakentamiseen. Puurakentamisohjelmassa suomalaisten puukerrostalojen markkinaosuus on tavoitteena nostaa kerrostalojen uudisasuntotuotannossa noin yhdestä prosentista kymmeneen lähivuosien aikana. Betonikerrostalojen julkisivujen energiakorjauksissa ja lisäkerrosrakentamisessa tavoitellaan jopa 90 %:n markkinaosuutta. Lisäksi jalostettujen puutuotteiden viennin arvo on määrä kaksinkertaistaa 0,5 miljardista eurosta yhteen miljardiin euroon. [19, 1.]

Ohjelman pääongelmakohdat ovat: uusien puurakentamisrakennuskohteiden muodostaminen, puurakentamisen koulutus ja puuteollisuus. Ohjelman toteuttajat ovat pyrkineet etsimään uusia suuria rakentamiskohteita, joissa puu sulautettu rakenteeseen onnistuneesti ja taloudellisesti. Rakentamiskohteiden etsintää on suoritettu yhteistyössä, johon ovat osallistuneet: Suomen merkittävimmät rakennusliikkeet, rakennuttajat, kasvukeskusten kuntapäättäjät ja kaavoitustahot. Valtiovalta haluaa puurakentamisen kasvattamisella myös kehittää aluetaloutta ja työllisyyttä. [19, 1.]

Puurakentamisen nostaminen noin 20 prosenttiin kerrostaloasuntojen uudistustannossa ja puutuotteiden viennin kaksinkertaistaminen nostavat tukin käyttöä noin miljoonalla kiintokuutiometrillä vuodessa. Tämä lisää samalla sekä kuitupuun että energiapuun markkinoille tuloa kumpaakin noin yhdellä miljoonalla kiintokuutiometrillä, eli yhteensä noin 3 milj. m³ puun käytön lisäystä vuodessa. Puurakentamisen lisäämisellä voidaan kasvattaa osaltaan myös puutuotteiden kysyntää ja vientimahdollisuuksia ja saada tällä aikaan lähes 6 000 uutta työpaikkaa Suomeen. [19, 1.]

Rakennusalan ammattilaisilla on osaamisessaan puutteita nykyaikaisen puurakentamisen alalta Suomessa. Esimerkiksi rakennesuunnittelijoilla on vaikeuksia Eurokoodien ja CE-merkintävelvoitteiden kanssa. Tämän takia on kehitelty käytännöllisiä suunnittelutyökaluja ja -ohjelmia. Yksi merkittävä taho kyseisen ohjelmien ja työkalujen tarjoajista on Puuinfo Oy, jonka kotisivuilta löytyvät puurakentamisen suunnittelutyökaluja, -ohjeita ja mitoitusohjelmia. Lisäksi rakennusalan eri tahojen toimintaa on tarkoitus tiivistää ja tehostaa uuden tiedon hankinnassa ja tutkimustoiminnassa lisäämällä kyseisten tahojen yhteistyötä. Puuteollisuuden kilpailukykyä on pyritty nostattamaan yleisellä puubrändityöllä ”Puun tarinat” ja yritysten yhteisellä palvelualustalla, joka löytyy [www. woodproducts.fi](http://www.woodproducts.fi) -sivulta. Lisäksi puutuoteteollisuuden kilpailukykyä pyritään parantamaan muodostamalla yrityskasvu- ja veturiyrittymällejä, joiden tarkoituksena on yhdistää kyseisen alan yritysten verkosto-, tuotanto-, markkina- ja tuotekehitysosaamista. Lisäksi vientiä pyritään parantamaan yhdessä muiden Suomen vienti yritysten ja valtiovallan kanssa. [19, 1.]

Innovatiiviset kaupungit –ohjelman tavoitteena on synnyttää korkean osaamisen perustuvia kilpailukykyisiä yrityksiä. Tämä saavutetaan eri tahojen yhdistäessä osaamisensa esim. koulujen ja yritysten. Ohjelmassa on viisi teemaa ja teemoille on määritetty veto-

vastuussa olevat kaupunkiseudut (Taulukko 2). Lisäksi on seitsemän muuta kaupunkiseutua, jotka on hyväksytty teemoihin kumppaneiksi. Ohjelman rahoituksessa ovat mukana EU, Suomen valtio ja kaupunkiseudut. EU rahoittaa ohjelmaa EU:n rakennerahastojen varoilla. Suomen valtiolla ja kaupunkiseuduilla on kummallakin samansuuruinen rahallinen panostus ohjelmaan 10 milj. euroa eli yhteensä Suomen osuus 20 milj. euroa. [37, 1.]

Taulukko 2. Innovatiiviset kaupunkien hankkeen teemojen vetovastuu ja kumppani kaupungit [37, 1].

	Vetovastuu	Kumppani(t)
Biotalous	Joensuu	Jyväskylä & Seinäjoki
Kestävät energiaratkaisut	Vaasa	Lappeenranta & Pori
Tulevaisuuden terveys	Oulu	Kuopio, Pääkaupunkiseutu, Tampere & Turku
Älykäs kaupunki ja uudistuva teollisuus	Tampere	Lahti, Oulu, Pääkaupunkiseutu & Turku
Kyberturvallisuus	Jyväskylä	

Teollisen puuelementtirakentamisen tuotteistaminen (TEPUTU) -hankkeen tavoitteena oli muodostaa yhtenäinen ja avoin rakentamisjärjestelmä puuelementtirakentamiseen. Hankkeen merkittävimpiä saavutuksia oli RunkoPES:n luominen. RunkoPES on puuelementtirakentamisen avoin standardi, jota on kehitelty jo n. kolmen vuoden ajan. Standardin tarkoituksena on saada vakioitua eri rakentamisjärjestelmien kantavien osien liitokset mittajärjestelmineen. Standardi ei kuitenkaan rajoita rakennetyyppien sisältöä ja valmistajaa. RunkoPES etuina ovat suunnittelun helpottuminen runko-osien parempi kilpailutus ja rakentamisen helpottuminen. RunkoPES:ä ovat olleet kehittelemässä Puuinfo Oy ja Finnish Wood Research ja standardin julkaiseminen tapahtui vuonna 2013. [19, 1.]

8 Haastattelut

Haastattelujen tavoitteena oli saada vastauksia Pohjois-Karjalan maakunnassa toimivien rakennusliikkeiden suhtautumisesta puurakentamiseen sekä siitä, miten Karelia-ammattikorkeakoulu voisi tukea ja edistää puurakentamiseen liittyvää toimintaa alueen yrityksissä.

