

**KUNNAN KEINOT PUURAKENTAMISEN
EDISTÄMISEKSI: TAPAUSTUTKIMUS OULU**

Kimi Toivola

Diplomityö

Oulun yliopisto

Kunnan keinot puurakentamisen edistämiseksi:
tapaustutkimus Oulu

Diplomityö
Oulun yliopisto
Arkkitehtuurin yksikkö
30.3.2022

Tekijä: Kimi Toivola
Pääohjaaja: professori Janne Pihlajaniemi
Tilaja: Oulun kaupunki
Ohjausryhmä: asemakaavapäällikkö Kari Nykänen
asemakaava-arkkitehti Leena Kallioniemi
kaupungeodeetti Kaija Puhakka
kaupunginarkkitehti Janne Rajala
rakennusvalvonnan johtaja Pekka Seppälä

Merkkimäärä: 147 633

Kannen kuva: Kimi Toivola, 2021

KUNNAN KEINOT PUURAKENTAMISEN EDISTÄMISEKSI: TAPAUSTUTKIMUS OULU

Kimi Toivola

Diplomityö

Oulun yliopisto

TIIVISTELMÄ

Tässä diplomityössä tutkitaan kunnan keinoja puurakentamisen edistämiseksi. Tapaustutkimuksena on Oulun kaupunki. Valmis työ tarjoaa jäsennellyä aineistoa puurakentamisen edistämisestä Oulun Puurakentamisen ohjelman laatimiseksi tai muilla tavoin puurakentamisen edistämisen kannalta hyödynnettäväksi.

Työssä luodaan kirjallisuuskatsaus aiheita koskeviin tutkimuksiin, artikkeleihin ja muihin julkaisuihin. Tietoa etsitään konkreettisista keinoista, joita kunnalla on käytettävissään puurakentamisen edistämiseksi. Keinovalikoimaan kuuluu kuntastrategia, kunnan omat julkiset rakennushankinnat, useita maankäytöllisiä keinoja, kuten asemakaavoitus, maankäyttösopimukset, tontinluovutus ja rakennusjärjestys; sekä toimia puurakentamisen osaamisen ja tiedon kasvattamiseksi. Lisäksi tutkitaan, miten puurakentamisen strategia tulee laatia.

Toinen osa kirjallisuuskatsauksesta tarkastelee valtion sekä muiden kuntien puurakentamisen edistämishohjelmia. Valtion tasolla puurakentamiseen ohjataan hallitusohjelmassa, Puurakentamisen ohjelmassa ja siihen liittyvässä Kasvua ja kehitystä puusta -tukiohjelmassa, sekä

vähähilisen rakentamisen tiekartassa. Kuntatasolla tarkasteltavana ovat Espoon, Tampereen sekä Växjön puurakentamisen edistämishohjelmat, joista laaditaan esikuva-analyysi.

Oulun kaupungin puurakentamisen edistämisen visioksi muotoutuu ”oikea materiaali oikeaan paikkaan”: käytetään puuta siellä, missä se on mahdollista ja tarkoituksenmukaista - kaiken ei tarvitse olla puuta. Tätä näkökulmaa tukemaan työssä laaditaan konseptisuunnitelmat puun käytön tasoista rakentamisessa, joissa käytetyn puun määrä lisääntyy asteittain tasolta toiselle siirtäessä. Tasot kattavat ratkaisuja vakiintuneesta betonirakentamisesta, puun käytöstä pinnoissa, hybridirakentamisesta sekä kokonaisvaltaisesta puurakentamisesta.

Lopuksi Oulun kaupungille laaditaan toimintamalliehdotus puurakentamisen edistämiseksi, jossa laaditut puun käytön tasot sisällytetään kunnan käytettävissä oleviin keinoihin, esimerkiksi maankäytöllisiin ohjauskeinoihin ja julkisiin hankintoihin. Puun käytön tasoja voidaan hyödyntää esimerkiksi pisteytettäessä suunnitteluratkaisuja tai määritettäessä taloudellisten kannustimien suuruutta.

ABSTRACT

This thesis examines the municipality's means of promoting wood building. The case study is the City of Oulu. The completed work provides material about the promotion of wood building for the preparation of Wood Building Strategy in Oulu or to be utilized in other ways for the promotion of wood building.

The work goes through a literature review of research, articles and other publications on the subject. Information is searched about the concrete means available to the municipality to promote wood building. The palette of means includes the municipal strategy, the municipality's own public building procurements, several land-use means, such as urban planning, land use agreements, plot allotment and building ordinance; and means to increase knowledge about wood building. In addition, it will be studied how the wood building strategy should be developed.

The second part of the literature review examines the state's and other municipalities' wood building strategies. At the state level, promotion of wood building is mentioned in the government programme, the Wood Building Programme and the related Aid Scheme for Growth

and Development from Wood, as well as in the low-carbon building road map. At the municipal level, the wood building strategies in Espoo, Tampere and Växjö are examined by the benchmark analysis.

The vision of promoting the wood building in Oulu is "the right material in the right place": wood is used where it is possible and appropriate - not everything has to be wood. To support this perspective, conceptual plans for the levels of wood use in building are developed, in which the amount of wood used gradually increases from one level to another. The levels cover solutions from well-established concrete construction, exterior wood use, hybrid constructions and overall wood constructions.

Finally, a proposal for a procedure for the promotion of wood building will be prepared for the City of Oulu, in which the levels of wood use will be included in the means available to the municipality, such as land use means and public procurement. Levels of wood use can be used, for example, to score design solutions or determine the level of financial incentives.

ALKUSANAT

Minulle aukesi mahdollisuus tähän diplomityöhön, kun Oulun kaupunki etsi yhteistyössä Oulun yliopiston Arkkitehtuurin yksikön kanssa nopealla aikataululla puurakentamisesta kiinnostunutta arkkitehtiopiskelijaa laatimaan tutkimusta ja konseptisuunnitelmia sisältävän diplomityön siitä, miten Oulun kaupunki voisi edistää puun käyttöä rakentamisessa. Työ on toteutettu Arkkitehtuurin yksikön pääohjaajan sekä Oulun kaupungin ohjausryhmän ohjauksessa.

Työssä käy ilmi, että puurakentamisella on omat osaamis- ja asennekapeikkonsa, jotka hidastavat puurakentamisen osuuden kasvamista: rakennussektori on hidas muuttamaan opittuja

käytäntöjään ja vakiintuneita ratkaisujaan. Kuitenkin, nykypäivänä opinnoistaan työmarkkinoille siirtyvä arkkitehti - ainakin Oulun yliopiston arkkitehtuurikoulutuksen tapauksessa - ei ole voinut välttää sisäistämästä edes jotain nykypäivän massiivipuurakentamisesta tai vanhojen puurakennusten korjaamisesta, kiitos rakennusopin ja korjausrakentamisen kurssien. Lisäksi harjoitustöissäni olen pannut merkille, että puuratkaisuilla on yleisesti positiivinen vastaanotto, aivan kansainvälisiä arkkitehtiopiskelijakilpailuja myöten. Kenties nämä seikat alkavat jossain vaiheessa näkyä myös puurakentamisen asemassa rakennusmarkkinoilla.

Joensuussa 4.3.2022

Kimmo Yauvala

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	4
ABSTRACT	5
ALKUSANAT	7

1. JOHDANTO 11

1.1 TAUSTAA	12
1.1.1 Miksi puusta halutaan rakentaa?	
1.1.2 Puurakentamisen nykytila	
1.2 TUTKIMUSKYSYMYKSET JA -MENETELMÄT	17

2. KIRJALLISUUSKATSAUS 19

2.1 PUURAKENTAMISEN OHJAUS	20
2.1.1 Puurakentaminen kunnan strategiassa ja hankinnoissa	
2.1.2 Kunnan maankäytölliset ohjauskeinot	
2.1.3 Kunnan rooli puurakentamisen osaamisen ja tiedon kasvattamiseksi	
2.1.4 Miten puurakentamisen ohjelma laaditaan?	
2.2 VALTAKUNNALLISET OHJELMAT	28
2.2.1 Hallitusohjelma	
2.2.2 Puurakentamisen ohjelma	
2.2.3 Kasvua ja kehitystä puusta	
2.2.4 Vähähiilisen rakentamisen tiekartta	
2.3 ALUEELLISET OHJELMAT	33
2.3.1 Espoo	
2.3.2 Tampere	
2.3.3 Växjö	
2.4 ESIKUVA-ANALYYSI	42
2.4.1 Tarkoitus ja tavoite	
2.4.2 Asetetut tavoitteet	
2.4.3 Keinot ja toimenpiteet	

3. KONSEPTISUUNNITELMAT 47

3.1 PUURAKENTAMISTA VAI PUUN KÄYTTÖÄ RAKENTAMISESSA	48
3.1.1 Hybridirakentaminen	

3.1.2 Puun ja betonin vahvuudet ja heikkoudet rakentamisessa	
3.1.3 Palomääräykset	
3.2 PUUN KÄYTÖN TASOT RAKENTAMISESSA	51
3.2.1 Taso 0	
3.2.2 Taso 1	
3.2.3 Taso 2	
3.2.4 Taso 3	
3.2.5 Tutkimatta jätetyt ratkaisut	
3.2.6 Tasojen vertailu	

4. TOIMINTAMALLIEHDOTUS 77

4.1 PUURAKENTAMISEN EDISTÄMISEN TARKOITUS JA TAVOITE OULUSSA	78
4.1.1 Visio ja tavoitteet	
4.1.2 Kehitysprosessi	
4.2 KEINOT JA TOIMENPITEET	80
4.2.1 Asemakaavoitus	
4.2.2 Maankäyttösopimukset	
4.2.3 Tontinluovutus	
4.2.4 Rakennusjärjestys	
4.2.5 Julkiset hankinnat	
4.2.6 Rakennusvalvonta	
4.2.7 Poikkeaminen ja suunnittelutarveratkaisu	
4.2.8 Tiedon ja osaamisen kasvattaminen	
4.3 SEURANTA JA ARVIOINTI	91

5. YHTEENVETO 93

5.1 JOHTOPÄÄTÖKSET	94
5.1.1 Tapaustutkimus Oulu	
5.2 JATKOTUTKIMUSTARPEET	98

6. LÄHTEET 101

LÄHTEET	102
KUVALÄHTEET	108



1. JOHDANTO

1.1 TAUSTAA

1.1.1 MIKSI PUUSTA HALUTAAN RAKENTAA?

Puurakentaminen on nosteessa niin maailmalla kuin Suomessakin, ja sen takana on vahva poliittinen tuki useissa maissa (Ympäristöministeriö [YM], a). Puurakentamisen tahtotilan taustalla on useimmiten huoli ilmastonmuutoksesta: rakentaminen ja asuminen aiheuttavat noin kolmanneksen Suomen kasvihuonepäästöistä. Valtaosa päästöistä aiheutuu rakennuksen käytön aikaisesta energiankulutuksesta, rakennusmateriaalien osuus rakennuksen elinkaaripäästöistä on noin 20%. Kun energiantuotannossa ollaan siirtymässä uusiutuviin energianlähteisiin, rakennusmateriaalien suhteellinen osuus rakennuksen elinkaaripäästöistä kasvaa. (Rakennusteollisuus). Puu rakennusmateriaalina aiheuttaa pienemmät kasvihuonepäästöt ja kuluttaa vähemmän energia- ja luonnonvaroja kuin betoni ja teräs (Laukanen, 2012). Esimerkiksi nelikerroksisen puukerrostalon hiilijalanjälki on rakentamisvaiheessa 40% pienempi betonikerrostaloon verrattuna, ja kun rakennuksen koko elinkaaren aikaiset päästöt lasketaan mukaan, on puukerrostalo 10-40% betonikerrostaloa vähähiilisempi (YM, a; Heino, 2019).

Puisten rakennustuotteiden valmistamisen pienemmän hiilijalanjäljen lisäksi puun käytöllä rakentamisessa on myös positiivinen hiilikädenjälki: kasvaessaan puu sitoo hiilidioksidia, joka vapautuu, kun puu lahoaa tai poltetaan. Jos puu kaadetaan ja sitä käytetään rakentamisessa,

puu toimii edelleen hiilivarastona, ja jos puu edelleen hyödynnetään uudelleen kun rakennus puretaan, puuhun varastoitunut hiili voi pysyä poissa ilmakehästä useita vuosisatoja. Puurakentamisen ilmastoystävällisyys edellyttää, että metsiä hoidetaan vastuullisesti ja puutuotteita käytetään mahdollisimman pitkään. Suurin ilmastohyöty saavutetaan substituutiolla, eli korvaamalla muita kasvihuonepäästöiltään korkeita materiaaleja puulla. (YM, a).

Ympäristöystävällisyyden lisäksi puurakentamisella on myös muita hyötyjä. Teollinen puurakentaminen on tehokas ja laadukas tapa rakentaa: kevyenä materiaalina puu mahdollistaa kuljetuksen ja rakentamisen puolesta pitkälle viedyn esivalmistuksen, jolloin työmaalla tehtävä rakentaminen on nopeaa, kosteusriskit pienenevät sekä tekninen laatu ja työturvallisuus paranevat. Puuta pidetään turvallisenä ja terveellisenä materiaalina, sillä nykyaikaisessa puutalossa paloturvallisuus ja ääneneneristävyyys eivät ole heikompia kuin muillakaan rakennusmateriaaleilla, ja puurakennusten asukkaiden kokemukset restoratiivisuudesta, eli esimerkiksi ympäristön parantamasta unen laadusta ja palautumisesta, ovat olleet hyviä. Puurakentamisella on positiivinen työllisyysvaikutus kotimaassa erityisesti kasvukeskuksien ulkopuolella, missä puurakenteiden teollinen esivalmistaminen yleensä tehdään, ja puurakentamisen suunnitteluosaaminen mahdollistaa puutuotteiden ja osaamisen viientä. Edellisten lisäksi puurakentamisella voidaan luoda positiivista imagoa. (YM, a).

1.1.2 PUURAKENTAMISEN NYKYTILA

Suomen rakentamismääräykset ja -tilastot määrittelevät kantavan rungon materiaalin mukaan, onko kyseessä esimerkiksi puu- vai betonitalo: puurakentamisella tarkoitetaan siis nimenomaan rakennuksia, joiden kantavat rakenteet ovat puusta. (Laapotti, 2020).

Puurakentamisen osuus kaikesta uudisrakentamisesta rakennustilavuutena mitattuna oli 29% vuonna 2019. Vastaavasti puujulkisivujen osuus kaikista uudisrakennuksista oli 24% vuonna 2019. Korkeimmillaan 2000-luvulla puurakentamisen osuus on ollut yli 40% 2000-luvun puolivälissä. Tämä tilasto heijastelee kuitenkin muitakin rakentamisessa tapahtuneita muutoksia: puun rooli on ollut erityisen vahva pientalorakentamisessa, ja nykyinen rakennustrendi on kaupungistumisen myötä erityisesti kerrostalorakentaminen, ja vuodesta 2015 lähtien asuin-kerrostaloja on rakennettu rakennustilavuudessa mitattuna erillispienitaloja enemmän. Näin ollen puurakentamisen osuus kaikesta rakentamisesta on laskenut. (Korkia, 2020).

