



PUUN KÄYTÖN EDISTÄMINEN TEOLLISESSA RAKENTAMISESSA

Esiselvitys ohjeistustarpeista

Tiivistelmä

Yhteisen tietopohjan vahvistamisella ja keskeisen tiedon tehokkaalla levittämällä voimme edistää ja mahdollistaa puun käyttöä teollisessa rakentamisessa. Tämä esiselvitys kokoaa tämän hetken keskeisiä ohjeistustarpeita. Selvityksessä tuli esille yrityskohtaista ja osin myös alan yhteistä, systeemistä kehitystyötä vaativia asioita. Puulla tunnistettiin olevan merkittävää kasvupotentiaalia monissa eri käyttökohteissa. Tärkeäksi nähtiin puun käytön mahdollistaminen rakentamisessa ja aidon eri materiaalien välisen kilpailun edistäminen.

Hedman Markku, Rakennustietosäätiö RTS
Matilainen Jaana, Rakennustieto Oy
Kesäkuu 2021

PUUN KÄYTÖN EDISTÄMINEN TEOLLISESSA RAKENTAMISESSA

Esiselvitys ohjeistustarpeista

SISÄLLYSLUETTELO

1	ESIPUHE	2
2	TAUSTA, TAVOITE JA TOTEUTUS	3
3	PUUN KÄYTTÖ OSANA TEOLLISTA RAKENTAMISTA	4
4	PUURAKENTAMISEN KILPAILUKYKYTEKIJÖITÄ JA MISSÄ POTENTIAALIA KASVATTAAN PUUN KÄYTTÖÄ	5
5	TEOLLISEN PUURAKENTAMISEN KEHITTÄMISTÄ EDISTÄVÄT JA ESTÄVÄT TEKIJÄT	8
6	TUTKIMUS- JA KEHITYSTARPEET	12
7	OHJEISTUKSEEN JA SOPIMUSASIAKIRJoihin LIITTYVÄT KEHITYSTARPEET	14
8	KOULUTUSTARPEET	19
	LIITE 1: HAASTATELLUT TAHOT JA HENKILÖT	21

1 ESIPUHE

Kansalliset tavoitteet julkisen puurakentamisen markkinaosuuden kasvattamiselle asetettiin syyskuussa 2020. Tavoitteena on nostaa puurakentamisen markkinaosuus kaikesta julkisesta uudisrakentamisesta 31 %:iin vuonna 2022 ja 45 %:iin vuonna 2025. Tavoitteena on, että julkiset rakennuttajat näyttävät suuntaa koko rakennusallalle ja panostukset julkiseen puurakentamiseen lisäävät puun käyttöä myös yksityisellä sektorilla. Puurakentamisen kasvavat rakennusvolyymit yhdessä puurakentamisen osaamisen vahvistumisen kanssa painavat puurakentamisen kustannustasoa alaspäin.

Rakentamis- ja kiinteistöalan (KIRA-ala) yhteinen suuri haaste on nostaa alan tuottavuutta ja laatua. Tämä edellyttää rakentamisen menetelmien ja prosessien yhteistä kehittämistä. Keveytensä ja mittatarkkuutensa ansiosta puu materiaalina mahdollistaa esivalmistusasteen nostamisen ja työmaa-ajan lyhentämisen, millä voidaan merkittävästi parantaa alan tuottavuutta. Teollisen puurakentamisen komponentit ja tilaelementit soveltuvat keveytensä johdosta myös vientituotteeksi. Suomella on mahdollisuus kehittyä johtavaksi teollisen puurakentamisen osaajaksi, mutta se edellyttää pitkäjänteistä koko alan systeemistä kehittämistä eri toimijoiden yhteistyönä ja teollisen puurakentamisen klusterin kehittymistä.

Puun käyttöä teollisessa rakentamisessa voidaan edistää KIRA-alan yhteisen tietopohjan vahvistamisella ja keskeisen tiedon tehokkaalla levittämällä ja tässä Rakennustietosäätiö RTS:llä on alalla keskeinen rooli.

Esiselvitys puun käyttöä teollisessa rakentamisessa edistävistä ohjeistuksen tarpeista laadittiin pääosin haastattelututkimuksena yhteistyössä ympäristöministeriön kanssa. Raportissa kuvataan tieto-, ohjeistus- ja tutkimustarpeita, jotka alan keskeiset toimijat näkevät merkityksellisiksi puun käytön edistämiseksi teollisessa rakentamisessa. Raporttiin on myös koottu haastatteluissa esille tuotuja haasteita, joista toimialalla on tärkeää käydä keskustelua ja löytää toimenpiteitä niiden ratkaisemiseksi. Osaan tunnistetuista haasteista voidaan vaikuttaa ohjeistuksella.

Esiselvityksen tuloksia hyödynnetään Rakennustiedon tuottamien sisältöjen suuntaamisessa. Rakennustietosäätiö RTS tulee luomaan keskeisen puun käyttöä teollisessa rakentamisessa edistävän puolueettoman tiedon ja työkalujen kokonaisuuden tarkoituksenmukaisessa laajuudessa ja käytettävissä olevien resurssien puitteissa.

Kiitämme ympäristöministeriötä yhteistyöstä esiselvityksen laatimisessa. Toivomme myös, että esiselvitys palvelee kaikkia alan keskeisiä toimijoita tuoden näkökulmia ja ideoita puun käytön edistämiseksi teollisessa rakentamisessa, luoden pohjaa alan yhteiselle keskustelulle sekä haastaen KIRA-alan keskeisiä toimijoita jatkotoimenpiteisiin alamme tuottavuuden, laadun, vähähiilisyuden ja kiertotalouden haasteiden ratkaisemiseksi.

2 TAUSTA, TAVOITE JA TOTEUTUS

Puun käyttöä teollisessa rakentamisessa edistävän ohjeistuksen tarpeita koskevan esiselvityksen tavoitteet olivat:

- Tuottaa näkemys puun käyttöä teollisessa rakentamisessa edistävästä tiedosta ja ohjeistustarpeista ja näiden jäsentelystä hyvän käytettävyyden näkökulmasta.
- Tuottaa näkemystä siitä, kenen vastuulle tunnistetut ohjeistustarpeet voisivat kuulua. Esiselvityksessä kerättiin tietoa haastatteluilla (liite 1). Haastatteluissa esille nousseita tarpeita työstettiin ja priorisoitiin virtuaalityöpajassa. Esiselvityksessä on myös hyödynnetty jo tehtyjä selvityksiä soveltuvin osin, esimerkiksi *RAKLI ry:n Puurakentamisen klinikan ja työpajan tuloksia* ja VTT:n *Tiekartta kohti tietomallinnettua puurakentamista* -selvitystä.

Mikäli haastatteluissa tuotiin esille, kenen vastuulle tunnistettu ohjeistustarve kuuluisi, on se mainittu tekstissä. Haastattelut ja esiselvitys ei tuonut uusia näkökulmia tiedon ja ohjeistustarpeiden jäsentelyyn. Useat esitetyistä ohjeistustarpeista ”istuvat” hyvin esimerkiksi Rakennustiedon nykyiseen tiedon jäsentelyyn (RT-ohjekortit, RT-sopimusasiakirjat, RATU-tieto ja -työmenekit). Keskeisiksi ohjeistustarpeiksi nousivat tilaamista helpottavat ohjeet, tehtäväluettelot ja sopimusasiakirjat, ja siksi esimerkiksi RT-ohjekortiston sisäiseen tiedon jäsentelyyn ei haastatteluissa tässä vaiheessa nähty tarkoituksenmukaiseksi syventyä. Haastattelut toivat esille myös, että teollisen puurakentamisenkin osalta on tarkoituksenmukaista noudattaa RT-kortiston jäsentelyperiaatteita.

3 PUUN KÄYTTÖ OSANA TEOLLISTA RAKENTAMISTA

Teolliselle rakentamiselle ei ole KIRA-alalla vakiintunutta käsitettä. Osa haastatelluista määritteli teolliseksi rakentamiseksi ainoastaan tuotannon, jossa tehtaassa valmiiksi rakennetut tilat (tilaelementit / tilamoduulit) asennetaan työmaalla, ja työmaa on tällöin lähempänä kokoonpanoteollisuutta. Näin teollisen rakentamisen määrittelevät näkivät, että teollisen rakentamisen oppeja ei ole vielä tänä päivänä rakentamisessa kyetty juurikaan hyödyntämään. Hallituissa sisäolosuhteissa tehtaassa tapahtuvan rakentamisen nähtiin helpottavan kosteudenhallintaa, edistävän detaljien huolella tekemistä, parantavan lopputuloksen laatua, alentavan kustannuksia, nostavan tuottavuutta sekä auttavan harmaan työvoiman käytön poistamisessa. Haastatteluissa tuotiin myös esille, että tutkimustenkin perusteella tehtaassa tapahtuvan työpanoksen yksikkökustannus on työmaalla tehtävän työpanoksen yksikkökustannusta pienempi. Tämä selittyy osin työmaalla ja tehdastyössä noudatettavista eri työehtosopimuksista, mutta myös muista tekijöistä hallituimmista työskentelyolosuhteista. Erityisesti mainittiin tarve nopeuttaa asuntorakentamisessa työmaaprosesseja entistä pidemmälle esivalmistetuilla tuoteosilla.

Osalle haastatelluista nykyinen esivalmisteisia komponentteja työmaalla hyödyntävä tuotanto oli teollista rakentamista. Haastatteluissa mainittiin erityisesti valmiit pientalojen talopaketit ja teollinen hirsirakentaminen pitkälle vakioituiksi, teolliseksi rakentamiseksi.

Puurakentamisen eri tekniikoiden nähtiin olevan edelleen kehitysvaiheessa, ja eri tekniikoiden (rankarakenteiset tai CLT-massiivipuiset suurelementit, pilari-palkkirunkorakenteet) ja tilaelementit (tilamoduulit) tuovan erilaisia hyötyjä ja haasteita ja tuottavat myös erilaista kustannustasoa. Rankarakenteisten suurelementtien kilpailukyky nähtiin parhaimmaksi 4 – 6 kerroksisissa rakennuksissa, ja korkeammissa rakennuksissa raaka-aineeltaan kalliimpi CLT-massiivipuu on teknisiltä ominaisuuksiltaan (mm. jäykkyys) kilpailukykyisempi.

Teollisen rakentamisen käsitettä tulisi alalla pohtia ja yhteisesti määritellä (sanastotyö).