Haastattelumenetelmänä käytettiin teemaahaastattelua. Teemaahaastatteluissa pyritään saamaan vastauksia johonkin ilmiöön tai asiaan haastattelemalla henkilöitä, joilla on kokemusta kyseistä ilmiöstä. Ennen haastattelua haastattelija on ottanut selvää tutkittavan ilmiön oletetuista tekijöistä ja kokonaisrakenteesta. Näin hän saa selville miten tekijät olettavasti vaikuttavat tutkittavaan ilmiöön ja hän voi analyysin pohjalta muodostaa haastattelurungon. Haastattelun aikana haastattelija pyrkii haastattelua ohjaamalla saamaan vastauksia analysoiduista tekijöistä, joista haastateltavalla on aikaisempia kokemuksia. [38, 47.]

Haastatteluihin osallistui kuusi rakennusalan yritystä, joilla oli ollut kokemusta puurakentamisesta. Jokaista kuutta yritystä käytiin haastattelemassa erillisinä haastatteluina toisiinsa nähden. Haastatteluihin oli tehty valmiiksi haastattelukysymykset (liite 1), joihin haastateltavana oleva henkilö vastasi ja haastattelut nauhoitettiin. Haastattelukysymyksillä pyrittiin saamaan tutkimuskysymyksiin vastaukset:

- Mitä kehittämistarpeita rakennusalan yrityksillä on?
- Miten Karelia-amk voisi tukea yrityksiä ja niiden kehittämistarpeita?
- Onko yrityksillä erityisiä tarpeita koskien rakenteilla olevaa laboratorioympäristöä?

Nauhoitukset kirjoitettiin puhtaaksi tietokoneelle (liite 2) ja niiden pohjalta laadittiin yhteenveto haastattelujen tuloksista. Yhteenvedosta selviää haastateltavien yritysten näkemykset puurakentamisen haasteista ja mahdollisuuksista sekä miten Karelia-ammattikorkeakoulu voisi tukea ja edistää puurakentamiseen liittyvää toimintaa alueen yrityksissä.

9 Yhteenveto tuloksista

Edellytykset

Rakennusyrietykset ovat toteuttaneet puurakentamista yleisesti oman liiketoimintansa osana. Puurakentamista oli toteutettu pienimittakaavaisissa rakennuksissa ja puuta oli käytetty yleisesti eritarkoituksiin rakennusmateriaalina kohteissa, joissa runkona oli käytetty muuta kuin puuta. Tosin ainoastaan kolmella haastateltavalla yrityksellä oli kokemusta suurimittakaavaisista puurakentamiskohteista. Yksi näistä yrityksistä on osallistunut puurakentamista kehittävään tutkimustoimintaan, jossa on mukana useampia tahoja esimerkiksi yliopistoja. Lisäksi yritysten liiketoimintojen kehittäminen on suuntautunut yleisesti tuotannon ohjaus menetelmien parantamiseen.

Julkinen tuki koettiin puurakentamista varten tärkeäksi mm. rakentamisesta saatavan kokemuksen ja sen myötä tulevan osaamisen niin suunnittelussa kuin toteuttamisessa. Yksi tukimuoto voisi olla kaavoittaminen, jossa määriteltäisiin kiinteistöjä ainoastaan puurakentamiseen. Toisena tukimuotona ilmeni ensimmäisten puukerrostalojen tuleminen vuokrauskäyttöön maakunnan tukemana. Tällöin saataisiin käyttäjiltä monipuolisesti palautetta puukerrostalossa asumisesta ja puukerrostaloja voitaisiin kehittää palautetta huomioiden. Muita puurakentamisen tukimuotoja voisivat olla puukerrostaloihin tarvittavien tuotteiden saatavuuden parantaminen, kuten puutalotehtaiden toiminnan tukeminen ja tuotetestauksen tukeminen. Lisäksi yksi haastateltavista yrityksistä kannatti puukerrostalojen rakenne osien standardisoimista. Tosin haastateltavista yrityksistä yksi vastusti julkista tukea, koska suurimittakaavaiset puutalot tulisi saada tuotettua ilman tukea vähintään yhtä kilpailukykyisesti kuin vastaavanlaiset kivirakennukset.

Suurimittakaavaisten puurakentamisen kannattavuuden esteinä pidettiin kysynnän vähyttä ja puukerrostalojen tekemisen kalleutta. Haastateltavana olleista yrityksistä useimmat toivoivatkin yleistä tiedottamisesta ihmisille puurakentamisesta. Tosin puuta pidettiin hyvänä rakennusmateriaalina, mutta suurimittakaavaisen puurakennuksen teknistä toimivuutta pidettiin haasteellisena ja sen rakentamista koskevaa lainsäädäntöä liian tiukana. Teknisen toimivuuden ongelmiksi mainittiin palo-osastoinnin toteuttaminen ja ra-

kennetekniset seikat, joita ovat esimerkiksi äänitekniikka, rakenteiden painumat ja jäykkyys. Palo-osastoinnin toteuttamista suurimittakaavaisissa rakennuksissa voitaisiin helpottaa yksinkertaistamalla palo-osastointia koskevia rakennusmääräyksiä ja –asetuksia.

Oppilaitosyhteistyö (amk)

Oppilaitosyhteistyötä on toteutettu antamalla opiskelijoille opinnäytetyö aiheita ja harjoittelupaikkoja. Lisäksi useimmat haastateltavista yrityksistä ovat järjestäneet työmaavierailuja kouluille. Valtaosa haastateltavista yrityksistä haluaisi entisestään syventää yhteistyötä koulujen ja etenkin Karelia-amk:n kanssa, mutta yhteistyön toteuttaminen ei saisi estää liiketoimintojen toteuttamista ja se ei saisi tulla kustannuksiltaan liian suureksi. Tämän vuoksi yhteistyö ei saisi viedä merkittävästi aikaa ja tulisi sopia yritysten liiketoimintoihin sitä haittaamatta. Monilla yrityksillä oli kiinnostusta opintojaksoihin osallistumiseen, mutta kahdella yrityksellä oli ainoastaan kiinnostusta yrityksen henkilöstön kouluttautumiselle Karelia-amk:n kouluttamana. Yrityksen henkilöstön kouluttautumisen sisällöksi toivottiin uusien määräysten ja standardeihin liittyvää koulutusta. Lisäksi kahdella yrityksellä oli kiinnostusta rakenteiden mittaus- ja seurantapalveluiden hankintaan Karelia-amk:lta ensisijaisesti kosteuteen liittyen.