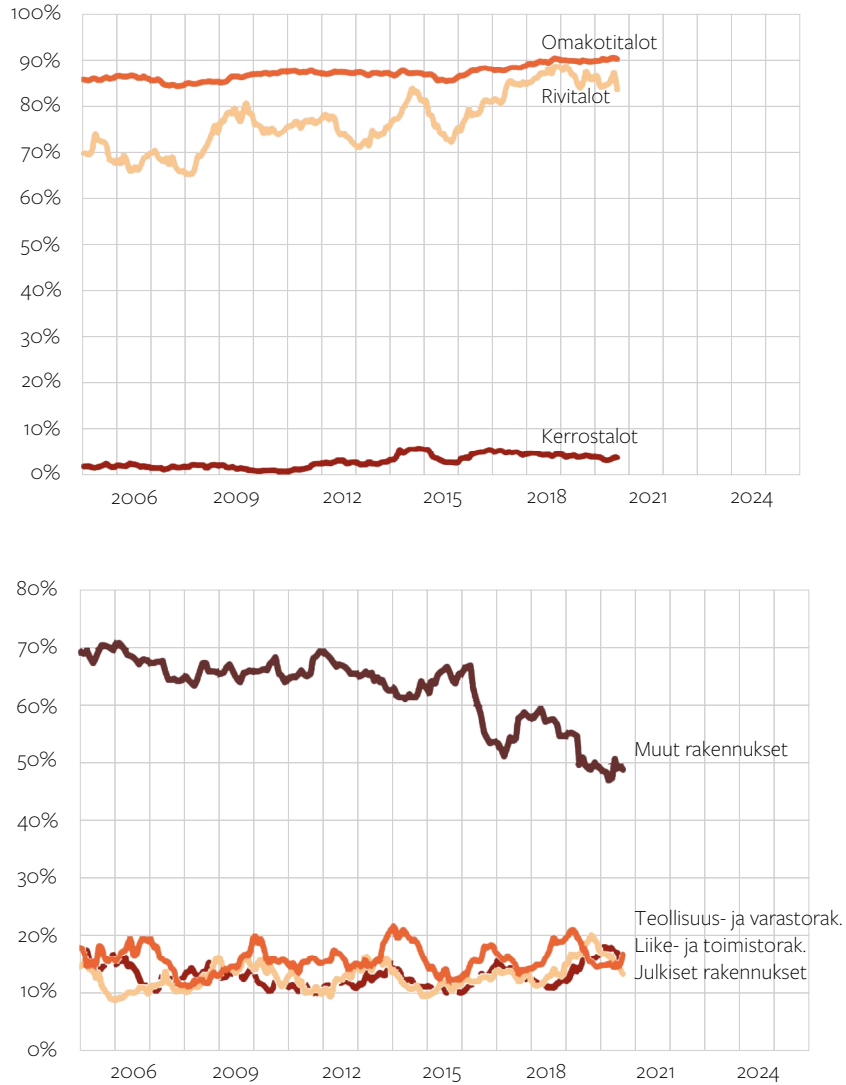
Edellisen perusteella on tarpeen tarkastella puurakentamisen osuutta erilaisten rakennustyyppien tapauksissa (kuva 1). Erillispienitaloissa ja rivitaloissa puurakentamisen osuus rakennustilavuuden mukaan on ollut lähes 90% (YM, a). Asuin-kerrostaloissa tilanne on toinen: vuonna 2019 vastaava puurakentamisen osuus oli 4%, ja puujulkisivujen osuus kaikista uudisrakennuksista oli 7% (Korkia, 2020).

Asuin-kerrostalorakentamisen määrä yleisesti on kaksinkertaistunut 2010-luvulla, mutta

aloitukset ovat taittuneet selvään laskuun vuodesta 2018, ja laskun ennustetaan jatkuvan (Sipiläinen, 2020; Pajakkala, 2020). Vuoden 2015 jälkeen puukerrostalojen määrä on yli kaksinkertaistunut, ja asuin-kerrostaloissa onkin suurin kasvupotentiaali puun käytölle rakentamisessa: puurunkoisten asuin-kerrostalojen lupien määrä on ollut hyvässä kasvussa, ja niiden hankekanta oli 12 000 asuntoa vuonna 2020 (Sipiläinen, 2020; Pajakkala, 2020). Hankekannan toteutuminen vuoteen 2025 mennessä nostaisi puukerrostalorakentamisen markkinaosuuden 10-15% tasolle kerrostalorakentamisen vähenevän trendin jatkuessa (Pajakkala, 2020). Asuin-kerrostalorakentamisessa elementtirakentamisen osuus oli yli kolminkertaista paikalla rakentamiseen verrattuna vuonna 2018, mikä osaltaan tukee puurakentamista (Sipiläinen, 2020).

Julkisessa rakentamisessa puurakentamisen osuus rakennustilavuudessa mitattuna oli 15% vuonna 2019 (YM, 2020). Opetustiloissa ja hoitoalan rakennuksissa puurunkoisten rakennusten osuus on noin kolmasosa. Maatalouden rakennuksissa vastaava osuus on 30%, liike- ja toimistorakennuksissa 19% ja teollisuus- ja varastorakennuksissa 21%. (YM, a). Julkisten rakennuttajien osuus uudistalorakentamisesta on kasvanut 2010-luvulla ja on nyt 16% myönnettyjen rakennuslupien rakennustilavuudella mitattuna, joten julkinen rakennussektori on merkittävä toimija puurakentamisen edistämässä (Pajakkala, 2020).

Korjausrakentamisen kasvu on kiihtymässä, ja sen osuus talonrakentamisessa on jo



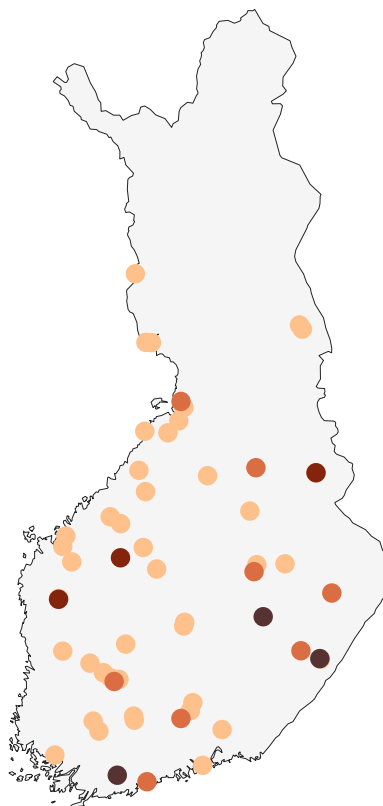
Kuva 1. Kaaviot esittävät rakennustyypeittäin uusien puurunkoisten asuin- ja toimitilarakennusten osuuden kaikkien uusien asuin- ja toimitilarakennusten vuosisummasta. (Pajakkala, 2020), muokattu.

yli puolet. Tavoite rakennuskannan ilmastovai-
kutusten vähentämiseksi esimerkiksi Euroopan
unionin Renovation Wave -ohjelman mukaisesti
rakennusten energiakorjausten kautta lisää korja-
usrakentamisen tarvetta. (Pajakkala, 2020). Tämä
trendi voidaan nähdä myös mahdollisuutena puu-
rakentamisen korjausrakentamisen sovellutuksil-
le, joissa suurin kasvupotentiaali on julkisivujen
energiakorjauksissa sekä lisäkerros- ja täydennys-
rakentamisessa (YM, a).

Puun käytön suurimmat kasvumah-
dollisuudet ovat siis kerrostalorakentamisessa,
julkisessa rakentamisessa, julkisivujen ener-
giakorjauksissa ja lisäkerros- ja täydennysra-
kentamisessa, sekä näiden lisäksi hallimaisissa
rakennuksissa, silloissa, ja piha- ja ympäristöra-
kentamisessa (YM, a).

Puurakentamisen kotimaan markkinänä-
kymissä odotetaan kasvua erityisesti julkisessa
rakentamisessa asetettujen kunnianhimoisten
kansallisten tavoitteiden vuoksi. Lisäksi korona-
pandemia kiihdytti suomalaisten kodin rakenta-
mista ja remontointia niin, että se näkyi positiiv-
isesti tiettyjen tuotteiden kysynnässä. Sen sijaan
sahatavaran ja puutuotteiden viennin määrä laski

*Kuva 2. Kartalla esitetään elinkeinoelämän näkökul-
masta tärkeiden puurakentamisen toimijoiden sijaintoja
Suomessa: massiivipuisia rakennustuotteita valmistavat
teollisuuslaitokset, suurimpia puutalojen ja -elementtien
valmistajien toimipisteitä, sekä puurakentamisen suunnit-
telun koulutus- ja osaamiskeskittymiä. (aineisto Sipiläinen,
2020; Kiiskinen, 2021; PuuInfo, 2020 a, PuuInfo, 2020 b).*



- CLT:tä valmistavat tehtaat
- LVL:ää valmistavat tehtaat
- Yliopistotasoinen arkkitehti- tai rakennustekniikkakoulutus, AMK-tasoinen rakennusarkitehti- tai puurakentamiseen erikoistuva koulutus
- Puutalo- ja puelementtivalmistajat

koronapandemian vuoksi, mutta sen odotetaan elpyvän Aasian suuren puutavaran kysynnän vuoksi. (Kiiskinen, 2021). Sahatavaraa ja puutuotteita valmistavia yrityksiä on noin 1600 vuonna 2019, ja niiden määrä on ollut pienessä laskussa (Kiiskinen, 2021). Muun muassa puukerrostaloissa käytettävää CLT-levyä valmistaa Suomessa kolme yritystä (PuuInfo, 2020 a). Sahatavaran ja puutuotteiden valmistajia sekä puurakentamisen koulutusta sijaitsee Suomessa melko tasaisesti Lappia lukuunottamatta (kuva 2).

Pohjois-Pohjanmaalla puurakentamisen osuus kaikesta uudisrakentamisesta on koko maan osuutta suurempi: vuonna 2019 puurakennusten rakennusten osuus kaikista uudisrakennuksista rakennustilavuudella mitattuna oli 32%, aiempina vuosina 40% suuruusluokkaa (Pajakala, 2020; Heino & le Roux, 2020). Suuri osuus selittyy ennen kaikkea maakunnan pientalovaltaisella rakentamisella. Erityisen hyvä tilanne Pohjois-Pohjanmaalla on puutalovalmistajien suhteen: liikevaihdolla ja henkilöstön lukumäärällä mitattuna puutalojen valmistuksella on selvästi eniten taloudellista merkitystä Suomen maakunnista Pohjois-Pohjanmaalla (Sipiläinen, 2020). Puisten asuinkerrostalojen osuuden suhteen Pohjois-Pohjanmaa liikkuu koko maan osuuden molemmin puolin: vuosina 2013-2017 uusien puukerrostalojen osuus rakennetuista kerrostaloista oli vuosittain 2-8% välillä (Heino & le Roux, 2020). Oulu pilotoi 2000-luvun taitteessa puukerrostalojen rakentamista eturintamassa, mutta viimeisimmät puukerrostalot on rakennettu Oulun Puu-Linnanmaalle 2003. Lähes 20 vuoden

hiljaiselon jälkeen työn tekohetkellä vuonna 2021 Oulun Ranta-Toppilassa on varattu tontti puukerrostalolle. (Rättilä, 2021).

Oulu on sitoutunut viiden muun Suomen suurimman kaupungin kanssa puurakentamisen lisäämiseen ilmastosyistä vuonna 2017 (Virranieniemi, 2019). Vuonna 2019 oululainen kaupunginvaltuutettu teki valtuustoaloitteen Puurakentamisen ohjelman laatimisesta Ouluun, jota seurasi päätös, että Oulun kaupunki laatii Yhdyskunta- ja ympäristöpalveluiden johdolla Puurakentamisen ohjelman Ouluun vuonna 2021, jolla luodaan tavoitetila ja periaatteita puurakentamisen ohjaamiseksi sekä siihen kannustamiseksi kaupungin omissa ja yksityisissä rakennushankkeissa (Oulun kaupunki, 2021).

1.2 TUTKIMUSKYSYMYKSET JA -ME-NETELMÄT

Tämän diplomityön tarkoituksena on tutkia puurakentamisen edistämisen keinoja ja tarjota puurakentamisen edistämiseksi valmiiksi koottua aineistoa Puurakentamisen ohjelman laatimiseksi Ouluun. Työ laaditaan teoreettisessa viitekehyksessä, jossa on lähtökohtaisesti halu lisätä puun käyttöä rakentamisessa: työssä ei siis etsitä vastausta kysymykseen *tuleeko puurakentamista edistää*, vaan *miten puurakentamista edistetään*. Valitusta näkökulmasta johtuen työssä käytetyt tutkimukset ja artikkelit ovat puurakentamisen höytyjä puoltavia, vaikka myös joitain vastakkaisia tutkimuksia ja artikkeleita esiintyy.

Työn pääasiallinen tutkimuskysymys on ”**Miten Oulun kaupunki voi edistää puun käyttöä rakentamisessa?**” Kysymykseen vastaamiseksi on selvitettävä erilaisia näkökulmia, tavoitteita ja keinoja puun käytön edistämiseksi, joiden sopivuutta Ouluun arvioidaan. Kunnan käytettävissä olevia konkreettisia maankäyttöisiä keinoja sekä ohjaavia ja kannustavia keinoja selvitetään puurakentamisen edistämiseen liittyvällä kirjallisuuskatsauksella. Kirjallisuuskatsauksella etsitään myös ohjeita puurakentamisen strategian laatimiseen.

Kirjallisuuskatsauksessa tarkastellaan myös sitä, miten muissa kunnissa on edistetty puurakentamiseta. Kolmen eri kunnan puurakentamisen edistämishjelmista laaditaan esikuva-analyysi. Esikuvaohjelmien valinnassa painotetaan kansalliseen tasoonsa nähden varhain

aloitettua työtä puurakentamisen edistämiseksi ja ohjelmien tavoitteiden ja toimenpiteiden kattavuutta, sekä lisäksi pyritään valitsemaan ohjelmat niin, että niistä löytyy keskenään erilaisia lähtökohtia ja päämääriä. Kirjallisuuskatsauksessa tutkitaan lisäksi sitä, miten valtion tasolla ohjataan ja kannustetaan puurakentamiseen.

Työssä laaditaan konseptisuunnitelmia puun käytöstä rakentamisessa, jotka havainnollistavat eriasteisia puun käytön sovellutuksia rakentamisessa vähäisistä rakennusosista kantavaan runkoon. Konseptisuunnitelmien avulla pyritään löytämään realistisia malleja puurakentamisen lisäämiseksi Oulussa.

Toimintamalliehdotuksessa kootaan kirjallisuuskatsauksessa löydettyjen puurakentamisen edistämisen näkökulmien, tavoitteiden ja toimenpiteiden sekä konseptisuunnitelmissa laadittujen eriasteisten puurakentamisratkaisujen pohjalta jäsenelty lähtöaineisto Oulun Puurakentamisen ohjelman laatimiseksi tai muilla tavoin kunnan puurakentamisen edistämisen näkökulmasta hyödynnettäväksi.

Työ tehdään vuorovaikutuksessa Oulun kaupungin ohjausryhmän kanssa.

The background of the slide is a close-up photograph of several horizontal wooden planks. The wood has a warm, reddish-brown or orange hue. The grain of the wood is clearly visible, showing various patterns and textures. There are some darker spots and imperfections on the surface, giving it a natural, aged appearance. The planks are separated by thin, dark lines.

2. KIRJALLISUUSKATSAUS

2.1 PUURAKENTAMISEN OHJAUS

Puurakentamisen markkinaosuus ei ole kasvanut Suomessa merkittävästi, vaikka positiivisista ilmastovaikutuksista liittyen puun käyttöön rakentamisessa alkaa olla reilusti tutkimusnäyttöä (Heino, 2019; Korkia 2020). Syynä tähän ei ole enää niinkään lainsäädännöllinen sääntely, sillä esimerkiksi hankintalainsäädäntö, kaavoitus ja rakentamismääräykset ovat pitkälti materiaali-neutraaleja, tai niitä on viime vuosina kehitetty materiaali-neutraalimpaan suuntaan. Sen sijaan puurakentamista pidättelevät asenne- ja osaamiskapeikat. (Määttä ym., 2016).

Puurakentamisen suurin kasvupotentiaali Suomessa on suuren mittakaavan rakentamisessa, esimerkiksi kerrostaloissa (Matveinen & Tiainen, 2014). Suuren mittaluokan rakentamisessa yksi suurimmista puurakentamisen jarruttajista Suomessa on perinteistä betonirakentamista noin 15-20% korkeammat kustannukset. Suurimmat puukerrostalon kustannuseroa nostavat tekijät betonikerrostaloon verrattuna ovat lain vaatima automaattinen sammutusjärjestelmä, sääsuojaus sekä suunnittelu (Tompuri, 2016).