”Täysin teollinen tuote, teollinen puurakentamisen lopputuote eroaa täysin perinteisestä rakentamisesta. Ollaan totuttu rakentamisen alalla siihen, että paperikuvien kanssa on mitat tarkistettu työmaalla. Se toimii silloin, kun meillä on toleranssit isoja ja siellä on mittaepätarkkuuksia. Siellä pystytään niin sanotusti laastilla ja muilla materiaaleilla paikkaamaan työmaaolosuhteissa. Teollisen prosessin ajatusfilosofia lähtee siitä että ensin suunnitellaan ja sitten tehdään. Ja tätä on mun mielestä ehkä se rakennusalan perisynti ollut, että täällä on hirveä kiire käynnistää aina kaikki projektit ja voi sanoa, että lähtötietoja vielä iopa puuttuu.”

”Vanhan kansan rakennusmiehet alkaa olla siinä iässä että niitä jää pois ja nuoria ei välttämättä tule. Asuntorakentamisen tyyli tulee muuttumaan. Jostainhan se teho on siihen haettava, työmaista tulee entistä nopeampia, ollaan tiiviissä kaupunkiympäristössä, missä ei voida niin kauaa edes toimia. Kyllä teollinen rakentaminen valmiine ratkaisuihin tulee kasvattamaan osuuttaan.”

4 PUURAKENTAMISEN KILPAILUKYKYTEKIJÖITÄ JA MISSÄ POTENTIAALIA KASVATTA A PUUN KÄYTTÖÄ

Puu koetaan materiaalina mahdollistavaksi ja erilaisiin käyttötarkoituksiin soveltuvaksi. Keveytensä ansiosta puulla nähtiin olevan selkeästi merkittävää vientipotentiaalia. Esimerkiksi Virossa tilaelementtien valmistajat ovat kyenneet avaamaan vientimarkkinoita ja kasvattamaan merkittävästi tilaelementtien viennin arvoa.

Puulle kilpailukykyä tuovat erityisesti:

- materiaalin omaleimainen materiaali-identiteetti, jolla on oma ”tunnelma” ja joka mahdollistaa omanlaisen arkkitehtuurin ja rakentamisen toteuttamisen,
- materiaalin keveys ja mittatarkkuus, jotka mahdollistavat pitkälle viedyn esivalmistusasteen ja teollisen rakentamisen lyhentämällä rakentamisaikataulua työmaalla merkittävästi ja tuottaen vähemmän rakennusjätettä, hukkaa ja työmaa-aikaisia häiriöitä ympäristölle,
- tilaelementeillä rakennettaessa työmaa on siistimpi ja pölyttömämpi kuin perinteinen rakennustyömaa,
- uudet tutkimustulokset puun terveysvaikutuksista sekä vaikutuksista ihmisen toimintaan ja käyttäytymiseen sekä
- puun kyky sitoa hiiltä ja vastata vähäpäästöisen rakentamisen tarpeisiin.

Puun tulee vastata samoihin laatuvaatimuksiin sekä muuntojoustavuuden ja kohtuuhintaisuuden vaatimuksiin kuin muidenkin rakentamisen tekniikoiden ja menetelmien.

Puurakentamisen kustannuskilpailukykyä tulee kehittää, ja osittain sen nähtiin kehittyvän myös kasvavien puurakentamisen volyyymien myötä. Taloudellista kilpailuetua tulee hakea erityisesti työmaatoteutuksen nopeuttamisesta keveyttä ja pitkälle tehtaassa esivalmistettuja tuotteita hyödyntämällä ja tunnistamalla muita laatutekijöitä, jotka tuovat selkeitä hyötyjä (mm. työmaan pölyttömyys, vähäinen rakennusjäte ja hukka).

On myös tärkeää löytää näkökulmat sekä luoda puolueetonta tietoa ja argumentaatiota siitä, miten teollinen puurakentaminen voi olla ratkaisemassa vähähiilisyden, kiertotalouden sekä energia- ja resurssitehokkuuden haasteita ja vastata rakennuksen elinkaarenaikaisiin käyttäjien tarpeiden muutoksiin. Kilpailukykyä on pohdittava ja haettava myös suurten sosioekonomisten haasteiden, kaupunkirakenteiden uudistamisen ja elämäntapamuutosten (esim. asumisen ja omistamisen muutos) tarpeiden näkökulmasta ja ratkaisemisesta.

”Puu pitäisi saada tutuksi. Mielikuvan luominen on tärkeää ja pitäisi korostaa positiivisia asioita kuten terveysnäkökohdat, psykologiset vaikutukset ja käyttäjäkokemukset.”

”Iso kaupunkikerrostalo keskelle olemassa olevaa kaupunkirakennetta nousee viikossa. Toki siellä on tehty pohjarakennus- ja perustustöitä kahdeksan kuukautta ennen tätä ja se on asia, jota puurakentamisella ei pysty ratkaisemaan.”

”Puun terveysvaikutukset voi olla isokin tekijä tulevaisuudessa, koska hoivatiiloissa, kouluissa ja päiväkodeissa, ja miksei toimistoissa ja asunnoissakin – ihmiset ovat koko ajan enemmän ja enemmän kiinnostuneet omasta hyvinvoinnistaan.”

Haastatellut henkilöt toivat esille lukuisia mahdollisuuksia kasvattaa puun käyttöä rakentamisessa. Näitä on lueteltu seuraavassa ja tiivistetty kuvaan 1.

- Rakennukset, joissa teollinen puurakentaminen on alkuvaiheessa:
 - Asuinkerrostalot, joissa on merkittävä rakentamisen kokonaisvolyymi, ja jossa puulla on tänä päivänä pieni markkinaosuus. Osa haastatelluista näki tämän segmentin haastavaksi, koska asuntorakentaminen on eniten hintakilpailtu segmentti.
 - Rakennukset, joissa on runsaasti toistettavia, vakioitavissa olevia tiloja (monikerroksiset opiskelijasuuntalot, hotellit, vanhusten palvelutalot, erityisasumisen hoivarakennukset, osin sairaalat). Potentiaalinen segmentti erityisesti tilaelementeille.
 - Toimistorakennukset, joissa puurunkorakenteiden markkinaosuus on edelleen pieni ja potentiaalia kasvulle on paljon.
- Rakennukset, joissa puulla on jo markkinaosuutta, mutta sitä on mahdollista edelleen kasvattaa:
 - Oppimisen ja varhaiskasvatuksen tilat (koulut, päiväkodit) ja muut julkiset rakennukset kuten kirjastot. Nämä tuovat myös näkyvyyttä.
 - Siirrettävät moduulikoulu- ja päiväkotirakennukset.
 - Liikuntarakennukset ja muut hallirakennukset.
- Rakennukset, joissa puulla on jo tänä päivänä hyvä markkinaosuus ja joka kannattaa säilyttää:
 - Pientalot ja rivitalot.
 - Väistötilat (siirrettävät tilaelementit).
- Muita kohteita, joissa myös mahdollista käyttää puuta nykyistä enemmän.
 - Pysäköintitalot.
 - Teollisuusrakennukset.
 - Maatalouden tuotanto- varistorakennukset.
 - Kevyen liikenteen sillat (laattasillat).
- Puisten komponenttien ja rakennusosien käyttö muista runkomateriaaleista tehdyissä rakennuksissa:
 - Portaatt, ulkoseinät, sisäväliseinät ja -pinnat, parvekemoduulit, kattoristikot ja ripalaatat. Näissä puuta käytetään jossakin määrin jo tänä päivänä, mutta puun käyttöä nähtiin edelleen mahdolliseksi lisätä paljonkin näissä rakennusosissa.
 - Vähäisellä nostojen määrällä paikoilleen asennettavissa oleva modulaarinen porrashuone portaineen, käsijohteineen, hissikuiluineen ja lepotasoinen.

"Jos me katsotaan tutkimuksia niin väestöhän menee kerrostaloihin koko ajan enemmän ja enemmän, kyllä varmaan puukerrostalorakentaminen ja kerrostalorakentaminen yleensäkin, se on tulevaisuuden suunta."

"Potentiaali löytyy nimenomaan 4 - 6 kerroksisista asuinkerrostaloista, joissa kohteita on paljon ja siellä on tietyt lainalaisuudet ja useampi puinen rakennejärjestelmäkin mukana. Olisi tärkeää laittaa tämä paketti hyvin kasaan ja tehdä siitä toistettavaa. Aina ei tarvitse pilviin kurottaa ja tehdä seuraavaksi isompaa, koska sieltä tulee erilaisia haasteita ja tavallaan se peruspaketti ei hahmotu ja vakioitu tarpeeksi."

"Tilaelementille on tilausta, suurelementille on tilausta. Tilaelementeillä pystytään tekemään valmiimpaa, vielä nopeampaa, mutta rajoittaa arkkitehtuuria ja huonekokoja aika paljon."

"Periaatteessa ne on niitä markkinoita, missä betonteollisuudella on vahva markkina-asema. Jos markkina pysyy saman kokoisena ja puun käyttöä halutaan lisätä niin se tarkoittaa, että jonkun muun materiaalin käyttö vähenee ja kun valitaan puu jonkun toisen materiaalin sijaan niin puulla pitäisi olla joku kilpailukyky."

"Kun isoja hallirakennuksia tehdään liimapuurakenteisina niin yhteen halliin mahtuu aika monen puukerrostalon puumäärä. Uskoisin, että kierrätysmahdollisuudet ovat suurempia tällaisissa hallien rakenteissa ja rungon rakenneosat on helposti otettavissa uudelleen käyttöön. Mutta tästä osuudesta mielestäni kovin vähän puhutaan."

- Hybridirakentaminen. Etenkin rakennuksen korkeuden kasvaessa hybridirakenteet ja niiden kehittäminen on välttämätöntä. Hybridirakenteet nähtiin kiinnostavaksi tavaksi monipuolistaa ja kasvattaa teollista puun käyttöä rakentamisessa. Esimerkkeinä mainittiin:
 - pysäköintiin tarkoitettu maanvarainen tila tai kellarikerros betonielementeistä ja betoniholvilla toteutettuna ja ensimmäisestä kerroksesta ylöspäin rungon toteutus puurunkorakenteisena,
 - pilari-palkkirunko betonista ja ulkoseinät sekä sisäseinät ja -pinnat puusta,
 - betoniset sisäkuorielementit ja muut osat puusta toteutettuina.
 - kantavana rakenteena massiivipuu, ulkokuori muuta materiaalia, esimerkiksi tiiliverhoilu ja
 - tavanomaisessa kerrostalorakentamisessa teräs jäykistävissä rakenteissa tai betoni jäykistävänä rakenteena hissikuiluissa.
- Kaupunkirakenteessa täydennysrakentaminen / lisärakentaminen, jolle tarvetta tuo rakennetun ympäristön hiilijalanjäljen pienentäminen. Etenkin tilaelementtien nähtiin tuovan nopeutta lyhentämällä työmaan rakennusaikaa ja vähentävän rakentamisen aiheuttamia haittoja ympäristölle. Toisaalta tiiviissä kaupunkirakenteessa nähtiin myös haasteita tilaelementtien käytölle: isojen tilaelementtien nostaminen ei aina ole ympärillä olevien rakennusten vuoksi mahdollista.
- Lisäkerrosrakentaminen. Lisäkerrosrakentamisen todettiin vaativan paljon osaamista suunnittelulta. Todettiin myös, että olisi ensin opeteltava rakentamaan puusta uudiskerrostaloja ja vasta sen jälkeen otettava haltuun lisäkerrosrakentaminen. Lisäkerrosrakentamista ei nähty ”lähiöratkaisuksi”, koska usein olemassa oleva rakennus on ensin korjattava teknisesti tämän päivän tasoon ennen kuin sille voidaan rakentaa lisäkerros, ja rakennuksen korjaaminen voi osoittautua taloudellisesti kannattamattomaksi.
- Passiivisaneeraus lähiöiden asuinkerrostalossa (julkisivujen verhous puuelementillä, tuloilmakanavat ja uusi ilmanvaihtokone katolle).