Haastattelujen perusteella Karelia-amk:n opiskelijoille tulisi opettaa entistä enemmän käytännön läheistä tietoa. Opetus-sisällöiksi mainittiin mm. määräysten ja teknisten asiakirjojen ymmärtäminen ja niiden täyttäminen, sekä johtaminen. Lisäksi yksi haastateltavista yrityksistä toivoi opiskelijoille opetettavan enemmän suurimittakaavaisten puurakentamiseen liittyvää tietoa.

Laboratorioympäristö

Useat haastattelevista yrityksistä kertoi kosteusjärjestelmän kehittämisen tarpeista. Kosteusjärjestelmän toivottiin: mahdollistavan kiinnittymisen kiinteästi rakenneosaan, mittaamaan kosteutta reaaliaikaisesti etäluennolla, poistavan liiallisen kosteuden pois ja pitävän rakennuksen ympäristön kosteuden optimaalisena. Lisäksi kysyntää esiintyi puun kosteuselämistä estävälle aineelle.

CLT-tekniikkaa pidettiin merkittävänä suurimittakaavaisten puurakentamisen kehittämisessä. Haastattelujen perusteella CLT-tekniikka on jo nykyisen kaltaisena kilpailukykyinen rakentamisessa, mutta puuelementtien ja CLT-elementtien tekniikassa ja käytön toimivuudessa on vieläkin paljon parannettavaa. Esimerkiksi voisi suunnitella CLT-elementtien muokkaamisen työmaalla mahdollistavan välineen, jolla saisi tehtyä mm. reikiä elementteihin. Lisäksi CLT-tuotteiden saatavuutta pidetään huonona Suomessa.

Muita kehittämiskohteita voisivat olla tuotannon ohjaamiseen tarvittavan teknologian parantaminen ja eri rakennedetaljien tiiveyden käytännön testaaminen. Testauksessa voitaisiin määrittää kyseisten rakenteiden liitosten tiiveyttä ja lämmönpitävyyttä.

Verkostoituminen

Verkostoitumisen lisäämistä rakennusyritysten välillä kannatti ainoastaan kaksi haastateltavista yrityksistä. Kahdella näillä yrityksillä oli kokemusta rakentamiseen liittyvästä liiketoiminnasta Itä-Aasiassa tai Venäjällä. Valtaosalla haastateltavista yrityksistä oli kiinnostusta Karelia-amk:n järjestämiin tapahtumiin, joita olivat Karelia-amk:n neuvottelutoimikunta, verkostoitumisen ja benchmarkingmatkat ja tapahtumat. Tosin estäviksi tekijöiksi tapahtumien osallistumiselle mainittiin koituvat kustannukset ja aika.

10 Pohdinta

Haastattelut suoritettiin kullekin haastateltavalle kahden kesken haastattelijan kanssa ja haastattelujen vastaukset on esitetty opinnäytetyössä esitystavalla, jossa haastateltavien henkilöllisyydet tai yrityskohtaiset arkaluontoiset asiat eivät käy ilmi. Näin yrityksiensä liikesalaisuudet ja muut julkisuuteen sopimattomat asiat eivät tule ilmi opinnäytetyöstä. Menetelmänä oli teemahaastattelu, jonka mukaan haastateltavilla täytyy olla tutkittavasta ilmiöstä kokemuksia. Kaikilla yrityksillä ei ollut merkittävästi kokemusta puurakentamisesta, joka oli yksi osa-alue tutkittavasta ilmiöstä. Tämän ongelman olisi voinut ratkaista haastateltavien vallinnassa, kysymällä tarkemmin minkälaisesta rakentamisesta kysei-

sellä rakennusyriyksellä on kokemusta ja miten suurissa määrissä. Tosin Pohjois-Karjalan alueella on todennäköisesti vähän suuren mittakaavan puurakentamiseen osallistuneita rakennusyriyksii ja heistä kaikki eivät olisi välttämättä suostuneet haastateltaviksi.

Puurakentaminen tulee todennäköisesti muuttumaan tulevaisuudessa, joten sitä kohtaa olevat tarpeetkin oletettavasti muuttuvat. Esimerkiksi puurakentamisen arvoketjun on odotettavissa muuttuvan lisäämällä yhteistyötä keskenään ja muuttamalla asiakaslähtöisemmäksi tulevaisuudessa [30, 15–17]. Puurakentamisen asiakaslähtöisyys on odotettavissa näkyvän mm. metsäteollisuuden tuotteiden muuttumisena asiakkaitensa tarpeiden mukaisiksi [30, 15–17]. Nykyisin metsäteollisuus tarjoaa heidän määrittelemiään tuotteita ja asiakkaiden on tyydyttävä tähän [30, 15–17]. Opinnäytetyötä voisi kehittää toistamalla tutkimus uudestaan puurakentamisen muututtua tai tekemällä tutkimus eri alueen yriyksille kuin Pohjois-Karjalan alueella toimiville yriyksille. Suuri mittakaavaisen puurakentamisen yhdeksi esteeksi haastatteluista ilmeni vähäinen kysyntä kyseistä rakentamismuotoa kohtaa. Tämän takia ihmisille voisi tehdä tutkimuksen kuinka he suhtautuvat puurakentamiseen käyttäjän näkökulmasta. Heille voisi kertoa tiivistetysti faktat puurakentamisesta ja näkökulmia tuottajan suhtautumisesta suurimittakaavaista puurakentamista kohtaan. Tuottajan näkökulmasta voisi luoda ehdotelmia suurimittakaavaisen rakenteista ja tästä muodostaa kuinka nämä ehdotelmat vaikuttaisivat käyttäjään. Haastateltava vastaisi, mitä mieltä hän on kyseisestä ehdotuksesta ja kuinka sitä tulisi hänen mielestään muuttaa.