Puurakentamisen kustannusten takamatta johtuu muun muassa betonirakentamisen vahvasta perinteestä rakennusalalla, sillä puurakentamista rajoitettiin pitkään palomääräyksillä, ja yksityinen rakennussektori on hidas muuttamaan toimintatapojaan. Lisäksi puurakentamisen osamisen kärki on kapea, joten puurakentamisen prosessit ovat melko kehittymättömiä, mikä myös nostaa puurakentamisen kustannuksia. (Laapotti,

2020). Puurakentamisen lisäystä ei voi myöskään laskea kuluttajien varaan, sillä loppukäyttäjien kiinnostus rakennusmateriaalia kohtaan on usein vähäistä (Matveinen & Tiainen, 2014; Heräjärvi ym., 2014).

Ruotsissa havahduttiin puurakentamiseen 1990-luvulla, samaan aikaan kuin Suomessa, mutta erityisesti poliittiset pyrkimykset puurakentamisen lisäämiseksi kuntien tilaamassa asuntotuotannossa ovat kasvattaneet puukerrostalojen osuuden moninkertaiseksi Suomeen verrattuna (Laapotti, 2020; Laukkanen, 2021). Markkinan kasvun myötä teolliset prosessit ovat tehostuneet ja rakentaminen nopeutunut, ja siten puukerrostalot ovat kehittyneet kustannuksiltaan 15-20% halvemmiksi kuin betonikerrostalot (Laapotti, 2020). Yhtenä Suomen takamatkaa sellittävänä tekijänä voidaan pitää puurakentamisen strategioiden puutetta kuntatasolla (Palokangas, 2019).

On arvioitu, että Suomessa puukerrostalojen markkinaosuuden pitäisi olla noin 15%, jotta markkinat alkaisivat vetää itse itseään. (Laapotti, 2020). Tästä osuudesta ollaan vielä kaukana, joten puurakentamisen edistäminen tarvitsee väliaikaisesti ja oikein kohdennetusti julkista ohjausta valtiolta ja kunnilta edellä käsitellyn markkinahäiriön murtamiseksi (Määttä ym., 2016).

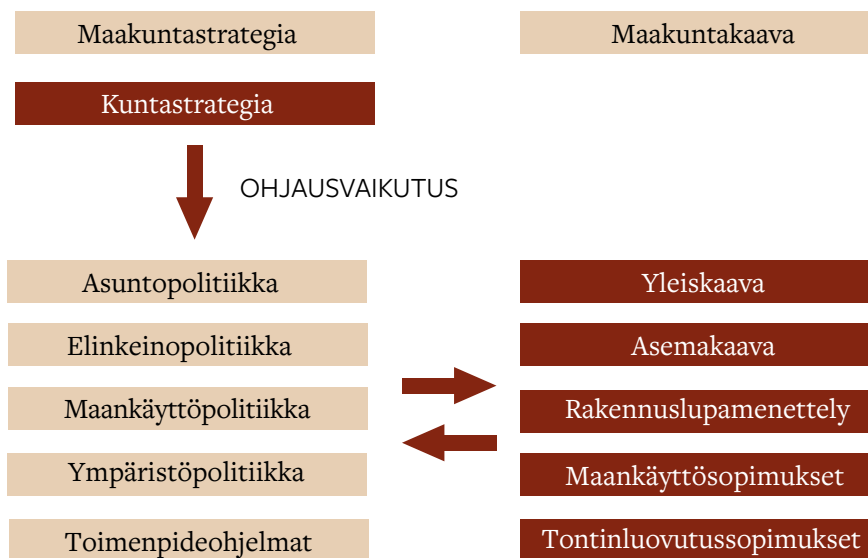
2.1.1 PUURAKENTAMINEN KUNNAN STRATEGIASA JA HANKINNOISSA

Kunnat ovat merkittäviä rakennushankkeiden tilaajia, ja niillä on keskeinen rooli myös alueensa

yksityisen rakentamisen ohjaamisessa: tätä asemaa kunta voi käyttää puurakentamisen edistämiseen. Kunnanvaltuuston keskeisin väline kunnan toiminnan ja talouden johtamisessa on **kuntastrategia**. Kun kunta pyrkii edistämään puurakentamista, se kannattaa kirjata jo kuntastrategiaan: näin ollen se ohjaa kunnan hankintapäätöksiä. Kuntastrategian sitovuus on poliittista, eikä siitä voi valittaa. Puurakentamisen edistäminen tulee kirjata edelleen myös strategian poikkihallinnollisiin toteuttamisohjelmiin, joihin voi kirjata konkreettisia keinoja ja periaatteita puurakentamisen edistämiseksi. (Laukkanen,

2017).

Kuntastrategian mukaisesti puurakentaminen huomioidaan kunnan hankinnoissa, kuten **julkisissa rakennuskohteissa**. Kunnan hankintoja ohjaa kansallisen kynnysarvon ylittyessä hankintalaki, jonka tarkoituksena on tehostaa kunnan julkisten varojen käyttöä, edistää laadukkaiden hankintojen tekemistä ja turvata yritysten tasapuoliset mahdollisuudet tarjota tuotteitaan ja palveluitaan (Laukkanen, 2017; Palokangas, 2019). Laki mahdollistaa sen, että kunta voi vaatia puun käyttöä rakennusmateriaalina hankintailmoituksen tai tarjouspyynnön kuvauksessa:



Kuva 3. Kaavio esittää kunnan keskeisen keinovalikoiman rakennushankkeiden ohjaamiseen.

näin kohde kilpailutetaan puurakenteisena, ja jos tarjous ei täytä kohdekuvausta, se suljetaan pois valinnasta. Mikäli puurakentamisen vaatimusta ei ole kohdekuvauksessa mainittu, voi kunta silti pyrkiä edistämään sitä tarjousten vertailussa kokonaistaloudellisen edullisuuden arvioinnissa hinta-laatusuhteen tai edullisempien kustannusten kautta, mutta kriteerien oikeudenmukaisuus voidaan kyseenalaistaa, ja uhkana on valituskiere. (Laukkanen, 2017). Julkisia rakennushankkeita ohjaavat hankintalain ohella kunnan omat julkisia hankintoja koskevat periaatteet.

Puun käyttämisellä julkisessa rakentamisessa on useita myönteisiä vaikutuksia puurakentamisen edistämiseksi. Julkisen rakennussektorin tulisi olla puurakentamisen edelläkävijä ja suunnannäyttävä yksityiselle rakennussektorille (Palokangas, 2019). Puurakentamisella kunta voi luoda positiivista imagoa ja houkuttelevuutta kestävän kehityksen mukaisina asuin- ja palvelukeskityminä. Julkisten rakennushankkeiden kautta kunnat edistävät uusien puurakennusratkaisujen markkinoille pääsyä ja luovat puurakentamisen referenssejä myös yksityiselle rakennussektorille. (Laukkanen, 2017).

2.1.2 KUNNAN MAANKÄYTÖLLISET OHJAUSKEINOT

Kunnilla on neljä konkreettista maankäyttö- ja rakennuslakiin perustuvaa säätelykeinoa, joilla ne voivat antaa yksityiskohtaisia maankäyttöön ja rakentamiseen liittyviä määräyksiä: näitä ovat kaavamääräykset, maankäyttö- ja rakennus-

lainluovutusehdot ja rakennusjärjestys. Näillä keinolla kunta voi ohjata puurakentamiseen. (Laukkanen, 2017; Palokangas, 2019).

Kaavoittaminen on kuntien maankäyttöpolitiikan perusta (Laukkanen, 2017; Palokangas, 2019). Keskeisessä asemassa ovat yleiskaava ja erityisesti asemakaava (Palokangas, 2019). Lähtökohtaisesti kaavat laaditaan materiaalineutraaleiksi, eli puurakentaminen mahdollistavaksi: näin puurakennuskohteet rakennetaan hankelähtöisesti (Laukkanen, 2017; Palokangas, 2019). Kunnilla on kuitenkin oikeus määrätä rakennusmateriaaleista asemakaavassa: tästä ennakkotapauksena on korkeimman hallinto-oikeuden ratkaisu Helsingin kaupungin Honkasuon alueen kaavapäätöksistä; näin siis alueita voidaan kaavoittaa pelkästään puurakentamiselle. Puurakentamiselle osoitettujen aluiden kaavoitus takaa erityisesti puurakentamiselle tarkoitettujen tonttien varannon, mikä antaa puurakentamisen jatkuvuudesta positiivisen signaalin rakennuttajille ja kehittäjille. (Ylä-Anttila ym., 2020).

Asemakaavan laatimisessa puurakentamiselle keskeisessä osassa ovat kaavamääräykset. Määräykset voivat olla yleispiirteisiä tai yksityiskohtaisempia. Yleispiirteinen määräys mahdollistaa myös muiden materiaalien käytön niissä rakennusosissa, joissa se on soveltuvampaa, esimerkiksi perustuksissa ja väestönsuojissa. Yleisesti käytetty yleispiirteinen ilmaus on ”rakennusten tulee olla pääosin puurakenteisia”. Näin keskeistä on, että kantava rakennusjärjestelmä on puuta. Hybridirunkoratkaisuissa voi olla tarpeen tapauskohtaisesti arvioida, onko puun määrä tarpeeksi

suuri, että sitä voidaan kutsua puurakennukseksi. Yksityiskohtaisissa määräyksissä voidaan luetella tarkemmin ne rakennusosat, missä esimerkiksi kivirakenteet ovat sallittuja. (Ylä-Anttila ym., 2020).

Asemakaavan kohdealueen ominaisuudet määrittelevät kaavan sisältöä myös puurakentamisen tapauksessa. Keskeisillä sijainneilla tarvitaan yksityiskohtaisempaa ohjausta ja voidaan edellyttää korkeaa laatutasoa ja siten osaltaan edistää puurakentamiseen liittyvää kehitystyötä. Muilla alueilla tulee pyrkiä joustavampaan kaavaan. Yleisesti puurakentamisalueille on suositeltavaa laatia väljiä, eri rakennustyyppit mahdollistavia rakennusaloja. Kaavaa laatiessa on hyvä huomioida, että puukerrostalon voi rakentaa 8-kerroksiseksi palomääräysten taulukkomitoituksen mukaisesti. Korkeammat puurakennukset vaativat toiminnallista palomitoitusta, eli tarkempaa paloteknistä suunnittelua. Asemakaavoilla ohjataan yleisesti asioita, jotka eivät koske eivätkä ole ristiriidassa yksityiskohtaisempien rakennusmääräysten kanssa. Asemakaavamääräyksiä voidaan täydentää yksityiskohtaisemmillä rakentamistapaohjeilla, joihin laaditaan kaavaratkaisua havainnollistavaa ja neuvovaa ohjeistusta. (Ylä-Anttila ym., 2020).

Kaavoituksella voidaan myös välillisesti ohjata puurakentamiseen -tai ainakin olla heikentämättä puurakentamisen edellytyksiä - ilman varsinaisia määräyksiä rakennusmateriaalista. Hyvä esimerkki on osoittaa alueelle 1-2 kerroksista rakentamista, jolloin todennäköisyys puun valinnalle rakennusmateriaaliksi kasvaa. Näkö-

kulmaa kääntäen puurakentamista vaikeuttavia tekijöitä asemakaavassa ovat esimerkiksi rakennusalan rajaus, jonka vaikutus mahdolliseen runkosyvytyteen ja rakennetyyppeihin voi rajata puutuotetoimittajia pois; ja harjakorkeuden määrittely, johon kerroskorkeudeltaan tavanomaista korkeammat puurakennejärjestelmät eivät pysty vastaamaan (Leino ym., 2021).

Puurakentaminen voidaan ottaa osaksi **maankäyttösopimuksen** sopimusehtoja. Maankäyttösopimukset ovat sopimuksia, joilla sovitetaan asemakaavan toteuttamisesta, sopimuskorvauksesta sekä siihen liittyvistä velvollisuuksista, kuten toteutusajataulusta ja -tavasta. Maankäyttösopimuksissa on ajatuksena, että maanomistaja osallistuu kaavasta kunnalle aiheutuviin kustannuksiin - joita syntyy laissa velvoitetun infrastruktuurin rakentamisesta kaavoitetulle alueelle - sen arvonnousun mukaan, jonka arvioidaan koituvan maanomistajalle kaavoitetusta maasta (Kuntaliitto, a; Huuhka, 2019). Sopimuksilla pyritään rakentamisen kokonaisedullisuuteen, toteutusnopeuteen ja hyvään laatuun (Laukkanen, 2017).

Maankäyttösopimuksessa puurakentamiseen voidaan kannustaa kohtuullistamalla maankäyttömaksua kysyntä- ja tuotantotapapilotoinnin peursteella: osa arvonnoususta voidaan kohtuullistaa perustellusti, jos rakentaminen kaavoitetulla alueella tehdään puusta (Huuhka, 2019; Leino ym., 2021).

Puurakentamista voidaan edistää myös **tontinluovutuksella**. Tontinluovutus on menettely, jossa kunta myy tai vuokraa kaavan mukaisia tontteja rakennettavaksi; tontinluovuksen tavoit-

teet ja ehdot ovat kunnan itsensä päätettävissä (Huuhka, 2019; Leino ym., 2021).

Tontinluovutusehdoissa kunta voi hyvin-kin yksityiskohtaisesti ohjata tontilla tapahtuvaa rakentamista vaatimalla esimerkiksi puun käyttöä rakennusmateriaalina. (Laukkanen, 2017). Toisaalta puun käyttöä voidaan käyttää tontinluovutusehdoissa kannustimena maankäyttöso- pimuksen tapaan: kunta voi varata tiettyjä tontteja vain puurakentamiseen tai osoittaa tontteja, joilla puurakentamista pidetään tontinhakijalle etuna. Tontinluovutuksen yhteydessä käydään usein tontinluovutuskilpailu, jossa tontin saaja ratkaistaan pisteuttamalla hakijoiden ehdotukset: puurakentamiseen kannustamiseksi puun käyttäminen voidaan ottaa osaksi pisteytystä.

Rakennusjärjestyksessä kunta voi antaa määräyksiä paikallisista oloista johtuen suunnitelmallisesta ja sopivasta rakentamisesta, kulttuuri- ja luontoarvojen huomioon ottamisesta sekä hyvän elinympäristön toteutumisesta. Määräykset voivat koskea muun muassa rakennuspaikkaa, rakennuksen kokoa ja sen sijoittumista, rakennuksen sopeutumista ympäristöön, rakentamistapaa, tai aitoja ja muita rakennelmia. (MRL 1:14 §). Puurakentaminen voi olla osa jotain yllä mainittua näkökulmaa.

Mikäli kunnan puurakentamisen edistämisen tahtotilan taustalla on ympäristösyys, voidaan näitä käyttää periaatteena kunnan hankinnoissa, kaavoittamisessa, maankäyttöso- pimuksissa ja tontinluovutuksessa vastaavasti kuin puurakentamista (Laine ym., 2021). Rakentamisen ympäristövaikutuksia voidaan vertailla elin-

kaariarvioinnilla (life cycle assessment, LCA). Yleisimmin elinkaariarvioinnissa arvioidaan rakennuksen hiilijalanjälkeä eli ilmaston lämpenemistä. Kaavoituksessa voidaan tarkastella kaavan toteuttamisen aiheuttamaa hiilijalanjälkeä, ja maankäyttö- ja tontinluovutusso- pimuksissa vähähiilisyys voi olla osana sopimusehtoja. Julkisissa rakennushankkeissa hankintalain mukaan rakennushankkeen elinkaaren päästöt voidaan laskea osaksi hankkeen elinkaarikustannuksia. (Laukkanen, 2017). Hiilijalanjäljen vertailu voi osaltaan edistää puurakentamisen valintaa, mutta jättää toisaalta mahdollisuuden kehittää myös muita rakennusmateriaaleja, kuten terästä ja betonia ympäristöystävällisemmiksi, jolloin kilpailuasetelma markkinoilla säilyy.