”Resurssiivisuus voisi olla yksi lähtökohta. Nyt rakennuksessa kaikki on pyritty tekemään puusta, mutta millaisia tehokkaita, resurssiivisaita ja matalahiilidioksidipäästöisiä järjestelmiä ja ratkaisuja voisimme luoda käyttämällä eri materiaaleja yhdessä?”

”Hyvin kiinnostavaa on pohtia sitä, miten rakentamisessa on mahdollista hybridirakenteiden tai sekarakentamistekniikoiden avulla optimoida tuotantoa.”

”Vierastan sitä ajattelutapaa, että puu ja muut rakentamisen materiaalit ovat jotenkin toistensa vastakohtia ja väistämättä kilpailuasetelmassa. Voidaanhan puurakennuksen runkokin tehdä puusta ja julkisivut vaikka tiilimuraamalla, rapaamalla, metallilevyllä tai muulla. Mutta toistaiseksi aika paljon puurakentamisessa on haluttu pitäytyä näissä puujulkisivuissa. Ja se varmaan tulee muuttumaan tulevaisuudessa – puujulkisivujen tekeminen tietyissä paikoissa ei ehkä ole teknisesti järkevää. Hiljattain Puuinfo julkaisi esimerkkidetalleja liittorakenteista ja se on hyvinkin kiinnostava rakentamistapa.”

”Pidän kilpailukykyisinä esimerkiksi ns. Hervanta-mallia: tyypikorjaus, betonielementtikerrostalon julkisivu, sännkäreitten kuoret puretaan ja eristetään sitten talo puuelementeillä.”

”Tilaelementeillä toteutettava lisäkerrosrakentaminen tuo kaksi hyötyä. Silloin kun alapuolella olevissa asunnoissa asutaan – ja meidän voimme kerroksilla korottaa toimistorakennustakin tai vaikka kauppakeskuksia – ja alemmat kerrokset ovat käytössä, niin häiriö asumiselle on mahdollisimman lyhyt. Asukkaat ja käyttäjät arvostavat mahdollisimman lyhyttä häiriötä. Ja lisäksi nykytiedon valossa 1970-luvun tyypikerrostalot toteutettiin siten, että yhden tai kahden kevyen puurakenteisen kerroksen lisärakentaminen on kohtuullisen helposti toteutettavissa.”



Kuva 1. Haastatteluissa esille tuodut segmentit, joissa on merkittävää potentiaalia puun käytön kasvuille.

5 TEOLLISEN PUURAKENTAMISEN KEHITTYMISTÄ EDISTÄVÄT JA ESTÄVÄT TEKIJÄT

Useampi haastatelluista nosti esille, että teollisen puurakentamisen volyymin kasvattaminen edellyttää sitä, että **isot rakennusliikkeet lähtevät toteuttamaan puurunkoisia rakennuksia omaraahoitteisessa tuotannossa**. Esteiksi mainittiin asenteet ja uuden opettelu, johon on varattava aikaa ja joka tuo lisäkustannuksia. Isojen rakennusliikkeiden nähtiin toteuttavan puusta rakennuksia silloin, kun asiakas tai kaava sitä edellyttää, mutta ei juurikaan vielä omaehtoisesti. Myös rakennusliikkeitä edustavan RT rakennusteollisuuden toivottiin olevan aktiivisempi teollisen puurakentamisen edistämiseksi.

Haastatteluissa tuotiin esille, että **useita kiinteistöomistajia ja tilaajaorganisaatioita huolestuttaa tehdä omaan taseeseen puisia rakennuksia**, koska puurakentamisessa koetaan edelleen olevan kustannuksia tuottavia riskejä toteutusvaiheessa ja elinkaaren aikana.

Teollisten puurakentamisen komponenttien ja tilaelementtien **rajallinen tuotantokapasiteetti ja tarjonta vaikuttavat kysynnän kasvun edellytyksiin**. Useilla nykyisistä toimittajista tuotantokapasiteetti on rajallista ja osalla myös käsityövaltaista. Teollista esivalmistusta ja prosessia on haastavaa kehittää ilman jatkuvaa tilauskantaa - investoinnit tuotantokapasiteettiin edellyttävät pitkän aikavälin kysyntää.

Haastatteluissa tuotiin myös esille, että teollinen puurakentaminen voi isossa mittakaavassa kehittyä vasta liiketoimintamallien kehittyessä ja tarjotessa tilaajille vaivattomasti ostettavia ja skaalautuvia ratkaisuja. Puulla toteutettavia hankkeita tarvitaan, jotta tarjontaa saadaan koko ajan lisää, ja toisaalta pitää olla tarjontaa, jotta on aitoa kilpailua ja

”Osalla tilaajista ja toteutuspuolellakin on valitettavasti jonkinlainen pelko puurakentamiseen. On jotenkin vanhankantaista ajattelua, että puu voi lahota tai aiheuttaa sisäilmaongelmia.”

”Toisaalta nähdään riskejä puurakentamisen detajikassa. Puu on kuitenkin vielä vähän koestamaton materiaali tiettyssä mielessä betonimateriaaliin verrattuna.”

”Tuntuu, että teollisuudessa se pullonkaula on. Jos puurakentamista Suomen mittavakaavalla alettaisiin tekemään merkittävästi niin kyllä kapasiteetti voisi loppua kesken.”

”Monta vaikuttavaa tekijää, mistä mikään ei välttämättä yksittäisenä ratkaise. Mikäli halutaan toteuttaa nykyistä rakentamisen volyyymia ja kohtuullisessa työmäärässä omalta osalta, niin rakentamista pitää tehdä myös perinteisin koestetuin keinoin.”

rakennuttajat pystyvät tekemään päätöksiä puurunkorakenteisten kohteiden toteuttamisesta.

Standardisoinnin vähäisyyden puurakentamisen rakenne- ja liitosratkaisuissa nähtiin mahdollistavan tilanteen, jossa tilaaja joutuu sitoutumaan hyvin aikaisessa vaiheessa yhteen ratkaisuun ja toimittajaan. Tämä ei mahdollista kilpailutusta ja tuo hankkeeseen riskejä. Toisaalta osa haastatelluista näki liian pitkälle standardisoitujen, vakioitujen ratkaisujen estävän monimuotoisten ratkaisujen toteuttamista. **Vakioitujen ratkaisujen puuttumisen nähtiin lisäävän työmaalla tehtävää työtä, laskevan työmaan tuottavuutta ja heijastuvan teollisen puurakentamisen kustannuskilpailukykyyn. Hintakilpailukyvyyn kehittämisen nähtiin kriittiseksi tekijäksi puurakentamisen kilpailukyvyyn ja volyymien kasvattamisessa.** Useampi haastatelluista totesi, että erityisesti **liitosdetaljiikan vakiointi** nopeuttaisi työtä työmaalla ja lisäisi puurakentamisen kilpailukykyä. Myös **liitosten esteettisen laadun kehittämistä** pidettiin tärkeänä.

Puufon kehittämä yleinen järjestelmäkirjasto ja detaljikirjasto nähtiin tärkeäksi ja standardisointia edistäväksi.

"Puun suurin ongelma tällä hetkellä on se, että puurakentaminen ei ole ollut hintakilpailukykyistä betonirakentamiseen verrattuna. Se on jonkin verran kalliimpaa ja hinta voi joissakin tilanteissa tulla vastaan. Ja tietyissä rakennuspaikoissa tekniset ominaisuudet voivat asettaa haasteita puun käytölle, esim. rantarakentamisessa ja useissa kellarikerroksissa. Nämä olosuhteet eivät tee mahdolliseksi puun käyttöä, mutta se ei välttämättä ole edullista."

"Puun ominaisuudet ei sinällään ole muuten ongelma, mutta välipohjassa se äänieristävyys on haaste ja välipohjan hinta on ontelolaat-taan nähden kolmin-, nelinkertainen. Ja se on se ongelma."

"Mitä enemmän saadaan toistettavia rakenteita ja niille käyttöä, sitä enemmän saadaan varmistettua sitä, että työmaa-asennukset ja kaikki muu sitten natsaa kohdilleen, jolloin se vie koko rakentamisen toimialaa eteenpäin ja sitä kautta saadaan kilpailukykyä."

Nykyinen suunnitteluprosessi ja perinteiset toteutusmallit, joissa eri suunnittelualat tekevät suunnittelua osin peräkkäisissä vaiheissa, **eivät sovellu etenkin teolliseen tilaelementeistä rakennettavaan puurakentamisen tuotantotapaan.** Haastatelluissa tuotiin esille sitä, että **suunnitteluprosessia tulee kehittää "systeemilähtöisesti"** siten, että suunnittelualat eivät tee työtä kukin omissa "siilossaan". Tilaelementteihin perustuvan kokonaissuunnitteluratkaisun tarjoaminen edellyttää aktiivista yhteistyötä eri suunnittelualojen (arkkitehti-, rakenne-, lvi- ja sähkösuunnittelu) kesken ja suunnitteluprosessia tulee kehittää ennakkoluulottomasti.

"Tässä on niin paljon eroja, että esimerkiksi CLT-tilaelementti-kerrostaloa ei vaan kerta kaikkiaan voi siihen betonirakentamisen prosessiin istuttaa."

"CLT:n ehdoilla tapahtuvaa suunnittelua ei oikeastaan osata vielä tehdä. Eli pitäisi ymmärtää se CLT:n kustannusrakenne, miten se syntyy, paljonko materiaalia käytetään ja paljonko siitä leikataan pois - loppukäyttäjää maksaa myös niistä pois leikatuista osista. Tällöin arkkitehdin käsissä olisi tehdä sellaisia suunnitelmia, joissa pois leikattuja osia olisi mahdollisimman vähän. Ja silloin koko arkkitehtisuunnittelu, luonnoksista lähtien, pitäisi tehdä vähän eri tavalla."