Lähteet

1. 2013. Benchmarking menetelmäkortti. http://tykes.lpt.fi/met-hods_docs/BENCHMARKING_MENETELMAKORTTI2.pdf. 8.11.2015.
2. Honour, H. & Fleming, J. 2001. Maailman taiteen historia. Helsinki: Otava.
3. Helsingin yliopisto. 2005. Puun kemiallinen rakenne. <http://www.helsinki.fi/ke-mia/opettaja/aineistot/puu/puunkemiallinenrakenne.html>. 8.11.2015.
4. Valkeapää, L., Salmela, U & Bonelius, E. 2007. Taidehistorian sanasto. Jyväskylän yliopisto. <https://www.jyu.fi/hum/laitokset/taiku/tiedostot/sanasto.pdf>. 8.11.2015.
5. Caven, O. 2015. Hirsirakennuksien vauriot. Museovirasto. http://www.rakennusperinto.fi/Hoito/Korjaus_artikkelit/fi_FI/Hirsirakennuksien_vauriot/. 8.11.2015
6. Puuinfo. 2015. Liimapuu. <http://www.puuinfo.fi/puutieto/insin%C3%B6C3%B6ri-puutuotteet/liimapuu>. 8.11.2015.
7. Kärkkäinen, M. 2007. Puun rakenne ja ominaisuudet. Hämeenlinna: Karisto Oy.
8. Siikanen, U. 2014. Rakennuksen palotekninen suunnittelu. Rakennustieto. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK00s659.pdf>. 8.11.2015.
9. Pro Puu. 2015. Puun rakenne. http://www.puuproffa.fi/PuuProffa_2012/fi/puun-rakenne. 8.11.2015.
10. Viljakainen, M., 1997. Puukerrostalo. Tampere: Tammer-paino Oy.
11. Puuinfo. 2011. Puurakentaminen on ratkaisu. <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/info/puurakentaminen-on-ratkaisu/puurakentaminenon-ratkaisu1.pdf>. 24.9.2015.
12. Tolppanen J., Karjalainen M., Lahtela T. & Viljakainen M. 2013. Suomalainen puukerrostalo: rakenteet, suunnittelu ja rakentaminen. Tampere: Juvenes Print – Suomen Yliopistopaino Oy.
13. Karelia-ammattikorkeakoulu. (2014). Bino-Biotalous ja talotekniikan innovaatioympäristöt –hankehakemus (ESR)
14. Hannila, P. & Kyngäs, P. 2008. Teemahaastattelu laadullisessa tutkimuksessa. Helsingin ammattikorkeakoulu. Hoitotyön koulutusohjelma. Opinnäytetyö. <http://www.doria.fi/handle/10024/38214>. 24.9.2015.
15. Lundsten, B., Paloheimo, E., Suonto, Y., Mäkipuro, R., Siikanen, U., Heikkinen, P., Koiso-Kanttila, J., Usenius, A., Peura, P & Kiviniemi, A. 2000. Metsä ja puu IV : puinen rakennus. Tampere: Tammer-paino Oy.
16. Siikanen, U. 2008. Puurakentaminen. Tampere: Esa Print Oy.
17. Norri, M., Paatero, K. 1997. Rakennettu puusta timber construction in finland. Espoo: Kirjapaino Oy.
18. Siikainen, U. 1987. Puurakennusten suunnittelu : tarvikkeet ja rakenteet. Jyväskylä: Gummerus Oy.
19. Puuinfo. 2015. Puurakentamisen asema ja mahdollisuudet Suomessa. <http://www.puuinfo.fi/node/1652>. 24.9.2015
20. Jäppinen, J., Voutilainen, H. 2002. Maailman suurin puukirkko Kerimäellä. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
21. Savonlinnaseurakunta. 2015. Kerimäen kirkko. <http://www.savonlinnaseurakunta.fi/kerimaen-kirkko/kerimaen-kirkon-historiaa>. 24.9.2015.
22. Sinisalo, A., Lilius, H. 1970. Kauneimmat kirkkomme. Jyväskylä: K. J. Gummerus Osakeyhtiö.
23. 2015. Kerimäen kirkko sisältä 2013. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kerim%C3%A4en_kirkko_sis%C3%A4lt%C3%A4_2013_3.JPG. 8.11.2015.

24. Parviainen, J., Lindroos, M. 2009. Metla-talo: Innovatiivista puurakentamista. Gummerus Kirjapaino Oy.
25. Luke. 2015. Metsäntutkimuslaitos (Metla) 1917-2014. <http://www.metla.fi/metla/>. 8.11.2015
26. Viljakainen, M. 2011. Avoin puurakennusjärjestelmä – suunnitteluperusteet. Puuinfo. <http://www.puuinfo.fi/rakentaminen/suunnitteluohjeet/avoin-puurakennusjarjestelma-suunnitteluperusteet>. 24.9.2015
27. Romppainen, I. 2010. Lämmin puutalo : ohjeet ilmanpitävään ja energiaa säästävään rakentamiseen. Tampere: Tammerprint Oy.
28. Puuinfo. 2015. Runkojärjestelmän vaikutukset puukerrostalon arkkitehtisuunnitteluun. <http://www.puuinfo.fi/rakentaminen/suunnitteluohjeet/runkojarjestelman-vaikutukset-arkkitehtisuunnitteluun>. 24.9.2015.
29. Puuinfo. 2015. Yleisimmät rakennejärjestelmät. http://www.woodproducts.fi/fi/content/yleisimmat-rakennejarjestelmat_24.9.2015.
30. Haapio, A. 2015. Puurakentamisen tulevaisuuden näkymät - haastattelututkimus. VTT. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2013/T141.pdf>. 24.9.2015.
31. Heikkinen, P., Laiho, J. & Tiainen J. Puusta tehty : Puustudio : 19 näkökulmaa
32. Ovalle, J. 2008. José Cruz Ovalle : Spirit of nature puuarkkitehtuuripalkinto 2008. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy.
33. Puu kulttuurissa ry. 2015. Tietoa Spirit of nature –puuarkkitehtuuripalkinnosta. <http://www.woodinculture.fi/spirit-of-nature>. 24.9.2015
34. Työ- ja elinkeinoministeriö. 2015. Metsäalan strateginen ohjelma. https://www.tem.fi/ajankohtaista/vireilla/strategiset_ohjelmat_ja_karkihankkeet/metsaalan_strateginen_ohjelma/ohjelma?v_114439=238468. 24.9.2015
35. Maa- ja metsätalousministeriö. 2015. Metsäalan strateginen ohjelma. http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/metsat/Strategiat_ohjelmat/muut_strategiat.html. 24.9.2015
36. Työ- ja elinkeinoministeriö. 2015. Lisää ympäristöystävällistä puurakentamista. <https://www.tem.fi/index.phtml?s=4737>. 24.9.2015
37. Työ- ja elinkeinoministeriö. 2015. Innovatiiviset kaupungit –ohjelma (INKA). <http://www.tem.fi/inka>. 24.9.2015
38. Hirsijärvi, S., Hurme, H. 2010. Tutkimushaastattelu: teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Tallinna: Gaudeamus.