2.1.3 KUNNAN ROOLI PUURAKENTAMISEN OSAA- MISEN JA TIEDON KASVATTAMISEKSI

Määräävien keinojen lisäksi kunta voi edistää puurakentamista pyrkimällä **kasvattamaan puurakentamisen osaamista ja tietoa**. Tässä julkisesti rahoitettu tutkimus- ja kehitystoiminta on avainasemassa: sen avulla voidaan avustaa uusien ratkaisujen tuotekehitystä, johon yrityksillä ei muuten olisi varaa (Matveinen ym., 2014). Osaa- misen kehittäminen vaatii kuitenkin myös merkittäviä koulutuspanostuksia niin tuotantoon, suunnitteluun kuin rakentamiseenkin (Palokangas, 2019). Tärkeää on, että rakennushankkeen tilaajalla, kunnan julkisten hankintojen tapauksessa päättäjillä, rakennuttajataholla, rakennus- valvonnalla, pelastusviranomaisilla ja loppukäyt-

täjillä, on hyvä osaaminen puurakentamiseen liittyen (Laukkanen, 2017). Erityisesti päättäjillä on usein tarvetta ulkopuolisen tuottamalle objektiiviselle faktatiedolle (Palokangas, 2019).

Kunta voi edistää puurakentamisen osaamista ja tietoa tarjoamalla siihen liittyvää **neuvontaa**. Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan kunnalla tulee olla rakennusvalvontaviranomainen, joka muun muassa tarjoaa rakentamiseen liittyvää neuvontaa (Palokangas, 2019). Rakennusvalvonnan asiantuntemuksella voidaan pyrkiä vastaamaan puurakentamisen asenne- ja osamiskapeikkoihin. Rakennusvalvonnalla tulisi olla ajantasainen, tai mielellään rakentamisen kehitystä ennakoiva tilannenäkemyks, jolla ohjataan ja tuotetaan lisäarvoa rakennushankkeille. Ennako-ohjaus ennen suunnitteluratkaisujen tekemistä on tehokkain ajankohta neuvonnalle, ja sen tarkoituksena on saattaa rakennuttajan tietoisuuteen tarjolla olevia vaihtoehtoja ja niiden soveltuvuutta omaan hankkeeseen. (Mäkikyrö, 2015).

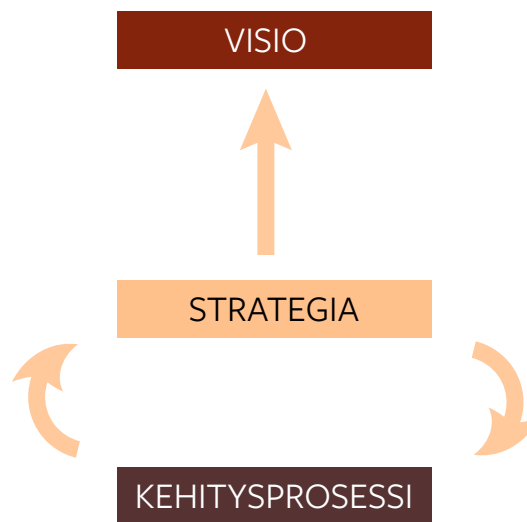
2.1.4 MITEN PUURAKENTAMISEN OHJELMA LAADITAAN?

Wadskogin ja Wendelin opinnäytetyössä (2020) tutkitaan peruseriaatteita ja laaditaan malliesimerkki puurakentamisen strategian luomiseksi ruotsalaisille kunnille. Työn peruseriaatteita voidaan soveltaa sellaisenaan hyvin myös suomalaisten kuntien puurakentamisen strategian laadimisessa.

Jotta strategia olisi hyödyllinen ja se laadittaisiin oikeasta syystä, kunta tarvitsee ensimmäiseksi vision eli tavoitteen, johon strategialla pyritään.

Visio voi liittyä esimerkiksi ympäristökysymyksiin, elinkeinoelämään tai elinympäristöön. Strategia on polku, joka vie visiota kohti. Vision ja strategian ankkurointiprosessi toisiinsa on jo itsessään tärkeää. Strategian tulee olla selkeä, ajoitettu ja vastuun on oltava selvästi määritetty. (Wadskog & Wendel, 2020).

Strategian laatimisen tausta-aineistona voidaan käyttää kunnan aikaisempia strategioita ja kokemuksia sekä muiden kuntien vastaavia strategioita. Muiden kuntien strategioita käytettäessä on tärkeää huomioida niiden heikkoudet,



Kuva 4. Kaavio esittää puurakentamisen strategian, strategian kehitysprosessin ja strategialla tavoitellun vision liittymisen toisiinsa.

omaksua niiden vahvuudet, ja ennen kaikkea sovittaa strategia oman kunnan olosuhteisiin soveltuvaksi. (Wadskog & Wendel, 2020).

Yksi tärkeimmistä palasista onnistuneen strategian luomisessa on itse strategian kehitysprosessi. Kehitysprosessissa kerätään tietoa esimerkiksi rakennusalan ammattilaisilta ja muiden kuntien kokemuksista. Tärkeitä osapuolia ovat kunnan omat yritykset ja hallintoelimet. Näistä osapuolista kootaan ryhmä, joka käy keskustelua strategiasta. Strategian sisällöstä keskusteleminen ja kompromissit ovat tärkeitä asioita, jotta ei aseteta liian kovia vaatimuksia tai heikennetä markkinoita. Tietämättömyys puurakentamisesta on usein suuri syy siihen, miksi puurakentamista ei toteuteta, joten toinen avainasia kehitysprosessissa on ankkuroida puun tutkimus esimerkiksi yliopistoissa ja tutkimuslaitoksissa puurakentamisen strategiaan. Täten siis tärkeimmät tekijät puurakentamisen strategian kehittämisen eteenpäin viemiseksi ovat eri toimijoiden välinen yhteistyö ja puurakentamisen tiedon levittäminen. (Wadskog & Wendel, 2020).

Kunnan keinot puurakentamisen edistämiseksi liittyvät sekä vuoropuheluun eri alojen toimijoiden kanssa että vaatimusten asettamiseen. Markkinoiden stimuloimiseen ja yksityisiin toimijoihin vaikuttamiseen tulee kokeilla toimivaa vuoropuhelua, mutta myös hyödyntää kunnan asemaa maankäytön ohjaamisessa, jolloin voidaan vaikuttaa yksityiskohtaisemmillä vaatimuksilla puurakennusten rakentamiseen. Vuoropuhelu ja vaatimukset toimivat eri suhdanteissa: nousukaudella vuoropuhelu voi olla riittävää,

taantumassa tarvitaan vaatimuksia. Siksi molempien puurakentamisen ohjaamisen muotojen tulisi olla läsnä strategiassa. (Wadskog & Wendel, 2020).

Kunnan asettamiksi konkreettisiksi toimenpiteiksi on ehdotettu seuraavia kohtia, joita kunnat voivat mukauttaa omiin olosuhteisiinsa sopiviksi:

- Puuta on kokeiltava kunnan omissa rakennushankkeissa. Uusiutuvat materiaalit on asetettava etusijalle ja valittava, kun se on toiminnallisesti ja taloudellisesti perusteltavissa.
- Kunnan on käytävä aktiivista vuoropuhelua urakoitsijoiden, rakennuttajien, arkkitehtien ja tutkijoiden kanssa, jotta puurakentamisen kehitys voi kasvaa.
- Kunnan tulee luovuttaa tontteja puurakentamisen lisäämiseksi.
- Kunnan tulee tukea puurakentamisen tutkimusta koskien esimerkiksi sen ilmasto-vaikutuksiin ja terveyshyötyihin.
- Kunnan on oltava aktiivinen puurakentamisen verkostoissa.
- Kunnan on ilmoitettava syy siihen, miksi rakennusta ei toteuteta puurakenteisena, ja tutkia sitten omaa tietämättömyyttään sekä lisätä tietämystään aiheesta.
- Kunnan on asetettava vaatimuksia rakennuksen elinkaaripäästöille ja asetettava etusijalle rakennus, jolla on pienin hiilijalanjälki. Asettamalla vaatimuksia elinkaaripäästöille tiettyä materiaalia ei suosita, vaan jätetään tilaa materiaalikehitykselle

ja innovaatioille. Kunnan on osallistuttava elinkaaripäästölaskennan työkalun laamiseen.

- Kunnan on asetettava vaatimus, että tietty osuus uudisrakentamisesta tehdään puusta. Vaatimuksen myötä kunnalla on mitattavissa oleva tavoite, jota seurata.
- Kunnan on myönnettävä puurakentamisen palkintoja rakennusalan toimijoiden kannustamiseksi puurakentamiseen.

(Wadskog & Wendel, 2020).

Puurakentamisen strategian onnistumisen kannalta on oleellista seurata työtä: ilman seuranta tapahtuu hyvin vähän, ja seurannan tulisi olla osa päivittäistä työtä. Vastuun tulee olla selvästi määritettyä, ja päävastuu ohjelman toteuttamisesta tulisi olla jollain kuntayhtiötä hyvin tuntevilla henkilöllä. Muut vastuut delegoidaan asianomaisille hallintoelimille. Kokonaisuudessaan strategian tärkeimmät kohdat koskevat tiedon hankkimista, selkeitä tavoitteita ja visiota sekä hyvää viestintää eri toimijoiden kanssa. (Wadskog & Wendel, 2020).

2.2 VALTAKUNNALLISET OHJELMAT

Puurakentamista on pyritty edistämään Suomessa 1990-luvulta alkaen erilaisilla valtakunnallisilla ohjelmilla. Näistä voidaan mainita Puurakentamisen teknologiaohjelma 1995-98, Puun vuosi 1996, Puun aika 1997-2000, PuuSuomi-toimintaohjelma 1998-2005, Puurakentamisen edistämishjelma 2004-2010, Puuteollisuuden elinkeinopoliittinen ohjelma 2004-2010, Metsäalan strateginen ohjelma 2011-2015, Valtakunnallinen puurakentamisohjelma 2012-2015, Kansallinen metsäohjelma 2015, ja viimeisimpänä Puurakentamisen ohjelma 2016-2022. (Korkia, 2020). Puurakentamisen edistäminen otettiin hallitusohjelmaan ensimmäistä kertaa Paavo Lipposen I hallituksessa 1995, jonka jälkeen jokainen hallitus on jatkanut hallitusohjelmassaan puurakentamisen edistämistä (Mölsä, 2021).

2.2.1 HALLITUSOHJELMA

Nykyisessä, vuonna 2019 laaditussa pääministeri Sanna Marinin hallitusohjelmassa Osaava ja osallistava Suomi - sosiaalisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä yhteiskunta puurakentamisen edistäminen on huomioitu useaan otteeseen strategisten kokonaisuuksien yhteydessä. Strategisen kokonaisuuden Hiilineutraali ja luonnon monimuotoisuuden turvaava Suomi neljäs tavoite on pienentää asumisen ja rakentamisen hiilijalanjälkeä. Yhdeksi keinoksi tavoitteen saavuttamiseksi on määritetty puurakentamisen edistäminen, sillä puurakennus toimii hiilivarastona. Palomää-

räysten materiaalineutraaliutta kehitetään niin, että puurakennusten kaksinkertaisen - teknisen ja rakenteellisen - palosuojauksen tarve vähenee. Lisäksi selvitetään, onko palomääräyksiä syytä keventää. (Valtioneuvosto, 2019).

Strategisen kokonaisuuden Hiilineutraali ja luonnon monimuotoisuuden turvaava Suomi asuntopolitiikka-alakokonaisuuden ensimmäinen tavoite on rakentaa hiilineutraalia yhteiskuntaa ja parantaa rakentamisen laatua. Yhtenä keinona nähdään puurakentamisen ja vähähiilisen rakentamisen edistäminen. Tavoitteena on kaksinkertaistaa puun käyttö rakentamisessa hallituskauden aikana, mikä lisäisi suomalaista työtä ja positiivisia ilmastovaikutuksia. Tämän toteuttamiseksi puurakentamisen ohjelmaa jatketaan vuoteen 2022, osoitetaan puurakentamisen tavoitteet julkisessa rakentamisessa, edistetään puurakentamisen osaamista ja täydennyskoulutusta rakennusalalla, edistetään puurakentamisen tutkimusta, tuotekehitystä ja vienninedistämistä, ja edistetään puurakentamista ARA-tuotannossa MAL-alueilla. Puurakentamisen ohjelman jatkamiselle vuoteen 2022 asti on osoitettu kertaluonteinen kahden miljoonan euron tulevaisuusinvestointi vuosille 2020-2022. (Valtioneuvosto, 2019).

Asuntopolitiikan toisena tavoitteena on tukea kestävästä kaupunkikehitystä ja lisätä asuntorakentamista kasvavilla kaupunkiseuduilla (Valtioneuvosto, 2019). Yhtenä työvälineenä tähän nähdään MAL-sopimusmenettely: valtion tukemaa kohtuuhintaista ARA-asuntotuotantoa lisätään, kannustimena on hankkeiden käynnistysavustukset kaikilla MAL-alueilla, joihin saa

vuoden 2021 alussa päivitetyn menettelyn mukaan 5000€ korotuksen, jos hanke toteutetaan puurakenteisena. Lisäksi vuonna 2021 myönnetään myös MAL-alueiden ulkopuolisille ARA-kohteille käynnistysavustusta, johon saa 2000€ korotuksen, jos hanke toteutetaan puurakenteisena. (Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus [ARA], 2020).

Strategisen osakokonaisuuden Elinvoimainen Suomi ensimmäisenä tavoitteena on tarjota ratkaisuja kehityshaasteisiin arvopohjaisesta maakuvasta lähtien. Eräänä keinona tavoitteen saavuttamiseksi kerrotaan toimialojen kasvuhakuisuuden ja tulevaisuuden haasteisiin vastaavan uudistumisen vauhdittaminen. Tässä yhteydessä yhdeksi toimenpiteeksi ehdotetaan puutuotteiden jalostusasteen nostamista ja puurakentamisen ja puutuoteviennin edistämistä. (Valtioneuvosto, 2019).

2.2.2 PUURAKENTAMISEN OHJELMA

Puurakentamisen ohjelma on Ympäristöministeriön hallinnoima, valtioneuvoston yhteinen ohjelma, jonka tavoitteena on lisätä puun käyttöä kaupunkien rakentamisessa, julkisessa rakentamisessa ja suurissa puurakenteissa. Ohjelma on toiminnassa vuodet 2016-2022. Ohjelma on saanut kärkihankerahoitusta vuosina 2016-2018 ja Energia- ja ilmastopakettien rahoitusta vuosina 2018-2021. (Heino & le Roux, 2020). Ohjelman päämääränä on, että puurakentamisen osaamista vahvistamalla, säädöksiä ja rakentamismääräyksiä kehittämällä, ja faktatietoa tarjoamalla puun

käyttö rakentamisessa on luontevaa Suomessa 2020-luvulla (YM, b).

Puurakentamisen ohjelman taustalla on yhteiskunnallisia ja ilmastopoliittisia tarpeita. Sellaisia ovat metsien kestävä ja järkevä käytön tukeminen, rakentamisen hiilijalanjäljen pienentäminen koko elinkaarta tarkasteltaessa, materiaali- ja tuotantotehokkuuden kehittäminen sekä teollisten hallittujen prosessien kautta laadun ja kustannustehokkuuden parantaminen, ja kansallisen energia- ja ilmastostrategian tavoitteiden saavuttaminen. (YM, b).

Puurakentamisen ohjelman tavoitteiksi on määritetty seuraavat asiat:

- tukea Suomen biotalousstrategiaa lisäämällä puun käyttöä rakentamisessa, ja siten kasvattaa hiilen pitkäaikaisia varastoja
- edistää puurakentamisen teollisen valmistuksen yritystoimintaa Suomessa
- edistää kansainvälisesti kilpailukykyisen puurakentamisen osaamista Suomessa
- lisätä puun käyttöä julkisessa rakentamisessa
- lisätä puun käyttöä kaupunkirakentamisessa ja suurissa puurakenteissa.