"Tätä pitää kehittää ja tehdä systeemilähtöisesti: suunnittelualat eivät voi tehdä sitä työtä kukin omissa siilossaan vaan tässä pitää olla todella aktiivinen yhteys kaikkien eri suunnittelualojen välillä, ja pitää ennakkoluulottomasti kehittää näitä suunnitteluprosesseja."

"Jos luonnossuunnitelmat tehdään puurunkorakennuksen mitoitukselle sopii ne betonirakennukselle. Mutta jos luonnossuunnitelmat tehdään betonirungon mitoitukselle ne eivät välttämättä sovellu puurunkorakennukselle."

Puurakentamisen tilaamista ja suunnittelua tulisi toteuttaa puurakentamisen ehdoilla. Haasteeksi nähtiin, että kun teollinen puukerrostalo pyritään toteuttamaan identtisenä betonikerrostalon kanssa ja perinteisellä betonikerrostalon prosessilla, teollisen puurakentamisen hyötyjä ja mahdollisuuksia ei voida hyödyntää täysimääräisesti.

Talorakennushankkeen kulku teollista puurakentamista hyödyntämällä tulee määritellä ja toteuttaa siten, että prosessi luo edellytykset puun hyödyntämiselle ratkaisussa optimaalisesti.

Tilaaajilla, rakennuttajilla, suunnittelijoilla, työmaajohdolla ja rakennustyömaalla työskentelevien henkilöiden keskuudessa on **liian vähän osaamista ja kokemusta** teollisen puurakentamisen ratkaisuista ja toteuttamisesta. Tämä on este teollisen puurakentamisen nopealle kasvulle. **Teollisen puurakentamisen osaamisen lisääminen tilaajien ja rakennuttajien keskuudessa, eri suunnittelualoilla, toteutuksessa ja ylläpidossa ja kaikilla koulutusasteilla on välttämätöntä.**

"Se, että työ siirtyy työmaalta tehtaalle, muuttaa käytännössä sopimista monimutkaisemmaksi, koska siellä tulee tilaajan, aliurakoitsijan ja alitettujen urakoiden asioita eteen. Ja myös vaiheistusta maksuerätaulukoihin. Jos 70 % rakennuksesta rakennetaan valmiiksi teollisuushallissa niin missä vaiheessa rahat liikkuvat ja minkälaiset ovat vakuudet?"

"Puuttuu osaamista, sitä osaamista puuttuu kautta koko suunnittelu- ja toteutusprosessin."

"Usein kunnat käyttävät rakennuttajakonsultteja, ja heille annetaan tiukat tai tietyt raamit, niin jos rakennuttajakonsultin roolissakaan ei ole sitä tuntemusta, tietämystä puurakentamisesta ja sen tekniikoista riittävästi, niin helposti puu jää jo ihan alkumetreillä pois, koska kukaan ei halua ottaa noita riskejä, koska se rakennuttajakonsultti on lähtökohtaisesti vastuussa hankkeesta."

Haastatellut korostivat **myös puutuoteteollisuuden yhteistyön tärkeyttä.** Systemisen kehittämisen näkökulmasta nähtiin tärkeäksi myös **yhteistyö eri materiaali- ja tuotevalmistajien ja alan kaikkien toimijoiden kesken.**

Volyymien ja kysynnän luomisessa kaikkein tehokkaimpina keinoina nähtiin **poliittinen ohjaus sekä maankäytön ohjaus ja kaavoitus ("pakko").** Nykyisessä tilanteessa **kuntien toivottiin tekevän konkreettisia päätöksiä** siitä, että tietyt hankkeet tehdään puusta. Mutta pidemmällä tähtäimellä, kun puurakentamiselle on luotu edellytykset kehittyä, osa haastatelluista korosti sitä, että materiaalien tulee antaa kilpailua keskenään omilla vahvuuksillaan.

Kaavoitusta voidaan käyttää "vipuna" volyymin aikaansaamiseen.

Haastatteluissa tuli esille, että Ruotsissa on mahdollistettu puurakentamisen volyymien nostaminen kaavoittamalla tontteja puurakentamiselle. Näin toimijat ovat voineet investoida tuotantokapasiteetin nostamiseen ja prosessin kehittämiseen.

"Keskeinen haaste puurakentamiselle on tällöinen kaupunkiympäristöjen puurakentaminen. Se meidän tavallaan pitäisi pystyä ratkaisemaan, jos halutaan laajamittaisemmin tehdä puurakentamista. Maailma kaupungistuu ja meidän pitäisi luoda mielikuva siitä, minkälaista on puurakentaminen kaupunkiympäristössä."

"Meillä on kaavoja jotka eivät, sovellu puurakentamiseen."

"Jos kaava ohjaa runkosyvyydeltään sellaisiin rakennuksiin, jotka mitoituksen puolesta eivät sovellu puulle, voi tulla esteitä."

"Rakennusoikeustulkinnoissa ja kaavoituksessakin saattaa olla vielä jotain, jossa olisi puurakentamisen kannalta kehitettävää. Esimerkiksi tiettyä määrää leveämpiä väliseiniä ei tulisi laskea rakennusoikeuteen, jotta puu ei tavallaan joudu takamatkalle muiden materiaalien kanssa."

Tarvitaan **viranomaisyhteistyötä kaavoituksen, rakennusvalvontojen ja pelastuslaitoksen kesken.** Haastatteluissa tuotiin esille tarve kehittää nykyistä yhtenäisempiä käytäntöjä rakennusvalvontojen kesken.

Poliittisella tasolla tulee huolehtia siitä, että eri materiaalien käytölle ei ole tarpeettomia esteitä.

"Ohjeistetaan rakennusvalvontaa puurakentamisen osalta nykyistä yhtenäisempiin käytäntöihin."

"Kaavoitus menee omia latujaan. Sitten tulee rakennusvalvonta, kun on rakennuslupien aika. Pelastuslaitos pitäisi saada myös rinkiin mukaan. Nämä eivät tunnu aina toimivan kovin hyvin yhdessä sieltä alkumetreiltä asti."

6 TUTKIMUS- JA KEHITYSTARPEET

Puurakentamisen tilaamista helpottaisivat vakioidut ja standardisoidut järjestelmät sekä avaimet käteen -kokonaistoimitusratkaisut. Tilaajille suunnatun ohjeistuksen lisäksi nähtiin tärkeäksi teollisten valmistajien yhteistyö tuoteosien standardisoimiseksi ja vakioimiseksi, mikä edistäisi tuoteosien kilpailuttamista, sujuvoittaisi työmaalla toteutusvaihetta ja kokemuksen karttuessa useista hankkeista tekisi puurakentamisesta yhtä tuttua ja tavanomaista kuin betonirakentaminen on tänä päivänä. Standardisoimisessa keskeistä on massakustomointi, joka mahdollistaa sarjat, mutta myös muunneltavuuden. Erityisesti silloin, jos puurakentamisen järjestelmän tai järjestelmien standardisointia ei kyetä toteuttamaan, nähtiin tärkeäksi, että alalla kehitetään tilaamista ja ostamista helpottavia puurakentamisen avaimet käteen -kokonaistoimitusratkaisuja.

Kustannuskilpailukyvyyn kehittäminen on kriittinen asia puurakentamisen volyyymien kasvattamiselle. Tässä on keskeistä **koko toimitusketjun kehittäminen ja teolliseen puurakentamiseen soveltuvien rakennushankkeiden vaiheistus ja prosessin kehittäminen.** Tarvitaan myös **faktapohjaista tietoa puurakentamisen rakenteiden ja toteutuksen kustannuksista.**

”Toimitusketju ja prosessi ei ole kellään kunnossa. Jokaisessa vaiheessa – tilaamisessa, suunnittelussa, toimitusprosessissa - tulee ylimääräisiä prosentteja hinnan päälle. Kun prosessi ei toimi niin se nostaa kustannuksia merkittävästi. Betonillahan se on hyvin selkeää: kun tilataan betonitaloa, sen jälkeen se toimitetaan ja rakentuu sinne. Se käy oikeastaan melkein itsestään.”

”Mielellään nähtäisiin tilaajapuolella, että puurakentaminen olisi yhtä kustannustehokasta kuin nykyinen betonirakentaminen, ellei jopa tehokkaampaa ja voitaisiin käydä tasavertaista kilpailua puu- ja betonihankkeiden välillä ilman että jompikumpi saa enemmän tukea.”

”Kertopuuripalaatta käyttäytyy samalla tavalla kuin ontelolaatta, se on yhtä yksinkertainen ja sillä on helppo viedä talotekniikka. Ja se toimii äänen ja värähtelyn ja palon kanssa. Se tulee jopa halvemmaksi, kun laskennassa otetaan kaikki kerrokset mukaan. Ontelolaatassa on saumavalut ja raudoitukset ja kaikki niin sitten ollaan kertoripapuulaatassa jopa edullisemmassa. Sitä pidetään kalliimpina rakenteena, ja se peruslaatta on toki kallis. Mutta kun on tehty kaikki kerrokset sinne, niin asia on jo ihan toinen.”

”Betonirakentamisessa on ollut yksi järjestelmä vuosikymmeniä ja urakoitsija voi ostaa osia mistä tahansa betonielementtitehtaasta. Puurakentamisessa ei ole yhtenäistä järjestelmää vaan yrityskohdittaisia ratkaisuja. Platform ja RunkoPES-järjestelmistä piti tulla alalle järjestelmä, mutta ei tullut. Jokainen halusi tehdä omiaan. Jos haluaa tehdä oman rakennusjärjestelmän, niin sitten pitää oikeasti tarjota se avaimet käteen -periaatteella urakoitsijalle, jotta sen elämä on mahdollisimman helppoa. Puurakentaminen on pirstaloitunutta ja puutalon hankkiminen on tilaajalle vaikeaa – se on se juurisyy, miksi puurakentamisen volyyymi ei merkittävästi kasva.”

”Rakennuksessa pitää olla massakustomoitavuus. Pitää tehdä sarjoissa, mutta olla kuitenkin muunneltavaa, koska rakennukset ei ole täsmälleen samanlaisia. Auto on helpompi tehdä roboteilla, mutta rakentamisessa robotit ei ole paras ratkaisu. Se tehokkuus saadaan sieltäkin, kun prosessi on vaan suunniteltu niin, että siellä ei tehdä tyhjää.”

”Asuinrakentamisen kilpailukykyyn vaikuttava keskeinen tekijä on välipohja, koska siihen kohdistuu eniten kaikenlaisia vaatimuksia: kantavuus ja taipuma, värähtely, palo, tiiviys, ilmaääneneristys, askelääneneristys, jäykistäminen ja vielä talotekniikkakin pitäisi saada menemään.”