Haastattelukysymykset

KEHITYSTOIMINTA

Minkälaiseen kehitystoimintaan yrityksessä on satsattu ja mitä tulevaisuudessa? (tuotekehitys, liiketoiminnan kehittäminen, , tuotannon kehittäminen, myynnin/markkinoinnin kehittäminen, jne.)

Minkälaista tukea yrityksenne tarvitsee liittyen tuotekehitykseen, mukaan lukien myynti ja markkinointi? (esim.

eri teknologioiden käyttöönotto, pitkäaikaistestaus, patentointi, viennin edistäminen, jne.)

PUURAKENTAMINEN

Minkälaisia kokemuksia yrityksellänne on puunkäytöstä rakennusmateriaalina?

Mitä esteitä näet puunkäytölle kerrostalorakentamisessa tai rakentamisessa yleensä?

Millaisia kehitystoimenpiteitä puurakentamisen ja puutoimialan yritykset mielestäsi tarvitsee?

Miten maakunnan tasolla pitäisi tukea puurakentamista ja puutoimialaa?

OPPILAITOSYHTEISTYÖ

Millaista yhteistyötä organisaationne tekee ja haluaisi tulevaisuudessa tehdä korkeakoulujen ja yritysten kanssa? Millaista oppilaitosyhteistyötä voisitte harkita? (opinnäytteet, harjoittelut, opintojaksoyhteistyö, markkinaselvitykset, asiantuntijapalvelut)

Haluaisitteko osallistua säännöllisesti johonkin opintojaksoon esim. toimeksiantajan roolissa?

Onko yrityksellänne tarvetta koulutukselle johonkin aihealueeseen liittyen?

Onko yrityksenne kiinnostunut osallistumaan Itä-Aasian tai Venäjään vientiin liittyviin toimenpiteisiin?

Millaisia taitoja/valmiuksia opiskelijoillenne tulisi opettaa tulevaisuudessa liittyen toimialaanne?

Haastattelukysymykset ja vastaukset

DEMOYMPÄRISTÖ

Millaisia tarpeita yrityksellä on talotekniikan / puurakentamisen laboratorioympäristölle?

(prototyypien valmistus ja testaus)

Mitä laboratorioympäristö pitäisi mahdollistaa?

Miten haluaisitte hyödyntää ko. ympäristöä?

Millaisista teknologioista yrityksenne olisi kiinnostunut? (laitteet, valmistustekniikat, materiaalit, jne.) Voisitko kuvitella osallistuvan rahallisesti ympäristön käynnistämiseen/toimintaan?

VERKOSTOT

Ovatko toimialasi yritykset verkostoituneet riittävästi?

Miten kehittäisit toimialan verkostoja?

Olisitko kiinnostunut osallistumaan Karelia-amk:n järjestämiin verkostoitumis- sekä benchmarking matkoihin/tapahtumiin?

Haluaisitko osallistua Karelia-amk:n puurakentamisen neuvottelutoimikunnan* toimintaan?

** neuvottelutoimikunnan tarkoituksena on luoda suuntaviivoja alueelliselle kehitystoiminnalle erityisesti Kareliaamk:n näkökulmasta*

Haastattelukysymykset ja vastaukset

KEHITYSTOIMINTA

Minkälaiseen kehitystoimintaan yrityksessä on satsattu ja mitä tulevaisuudessa? (tuotekehitys, liiketoiminnan kehittäminen, , tuotannon kehittäminen, myynnin/markkinoinnin kehittäminen, jne.)

- Kehitystoimintaan on panostettu kartoittamalla eri vaihtoehtoja. Esimerkiksi Joensuun seudulla oli puukerrostalo suunnitteilla, mutta hanketta ei saatu toteutettua vähäisen kysynnän vuoksi.
- Tavalliseen rakentamiseen on panostettu ja myös puurakentamiseen. Puurakentamiseen on panostettu osallistumilla puurakentamista kehittävään tutkimukseen, jossa on mukana useampia tahoja, kuten Tekes ja yliopistoja. Tutkimukseen on osallistuttu mm. rahoittajan roolissa.
- Kehitystoiminnan osalta kehitystä on liiketoiminnasta, tuotannosta, myynnistä ja markkinoinnista. Tuotekehitykseen on satsattu toimintamalleja kehittämällä.
- Kehitystoimintaan on panostettu kehittämällä yrityksen tietojen käsittelyä esimerkiksi ottamalla parempia tietokoneohjelmia. Tärkein kehitystoiminta kohde on kuitenkin nollaenergiakerrostalohanke, johon on osallistunut julkinen sektori ja useampi taho ulkomailta. Kohde ei ole puurunkoinen ja sitä ei ole vielä rakennettu, mutta siitä on tarvittavat suunnitelmat toteutusta varten.
- Haastateltava yritys ei ole panostanut puurakentamiseen vaan muihin rakentamismuotoihin Pohjois-Karjalan alueella. Tosin puuta on käytetty muiden rakentamismuotojen täydentävänä materiaalina, kuten kattorakenteissa.

Minkälaista tukea yrityksenne tarvitsee liittyen tuotekehitykseen, mukaan lukien myynti ja markkinointi? (esim. eri teknologioiden käyttöönotto, pitkäaikaistestaus, patentointi, viennin edistäminen, jne.)

- Myyntiin ja markkinointiin tarvitaan tukea mahdollisen viennin edistämiseen lähitulevaisuudessa. Tuki voisi olla esimerkiksi opastusta kuinka kohdemaassa kannattaa aloittaa myynti/markkinointi.

Haastattelukysymykset ja vastaukset

- Julkinen tuki on toivottavaa, jos tulevaisuudessa on samankaltaisia hankkeita kuin aiemmin mainittu nollaenergiakerrostalohanke
- Tukea saadaan konsernin puolesta tarvittaessa.
- Tuotekehityksen tukea toivotaan saavan talotehtailta, joiden kanssa on yhteistyötä tulevaisuudessa. Tuotekehitys voisi koskea toimintaa, joka mahdollistaisi talotehtaiden kilpailukykyisten tuotteiden paremman hyödyntämisen.

PUURAKENTAMINEN

Minkälaisia kokemuksia yrityksellänne on puunkäytöstä rakennusmateriaalina?