(YM, b).

Puurakentamisen ohjelmalla on viisi painopistettä, joihin toimenpiteet kohdistuvat. Ensimmäinen painopiste on **puun käytön lisääminen kaupunkirakentamisessa**. Toimenpiteet kohdistuvat tukemaan kaupunkien puurakentamisen edistämishjelmia ja osallistumaan niiden aktivointiin ja laadintaan yhteistyössä kaupunkien kanssa. Kohderyhminä ovat kaupunkien ra-

kentamista ohjaavat viranomaiset, rakennuttajat ja puurakennusosateollisuus. Konkreettisia toimenpiteitä ovat valtionavustukset kuntien puurakentamisen kehittämishankkeisiin, ohjeistukset kaavoitus-rakennuttamismallien kehittämiseksi, ja rakennuttajien aktivointi yhdessä rakennuttajaorganisaatioiden kanssa. Tärkeitä rakennuskohteita ovat kerrostalot, toimistotalot sekä korjaus- ja lisäkerrosrakentaminen. (YM, b).

Toinen painopiste on **puun käytön lisääminen julkisessa rakentamisessa**. Toimenpiteillä pyritään lisäämään kuntapäätäjien ja hankintaviranomaisten tietoa ja osaamista puurakentamisesta sekä yleistä tietoisuutta hiilijalanjäljen merkityksestä. Konkreettisia toimenpiteitä ovat kansallisten tavoitteiden asettaminen julkiselle puurakentamiselle, hankintaohjeistuksen antaminen julkiselle puurakentamishankkeille, sähköisten hankintatyökalujen tarjoaminen, sekä puun hiilijalanjäljen ja hiilivaraston laskentatyökalujen testaaminen puurakennuskohteissa. (YM, b). Vuonna 2020 Ympäristöministeriö antoi kansalliset tavoitteet julkiselle puurakentamiselle: puurakentamisen tilavuusperusteinen osuus kaikesta julkisesta rakentamisesta on 31% vuonna 2022 ja 45% vuonna 2025. Vuonna 2019 kyseinen osuus oli 15%. (YM, 2020).

Kolmas painopiste on **suurten puurakenteiden rakentamisen lisääminen**. Esimerkiksi siltojen ja hallien teollisten puurakenteiden kehittyminen edellyttää yhtenäisiä menetelmiä ja avoimia standardeja. Konkreettisia toimenpiteitä ovat rakennusvalvonnan ja rakennustekniikan opettajien kouluttaminen, sekä Kasvua ja kehitys-

tä puusta -tukiohjelman tukipakettien tarjoaminen kannustamaan uusia toimijoita ja ratkaisuja. (YM, b).

Neljäs painopiste on **alueellisen osaamisen kasvattaminen**. Toimenpiteillä pyritään osaamisen ja kokemuksen siirtymiseen rakennushankkeiden myötä viranomaisille, rakennuttajille, rakennusliikkeille, puutuoteosatoimittajille ja tutkimus- ja kehitysorganisaatioille. Konkreettisia toimenpiteitä ovat koulutuksen kehittäminen, PuuSuomi-verkoston aktivointi, sekä puurakentamisen kehittämishankkeiden tulosten kokoaminen yhteiseen tietokantaan. (YM, b).

Viides painopiste on **viennin tukeminen**. Toimenpiteillä edistetään puurakentamisen osaamisen ja tuotteiden kehittymistä kansainvälisesti kilpailukykyisiksi. Vientä vauhditetaan tukemalla suomalaisen osaamisen brändityötä, nostamalla Suomen profilia kansainvälisissä verkostoissa ja pohjoismaisessa yhteistyössä, sekä korostamalla puun käytön merkitystä ilmastonmuutoksen torjunnassa kansainvälisillä foorumeilla. Konkreettisia toimenpiteitä ovat puurakentamisen tutkimushankkeiden rahoittaminen, sekä yhteis-pohjoismaiseen puurakentamisen säädöskehitystyöhön ja Pohjoismaiset puukaupungit -verkoston toimintaan osallistuminen. (YM, b).

Puurakentamisen ohjelman toteuttaminen on jaksotettu painopisteittäin eri vuosille puurakentamisen ohjelman aikana. Ohjelman alkuvuosina 2016-17 panostettiin painopisteisiin 1 ja 3 (kaupunkirakentaminen ja suuret rakenteet), keskivaiheilla vuosina 2018-19 painopisteisiin 3 ja 4 (suuret rakenteet ja alueellinen osaaminen) ja

loppuvuosina 2020-2022 painopisteisiin 1, 4 ja 5 (julkinen rakentaminen, alueellinen osaaminen ja viennin tukeminen). (YM, b).

Puurakentamisen ohjelmalle on tehty kehittävät väliarvioinnit vuosina 2019 ja 2020. Ohjelman onnistumista mitataan muun muassa seuraavilla mittareilla:

- asuntojen määrä puukerrostaloissa
- teollisen puurakentamisen osuus puurakentamisesta
- puuhun perustuvien rakennustuotteiden vienti
- rakennuksiin sidottu hiilen määrä
- julkisen rakennuttajan puurakentamisen määrä
- puun käyttö rakentamisessa

(YM, b).

Vuonna 2019 laaditussa Puurakentamisen ohjelman kehittävässä arvioinnissa on tarkasteltu ohjelman siihen astisia toteutuneita toimenpiteitä ja tuloksia suhteessa ohjelmalle asetettuihin tavoitteisiin. Väliarvioinnin aineiston pohjalta pyritään myös kehittämään toimintaa jatkossa ja tarkentamaan arviointi-indikaattoreita seuraavaa väliarviointia varten. (Paavola, 2019).

Väliarvioinnin mukaan Puurakentamisen ohjelmalla todetaan alkavaa vaikuttavuutta. Haastattelussa ja verkkokyselyssä todettiin alkavaa vaikuttavuutta lähes kaikissa arviointi-indikaattoreissa, dokumenttianalyyseissä muutamassa avainindikaattorissa: esimerkiksi asuntojen määrän kasvu puukerrostaloissa, teollisen puurakentamisen osuus puurakentamisesta, ja rakennuksiin sidottu hiilen määrä todettiin lähteneen

pieneen kasvuun ohjelman ansiosta, vain puuhun perustuvien rakennustuotteiden vientiin ei nähty vaikutusta. (Paavola, 2019)

Väliarvioinnissa päädyttiin esittämään Puurakentamisen ohjelman toiminnan kehittämistä keskittymällä oleellisimpiin toimenpidekokonaisuuksiin, esimerkiksi valitsemalla kärkiteemat vuositasolla; ohjelman tavoitteiden priorisointia ja numeeristen indikaattorien määrittämistä; sekä pitkäaikaisen vaikuttavuuden tukemista tunnistamalla instrumentteja, jotka edistävät puurakentamista vielä ohjelman jälkeenkin. Edellä mainituiksi numeerisiksi indikaattoreiksi ja tavoitearvoiksi vuodelle 2025 ehdotettiin muun muassa seuraavia:

- puukerrostalojen markkinaosuus 20%
- puurakentamisen osuus julkisesta rakentamisesta 50%
- puurakentamisen osuus täydennysrakentamisesta 50%

(Paavola, 2019).

2.2.3 KASVUA JA KEHITYSTÄ PUUSTA

Ympäristöministeriön Puurakentamisen ohjelmaan liittyy Kasvua ja kehitystä puusta -tuki-ohjelma, jonka tarkoituksena on edistää puun käyttöä rakentamisessa myöntämällä tukea erilaisille tutkimus- ja kehityshankkeille. Tukirahoitusta myönnetään enintään 5 miljoonaa euroa. Tukea myönnetään valittuihin teemoihin kuudella tukikerroksella. Tukiohjelman pyrkimyksenä on aktivoida sidosryhmiä ja houkutellessa uusia toimijoita. (YM, c).

Ensimmäisellä tuen hakukierroksella syksyllä 2018 tukea myönnettiin hankkeisiin, joilla edistettiin puurakentamisen digitalisaatiota. Toisella hakukierroksella keväällä 2019 tukea myönnettiin puurakentamisen käyttäjäläheisten ratkaisujen kehittämiseen. Kolmannella kierroksella syksyllä 2019 tukea annettiin puurakentamisen kiertotalouden ratkaisujen kehittämiseen. Neljännen, keväällä 2020 järjestetyn tukikierroksen teema oli teollisen puurakentamisen kehittäminen verkostoissa. Keväällä 2021 päättyneellä viidennellä hakukierroksella tukea myönnettiin kaikkiin edellämäinnittuihin teemoihin liittyen. (YM, c).

2.2.4 VÄHÄHIILISEN RAKENTAMISEN TIEKARTTA

Ympäristöministeriö teetti vuonna 2017 selvityksen tiekartasta, jolla vähennetään rakentamisen ja erityisesti rakennusmateriaalien hiilijalanjälkeä sekä edistetään Suomen ilmastotavoitteita rakennus- ja kiinteistöalalla. Laaditun selvityksen pohjalta Ympäristöministeriö laati tiekartan rakennuksen elinkaaren hiilidioksidipäästöjen ohjaukseen. Tavoitteena on, että vuonna 2025 rakennuksen elinkaaren aikaista hiilijalanjälkeä ohjataan lainsäädännöllä. (YM, d).

Tiekartan selvityksen mukaan tällä hetkellä rakennusten ympäristövaikutuksia voidaan arvioida vapaaehtoisesti esimerkiksi LEEDS- ja BREEAM-arviointityökaluilla, mutta vapaaehtoinen toiminta ei tuota riittävää tulosta, joten rakentamisen päästöjen vähentäminen vaatii valtion ohjausta. Selvityksen mukaan on oleellista,

että rakennusta tarkastellaan koko sen elinkaaren ajalta: näin huomioidaan rakennusmateriaalien (rakentamis- ja purkamisvaiheen) ja energiatehokkuuden (käyttövaiheen) merkitys rakennuksen hiilijalanjälkeen samassa kokonaisuudessa. (Bionova, 2017).

Selvityksen mukaan lainsäädännön vaikuttavuuden turvaaminen rakentamisen elinkaari- ja päästöjen vähentämiseksi vaatii riittävän alhaisia raja-arvoja CO₂-päästöille tai taloudellista hyötyä tuottavaa kannustetta. Rakennusten päästöjen laskennan standardoinnilla on suuri merkitys elinkaariarvioinnin yhdenmukaiseen lopputulokseen. (Bionova, 2017). VTT:n teettämän vaikutusarvion mukaan raja-arvojen asettamisella on suurin potentiaalinen vaikutus päästöjen vähentämisessä, kannustimilla pienin vaikutus (Häkkinen & Vares, 2018).

Ympäristöministeriön julkistaman Vähähiilisen rakentamisen tiekartan toteuttaminen on kolmivaiheista: menetelmiä testataan vuodesta 2017 alkaen, ohjausjärjestelmää laaditaan vuodesta 2019 alkaen, ja ohjaus tullaan ottamaan käyttöön vuoteen 2025 mennessä. Rakennuskanta voidaan kytkeä ohjaukseen vaiheittain, ja ennen sitovia raja-arvoja voidaan ottaa käyttöön ilmoitusvelvollisuus. (YM, d).

2.3 ALUEELLISET OHJELMAT

Valtakunnallisten puurakentamisen edistämishjelmien lisäksi kunnilla voi olla omia puurakentamisen edistämiseen tähtäviä ohjelmia tai strategioita. Noin 60 %:lla Suomen kunnista puurakentaminen on kirjattu kunnan strategiaan (Kylmäaho, 2019). Ympäristöministeriön Puurakentamisen ohjelman mukaan ympäristöministeriö avustaa kuntia strategian laatimisessa (YM, b).

Puurakentamisen edistämiseksi kunnilla voi olla varta vasten laadittu puurakentamisen ohjelma, kuten esimerkiksi Espoolla (Puurakentamisen edistämishjelma vuosille 2014-2020), Tampereella (Puurakentamisen edistämishjelma), Lempäälällä (Puurakentamista edistävä ohjelma) ja Haminalla (Puurakentamisen strategia). Monissa kunnissa puurakentaminen on huomioitu osana muuta strategiaa tai ohjelmaa, kuten kuntastrategiaa, ilmastopoliittista ohjelmaa, tai maankäytön toteutusohjelmaa.

Puurakentamisen alueellinen edistäjä voi olla kunnan lisäksi jokin muukin alueellinen toimija. Pohjois-Savon alueella puurakentamista edistää Suomen metsäkeskus yhteistyössä kehitysyhtiö SavoGrow:n ja Iisalmen kaupungin kanssa kehityshankkeellaan Ratkaisu on puussa. Hanke on toiminnassa vuosina 2020-2022, ja sen tavoitteena on edistää puurakentamista ja parantaa asenteita vähähiiliseen ja puurakentamiselle myönteiseen suuntaan Pohjois-Savossa. (Suomen metsäkeskus). Joensuussa kaupungin ilmastotoimien lisäksi puurakentamista edistää erityisesti

Karelia-ammattikorkeakoulun rakennustekniikan koulutusalan puurakentamisen painopistealue, joka tarjoaa koulutusta ja toteuttaa tutkimusta puurakentamisen ratkaisuista (Karelia, a). Karelia-ammattikorkeakoululla oli vuosina 2018-2020 tutkimushanke Kohti vähähiilistä rakentamista - Joensuu Wood City, jonka tavoitteena oli vähähiilisen rakentamisen osaamisen nousu Pohjois-Karjalan kunnissa sekä Karelian rakennustekniikan ja ympäristötekniikan koulutusaloilla. Hankkeen painopiste oli elinkaaren päästölaskelmien tekeminen erityyppisille kohteille. Tulosten perusteella alueen kunnat voivat valmistautua tulevaan vähähiilisen rakentamisen lainsäädäntöön. (Karelia, b; Climate Joensuu, 2019).

Tarkastellaan tarkemmin esikuva-analyysejä varten kolmen pohjoismaisen kaupungin puurakentamisen edistämishjelmia: tarkasteltaviksi kaupungeiksi valikoitui Espoo ja Tampere Suomesta sekä Växjö Ruotsista kattavien ja kansallisiin tasoihinsa nähden varhain aloitettujen puurakentamisen ohjelmiensa vuoksi.

2.3.1 ESPOO

Espoon kaupungin tahto edistää puurakentamista on kirjattu Puurakentamisen edistämishjelmaksi vuosille 2014-2020. Ohjelman tavoite on mahdollistaa tilaajille ja käyttäjille kilpailukykyisiä, käyttö- ja elinkaarikustannuksiltaan edullisia puurakennuksia, jotka ovat terveellisiä ja turvallisia. Ohjelman alullepanija oli Kestävä kehitys-poikkihallinnollinen kehitysohjelma (nykyisin nimellä Kestävä Espoo, toim. huom.), jonka yh-

tenä toimenpiteenä oli vuonna 2013 puurakentamisen edistäminen. (Espoo, 2014). Ohjelman tarve on huomioitu myös Espoon kaupungin SE-CAP-raportissa vuonna 2019 (Sjöblom ym., 2019).

Ohjelman tavoitteet on johdettu Espoo-tarinasta, joka on Espoon kaupungin strategia. Tavoitteena on synnyttää Espoon alueelle uutta elinkeinotoimintaa ja edistää puurakentamisen osaamista ja tutkimusta. Tarkoituksena on, että uusien ratkaisujen hyödyt kohdistuvat suoraan kaupungin tuottavuustavoitteisiin, ja että ne luovat referenssejä yrityksille ja tutkimukselle. Ohjelman tavoitteiden toteuttamiseksi korostetaan yritysten ja muiden kumppaneiden merkitystä ratkaisujen kehittämisessä ja kilpailukyvyä edistämässä. (Espoo, 2014).