Vakioiduilla ratkaisuilla voidaan vaikuttaa kustannuksiin. Keski-Euroopassa on kehitetty liitostekniikkaa ja välipohjaratkaisuja, joiden 'benchmarkkaus' voisi olla kiinnostavaa ja ratkaisut osin siirrettävissä suomalaiseenkin rakentamiseen. Osa haastatelluista totesi, että Keski-Euroopan ja Ruotsin rakennusmääräykset (mm. palo ja ääni) eroavat vaatimustasoltaan suomalaisista määräyksistä, ja ratkaisut eivät siten välttämättä aina ole suoraan Suomessa rakentamiseen sovellettavissa. **Välipohja todettiin asuinkerrostalossa kriittiseksi rakennusosaksi, koska välipohjaa on neliönä paljon ja siten välipohjan kustannus vaikuttaa merkittävästi kokonaiskustannuksiin.** Usea haastatelluista toi esille, että meillä ei ole tänä päivänä yhteistä käsitystä siitä, mikä on toimiva ja kustannustasoltaan kilpailukykyinen välipohjarakenne. Mutta vastakkaisiakin näkemyksiä

”Muualla Euroopassa, jossa on kertynyt suunnittelukokemusta pitkältä ajalta, niin liitokset pystytään tekemään nykyaikaisilla tekniikoilla millin tarkkuudella tehtaalla. Ja meillä on nyt oikeastaan näitä levyrakenteita, joita liitetään toisiinsa metallilevyliittimillä ja käytetään valtavat määrät ruuveja, kun vastaavasti voitaisiin tietokoneohjatuilla järjestelmillä toteuttaa tarkkaan mitoitettuja levyrakenteita ja pystyttäisiin tekemään vaikka kuinka hienoja sormiliitoksia.”

esitettiin ja esimerkiksi kertopuuripalaatta nähtiin teknisesti toimivana ääneneristykseen, paloturvallisuuden ja värähtelyjen suhteen ja kustannuksiltaan kilpailukykyisenä ontelolaattaan verrattuna.

Palomääräyksissä todettiin edelleen olevan selvittävää ja kehitettävää. Haastateltavat kysyivät, levytetäänkö nyt tarpeettomasti esimerkiksi massiivipuulementtejä ja samalla menetetään puupinnan esteettinen laatu. **Kokeellisesti tulisi tutkia palon syttymistä ja leviämistä, ja onko nykyinen vaatimus tarkoituksenmukainen.** Haastatteluissa pohdittiin myös kerroksellisten rakenteiden toimivuutta elinkaaren aikana akustisten ominaisuuksien säilymisen kannalta. Samoin pohdittiin kerroksellisten rakenteiden kuivaamista ja korjaamista tilanteissa, joissa ne ovat päässeet kastumaan esimerkiksi vuotovahingon johdosta.

Puurakennuksen **läpivientien toteuttaminen** nähtiin haastavana, koska **hyväksytyjä, puurakenteille testattuja ja luokiteltuja palokatko-tuotteita on niukasti markkinoilla.** Tuotevalikoimaa tulisi saada laajennettua. Myös osastoivien lasiseinien todettiin tuovan hankkeissa haasteita. **Osastoivien lasiseinien ja samoin palo-ovien luokitushyväksynnöissä** tulisi selkeästi olla mainittuna joko testaukseen tai asiantuntijan arviointiin perustuen, että tuote täyttää palovaatimukset myös puiseen rankarunkoiseen suurelementtiin tai massiivipuuhun kiinnitettynä. Nykyisin joudutaan usein käyttämään rakennuspaikka-kohtaisia arviointoja ja lausuntoja.

Puumateriaali on kosteudelle herkkä materiaali. **Yleistyvät viistosateet ja kosteusolosuhteiden muutos haastaa rakenteiden ja detaliikan (esimerkiksi ikkunat, läpivientien tiiveys) suunnittelua ja toteutusta. Huoltotoimenpiteiden jaksottamiseksi tarvitaan koottua tietoa esimerkiksi toteutettujen kohteiden kokemusten pohjalta.**

"Viistosaderasitus lisääntyy ilmastonmuutoksen myötä ja on korkeammassa rakennuksissa isompi kuin niissä yksi- ja kaksikerroksisissa pientaloissa. Rakennusfysikaalinen toiminta näissä rakenteissa on ihan erilainen kuin aikanaan toteutetuissa puisissa rakenteissa. Meillä on tänä päivänä erilaiset ilmasto-olosuhteet, erilaiset rakenteiden rakennusfysikaaliset käytöt ja käyttäytymiset. Sen takia pitkäaikaiskestävyyden varmistaminen vaatisi selvittämistä."

Useissa kaavoissa taustalla on ajatus betonirakentamisen mittamaailmasta vaikka kaavassa ei olisi rakennusmateriaalia määrätty. Tämä on asia, jota kannattaa selvittää.

Muutamassa haastattelussa tuli esille **kysymys CLT:n liimojen mahdollisista emissioista** ja puupölyn mahdollisesta vaarallisuudesta.

Haastatteluissa pohdittiin myös eri rakentamisen tekniikoilla tehtävien rakennusten **kotimaisuusastetta.**

Tilaelementtituotannon laadunvalvonta tulee määritellä. Kun tila rakennetaan valmiiksi tehtaassa, tulee tehtaassa tehtävä valvonta kriittiseksi. Puurakentaminen vaatii enemmän huolellisuutta työmaalla kosteudenhallinnassa, liitosten tekemisessä ja ääneneristykseen toteuttamisessa, ja **työmaalla tarvitaan laadunvalvontaa eri asioissa kuin perinteisemmässä rakentamisessa.**

"Puupinta joudutaan monessa kohteessa suurelta osin vuoraamaan Gyproc-levyillä vaikka esimerkiksi CLT ei juurikaan syty. Yhdessäkin koulurakennuksessa levytettiin Gyprocilla 2,5 hehtaaria."

"Huolestuttaa vähän tämä kerroksellisuus ja miten herkkä se loppujen lopuksi on. Umpibetonissa ja umpi-CLT:ssä koko massa tuottaa palo- ja äänieristävyden, mutta kun mennään kerrosrakenteisiin alakattoon tai välipohjaan niin siinä on akustorangalla ripustettu alakatto ja sen kun puhkaisee niin sitten on periaatteessa äänieristys menetetty."

"Se on näissä uusissakin, puukerrostaloissa ongelma, että siellä on monikerroksisia rakenteita - kyllä ne on aika pahoja, kun ne kunnolla kostuu, se on kallista puuhaa korjata."

"Kun nämä kosteusolosuhteet ilmastonmuutoksen myötä muuttuvat niin kyllähän esimerkiksi siellä koolauksissa olevissa materiaaleissa on mietittävä."

"Katsoisin mikä on rakennukseen sitoutuvien materiaalien kotimaisuusaste: pintakäsittelyaineet, kiinnikkeet, puumateriaali ja koko repertuaari – oikeastaan sama lista kuin millä rakennuksen hiilijalanjälki lasketaan."

7 OHJEISTUKSEEN JA SOPIMUSASIAKIRJOIHIN LIITTYVÄT KEHITYSTARPEET

Puurakentamisen merkittävän markkinaosuuden lisääminen julkisessa rakentamisessa lyhyessä ajassa edellyttää teollisen puurakentamisen ratkaisujen ja niiden edellyttämän rakentamisen prosessin kuvaamista erityisesti kaupunkien ja kuntien rakennuttamisen organisaatioille. Kuntaliiton rooli nähtiin keskeisenä ohjeistamassa kuntia julkisessa rakentamisessa.

Useampi haastatelluista toi esille sen, että infoa ja tietoa puurakentamisesta löytyy runsaasti, mutta tieto on hajallaan ja on olemassa selvästi tarve keskitetylle ja nykyistä hallitummalle tiedon jakamiselle.

Haastatellut toivat esille, että RT-ohjekortit ovat ohjanneet rakentamisen ratkaisuja eri aikakausilla, ja että RT-ohjekortteihin kiteytetty tieto hyvistä puurakentamisen ratkaisuista tukisi myös teollisen puurakentamisen kehittymistä ja olisi tärkeä tilaamisen ja suunnittelun tuki.

Osana esiselvitystä toteutettiin työpaja, jossa priorisoitiin haastatteluissa esille nousseita ohjeistustarpeita. Työpajassa nostettiin kiireellisemmin toteutettaviksi seuraavat ohjeet, laatuvaatimukset ja kilpailutusasiakirjat.

1. **Rakentamisen prosessien kuvaus.** Rakentamisen toteuttaminen teollisilla puurakentamisen pilari-palkki- ja suurelementtiratkaisuilla sekä tilaelementeillä ovat prosesseiltaan hyvin erilaiset ja eroavat huomattavasti perinteisestä rakentamisen prosessista. Teollisen puurakentamisen prosessit tulee kuvata. Kuvauksessa on tärkeää tuoda esille päätöksentekopisteet sekä mitä lähtötietoja mihinkin rakennushankkeen vaiheeseen edellisen vaiheen tulee tuottaa. Erityisesti tilaelementteihin perustuvassa rakentamisessa suunnittelun tehtävät aikaistuvat ja toteutus suunnittelu kokonaisuudessaan tehdään ennen tilaelementtien valmistamista. Prosessikuvauksessa voisi kuvata myös yleisellä tasolla käyttövaiheen, ylläpitovaiheen sekä purkamisen ja kierrätyksen. Huomioon on otettava myös SR/KVR-rakentamisen eroavaisuudet. Osa haastatelluista korosti esivalmisteisten tuoteosien valmistajien mukaan ottamista hankkeeseen jo hankekehitysvaiheessa, jotta esivalmisteisen teollisuuden tuotannon mahdollisuudet ja reunaehdot tulevat ajoissa huomioon otetuiksi ratkaisuja suunniteltaessa.

"Ohjeistusta, että tilaajan on helppo lähteä hankkeeseen. Että tilaaja pystyy minimoimaan riskit, koska sellainen aihe. mistä hän ei tiedä, niin se on hänelle riski."

"Kuntaliiton roolin tulee seuraavina vuosina lisääntyä. Kuntapuolella on iso potentiaali ja siellä sitä ohjeistusta tarvitaan."

"Puurakentamiseen tarvittaisiin ohjausta ja ohjeistusta tilaajille. Puuinfon ePuu:stahan tilaajat, kaupungit ja kunnat, jotka suunnittelevat puukohdetta, saavat vähän hahmotusta siitä, millainen tämä prosessi on ja minkälaisia mahdollisia erilaisia rakennejärjestelmiä on, mutta ihan yleinen 'puu tutuksi' -teema tarvitaan."