- Puurakenteisia taloja tehdessä on tapahtunut muutamia virheitä mm. suunnitteluvirheiden vuoksi, kun suunnittelussa ei ole otettu oikein huomioon painumia. Lisäksi on tapahtunut puurakentamistapauksia tapauksia, joissa puu on elänyt ja siihen on muodostunut halkeamia. Asiakkaat ovat valittaneet näistä halkeamista, vaikka ne olisivat olleet mittasuhteiltaan pieniä. Itse puurakentamisen toteutus on miellyttävää mm. siisteytensä vuoksi.
- Puurakentamista on toteutettu pientalo- ja rivitalokohteissa Pohjois-Karjalan alueella. Suuremman mittakaavan puurakentamista ei ole toteutettu. Puuta rakennusmateriaalina pidetään silti hyvänä.
- Puurakentamista on toteutettu rivitaloissa.
- Puuta on käytetty eri rakenteissa (esim. ulkoverhous ja runko), mutta se ei ole keskeinen rakennusmateriaali.
- Puurakentamista on toteutettu useammassa kohteissa ja niistä on saatu hyviä kokemuksia.
- Puukerrostalo rakentamisesta on kokemusta puukerrostalohankkeeseen osallistumalla rakennusurakoitsijana.

Haastattelukysymykset ja vastaukset

Mitä esteitä näet puunkäytölle kerrostalorakentamisessa tai rakentamisessa yleensä?

- Puukerrostalojen rakentamisen ongelmana on sopivien tuotteiden saatavuus, kuten CLT-elementit. Lisäksi puukerrostalojen rakentamisesta ei ole yleisesti paljoakaan kokemusta. Osaltaan tämän vuoksi on vaikeaa löytää suunnittelijaa, joka osaisi suunnitella perusrakennedetailjit puukerrostalo kohteissa.
- Puukerrostalon rakentamisen yksi ongelma on kuinka saada toistuvat virheet poistettua. Lisäksi ihmisten suhtautuminen puukerrostaloja kohtaan on haaste.
- Puurakentamisen suurempana ongelmana on sen kalleus ja jotkin rakennetekniset (äänitekniikka) ratkaisut ovat haasteellisia. Lisäksi tiukkaa lainsäädäntöä pidetään ongelmallisena.
- Puukerrostalojen rakentamisen esteenä on puukerrostalojen huono kannattavuus.
- Puurakentamisen suurempia haasteita ovat rakennetekniset seikat (jäykkyys, painumat) ja palo-osastoinnin toteuttaminen.

Millaisia kehitystoimenpiteitä puurakentamisen ja puutoimialan yritykset mielestäsi tarvitsee?

- Puukerrostalo ratkaisujen tulisi olla kannattavia ilman ulkopuolista rahoitusta, joten puukerrostalojen rakentamisen tulisi olla vähintään yhtä edullista kuin vastaavanlaisen betonikerrostalon rakentamisen. Tämä tarkoittaa mm. puukerrostalorakenteiden kehittämistä nykyiseltä tasolta laadukkaammiksi.
- Puurakentamista toteuttaville yrityksille täytyisi tulla toteuttamiskelpoisia puurakentamiskohteita enemmän. Tämä mahdollistaisi kokemuksen avulla tulevan osaamisen. Taloyhtiöiden toivottaisiin myös enemmän panostavan suurempimittakaavaisten tuotteiden tuottamiseen, kuten puukerrostalojen valmistustuotteisiin.
- Rakennusmääräyksiä ja -asetuksia olisi saatava selkeämmiksi etenkin suurempimittakaavaisten puurakennusten palo-osastoinnin kohdalla.

Haastattelukysymykset ja vastaukset

- Asiakkaille pitäisikin enemmän kertoa puurakentamista julkisesti, jotta he ymmärtävät puurakentamisen luonteen. Tällöin puurakentaminen voisi tulla kysyttävämmäksi. Lisäksi täytyisi löytää oikea kohderyhmä, jolle voisi rakentaa esim. julkiseen käyttöön.
- Ihmisille, suunnittelijoille ja rakentajille olisi saatava enemmän tietoa puurakentamisesta. Lisäksi puukerrostalojen rakentamiseen tarvittavien tuotteiden saatavuutta olisi parannettava Suomessa.

Miten maakunnan tasolla pitäisi tukea puurakentamista ja puutoimialaa?

- Maakunnan olisi suotavaa ohjata kaavoitusta, mahdollistaen kaavoittaa kiinteistöjä ainoastaan puurakentamista varten. Näin tulisi kokemusta suunnittelijoille, rakentajille ja käyttäjille puutaloista.
- Maakunnan olisi suotavaa tukea puurakentamiseen liittyvää tuotetestausta. Näin ymmärrettäisiin rakenteissa olevat virheet ja ne olisi mahdollistaa poistaa.
- Maakunnalta toivottaisiin saatavan rahoitusta, koska sillä mahdollistettaisiin referenssi kohteiden valmistuminen.
- Maakunnan pitäisi tukea puurakentamista ja puutoimialaa, mahdollistamalla ensimmäisten puukerrostalojen tuleminen vuokrauskäyttöön. Näin saataisiin käyttäjiltä monipuolisesti palautetta puukerrostalossa asumisesta ja puukerrostaloja voitaisiin kehittää palautetta huomioiden.
- Maakunnan ei tulisi tukea puurakentamista tai puutoimialaa. Korkeintaan puukerrostalo-osia valmistavat tehtaot voisivat saada toimintansa aloittamiseen tukea.
- Maakunnan tulisi lisätä tukeaan talotehtaille

Haastattelukysymykset ja vastaukset

OPPILAITOSYHTEISTYÖ

Millaista yhteistyötä organisaationne tekee ja haluaisi tulevaisuudessa tehdä korkeakoulujen ja yritysten kanssa?

- Oppilasyhteistyötä on toteutettu ottamalla koulusta harjoittelijoita ja oppilaille on tarjottu opinnäytetyön toimeksiantoja. Lisäksi Karelia-amk henkilöstöä on ollut tutustamassa yrityksen kautta nykyiseen rakentamistuotantoon muutamissa rakennuskohteissa.
- Korkeakouluille on pyritty järjestämään työmaavierailuja. Korkeakoulu opiskelijat ovat saaneet toimeksiantoja opinnäytetöihinsä ja heitä on ollut harjoittelijoina.
- Korkeakoulun opiskelijoille on annettu toimeksiantoja opinnäytetöihin.
- Oppilaitosyhteistyötä on toteutettu ottamalla amk:n ja ammattikoulun harjoittelijoita ja koulusta valmistuneita töihin yritykseen. Lisäksi on ollut oppilaitosyhteistyötä opinnäytetyön kohdalla mm. opinnäytetyönaiheen toimeksiantajana.