Ohjelman tavoittelee puurakentamisen edistämistä julkisessa rakentamisessa, kuten opilaitoksissa, kaupungin asuntorakentamisessa ja infrastruktuurissa sekä yksityisten rakentajien rakentamisessa. Kaupungin asuntorakentamisessa Espoon Asunnot Oy -vuokra-asuntoyhtiö edistää rakentamisessaan puurakentamista: kaavoituksen ja asuntotuotannon yhteistyötä tiivistetään, ja puurakentamiselle sopivat tontit ja alueet määritetään. Kaupungin asuntotuotannossa kokeillaan erilaisia puurakentamisen konsepteja ja vaikutetaan hintojen edullisuuteen: erityisesti teollinen esivalmistaminen ja valmiit tilaelementtiratkaisut nähdään keinona kustannusten pienentämiselle ja hankeaikojen nopeutumiselle. Espoon Asunnot toimivat puurakentamisessa esimerkkinä yksityiselle sektorille. (Espoo, 2014).

Yksityisessä rakentamisessa rakennuttajia kannustetaan puurakentamiseen. Kannustavina toimenpiteinä ovat kaupungin sitoutuminen puurakentamiseen ja -teollisuuteen sekä ideakilpailut. (Espoo, 2014).

Kaupungin konkreettiseksi ohjauskeinoksi puurakentamisen edistämiseksi kaikessa rakentamisessa esitellään kaavoituksen ja tonttitarjonnan rooli, maankäytösopimukset, rakennusvalvonnan rooli, sekä välilliseksi ohjauskeinoksi puurakentamisen markkinoihin vaikuttaminen. **Kaavoituksessa** tarjotaan edellytyksiä puurakentamiselle laatimalla asemakaavamääräykset puurakentamisen mahdollistavaksi. Puurakentamista pyritään kohdentamaan alueille, joille se on luontevaa olevan rakennuskannan puolesta. Puurakenteiden keveyden vuoksi uusia kaupungin omistamia maa-alueita voidaan saada rakennusmaiksi. Markkinoiden kiinnostusta puurakentamiseen houkutellessa tarjoamalla hyviä rakennuspaikkoja puurakentamiseen. Täydennysrakentamisessa tutkitaan puurakentamisen mahdollisuutta kansirakenteiden päälle, ja olevien kerrostalojen puurakenteista lisäkerrosrakentamista mahdollistetaan. Ohjelmassa nimetään konkreettisia alueita, joille puurakentaminen katsotaan hyvin soveltuvaksi. (Espoo, 2014).

Maankäytösopimuksissa puurakentamisen edistäminen voidaan ottaa osaksi sopimusehtoja. Vastaavasti myös **tontinluovutuksessa** puurakentamista voidaan käyttää sopimusehtona. (Espoo, 2014).

Rakennusvalvonnan rooli puurakentamisen edistämässä on valvoo, että puuraken-

nushankkeen osapuolilla, esimerkiksi suunnittelijoilla ja vastaavilla työnjohtajilla, on riittävästi osaamista puurakentamisesta. Rakennusvalvonta järjestää jo suunnittelun alkuvaiheessa ennakkopalaverin, jossa katsotaan, mitä hankkeessa on otettava huomioon. (Espoo, 2014).

Espoon kaupunki **vaikuttaa puurakentamisen markkinoihin** sitoutumalla itse hankinnoissaan puurakentamisen edistämishjelman mukaisiin julkisiin hankintoihin. Kaupunki kannustaa myös muita kaupunkeja toimimaan samoin. Tavoitteena on, että markkinoille syntyy luottamusta puurakentamisen ratkaisujen kehittämiseen. Kaupunki viestii aktiivisesti puurakentamisen tavoitteistaan muun muassa nostamalla esiin toteutuneita kohteita, ja pyrkii siten houkuttelemaan alan toimijoita kehittämään uusia ratkaisuja ja tarjoamaan niitä kaupungille. Kaupungin hankintamalleja kehitetään siten, että hankintakokonaisuudet kattavat suunnittelun, rakentamisen ja käytön. Yrityksiä kannustetaan verkostoitumaan ja levittämään kokemuksiaan puurakentamisesta. Kunta hakee kumppanuusmalleja koulutus- ja tutkimus- ja kehitysorganisaatioiden kanssa uusien innovaatioiden edistämiseksi ja kansallisen rahoituksen hyödyntämiseksi. Puurakennushankkeiden taloteknisillä ratkaisuilla edistetään turvallisuutta, energiatehokkuutta ja mahdollisuutta taloautomaatiolle. Rakennushankkeissa pyritään kustannustehokkuuteen parantamalla hyötyneliömetrien osuutta bruttopinta-alasta tilojen monikäyttöisyyttä kehittämällä. Käyttäjät osallistetaan talokonseptien kehittämiseen käytön ajan edullisuuden ja muuntojous-



Kuva 5. Havainnekuva puurakenteisesta toimistorakennuksesta Keilaniemen Portista, josta tulisi valmistuessaan yksi Suomen korkeimmista puurakennuksista. (Arkkitehdit Soini & Horto).

vuuden miettimisellä. (Espoo, 2014).

Puurakentamisen edistämishjelmassaan Espoon kaupunki asettaa julkisen puurakentamisen osalta tavoitteeksi seuraavat toimenpiteet:

- Espoon Asunnot Oy:llä on vuoteen 2016 mennessä edellytykset toteuttaa olevaan rakennukseen kaksi puurakenteista lisäkerrosta. Lisäksi Espoon Asunnot Oy on suunnitellut vuoteen 2016 mennessä 4-kerroksisen pienkerrostalon, joka soveltuu esimerkiksi yhtiön kiinteistöjen täydennysrakentamiseen.
- Jokaisen päiväkotij- ja koulurakentamishankkeen yhteydessä arvioidaan mahdollisuus toteuttaa hanke puusta. Korjaushankkeissa arvioidaan puuratkaisujen hyödyntämisen mahdollisuutta. Myös

muut julkiset kohteet huomioidaan, ja puurakentamisen kohteet yksilöidään investointiohjelmassa.

- Siltojen rakentamisessa arvioidaan puun käytön mahdollisuus hankintahinnan, ylläpidon ja korjauksen näkökulmasta. Kohteet yksilöidään investointiohjelmassa.

(Espoo, 2014).

Puurakentamisen edistämishjelman toteutumista arvioidaan Kestävän kehityksen poikkihallinnollisen kehitysohjelman nimeämän ohjausryhmän toimesta. Ohjausryhmään kuuluu käyttäjien ja toteutuksesta vastaavien tulosityksiköiden edustajia. Ohjausryhmä raportoi edistymisestä Kestävä kehitys -kehitysohjelmalle, joka raportoi edelleen kaupunginvaltuustolle. Raportissa arvioidaan Espoon puurakentamisen kehittymistä, suunnittelussa olevien ja käynnistyneiden rakennuskohteiden tilaa, sekä muiden ohjelmatavoitteiden toteutumista. (Espoo, 2014).

2.3.2 TAMPERE

Puurakentamisen edistämishjelman on Tampereen kaupungin, Tampereen yliopiston, Tampereen ammattikorkeakoulun, Luonnonvarakeskuksen ja Suomen metsäkeskuksen yhteistyöohjelma, joka oli toiminnassa vuosina 2014-2020 (Tampere, 2020; Tampere, 2021). Sen tavoitteena on lisätä modernia puurakentamista Tampereella ja Pirkanmaalla, sekä edistää puurakentamisen osaamista ja yritystoimintaa. Puurakentamisen edistämishjelman kuuluu osana Kestävä Tampere 2030 -ohjelmaan. Ohjelmaa on johtanut oh-

jausryhmä, johon on kuulunut edustajia kaikista yhteistyösopimuksen allekirjoittaneista ryhmistä sekä Ympäristöministeriön Puurakentamisen ohjelmasta. (Tampere, 2021).

Puurakentamisen edistämishjelman taustalla on kaupungin halu edistää puurakentamista, koska puu on uusiutuva materiaali ja ilmastolta kannalta positiivinen valinta puurakennusten sijoituksessa hiiltä pitkäksi aikaa. Lisäksi puu on tärkeä paikallinen raaka-aine, jonka jalostaminen tuo työtä ja yritystoimintaa maakuntaan. (Tampere, 2021). Ohjelman visiona on, että ”*Tampere on maamme johtava ja kansainvälisesti tunnettu puurakentamisen ja siihen liittyvän koulutuksen sekä tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnan keskus.*” (Tampere, 2020, s. 5). Tämän vision pääkohtina ovat puiset aluerakennuskohteet, arkkitehtoninen korkeatasoisuus sekä kansainvälinen yritystoiminta. (Tampere, 2020).

Ohjelman tavoitteiksi on asetettu lisätä merkittävästi puurakentamisen ja puutuoteratkaisujen käyttöä koko Suomessa, ja lisätä niiden vientiä. Tampereen seudulla tavoitteena on edistää vähähiilisyys- ja energia- ja resurssitehokasta puurakentamista. Lisäksi tavoitteena on lisätä puualan koulutusta ja tutkimustoimintaa. Puurakentamisen edistämishjelman toteuttaa osaksi kaupungin ilmasto- ja elinkeinopoliittisia tavoitteita ja kaupungin strategista tavoitetta kasvaa kestävästi. (Tampere, 2020).

Ohjelman sidosryhmiksi on määritetty yhteistyösopimuksen sopijaosapuolien lisäksi Ympäristöministeriön Puurakentamisen ohjelma, Tredu ja TAKK, rakennuttajat ja rakennusliikkeet,

kaupunkiomisteiset vuokra-asuntoyksiköt, puutuotetoimittajat, PuuInfo, Puutuoteteollisuus ry, ARA, sekä lukuiset kaupungin sisäiset sidosryhmät. (Tampere, 2020).

Puurakentamisen edistämishjelman toimenpiteet kohdistuvat seuraaville osa-alueille: rakentamisessa asuntorakentamiseen, julkiseen rakentamiseen ja infrarakentamiseen, sekä tutkimus- ja kehitystoimintaan ja oppilaitosyhteistyöhön (Tampere, 2020). Ohjelmaa toteutetaan erilaisilla hankkeilla, joista mainitaan uusia puurakentamisen koulutusmalleja kehittävä Puuosamasta Pirkanmaalle -hanke, puurakentamisen osuuden kasvattamiseen tähtäävä Puukerrostolorakentaminen kasvuun Pirkanmaalla -hanke, Vuoreksen Isokuusen puurakentamisalueen keskuskorttelin toteutusmalleja etsivä Isokuusen nollaenergiakorttelin tontiluovutuskilpailu, sekä puurakentamisen kehittymistä ja puurakennusten hiiliensidontapotentiaalia seuraava puurakennusten hiiliensidontan avoin tietokanta. (Tampere, 2021).

Puurakentamisen edistämisen toimenpiteitä on eritelty tarkemmin Kestävä Tampere 2030 -ohjelman laatimassa Hiilineutraali Tampere 2030 -tiekartassa. Tiekartan teemassa 3: Kestävä rakentaminen toimenpidekokonaisuus 3.5 käsittelee puurakentamista. Tiekartan mukaan toimenpiteet puurakentamisen edistämiseksi kohdistuvat puurakentamiselle sopivien kohteiden **kaavoittamiseen, tonttien myöntämiseen** puurakentamiselle, sekä **päiväkoti- koulu- ja muiden palvelurakennusten puurakentamiseen**. Toimenpiteiden vaikuttavuuden mittari-

na puurakentamisen osalta on puurakentamisen (runko ja julkisivu puuta) osuus prosentteina uusista kerrostaloista kaupungin luovuttamilla tonteilla. Tavoitetilana on, että edellä mainittu osuus on 10% vuonna 2021, 15% vuonna 2025, ja 20% vuonna 2030. (Kankaala ym., 2020).

Tiekartan mukaan konkreettisia toimenpiteitä ovat seuraavat:

- Asemakaavaohjelmassa määritetään kohteet, joilla edistetään puurakentamisen mahdollisuuksia. Konkreettisia alueita on määritetty muutamia. Totetutus tapahtuu vuosina 2020-25, josta vastuussa ovat kaupungin asemakaavoitus ja Kestävä kaupunki -ryhmä.
- Tehdään ohjeistus puurakentamisen edistämiseksi asemakaavoituksessa. Toteutus 2020-21, vastuussa asemakaavoitus, rakennusvalvonta ja Kestävä kaupunki.
- Puurakentamiseen myönnetään tontteja eri puolilta kaupunkia: tontinluovutusohjelmoinnissa päätetään puurakentamiseen luovutettavat tontit. Erityisesti Vuoreksen Isokuusesta toteutetaan Suomen suurin puurakentamisen alue. Toteutus 2020-29, vastuussa asemakaavoitus, Kestävä kaupunki, kiinteistöt, tilat ja asuntopolitiikka.
- Rakennetaan puusta päiväkot-, koulu- ym. palvelurakennuksia. Konkreettisia kohteita mainitaan kaksi. Toteutus 2020-25, vastuussa Tampereen tilapalvelut Oy, kiinteistöt, tilat ja asuntopolitiikka.
- Puurakentamisen kohteet infrarakentami-

nessä (sillat, puistorakenteet, valotolpat) päätetään vuosittaisessa investointisuunnitelmassa. Toteutus 2020-21, vastuussa kaupunkiympäristön rakennuttaminen ja ylläpito, Kestävä kaupunki.

- Täydennysrakentamisessa ohjataan lisäkerrosten toteuttamiseen puusta. Toteutus 2020-29, vastuussa asemakaavoitus, rakennusvalvonta ja Kestävä kaupunki.

(Kankaala ym., 2020).

Tiekartan toimenpiteiden toteuttamisen arvioitu päästövähennys on 1000 - 10 000 t CO₂e/ vuosi. Toteuttamisen on arvioitu maksavan 5,3 miljoonaa euroa. Toimenpiteiden toteuttamisesta seuraavat välilliset hyödyt ovat monimuotoisen kaupunkirakentamisen edistyminen, puurakentamisen osaamisen ja liiketoiminnan edistyminen, sekä kilpailun lisääntyminen rakennusmateriaaleissa. (Kankaala ym., 2020).

Puurakentamisen edistämishjelman ja osin myös Hiilineutraali Tampere 2030 -tiekartan tavoitteiden toteutumista on arvioitu Puurakentamisen edistämishjelman loppuraportissa. Asemakaavoituksen ja tontinluovutuksen osalta Tampereella oli vuoden 2020 lopulla kolmella alueella lähtökohtana puurakentaminen kaavamääräyksissä tai tontinluovutusehdoissa. Puurakentamisen edistämiseksi kaavoituksessa on laadittu vuonna 2020 ohjeistus Puurakentamisen edistämisen ja ohjaamisen keinot kaavoituksessa -opas. (Tampere, 2020).

Tampereella on toteutettu vuoden 2020 loppuun mennessä kolme puukerrostalokohdetta. Lisäksi rakenteilla on 10 puukerrostaloa, ja vi-



Kuva 6. Havainnekuva puurakenteisesta asuinkorttelista, kilpailuvoittoehdotus Vuoreksen nollaenergiakortteliksi. (Wide Visuals).

reillä viisi puukerrostaloa tai -korttelia. Erityisesti Isokuusen alue kehittyi puukaupungiksi. Puisia oppilaitoksia on valmistunut yksi kohde, lisäksi kaksi on rakenteilla ja kaksi suunnittelulla. Lisäkerrosrakentamisen osalta on teetetty ullakkorakentamisselvitys Tampereen keskustan alueelle, jossa on runsaasti lisäkerrosrakentamiseen soveltuvaa rakennuskantaa. (Tampere, 2020).

Tampere on mukana kolmessa tutkimus- ja kehityshankkeessa, jossa puurakentaminen on keskeinen teema. Lisäksi puurakentamisen edistäminen on huomioitu Tampereen kaupunkiseudun MAL-sopimuksessa. Hiilineutraali Tampere 2030 -tiekartta jatkaa puurakentamisen edistämisen toimenpiteiden ohjausta vuoteen 2030 asti. (Tampere, 2020).