"Jo ennen hankesuunnittelua pitäisi tehdä päätös, että kohde tehdään puurunkoisena, koska se vaikuttaa jännemittoihin, tilamitoitukseen ja kantaviin rakenteisiin. Näin saataisiin puurakentamiselle kustannustehokkuutta. Liian usein puukerrostaloa yritetään tehdä samalla prosessilla kuin betonista kerrostaloa - prosessi on ihan erilainen."

"Tilaelementtitalon voi tehdä suurelementeistä, koska ne on pienempiä elementtejä, mutta suurelementtitaloa ei voi tehdä tilaelementeistä."

"Tarvitaan eri alojen asiantuntijoita eri tavalla. Esimerkiksi nyt vaikka palosuunnittelua, joka harvemmin betonikerrostalon hankkeissa vastaan tulee. Akustiikkasuunnittelu on toinen, ehkä rakennusfysiikkakin korostuu eri tavalla. Että avattaisiin sitä, mitä kaikkea pitäisi ajatella silloin kun puurakennushankkeeseen ryhdytään."

"Lähtötiedot yleensä on esimerkiksi mittatietoa tai pääasiallinen runkomateriaali. Käytännössä varsinkin jo se mittatieto johtaa yleensä siihen että tarveselvityksestä mennään tilaohjelmaan niin puu on käytännössä siinä vaiheessa jo monesti ajettu - voi sanoa että ainakin - epäedulliseen asemaan."

2. **Mallikonseptien jakaminen kokoamalla parhaimmat toteutetut ja toimivat ratkaisut ('best practices') yksiin kansiin.** Tämän voisi toteuttaa esimerkiksi kokoamalla "mallipoolin" tai infopankin nettisivuille. "Mallipoolin" tulisi sisältää tyypillisiä rakenteita ja detaljiperiaatteita (mm. välipohja, huoneistojen välinen seinä, välipohjan ja rungon liittymä, perustuksen ja puurungon liittymä, yläpohja). Työpajassa esitettiin yhtenä vaihtoehtona, että Rakennustieto puolueettomana toimijana toisi toimijat saman pöydän ääreen sekä kokoaisi ja validoisi hyvät ja toimivat ratkaisut. Vaihtoehtoinen toteutusmalli voisi olla valmistajien tuottamat "konseptikirjat".

Perusrakenne- ja detaljiratkaisujen kuvaaminen nähtiin tärkeäksi nykyisessä tilanteessa, jossa puurakentamisen eri tekniikoita tuntevia suunnittelijoita ja rakentajia on edelleen vähän. Hyvien ja toimivien ratkaisujen jakaminen tuo tehokkuutta, kun kaikkien ei tarvitse tehdä asioita "kantapään kautta oppimalla". Perusmalliratkaisuissa tulisi kuvata, mikä runkotekniikka, rakenne ja detaljit toimivat minkäkin tyyppisessä käyttötarkoituksessa ja siten, että esim. kosteudenhallinta, akustiikka, paloturvallisuus jne. on hallitusti ratkaistu. Rungon valinnan vaikutukset arkkitehtisuunnitteluun olisi tärkeää kuvata. Samoin läpivientien, palokatkojen ja kiinnitysten toteutus palomääräysten mukaisesti. Tämä voisi myös edistää oheistuotteiden ja vaihtoehtoisten tuotteiden valmistajia tuottamaan dokumentaation kuntoon tuotteiden soveltuvuudesta puurakentamiseen. Mahdollisuuksien mukaan ratkaisuista tulisi olla keskeisiä asioita taulukoituina (esim. jännevälit ja kantavuudet, kerrospaksuudet, ääneneristävyys...), millä vähennettäisiin kohdekohtaisen suunnittelun tarvetta. Massiivipuorakennuksen ja rankarakenteisten rakenteiden ääneneristysarvot tulisi esittää osana perusdetaljien esittelyä.

3. **Hankintamallit ja kilpailutusasiakirjat.**

- Erityisesti toivottiin julkisen tilaajan tarjouspyynnön ja hankinnan kuvausta, joissa on otettu huomioon kaikki olennaiset asiat puurakentamiseen liittyen.
- Tehtäväluettelokokonaisuus. Suur- ja tilaelementteihin pohjautuvissa hankkeissa suunnittelijoiden tehtävät hankkeen eri vaiheissa eroavat merkittävästi perinteisen rakentamisprosessin suunnittelutehtävien vaiheistuksesta. Erityisesti tilaelementissä ostetaan enemmänkin järjestelmäsuunnittelua kuin erikseen eri suunnittelualojen suunnittelua ja suunnittelukokonaisuuden vastuunjako on mietittävä.
- Tekniseksi liitteeksi tarvitaan RunkoRYLiin puurunkorakenteisen (rankarunkoiset suurelementit, CLT-massiivipuelementit, tilaelementit, teollinen hirsi) rakennuksen laatumäärittelyt esimerkiksi toleranssien ja näkyville jäävien pintojen tasaisuus- ja ulkonäkövaatimusten osalta. CLT:lle ei nykyisin ole olemassa lainkaan alan yleisiä ja yhteisesti laatimia laatuvaatimuksia, ainoastaan toimittajien yhteisesti laatimia, joihin erikseen kukin uusi valmistaja tulisi sitouttaa. *Standardi SFS5978 Puurakenteiden*

"Arkkitehdeille tarvitaan ohjeistusta tietyistä reunaehdoista, joilla varmistetaan toimivia ja toteutuskelpoisia ratkaisuja, jotta ei mentäisi betoni- ja teräsmaailman ehtojen mukaisesti, jotta ei tulisi heti sitä, että tämä on nyt kallis. Se on kallis, jos ne lähtöarvot ovat betonin ja teräksen lähtöarvoja."

"Kuuoskaupunkien kanssa on puhuttu, että yhtenäiset käytännöt tilaamiseen helpottaisi kaikkia tahoja."

"Olisi hyvä kuvata, mitkä ovat arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan tehtävät. Mikä on sprinlerijärjestelmän suunnittelijan ja sprinklerurakoitsijan rooli, missä rajapinnat menevät? Mikä on tilaelementtitehtaan tuoteosasuunnittelua? Yleensä LVI-järjestelmän suunnittelija suunnittelee lattialämmityksen, mutta tilaelementtitehtaan osassa suunnittelee lattialämmityksen usein suunnittelee lattialämmitysjärjestelmän toimittaja eli tilaelementtitehdas tilaa lattialämmitysjärjestelmän suunnittelun."

"Ja kosteuskoordinaattorin tehtäviin varmaan joku lisäys. Ei välttämättä tarte uutta tehtäväluetteloa, mutta ainakin ottaa se puurakentaminen huomioon näissä."

toteuttaminen. Rakennuksen kantavia rakenneosia koskevat säännöt määrittelee myös toleransseja.

"Esimerkiksi jos tilaelementit asennetaan siten, että katossa saa olla sentin toleranssi sille että, vesikatossa yhtäkkiä pomppaa kermi sentin verran, niin siinä tietysti on tekemistä, että tällaisiin spesifiin paikkoihin, missä esimerkiksi tilaelementin pitää osua toisen tilaelementin osalta, niin sovitetaanko se katon mukaan vai sovitetaanko se seinien mukaan vai sovitetaanko se korkeusasema niin että sekä katot että seinä on samassa tasossa, niin, kyllähän siellä on toleransseille tekemistä."

"Sääsuojan alla rakentamisen näen hyvänä, mutta puurakentaminen ei välttämättä tarkoita 'huputtamista' kunhan vain kosteudenhallinta on mietitty kunnolla. Sääsuoja tuo lisää kustannuksia, mutta myös paremmat työskentelyolosuhteet ja paljon aloitushommia jää pois, esim. lumen luomista ja lehtien puhaltamista. Hirvittää lumi siellä betoniholvinkin päällä."

4. **Työmaan kosteudenhallinta.** Erityisesti puisilla pilari-palkkiratkaisuilla ja suurelementeillä rakentamista toteutettaessa työmaalla on kiinnitettävä erityistä huolellisuutta kosteudenhallintaan. Tilaelementeillä (tilamoduuleilla) rakennettaessa rakennuksen nouseminen vesikattoon tapahtuu nopeasti, mikä vähentää kosteudenhallintaan liittyvää työmäärää työmaalla.
5. **Faktapohjaisen tutkimustiedon tehokas jakaminen.** Uusien tutkimusten tulisi perustua jo tutkittuun tietoon ja uutta tutkimusta tulisi rakentaa olemassa olevan tiedon päälle. Tutkimusten tulokset tulisi jakaa tehokkaasti alan toimijoille ja hyödyntää käytännössä.
6. **Nimikkeistön kehittäminen.** Nykyisestä nimikkeistöstä puuttuu osa teollisen puurakentamisen nimikkeitä. Nimikkeistö ei esimerkiksi palvele tilaelementeistä tehtävän rakennuksen kustannusten laskentaa. Nimikkeistötyössä tulee ottaa huomioon teollisen puurakentamisen nimikkeistötarpeet.

"Jos meillä nyt normaalisti on vaikka runko ja sitten sisävalmistustyöt, talotekniikkatyöt ja työmaan yleiskulut ja hallintokulut. Niin sitten kun meillä on tilaelementti ja tehdään tehtaalla puolet siitä talosta, niin meillä on siellä runkoa, meillä on siellä talotekniikkaa, sisätöitä ja nosturikustannuksia, jolloin me otetaan sieltä kaikista pääryhmistä kuluja itsellemme. Ja se muuttaa koko sen rakenteen siitä nimikkeistöstä."

Olemassa olevien RT-ohjekorttien päivistytyössä tulisi ottaa huomioon teollisen puurakentamisen näkökulma niissä ohjekorteissa, joihin teollinen puurakentaminen liittyy.

Seuraavassa on esitetty muita haastatteluissa esille tuotuja asioita, joita kehittämällä puun käyttöä teollisessa rakentamisessa edistetään.