Millaista oppilaitosyhteistyötä voisitte harkita? (opinnäytteet, harjoittelut, opintojaksoyhteistyö, markkinaselvitykset, asiantuntijapalvelut)

- Oppilaitosyhteistyötä on halukkuutta edelleen syventää mm. ottamalla harjoittelijoita töihin, osallistumalla markkinaselvityksiin ja osallistumalla opintojaksoihin. Tosin opintojaksoihin osallistumiselle voi olla esteenä kustannukset ja aika.
- Oppilaitosyhteistyölle voisi olla tarvetta mittaus ja seuranta palveluissa puurakentamiskohteissa. Palvelut voisivat pääasiallisesti keskittyä rakenteiden kosteuksiin liittyviin tehtäviin.
- Korkeakoulujen kanssa on tehty yhteistyötä mm. ääni-, ja tiiveysmittausten osalta. Tulevaisuudessa korkeakoulujen toivotaan tekevän yhä enemmän mittauksiin liittyvää yhteistyötä.
- Opintojaksoon osallistuminen on mahdollista.

Haastattelukysymykset ja vastaukset

Haluaisitteko osallistua säännöllisesti johonkin opintojaksoon esim. toimeksiantajan roolissa?

- Opintojakson toimeksiantajan roolissa osallistuminen on mahdollista
- Opintojaksoon osallistumiseen ei ole kiinnostusta, jos se vaatii paljon aikaa.
- Opintojaksoon osallistuminen on epätodennäköistä, mutta osallistuminen voi olla mahdollista oikein hyvään opintojaksoon.
- Opintojaksoon osallistumiselle on vähän kiinnostusta.

Onko yrityksellänne tarvetta koulutukselle johonkin aihealueeseen liittyen?

- Koulutuksen tarvetta on uusien määräysten ja standardien oppimiseen.
- Lakisäätöihin seikkoihin nähden olevan koulutuksen tarvetta esim. CE-merkinnät ja tilaajavastuu laki.

Onko yrityksenne kiinnostunut osallistumaan Itä-Aasian tai Venäjään vientiin liittyviin toimenpiteisiin?

- Konserniin kuuluu toinen yritys, jonka yritystoimintaan on yhdistetty Venäjälle tehtävät rakennustoiminnat. Konsernilla on siis kiinnostusta viennistä, mutta haasteltavalla yrityksellä ei ole.
- Venäjän vientiin on kiinnostusta, mutta todennäköisesti viennin aloittaminen tehdään jossain muussa kohdemaassa lähitulevaisuudessa.
- Yrityksellä on ollut toimintaa Itä-Aasiassa ja Venäjällä, mutta haastateltavalla ei ole tietoa, kuinka paljon organisaatio on kiinnostunut toiminnasta kyseisillä alueilla.

Haastattelukysymykset ja vastaukset

Millaisia taitoja/valmiuksia opiskelijoillenne tulisi opettaa tulevaisuudessa liittyen toimialaanne?

- Opiskelijoille tulisi opettaa käytännön rakentamisessa tarvittavia taitoja ”perustyömaan pyörittämistä”. Käytännön rakentamisen opetuksessa olisi hyvä käsitellä erilaisten kirjallisten dokumenttien täyttämistä (Byrokratiaa) ja perustyömaan eri työmaasuunnitelmien asiakirjojen täyttämistä.
- Opiskelijoille tulisi opettaa sosiaalisia taitoja. Tähän kuuluvat niin johtamistaidot, kuin asiakaspalvelutaidot. Yrityksien tarpeet opiskelijoita kohtaan voisivat havainnoitua korkeakouluille hyvin, jos opettajat olisivat työmaalla muutaman viikon ajan työnjohtajina.
- Oppilaille tulisi opettaa ehkä enemmän käytännön rakentamiseen liittyviä taitoja, mutta toisaalta koulutuksen on hyvä valmistaa oppilaita monipuolisesti.
- Opiskelijoille tulisi opettaa, että he ovat yhdenvertaisia johtamiinsa työntekijöihinsä nähden. Siis työnjohtaja ei saisi esittää olevansa parempi kuin johtamansa työntekijät. Tällöin työntekijöiden ja työnjohtajan välinen yhteistyö voi toimia. Opinnoissa olisi ohjeistettava, kuinka työn johto tehtäviin olisi asennoiduttava.
- Opiskelijoille tulisi opettaa tietoa, jonka avulla opiskelijat voisivat ymmärtää puukerrostalojen oikean suunnittelun ja toteutuksen. Puurakentamisen opettaminen kuitenkin vaatii yhtenäisen opettamisen mahdollistuakseen puurakentamisen liittyvien tuotteiden ja niihin liittyvien toimien säännöstelyä.
- Korkeakoulun opiskelijoille tulisi opettaa taitoja, joita he todellisuudessa tarvitsevat käytännön työelämässään. Opiskelijoiden opiskeluihin olisi sijoitettava opintojaksoja, joihin kuuluisi eri rakennusalan työpaikkoihin tutustumisia.

DEMOYMPÄRISTÖ

Millaisia tarpeita yrityksellä on talotekniikan / puurakentamisen laboratorioympäristölle? (prototyypin valmistus ja testaus)

- Laboratorioympäristölle ei ole paljoakaan tarpeita, mutta joidenkin rakennedetaljien toimivuuden testaamisille voisi olla kysyntää.

Haastattelukysymykset ja vastaukset

- Karelia ammattikorkeakoulun betonilaboratoriota on käytetty tarvittaessa mm. lujuteen määrittämiseen. Lisäksi rakenteita on testattu lämpökuvaksen ja tiiveyskokeiden avulla.
- Laboratorioympäristö voisi kehittää järjestelmän/järjestelmiä, joilla voitaisiin mitata rakenteiden kosteutta, poistaa rakenteiden kosteutta ja pitää rakennettava rakennuksen ympäristön kosteuden optimaalisena rakenteen vaatimusten kannalta. Lisäksi puun halkeilua estävät aineet olisivat kehittämisen arvoisia.
- Koulu voisi tutkia purkumääräyksen saaneiden rakennusten syiden todellisuutta. Tällöin koulu kävisi ottamassa sopivassa purkuvaiheessa selvää erilaisin menetelmin vastaako ennen purkumääräystä tehdyt päätelmät rakenteista todellisuutta. Tutkimisen lisäksi koulu voisi tehdä tutkimuksista tehdyistä päätelmistä ehdotuksia korkeammalle taholle järjestelmän muutos tarpeista liittyen rakenteiden kunnon määrittämiseen.
- Laboratorioympäristön toiminta voisi keskittyä CLT-tekniikan kehittämiseen.