2.3.3 VÄXJÖ

Växjön ensimmäinen puurakentamisen strategia on laadittu jo vuonna 2005. Strategiaa on päivitetty ja uusia suunnitelmia on lisätty vuosina 2013 ja edelleen 2018, jolloin julkaistiin nykyisin voimassa oleva puurakentamisen strategia: Växjö - Europas första Moderna Trästad. Strategian lähtöaineistona on aiempien puurakentamisen strategioiden lisäksi kunnan energiasuunnitelma ja fossiilivapaa Växjö 2030 -tavoite, joiden osakokonaisuutena puurakentamisen strategia voidaan nähdä. Lisäksi strategia toteuttaa Smålandin alueellista puutuoteteollisuuden strategiaa. Ruotsin hallituksen esityksessä Politik för gestaltad livsmiljö vuonna 2018 kehoitettiin rakentamiseen liittyviä tahoja sitoutumaan hyvään elinympäristöön ja arkkitehtuuriin; Växjössä ratkaisu on puurakentaminen. (Växjö, 2018).

Puurakentamisen taustalla Växjössä on tärkeimpänä seikkana ilmastotavoitteet. Puurakentaminen nähdään osana kokonaisvaltaisia ilmastotoimia. Rakentamisessa ilmastovaikutuksia tarkastellaan koko rakennuksen elinkaaren ajalta. Lisäksi puurakenteiden käyttö lisää toimijoita ja kilpailua puurakentamisessa, ja täten pienentää kustannuksia, ja toisaalta edistää muidenkin rakennusmateriaalien kehittämistä ympäristöystävällisemmiksi. (Växjö, 2018).

Ympäristöystävällisyyden isäksi strategiassa on listattu useita muita perusteita puun käytölle. Subjektiiivisia perusteita ovat seuraavat:

- puu on helppoa prosessoida, korjata ja kuljettaa
- kevyenä materiaalina puu mahdollistaa

laajennukset oleviin rakennuksiin ja rakentamisen useimmille maaperille

- puun valmistamisessa on hyvä tarkkuus ja toistettavuus
- teollinen tuotanto tehostaa logistisia- ja rakennusprosesseja, lisää materiaalihokkuutta ja vähentää virheitä
- puu lisää kotimaista työtä, kotimaisten raaka-aineiden käyttöä ja erilaisia puutuotteita
- puu tuo markkinoille uusia paikallisia toimijoita, tuotteita ja innovaatioita
- mahdollisuus olla puututkimustyön edelläkävijänä

Objektiivisia perusteita puun käytölle ovat strategian mukaan seuraavat seikat:

- puu rakennusmateriaalina vähentää melua
- puu rakennusmateriaalina parantaa terveyttä
- puu on lämmin ja pehmeä materiaali ja tuoksuu hyvältä
- puu on kaunis materiaali ja luo viehättävää elinympäristöä

(Växjö, 2018).

Strategian tarkoitus on kannustaa puun käyttöön rakentamisessa silloin kun se on mahdollista, niin kunnan yhtiöitä kuin yksityisiä toimijoita. Puurakentaminen määritellään strategiassa rakentamiseksi, jossa suurin osa kantavasta rungosta on tehty puupohjaisista tuotteista. Strategian yleisiä tavoitteita ovat seuraavat:

- fossiilivapaa Växjö (lopetetaan fossiilisten polttoaineiden käyttö)

- käytetään energiaa tehokkaammin
- edellä mainitun Smålannin alueellisen puutuoteteollisuuden strategian tavoitteet
- vuonna 2020 Småland on Euroopan johdava puumaakunta

Puun käyttöön rakentamisessa liittyvät strategian tavoitteet ovat seuraavia:

- vuoteen 2020 mennessä 50% kaikista rakentamisesta tehdään puusta. On positiivista, jos ilmastovaikutuksia arvioidaan rakennusprosesseissa ennen vuotta 2020
- vuoden 2020 jälkeen ilmastovaikutusten arviointi sisällytetään rakennusprosesseihin
- vuoden 2022 jälkeen annetaan etusija rakennuksille, joilla on pienin ilmastovaikutus rungon ja kantavien rakenteiden osalta
- vuoden 2025 jälkeen annetaan etusija rakennuksille, joilla on pienin ilmastovaikutus koko rakenteen osalta

Yllä olevat vuosittaiset tavoiteosuudet on laskettu kaavalla ”puurakenteiset uudet kodit ja rakennukset (lkm.) / kaikki uudet kodit ja rakennukset (lkm.)”. Tilastojen kehitystä seurataan ja kootaan yhteen vuodesta 2020 lähtien. Tarkemmin puurakentamisen toteutumista mitataan kunnan yhtiöiden rakennushankkeissa vuosittain (valmistuneiden puurakennusten asuinpinta-ala tai huoneistoala (m²) / kaikkien valmistuneiden rakennusten asuinpinta-ala tai huoneistoala (m²)), sekä seuraamalla vaikutusta yksityisillä rakennusmarkkinoilla vuosittain (puurakenteisten asuin-



Kuva 7. Havainnekuva puurakenteisesta Växjön kunnantalosta ja asemasta, jotka toimivat saman katon alla. (Sweco Architects)

rakennusten hyväksytyt rakennusluvut (lkm.) / kaikkien asuinrakennusten hyväksytyt rakennusluvut (lkm.)). (Växjö, 2018).

Växjön puurakentamisen strategian toimenpiteillä pyritään vaikuttamaan kestäväan kehitykseen, kaupalliseen sektoriin sekä akateemisiin instituutioihin ja tutkimukseen. Kunnan konkreettisiksi toimenpiteiksi on lueteltu seuraavat toimet:

- kokeilla puun käyttöä kaikkiin kunnan rakennuksiin
- käytetään kunnan maan myyntiä keinona puun käytön lisäämiselle rakentamisessa
- seurataan rakennushankkeita pitkällä aikavälillä laadun parantamiseksi ja kunnan yhtiöiden kesken toisiltaan oppimiseksi
- johdetaan vuoropuhelua tutkijoiden, arkkitehtien, rakennusliikkeiden ja rakennuttajien kesken puurakentamisen kehittä-

misen jatkumiseksi

- osallistutaan arkkitehtuuriin liittyviin verkostoihin erityisesti teollisen asuntotuotannon näkökulmasta
- kannustetaan, tuetaan ja kehitetään kaupallista sektoria liittyen puurakentamiseen
- vahvistetaan Linnaeus-yliopistoa puututkimuksen ja -asiantuntijuuden keskuksena
- kehitetään asiantuntijuutta liittyen ilmastolaskelmiin ja ilmastaselvityksiin verratukseen paremmin rakennusten elinkaaria
- tutkitaan puulaajennusten mahdollisuuden olevaan rakennuskantaan
- seurataan tutkimusta puun terveysvaikutuksista
- tuetaan akateemisten instituutioiden ja kaupallisen sektorin yhteistyötä alueilla, joilla nähdään eniten haasteita
- ollaan aktiivisia olennaisissa verkostoissa, toimissa, konferensseissa ja tapahtumissa liittyen puurakentamiseen ja oppimisivierailuihin (jälkimmäinen yhteistyössä matkailuteollisuuden kanssa)
- vahvistetaan kaupungin puurakentamisen asemaa ja markkinaa modernina puukaupunkina
- saatetaan loppuun ja laajennetaan määrättyä puurakentamisen aluetta Välle Broaria
- palkitaan vuosittain puurakentamisen palkinto

(Växjö, 2018).

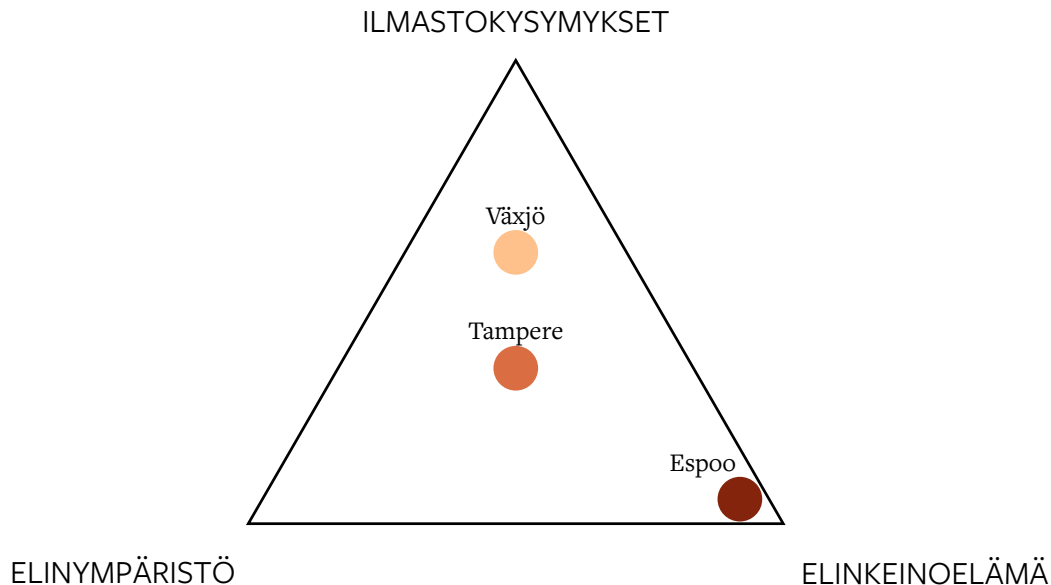
Strategian koordinoinnin, läpinäkyvyyden ja tiedon levittämisen edistämiseksi on perustettu Yhdyskuntasuunnittelun neuvosto. Strategian toteuttamisesta vastaa kunnanjohtaja tai kuntayhtiön toimitusjohtaja. Oleellisille hallintoelimille ja yhtiöille on delegoitu vastuuta vuoropuhelussa rakennuttajien ja rakennusliikkeiden kanssa, maanmittauksessa ja -myynnissä, puurakentamisen kaupallisessa kehittämisessä ja puusovellutuksissa kunnan teknisessä infrastruktuurissa. Puurakentamisen strategiaa seurataan vuosittain Växjön kunnan ohjausmallissa. Kunnanhallitus seuraa strategian tavoitteita. (Växjö, 2018).

2.4 ESIKUVA-ANALYYSI

Edellisessä kappaleessa esiteltiin kolmen eri kunnan, Espoon, Tampereen ja Växjön, puurakentamisen edistämishjelmia. Ohjelmat ovat samansuuntaisia, sillä kaikkien tarkoitus on edistää puurakentamista, mutta eroja on löydettävissä ohjelmien lähtökohdissa ja päämäärissä, tavoitteiden asettamisessa sekä toimenpiteissä. Vertaillaan edellä mainittuja ohjelmia keskenään, ja pyritään löytämään niistä näkökulmia ja keinoja, jotka voisivat olla olennaisia myös Oulun puurakentamisen ohjelman tapauksessa.

2.4.1 TARKOITUS JA TAVOITE

Kuntien puurakentamisen ohjelmilla on tarkoitus, eli miksi ohjelma toteutetaan, ja tavoite, eli ohjelman ison kuvan päämäärä. Esimerkkikuntien ohjelmien tarkoituksen ja tavoitteen aihealu-eiksi tunnistettiin kolme erilaista teemaa: ilmastokysymykset, elinympäristö ja elinkeinoelämä. Tarkoitus ja tavoite vaihtelivat esimerkkikuntien kesken (kuva 8). Espoon puurakentamisen edistämishjelman tavoitteet painottuvat elinkeinoelämän edistämiseen: ohjelman tavoitteena on



Kuva 8. Kaavio esittää Espoon, Tampereen ja Växjön kuntien puurakentamisen ohjelmien tarkoituksen ja tavoitteen painopisteiden asettumista teemojen ilmastokysymykset, arkkitehtuuri ja elinkeinoelämä välille.

mahdollistaa kilpailukykyisten ja elinkaarikustanuksiltaan edullisten puurakennusten rakentaminen, ja tarkoituksena on, että uusien ratkaisujen hyödyt kohdistuvat suoraan kaupungin tuottavuustavoitteisiin. Tampereen puurakentamisen edistämishjelman tavoitteena on yhtä määrin elinkeinoelämässä puurakentamisen ja puutuo-teratkaisujen käyttö ja vienti, ilmastokysymyksissä vähähiilisyteen tähtäävä rakentaminen sekä puurakentamisen arkkitehtuurin korkeatasoisuus ja kansainvälinen tunnettuus. Växjössä puurakentamisen strategiassa puurakentamisen pääsyynä nähdään puun ympäristöystävällisyys fossiilittomana, uusiutuvana ja hiilinieluna, mutta tunnistetaan myös puurakentamisen hyvät puolet elinkeinoelämälle sekä hyvälle elinympäristölle.

2.4.2 ASETETUT TAVOITTEET

Espoon, Tampereen ja Växjön puurakentamisen edistämishjelmat tavoittelevat kaikki puurakentamisen kasvua sekä julkisessa, yksityisessä että infrasturktuurirakentamisessa. Espoon puurakentamisen edistämishjelmassa konkreettisia tavoitteita asetetaan hyvin niukasti. Tavoitteita asetetaan vain kaupungin vuokra-asuntorakentamiselle, Espoon Asunnot Oy:lle: vuoteen 2016 mennessä Espoon Asunnoilla on suunniteltuna 4-kerroksinen puukerrostalo sekä kohde, johon voi toteuttaa kaksi puurakenteista lisäkerrosta. Tampereen Hiilineutraali Tampere 2030 -tiekartassa asetetaan puurakentamisen konkreettiseksi tavoitteiksi puurakentamisen osuus uusissa kerrostaloissa kaupungin luovuttamilla tonteilla

seuraavasti: 10% vuonna 2021, 15% vuonna 2025 ja 20% vuonna 2030. Lisäksi on tavoite, että rakentamisen hiilineuraaliuskriteerit ovat käytössä kaikissa maankäytön prosesseissa vuoteen 2030 mennessä. Växjön puurakentamisen strategiassa on tarkastelluista kunnista tiukimmat konkreettiset tavoitteet puurakentamiselle ja vähähiilisel- le rakentamiselle: puurakentamisen osuus kaikesta rakentamisesta on 50% vuoteen 2020 mennessä, ja vuodesta 2020 alkaen rakennusprosesseihin sisällytetään ilmastaselvitys. Lisäksi uudisrakentamisessa annetaan ensisijaisuus elinkaari- päästöiltään pienimmille ratkaisuille kantavien rakenteiden ja rungon osalta vuodesta 2022 alkaen ja koko rakennuksen osalta vuodesta 2025 alkaen.

Växjön tavoitteessa puurakentamisen 50% osuudesta kaikesta rakentamisesta on huomioitava, että laskentatapa poikkeaa siitä, miten Suomessa puurakentamisen osuus lasketaan: Växjössä uusien puurakennusten lukumäärää verrataan kaikkien uusien kohteiden lukumäärään, kun Suomessa useimmiten ilmoitetaan uusien puurakennusten tilavuuden suhde kaikkien uusien rakennusten tilavuuteen kuutiometreinä. Lukumäärällisessä laskentamallissa useimmiten puurunkoisten pientalojen rakentaminen parantaa tilastoa verrattuna tilavuuspohjaiseen vertailuun.

2.4.3 KEINOT JA TOIMENPITEET

Espoon, Tampereen ja Växjön kunnat käyttävät erilaisia määrittäviä ja ohjaavia keinoja ja toimenpiteitä tavoitteiden saavuttamiseksi (taulukko

1). Kaikki kolme kuntaa pyrkivät kasvattamaan omien julkisten rakennushankkeidensa toteuttamista puusta: Växjön kunta sanoo puurakentamisen strategiassaan kokeilevansa puurakentamista kaikkiin julkisiin kohteisiin, Espoossa ja Tampereella selvitetään muun muassa uusien palvelulaitosten ja infrastruktuurihankkeiden kohdalla puun käyttämisen mahdollisuus.