- **RT-sopimuslomakkeissa ja niihin liittyvässä ohjeistuksessa teollisen puurakentamisen näkökulman huomioon ottaminen.** Osa hankkeista toteutetaan tänä päivänä allianssityyppisillä sopimuksilla, mutta kaikki hankkeet eivät voi olla näin toteutettuja, koska nämä sitovat tilaajaltakin enemmän resursseja ja perinteisimpiäkin hankemalleja tarvitaan.
 - KVR-sopimukset toimivat hyvin pienellä päivityksellä sellaisenaan.
 - YSE-pohjainen pääurakkasopimus pohja tarvitsee 'kaverikseen' jaetun urakan RYHT-pohjaisen toimitussopimus pohjan. Myös RYHT hyvä käydä läpi.
 - Normaali alihankintasopimus (esim. tasoelementit).
 - Suunnittelusopimusten KSE:n läpikäynti. Kun suunnitteluun täytyy panostaa aikaisemmin ja suunnittelu pitää viedä pidemmälle, vaikuttaa se KSE:hen. Tehtäväluettelo tulee aikatauluttaa ja kirjoittaa KSE:n

Kyllä se ylivoimaisesti isoin tarve on siinä jaetussa urakassa se tuoteosatoimituksen sopimus pohja. Tänä päivänä se sopimus, joka on käsittääkseni osittain vakioitunut toimialalle, on vähän semmoinen sekasotku YSEä ja RYHTiä. Eli toimitaan RYHT-sopimuksella, mihin on otettu sopimusehtoja YSE-maailmasta. Esimerkiksi tällaisia takuujajan asioita ja luovutukseen ja käyttöönottoon liittyviä pykälä ja takuu- ja vakuusasioihin liittyviä pykälä. Eli se on tavallaan RYHTin päälle kirjoitettu YSE-henkinen sopimus mitä käytetään, ja se lienee semmoinen, mikä olisi hyvä kyllä käydä läpi.

"Kun suunnitteluun täytyy panostaa aikaisemmin ja suunnittelu pitää viedä pidemmälle etenkin kun tehdään esim. CNC-työstetyksi rasiareikiä, niin siellä ei voi lukea, että mitta tarkistetaan työmaalla, vaan siellä pitäisi oikeasti tietää, mihin kohtaan pistorasia sijoitetaan."

kanssa tilaelementeillä toteutettavaan puukerrostaloon ja muilla tekniikoilla toteutettaviin puurakennuksiin.

RT-sopimusasiakirjojen läpikäynti nähtiin tärkeäksi projektiksi, mutta ei yhtä kiireelliseksi kuin edellä mainitut ohjeistukset.

- **Tarvitsemme ymmärryksen lisäämistä siitä, miten erilaiset hankintamuodot soveltuvat puun hyödyntämiseen teollisessa rakentamisessa.**
- Pitkälle viety esivalmistus sekä puun keveyden ja mittatarkkuuden hyödyntäminen nopeuttavat rakentamista työmaalla ja tuovat sitä kautta kustannussäästöjä. Tehdastyö hallituissa sisäolosuhteissa tuo myös laatu- ja muita hyötyjä (esim. harmaan työvoiman välttäminen). Nämä **hyödyt tulisi kuvata faktapohjaisesti.**
- **Tarvitsemme lisää faktaan perustuvaa tietoa ja ohjeistusta teollisten puurakenteiden pitkäaikaiskestävyydestä, huoltotoimenpiteiden oikeasta jaksottamisesta ja ylläpidosta.** Tämä nähtiin olennaiseksi tiedoksi myös kunnille ja helpottavan kunnissa elinkaarikustannusten laskentaa ja hankkeista päätöksentekoa. Faktaa detalleista ja niiden huollosta tarvitaan, jotta vältytään ongelmilta (vrt. esimerkiksi lämpörappaus). Tarvitaan tietoa myös siitä, onko 30 cm:n sokkelin korkeus koko maassa riittävä ja voisiko sokkelikorkeuden nostaminen korvata kivirakenteisen kerroksen ja mitkä tämän ympäristövaikutukset olisivat. Puuverhousten ylläpidosta on jo olemassa tietoa, mutta tietoa puuttuu uusista ratkaisuista (CLT, pintaratkaisut, palosuojaus...). Toteumatiedon kerääminen on tärkeää ja tällä hetkellä systemaattisesti kerättyä, faktapohjaista tietoa puuttuu tai sitä on liian vähän.
- **Perustietopaketti tilaajille ja suunnittelijoille siitä, miten puuta voidaan käyttää paloturvallisesti.** Erityisesti julkiset tilaajat toivat esille, että paloturvallisuuteen liittyvissä asioissa (palosuojaus, sprinklaus...) on paljon ”knoppitietoa”, joka on hallittava jo tarjouspyyntöä laadittaessa; jos jokin asia unohtuu tarjouspyynnöstä, niin se merkitsee yleensä usein lisätöitä ja -laskuja.
- **Perustietopaketti tilaajille ja suunnittelijoille puurunkoisen rakennuksen rakenteellisista asioista, esimerkiksi jäykkyys, tärsähtelyt, värähtelyt ja akustiikka.** Teräsrakentamisessa on samoja haasteita. Perusrakennesuunnittelija osaa nämä, mutta myös arkkitehdin ja tilaajan tulee ymmärtää näitä tietyllä yleisellä tasolla.
- **Ohjeistusta ja tietoa puurakenteiden hiilijalanjäljestä ja ekologisuudesta.**
- **Tietomallinnusohjeistus tavoitteena digitaalinen suunnitteluprosessi, josta kuvat siirtyvät suoraan teolliseen tuotantoon. Nykyiset mallinnusohjeet ovat betoni- ja teräslähtöisiä.** Puurakentamisen näkökulma on tärkeää liittää myös buildingSmartin toimintaan. Mallinnusohjeistus todettiin haastavaksi työksi ja korostettiin myös sitä, että ohjeituksen kehittämisessä yhteistyö esivalmisteisten teollisten valmistajien kanssa on tärkeää. Haastatteluissa tuli esille, että osa toimijoista

”Kun ylläpidon tietomalli pidetään ajan tasalla saadaan siitä tietoa huoltoväleistä ja myös ilmastomuutoksen vaikutuksista huollon ja ylläpidon tarpeisiin. Puurakentaminen mukaan bSF:n tietomallikehitykseen. Standardisointien ratkaisujen puute aiheuttaa riskin toimittajan järjestelmien yhteensopivuuden kanssa ja kilpailuttaminen SR/KVR-urakkana ainoa vaihtoehto. Viranomaisprosessi ei ole erillisprosessi vaan tietynä aikana läpileikkaus digitaalisesta prosessista. Asiaan liittyvät myös tyyppidetallit. Mallirakenteet täytyy esittää tietomalliperiaatteiden mukaisesti ja sähköisesti, jotta ne voidaan liittää tietomalliin ja siirtää tuotantoon.”

näki tietomallin yhtenä ratkaisuna hallita esimerkiksi puukerrostalon kokonaisuutta ja löytää mahdolliset suunnitelmavirheet jo suunnittelupöydällä. Osa haastatelluista korosti sitä, että puurakentamisessa on betonirakentamiseen verrattuna enemmän osia ja kiinnityksiä (erilaisia ruuveja, erilaista puutavaraa kuten sahatavaraa, kertopuuta, liimapuuta, kertopuulevyä, CLT-levyä jne.), ja tietomalli on työkalu kokonaisuuden hallintaan ja esivalmistaiseen tuotantoon (tiedot ja mitat siirtyvät suoraan mallista CNC-koneille).

- **RT-ohjekortti hyvään puurunkoisen rakennuksen kosteudenhallintaan.** Ohjekortissa on tärkeää käsitellä mm. alapohjarakenne, keskeisten rakennusosien ja detaljien merkitys, työmaavaihe, käyttövaihe ja oikea-aikainen ylläpito. Tyyppirakenteissa tulee kuvata rakennusfysikaalisesti ilmasto-olosuhteissamme toimivat keskeiset rakenteet ja detaljit. Nykyiset puurunkorakenteita ja -verhouksia käsittelevät RT-ohjekortit on ajankohtaista käydä läpi ja päivittää.
- **RT-ohjekortti hybridirakentamisen ratkaisusta,** esimerkiksi liittolaatta välipohjassa ja liittymät runkorakenteisiin ja betoniset hissikuilut puurunkoisessa rakennuksessa.
- **Kerrostalot -kirjasarjan täydentäminen 2000-luvun kerrostalojen rakenteilla.** Tyypilliset puukerrostalokohteet tulevat tässä kirjasarjassa kuvatuiksi kattavasti keskeisten rakenteiden ja suunnitteluratkaisujen osalta, sisältäen myös talotekniikan sijoituksen. **Ehdotettiin myös suppeampaa kirjaa: Toteutetut puukerrostaloratkaisut – malliratkaisut eri tekniikoista.** Tätä perusteltiin sillä, että meillä on edelleen puurakentamisessa paljon koerakentamista ja pilotointia; koska olemme vielä ”perusasioissa”, tällaista perustietoa tarvitaan. Myöhemmin kirja palvelisi korjausrakentamista.
- **Sisäilman laadun määrittäminen puurakennuskohteissa.** Esille tuli tarve määritellä mitä tuotteita M1-luokitus koskee.
- **Luotettava ja jatkuvasti päivittyvä kustannustietous (esim. RATU-menekit) tyypillisimpien teollisten puurakenteisten rakennusosien kustannuksista (eur/m²).** Pitkän aikavälin kustannustiedon kerääminen on tärkeää.
- **Työmaavalvonnan tehtävien määrittäminen.** Valvottavia asioita on enemmän ja osa valvottavista asioista on myös uusia verrattuna tutumpaan betonirakentamiseen (esimerkiksi ääneneristyksen mittaaminen). **Myös tilaelementtien tehdasvalmistuksen valvonnan periaatteet tulee määritellä.**
- **Virhepankki.** Ehdotettiin virhepankin kokoamista, tiedon jakamista tehokkaasti ja oppimista mahdollisista virheellisistä ratkaisuista ja toteutuksista.
- **RT-ohjekortti sprinklauksesta** hankkeen tarveselvitys- ja hankesuunnitteluvaiheeseen. Kunnan halutessa edistää tontille puurakentamista on tärkeää selvittää mitä sprinklaus tontilla edellyttää (esimerkiksi voidaanko sprinler liittää suoraan vesijohtoverkostoon vai tarvitseeko erilliset säiliöt). Ohjeen tulisi sisältää myös mitoitus- ja kustannustietoa.

”MRL:n uudistus, RYHTI-hanke ja sähköiset rajapinnat: julkisiin järjestelmiin linkitettyjen sähköisten huoltokirjojen hyödyntäminen. Voisiko niistä saada dataa? Rakennusvalvonnan ja Rakennustiedon palveluiden luontevaa linkittämistä kannattaa laajemminkin pohtia.”

”Kosteudenhallintaan liittyvät asiat, oli ne sitten sisällä olevaa niin sanottua kylpyhuonekosteutta, kylpyhuoneiden erilaisia vedeneristysratkaisuja tai sitten viemäroinnin ja ylipäättään talotekniikan ratkaisuja.”

”Hybridirakentamisen ohjekortti: miten rungon jäykistys hoidetaan ja miten erilaiset aspektit siinä rakennuksessa on mielekästä hoitaa. Alan yhteinen pohdinta ja sitten ihan oikea kortti, että millaisia ratkaisuja se hybridirakentaminen käytännössä voisi tarkoittaa.”