Mitä laboratorioympäristö pitäisi mahdollistaa?

- Laboratorioympäristön täytyisi mahdollistaa kyseisten ratkaisujen seurannan koko rakennuksen elinkaaren ajalta. Tällöin saataisiin esimerkiksi selville tietoa kehitetyn tuotteen turvallisuudesta ja kehitystyö olisi mahdollista. Ainakin mittauksia voitaisiin kehittää rakenteisiin asennettavaksi mittareiksi, joita voitaisiin hyödyntää paitsi rakentamisen aikana myös asumisvaiheessa ja ne antaisivat reaaliaikaisesti mittaustiedot. Mittarit voisivat mitata kosteutta, lämpöä ja epäpuhtauksien pitoisuuksia.
- Tässä ympäristössä voisi testata esim. elementtien välisten liitosten tiiveyden ja lämpönpitävyyden.
- Osaelementtejä on käytetty rakentamisessa ja osaelementtien käytöstä on ollut etenkin talvirakentamisessa positiivisia kokemuksia. Elementtitekniikka pitäisi yleisesti kehittää ja etenkin CLT – tekniikkaan olisi panostettava. Suomeen tulisi perustaa yrityksiä, jotka valmistaisivat elementtejä CLT – tekniikalla ja CLT – tekniikan tutkimustoimintaa täytyisi lisätä. Karelia AMK olisi toivottavaa osallistua kyseiseen tutkimustoimintaan.
- Esim. laboratorioympäristö voisi kehittää välineitä, joilla voisi tehdä muutoksia CLT-tuotteisiin työmaalla (reikiä, jne.).

Haastattelukysymykset ja vastaukset

- Laboratorioympäristö voisi kehittää kosteusmittausjärjestelmän, joka mahdollistaisi rakenneosan kosteuden mittauksen reaaliajassa etäluennolla. Mittarit mahdollistaisivat kiinteään kiinnityksen rakenneosaan.

Miten haluaisitte hyödyntää ko. ympäristöä?

Millaisista teknologioista yrityksenne olisi kiinnostunut? (laitteet, valmistustekniikat, materiaalit, jne.)

- Tuotannon ohjaamiseen tarvittavasta teknologiasta on kiinnostusta.

Voisitteko kuvitella osallistuvan rahallisesti ympäristön käynnistämiseen/toimintaan?

- Puurakentamisen tutkimustoimintaan on satsattu rahoittamalla erästä tutkimusta.

VERKOSTOT

Ovatko toimialasi yritykset verkostoituneet riittävästi?

- Rakennusyritykset voisivat tehdä enemmän yhteistyötä keskenään.

- Haastateltavalla yrityksellä on tarpeeksi yhteistyö yrityksiä, mutta ei ole tietoa koko toimialan yritysten verkostoitumisen riittävydestä.

- Yritysten verkostoituminen on nykyisellään riittävää. Alihankkijoiden kohdalla tehtävä yhteistyö on parantunut yhteisten hankkeiden määrän kasvaessa.

- Toimialan yritykset ovat verkostoituneet riittävästi.

- Yritykset ovat verkostoituneet riittävästi.

Haastattelukysymykset ja vastaukset

Miten kehittäisit toimialan verkostoja?

- Yritykset voisivat auttaa toisiaan tapauksissa, joissa auttajalle ei aiheutuisi haittaa. Esimerkiksi jos naapuri yritys tarvitsee jotain joutavaa työkalua, niin sitä voitaisiin lainata naapuri yritykselle.
- Rakennusyrityksien olisi verkkoistuttava entistä enemmän, mutta verkkoistumisen olisi oltava maltillista, koska liiallisen ja vääränlaisen yhteistyön seurauksena voi olla korrup-toiminen. Lisäksi yrityksiä täytyy pitää monet asiat yritys-salaisuuksina tulevaisuudes-sakin. Lisäksi rakennusalan koulujen kanssa on yhteistyötä nyt ja tulevaisuudessa.

Olisitko kiinnostunut osallistumaan Karelia-amk:n järjestämiin verkostoitumis- sekä benchmarking matkoihin/tapahtumiin?

- Kiinnostusta on Karelia-amk:n järjestämiin verkostoitumis- ja benchmarking matkoihin ja tapahtumiin.
- Kiinnostusta on Karelia-amk:n järjestämiin verkostoitumis- ja benchmarking matkoihin ja tapahtumiin.
- Lisäksi Karelia-amk:n järjestämiin verkkoistumistilaisuuksiin on kiinnostusta.
- Kiinnostusta on osallistua Karelia-amk:n järjestämiin verkostoitumis- ja benchmarking tapahtumiin, jos se ei sitouta ja vaadi paljon aikaa.
- Osallistuminen on mahdollista Karelia-amk:n järjestämiin tapahtumiin, jos on aikaa ja on tarpeeksi hyvä tapahtuma.
- Haastateltavalla ei ole tietoa, kuinka paljon organisaatio on kiinnostunut yhteistyöstä Karelia-amk:n kanssa.

Haastattelukysymykset ja vastaukset

Haluaisitko osallistua Karelia-amk:n puurakentamisen neuvottelutoimikunnan* toimintaan?

** neuvottelutoimikunnan tarkoituksena on luoda suuntaviivoja alueelliselle kehitystoiminnalle erityisesti Karelia-amk:n näkökulmasta*

- Mahdollisesti on kiinnostusta osallistua Karelia-amk:n puurakentamisen neuvottelutoimikunnan toimintaan.
- Kiinnostusta on osallistua Karelia-amk:n neuvottelutoimikuntaan, jos se ei sitouta ja vaadi paljon aikaa.
- Neuvottelutoimikunnan toimintaa kohtaan on kiinnostusta, jos on aikaa ja se on vaativuudeltaan sopiva.
- Haastateltavalla ei ole tietoa, kuinka paljon organisaatio on kiinnostunut yhteistyöstä Karelia-amk:n kanssa.