”M1-luokituksen käyttö puurakennuksessa - mitä tuotteita se koskee? Esimerkiksi CLT, mielestäni hyvä linjaus olisi, että CLT:n liimat pitää olla M1 tai vastaavasti luokiteltuja, mutta CLT:n ei tarvitsisi olla.”

”Usein isot rakennuttajat sanovat, että puurakentamisessa on riskejä ja se on kallista. Käytännössä päästään halvempiin runkoratkaisuihin, mutta kun saisi ne realiteetit esille, että mitä se oikeasti maksaa.”

- **Hissikuiluohje, jossa kuvataan, miten hissikuilu toteutetaan puurakenteisena.** Hissikuiluohjeita on jo tehty, mutta ne ovat erilaisia. Alalla kaivataan ohjetta, jossa olisi selkeä 'sapluuna', joka kattaisi ääneneristyksen sekä liitokset palolausuntoineen ja miten johteet kiinnitetään.
- **Työhönperehdyttämiskortti- ja menettelyt** teollisen puurakentamisen perusasioiden läpikäymiseen ja toteutuksen laadun toteuttamisen lähtökohtien varmistamiseen.

Kun puuelementti nostetaan paikalleen, niin naapurihuoneiston väliin pitää sekä elementin ylä- ja alareunoihin ja sivureunoihin kiinnittää tietyntyyppiset eristeet, että ääneneristävyys ja paloturvallisuus saavutetaan. Ja niitä on valtavan monia erilaisia värinauhoja, joilla pystytään eristämään tai erottelemaan. Suunnittelija tietysti laatii nämä. Toinen mikä on herättänyt hirveän paljon kummastusta ja joka poikkeaa muusta rakentamisesta on, että kerrostaloissa käytetään tuhansia ruuveja. Työmaalla saatetaan vähätellä niiden merkitystä, mutta rakenteellisen lujuuden kannalta on ihan oleellista, että tietyt ruuvmäärät ja suunnittelumäärät täytyvät ja mitään ei voi jättää pois. Mutta se on melkoista ruuvaamista. Ja tämä rakentaminen on aina tällaista voisiko sanoa, että jokainen kohde on ainutkertainen ja siellä saattaa olla ainutkertainen urakoitsija, joka ensimmäisenä ja ehkä saattaa jopa viimeisenkin kerran olla rakentamassa, niin tällainen osaaminen ei ole välttämättä monistunut niihin ihmisiin ja henkilöihin siellä eli tällä perehdyttämällä olisi valtavan suuri merkitys."

"Sellainen työhönperehdyttämiskortti, jossa olisi päähkinäkuoressa kriittisimpiä osa-alueita. Ja sitten sellainen rasti ruutuun -kuittaus, että olen lukenut ja ymmärtänyt ohjeet. Se olisi tavallaan puurakentamisen laadun varmistamista. Tämä työhön perehdyttäminen vaatisi jonkunnäköisiä keinoja, esimerkiksi lyhyitä filmin pätkiä, RT-ohjekortti tai checking-lista."

"Se välipohjakin on rakenne, josta tarvittaisiin tietoa siitä, miksi se on vähän poikkeavaa ja oudon tuntuista rakennustekniikkaa, jotta sitä ei siellä työmaalla ihmetellä, ja ehkä jotkut rakenneyksityskohdat jää kokonaan huomiotta. Olisi parempi, että olisi tiedostettu, että tietyillä asioilla tavoitellaan tiettyä paloturvallisuus- ja askeläänivaimennustasoa."

8 KOULUTUSTARPEET

Osaamisen kehittäminen edellyttää myös koulutusta, jonka kehittämiseen toivottiin merkittävästi julkista rahoitusta. Erityisesti nostettiin esille suunnittelijoiden, rakennusmestareiden ja työnjohdon koulutustarve. Koulutusten sisällöissä puuta tulee käsitellä tasavertaisesti yhtenä materiaalina. Puumateriaalista ja puurakenteista tarvitaan koulutusta kaikilla koulutusasteilla.

Koulutusta tarvitaan myös työssä oleville tilaajaorganisaatioiden henkilöille, rakennuttajille ja valvoille, eri suunnittelualojen suunnittelijoille, työmaan johtotehtävissä toimiville, rakennustyömaalla työskenteleville henkilöille sekä huollosta ja ylläpidosta vastaaville henkilöille. Ammattikoulutasolla tulisi kouluttaa puuelementtien asentajia ja yliopisto- ja AMK-tasolla tulisi kouluttaa lisää puurakenteiden mitoitusta osaavia rakennesuunnittelijoita, joita mainittiin tällä hetkellä olevan liian vähän.

Puurakentamisen toleranssit eroavat merkittävästi betonirakentamisen toleransseista ja ne ovat lähempänä teräsrakentamisen toleransseja. Puurakenteiden asentaminen työmaalla vaatii enemmän tarkkuutta ja huolellisuutta kuin mitä betonielementtirakentaminen edellyttää.

Ammattikorkeakoulut mainittiin yliopistoihin verrattuna "notkeammiksi" kehittämään puurakenteiden suunnittelun ja työnjohdon koulutusta. Tuotiin myös esille idea siitä, että jotkut ammattikorkeakoulut voisivat suuntautua nimenomaisesti teollisen puurakentamisen suunnitteluun ja toteuttamiseen työmaalla.

"Perusrakentajat eivät välttämättä pysty toteuttamaan puurakentamista ainakaan sillä laatu tasolla mitä materiaali mahdollistaisi, koska heillä ei ole puurakentamisen asentamisen koulutusta ja kokemusta. Puurakenteiden asennus on lähempänä pulttiliitoksia kun betonin valua. Puurakentamisessa puhutaan huomattavasti pienemmistä toleransseista."

Yhteinen, kaikkien käytettävissä oleva koulutusmateriaali voisi auttaa eriasteisia koulutusorganisaatioita teollisen puurakentamisen kouluttamisessa.

Haastatteluissa tuli esille, että teollisen puurakentamisen pätevyyksien omaavia henkilöitä on liian vähän. Myös teollisen puurakentamisen suunnittelijan ja työmaajohdon pätevyyksien kehittäminen mainittiin kehittämiskohteina.

Kokemusten ja oppien jakamiseen ehdotettiin myös rakennuttajafoorumia, jossa jaettaisiin kokemuksia toteutetuista hankkeista ja keskusteltaisiin mahdollisista huolenaiheista.

”Tarvitaan valtiovallan tukea ja valtavia panostuksia suunnitteluun ja työnohtoon. Ja tähän pitäisi myös saada vahvemmin mukaan esimerkiksi ammattikorkeakoulut. Siinä vain on se vaikeus, että ammattikorkeakouluissakin yleensä opintomäärät on jo pumpattu niin täyteen. Mutta ehkä asia voisi hoitua sillä tapaa, että jotkut ammattikorkeakoulut mahdollistavat sen, että opiskelijat suuntautuisivat nimenomaan puurakenteiden suunnitteluun ja sieltä tulisi vahva osaamispanostus ja sitten sama juttu myös tähän työnohdon puoleen.”

”Työnojohto on se kaikkein ongelmallisin – työnohdossa ei ole mitään koulutusta. Ja eikä ole myöskään yhtä ainutta pätevyyttä. Yks pätevyys oli, mutta se vanheni.”

”On pohdittu, olisiko tilaajafoorumille, jossa tilaajat saisivat vähän tukea erilaisiin huolenaiheisiin, tarvetta.”

”Betonilla on suunnittelija-pätevyyksiä 500, puulla vielä huomattavasti vähemmän. Puurakentaminen on aina ollut toissijainen ja kulttuurikysymyksenkin ja se ollaan aina hoidettu oppilaitoksissa minimituntimäärillä, nykyään siis opintopisteillä – ja ne ovat olleet toista luokkaa kuin esimerkiksi betonirakenteiden opiskelu.”

9 LIITE 1: HAASTATELLUT TAHOT JA HENKILÖT

Mika Airaksela, toimitusjohtaja, Arkta Reponen Oy
Petri Backström, kehitysjohtaja, INHUS Engineering Oy
Antti Erola, toimitusjohtaja, JVR Puu Oy
Markku Hedman, yliasiamies, Rakennustietosäätiö RTS s.r.
Sari Hildén, rakennetun omaisuuden hallintapäällikkö, Helsingin kaupunki
Vesa Ijäs, toimitusjohtaja, Asumisen rahoitus- Ja kehittämiskeskus ARA
Jouni Isomöttönen, projektipäällikkö, A-Kruunu Oy
Toni Kekki, rakennesuunnittelija, Konsultointi Kekki Oy
Juho Kess, projektipäällikkö, RAKLI ry
Sini Koskinen, rakennuttaja-arkkitehti, Vantaan kaupunki
Niklas Kronberg, operatiivinen johtaja, arkkitehti SAFA, osakas, Schauman Arkkitehdit Oy
Mikko Kylliäinen, yksikönjohtaja, akustiikkasuunnittelu, A-Insinöörit Oy
Tero Lahtela, toimitusjohtaja, Insinööritoimisto Lahtela Oy
Anssi Lassila, toimitusjohtaja, Oopeaa Oy
Marika Latvala, kehityspäällikkö, RAKLI ry
Mikko Leino, toimitusjohtaja, Puurakentajat Group Oy
Eero Lehtomäki, rakennuttamisjohtaja, A-Kruunu Oy
Jouni Liimatainen, toimitusjohtaja, Jwood Ky
Esko Mikkola, johtava asiantuntija, KK-Palokonsultti Oy
Matti Mikkola, toimitusjohtaja, Puutuoteteollisuus ry
Jari Mäkimattila, toimitusjohtaja, A-Kruunu Oy
Jari Niemi, toimitusjohtaja, Kouvolan asunnot Oy
Timo Nyssölä, Jyväskylän ammattikorkeakoulu JAMK
Harri Piirainen, rakennustarkastaja, Kuhmon kunta
Panu Putkonen, Jyväskylän ammattikorkeakoulu JAMK
Seppo Romppainen, Hirsitaloteollisuus ry
Kimmo Sandberg, toimitusjohtaja, Rakennusinsinöörit- ja arkkitehdit RIA ry
Tomi Toratti, erityisasiantuntija, TkT, Puutuoteteollisuus ry
Jukka Turtiainen, toimitusjohtaja, Arkkitehtitoimisto Turtiainen Oy
Hannes Tähtinen, puuteknologiapäällikkö, Sweco Finland
Tero Vesanen, toimitusjohtaja, VVR Wood Oy
Juha Vinha, professori, TkT, rakennusfysiikka, Tampereen yliopisto
Sauli Ylinen, myynti- ja kehitysjohtaja, Elementti Sampo Oy