Yksityiseen rakennussektoriin voidaan vaikuttaa määrävin keinoin: näitä ovat kaavoitus, maankäyttösopimukset ja tontinluovutus. (YM, 2019). Espoon, Tampereen ja Växjön puurakentamisen edistämishjelmissä mainitaan mahdollisuus käyttää tontinluovutuksessa puurakentamista sopimusehtona. Kaavamääräykset mainitaan Espoon ja Tampereen ohjelmissä, mutta kuitenkin varsin maltillisesti: Espoossa alueet kaavoitetaan lähtökohtaisesti materiaalineutraaleiksi puurakentaminen mahdollistavaksi, ei määräväkiksi; Tampereen asemakaavaohjelmassa selvitetään alueita, joille puurakentamista voidaan osoittaa. Lisäksi puurakentamista voi välillisesti edistää vaatimuksella rakennuksen elinkaaripäästöjen arvioinnista ja mahdollisista raja-arvoista. Arviointia vaaditaan Tampereella ja Växjössä.

Kaikki esimerkkikunnat käyttävät runsaasti ohjaavia keinoja puurakentamisen edistämiseksi kaupallisella sektorilla. Yksityistä sektoria kannustetaan puurakentamiseen ja vuoropuhelua rakennusalan toimijoiden kanssa pidetään yllä. Koulutuksella pyritään parantamaan puurakentamisen edellytyksiä. Kunnat kehittävät ilmapiiriä puurakentamiselle myönteiseksi viestinnällän ja markkinoinnillaan.

Taulukko 1. Taulukko esittää Espoon, Tampereen ja Växjön kuntien puurakentamisen ohjelmissa eriteltyjä puurakentamisen edistämisen keinoja ja toimenpiteitä.

¹ *Kunnan omista hankkeista elinkaaripäästöjen arviointi, lisäksi yksityisessä rakentamisessa tontinluovutuksen yhteydessä hiilijalanjälkiarviointi.*

² *Kunnan puurakennuskohteet nähtävissä Ruotsin valtakunnallisessa puurakentamisen tietokannassa.*

	Espoo	Tampere	Växjö
Kunnan omat uudisrakennushankkeet pyritään toteuttamaan puusta	●	●	●
Puurakentamista käytetään ehtona tontinluovutuksessa	●	●	●
Puurakentaminen mahdollistetaan kaavoituksella	●	●	
Tavoitellaan puurakentamiselle tiettyä osuutta uudisrakentamisesta		●	●
Ohjataan täydennysrakentamisessa lisäkerrosten toteuttamiseen puusta	●	●	●
Vaaditaan rakennuksen elinkaaripäästöjen arviointia rakennushankkeissa		● ¹	●
Yksityistä rakennussektoria kannustetaan puurakentamiseen	●	●	●
Käydään aktiivista vuoropuhelua rakennusalan toimijoiden kanssa	●	●	●
Puurakentamisen osaamista ja koulutusta pyritään parantamaan	●	●	●
Ollaan aktiivisia puurakentamisen verkostoissa	●	●	●
Markkinoidaan kuntaa modernina puukaupunkina	●	●	●
Tarjotaan avoin puurakentamiskohteiden tietokanta		●	● ²
Jaetaan puurakentamisen palkinto			●

3. KONSEPTISUUNNITELMAT

3.1 PUURAKENTAMISTA VAI PUUN KÄYTTÖÄ RAKENTAMISESSA

Kuten kappaleessa 1.1 todettiin, puurakentamisella tarkoitetaan Suomen rakentamismääräyksissä rakennuksia, joiden kantavat rakenteet ovat puuta (Laapotti, 2020). Asiantuntijat puhuvat kuitenkin mieluummin puurakentamisen sijaan puun käytöstä rakentamisessa, kun puhe on keinoista puun osuuden lisäämiseksi rakennuksissa. Kokonaisvaltaisen puurakentamisen sijaan puun käyttöä on mahdollista lisätä huomattavasti rakentamisessa myös vähäisemmissä rakennusosissa, kuten esimerkiksi julkisivuissa, sisätiloissa ja sisustuksessa sekä piharakentamisessa, joissa puu voi niin ikään korvata muita ympäristöä enemmän kuormittavia rakennusmateriaaleja. (Sipiläinen, 2020).

3.1.1 HYBRIDIRAKENTAMINEN

Puulla ei voi koskaan täysin korvata muita rakennusmateriaaleja, kuten esimerkiksi betonia perustuksissa. Usein rakennukset on järkevä toteuttaa eri rakennusmateriaalien yhdistelminä, eli hybridiratkaisuna. (Sipiläinen, 2020). Eri rakennusmateriaaleilla on omat vahvuutensa, ja rakennusalan kannalta olisi kehittävämpää keskittyä rakennusmateriaalien väliseen yhteistyöhön vastakkainasettelun sijaan. Hyvä esimerkki eri rakennusmateriaalien hybridikäytöstä on vuoden 2020 Arkkitehtuurin Finlandia -voittaja Helsingin Olympiastadionin peruskorjaus, joka voitti myös sekä vuoden 2020 Puupalkinnon, vuoden 2020

Betonirakennepalkinnon, että vuoden 2019 Teräsrakennepalkinnon. (Rinne, 2021). Tämän työn kontekstissa hybridirakentamista käsitellään niin, että puun on oltava yksi pääasiallisista rakennusmateriaaleista. Tulevissa konseptisuunnitelmissa hybridirakennuksella tarkoitetaan rakennusta, jonka rakenteet ovat pääasiallisesti puusta ja betonista sekä vähäisissä määrin teräksestä.

Puurakentaminen on Suomessa 15-20% tavanomaista betonirakentamista kalliimpaa (Laapotti, 2020). Puurakennuskohteista esillä mediassa ovat usein toinen toistaan korkeammat puukerrostalot tai suuremmat puukoulut, mutta puurakentamisen edistämisen kannalta oleellista olisi kiinnittää huomiota siihen, millaisia puukohteita on taloudellisesti kannattavaa rakentaa (Sipiläinen, 2020). Puurakentaminen kaipaa siirtymistä pioneerivaiheesta samantapaiseen bulkkirakentamisen vaiheeseen, kuin mistä betonirakentaminen alkoi sotien jälkeen (Laapotti, 2020) - bulkkirakentaminen voidaan ymmärtää tässä tapauksessa kustannustehokkaana rakentamisena (toim. huom.). Tähän kustannustehokkuuden ongelmaan hybridirakentaminen pyrkii osaltaan vastaamaan: tavoitteena on löytää taloudellisesti optimaalisia ratkaisuja niin, että myös esimerkiksi puurakentamisen edut hiilijalanjäljessä pystytään hyödyntämään (Lättilä, 2021).

Kuitenkin vertailtaessa erään puusta ja betonista toteutetun hybridikerrostalon elinkaaren hiilijalanjälkeä täysin betonisen sekä täysin puisen kerrostalon elinkaaren hiilijalanjälkeen havaittiin, että hybridikerrostalon elinkaaren hiilijalanjälki on lähes identtinen betonikerrostalon

kanssa, puukerrostalon vastaavan ollessa selvästi alhaisempi. Kun laskelmiin huomioitiin myös rakennuksen elinkaaren jälkeiset vaikutukset, hybridikerrostalon haitalliset ympäristövaikutukset muodostuivat hieman betokerrostaloa pienemmäksi, mutta jäivät puukerrostaloa selvästi suuremmaksi. Kyseisessä tapauksessa hybridikerrostalon hiilijalanjälkeä kasvatti pyrkimys ei-kantaviin puurakenteisiin ulkoseiniin, jolloin kantavana rakenteena jouduttiin käyttämään suuren hiilijalanjäljen aiheuttavia teräspalkkeja. (Rinne, 2021). Näin ollen on huomioitava, että hybridirakennus ei automaattisesti ole ympäristövaikutuksiltaan betonirakennusta parempi vaihtoehto: hybridiratkaisuja on monenlaisia, ja erilaiset suunnitteluratkaisut voivat vaikuttaa merkittävästi hiilijalanjälkeen. Haasteena on osaltaan löytää optimaaliset ratkaisut niin taloudellisesti kuin myös hiilijalanjäljen kannalta.

3.1.2 PUUN JA BETONIN VAHVUUDET JA HEIKKOUDET RAKENTAMISESSA

Puu- ja betonirakentamisella on omat vahvuutensa ja heikkoutensa. Suurin ero on materiaalien painossa: puu on betonia selvästi kevyempää. Keveyden ansiosta puusta voidaan toteuttaa pidemmälle esivalmistettuja ja suurempia elementtejä kuin betonista, mikä nopeuttaa työmaalla tapahtuvaa rakentamista huomattavasti. Puun keveydestä johtuen korkeiden rakennusten jäykistäminen on haastavampaa kuin vastaavien betonirakennusten. (Rinne, 2021).

Puu ja betoni ovat lujia rakennusmateria-

aaleja: puu on luja suhteessa painoonsa, betoni on luja ja jäykkä, joskin betonilla on heikko vetolujuus, mitä voidaan kuitenkin parantaa raudoituksella. (Rinne, 2021). Betonisilla väli- ja yläpohjarakenteilla päästään usein pidempiin jänneväleihin kuin puisilla vastaavilla: betonisilla ontelolaatoilla päästään jopa 20 metrin jänneväleihin, puisilla ripalaatoilla voidaan saavuttaa hieman alle 10 metrin jännevälejä (Valkama, 2017).

Puu on betonia parempi lämmöneristävyydeltään, joten puuhun ei muodostu samanlaisia kylmäsiltoja kuin betoniin. Betonilla on puuta parempi ominaislämpökapasiteetti, mikä auttaa tasaamaan rakennuksen sisäisiä lämpötilanvaihteluita puurakennusta paremmin. (Rinne, 2021).

Puu on betonia heikompi ääneneristävyydeltään, kosteudensiedoltaan sekä palonkestoltaan. Puurakenteelta vaaditaan näin ollen monimutkaisempia rakenteita kuin betonirakenteelta: palonsuojaverhoukset ja automaattinen sammutusjärjestelmä parantavat palonkestoa, monikerrosrakenteet ääneneristävyyttä ja huollellinen suunnittelu sekä huolto kosteudensietoa. (Rinne, 2021; Laapotti, 2020).

Hygroskooppisena materiaalina puu pystyy sitomaan ja luovuttamaan kosteutta, mutta puurakenteet alkavat kuitenkin vaurioitua, mikäli rakenteen kosteusprosentti on pitkiä aikoja yli 20%, ja lisäksi puun tilavuus muuttuu rakentamisen kannalta ongelmallisesti kosteusvaihtelun seurauksena. Tämän vuoksi puu toimitetaan kuivatettuna työmaalle, toisin kuin betoni, jonka täytyy antaa kuivua työmaa-aikana riittävästi ennen pinnoitusta. (Valkama, 2017).

Puu on pehmeänä materiaalina helposti työstettävää. Betonia on niin ikään helppo työstää tuoreena lähes mihin muotoon tahansa, mutta kuivuneen betonin työstäminen on haastavaa. (Rinne, 2021). Puurakennusosat voidaan valmistaa teollisesti hyvällä, jopa 1 millimetrin mittatarkkuudella, kun taas betonielementtien mittatarkkuuksissa puhutaan jopa sentteistä (Puuinfo, 2020 a; Siniranta ym., 2011).

3.1.3 PALOMÄÄRÄYKSET

Betoni- ja puurakentaminen eroavat merkittävästi palomääräyksiltään. Betoni on palamaton rakennusmateriaali, joten esimerkiksi betonirunkoiset yli 2-kerroksiset rakennukset kuuluvat pääsääntöisesti paloluokkaan P1; puu on palava rakennusmateriaali, ja puurunkoiset yli 2-kerroksiset rakennukset kuuluvat useimmiten paloluokkaan P2 (YM:n asetus paloturvallisuudesta 2:12 §). Poikkeuksen edelliseen tekee P0-paloluokka, jossa rakennus mitoitetaan oletettuun palonkehitykseen perustuen kantavien rakenteiden materiaalista riippumatta. (YM:n asetus rakennusten paloturvallisuudesta 1:4 §) Enintään 2-kerroksissa rakennuksissa puuta voidaan käyttää myös kantavien rakenteiden materiaalina P1-paloluokassa, pois lukien hoitolaitokset ja majoitustilat (YM:n asetus rakennusten paloturvallisuudesta 2:12 §; PuuInfo, 2020 c).

Yli 2-kerroksisissa rakennuksissa paloluokassa P2 vaaditaan muun muassa rakenteiden suojaverhousta suurimmilta osin sekä automaattista sammutusjärjestelmää, mikä osaltaan nostaa

huomattavasti puurakentamisen kustannuksia (Mononen, 2016; Tompuri, 2016). Paloluokassa P1 puuta voidaan käyttää vapaammin kantavia rakenteita ja poistumisteitä lukuun ottamatta. P1-paloluokassa puuta voidaan käyttää esimerkiksi asunnoissa sekä palo-osastoiltaan enintään 300m² kokoisissa kokoontumis- ja liiketiloissa sisätilojen kaikissa pinnoissa, joten betonirakennus voi itse asiassa näyttäytyä puurakennusta puisempaan sisätiloiltaan. (PuuInfo, 2020 c; Rinne, 2021). Enintään 28 metriä korkeaan P1-paloluokan asuinkerrostaloon on palomääräysten mukaan mahdollista tehdä ylin kerros puurakenteisena ilman automaattista sammutusjärjestelmää, tai kaksi ylintä kerrosta puurakenteisina, jos kolme ylintä kerrosta varustetaan automaattisella sammutusjärjestelmällä (YM:n asetus rakennuksen paloturvallisuudesta 2:12 §; PuuInfo, 2020 c; Rinne, 2021).

Julkisivujen osalta puuverhous on pääsääntöisesti palonsuojakäsitteltävä kauttaltaan P1-paloluokan rakennuksissa. P2-paloluokan rakennuksissa ulkoseinän ulkopinnan luokkavaatimukset ovat hieman lievempiä, ja hoitolaitokset pois lukien rakennusten puujulkisivut voidaan jättää palonsuojakäsittelemättä lukuun ottamatta ensimmäistä kerrosta ja varateiden ylä- ja alapuolella olevia pintoja. Tällöin kuitenkin tuuletusväleissä pitää olla palokatkot kerroksittain, ja palon leviäminen ullakolle, yläpohjaan ja osastoidun porrashuoneen ulkoseinän tuuletusväliin on esitettävä. (YM:n asetus rakennuksen paloturvallisuudesta 4:26 §).

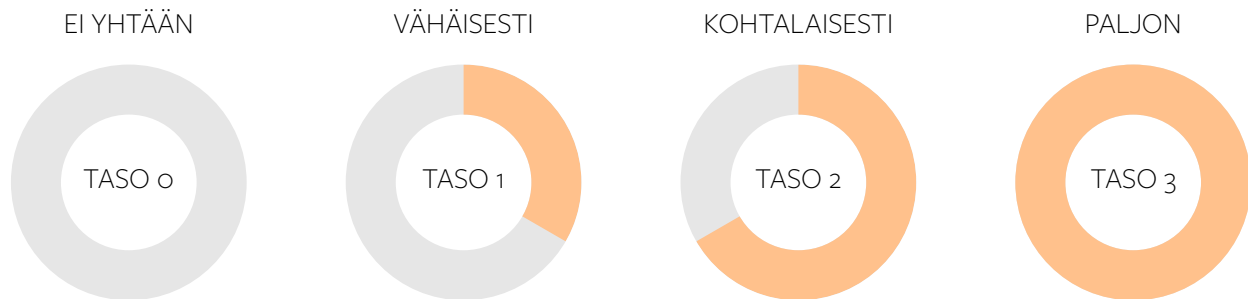
3.2 PUUN KÄYTÖN TASOT RAKENTAMISESSA

Edellisen kappaleen pohjustuksen jälkeen tarkastellaan esimerkkikonseptien kautta eriasteisia ratkaisuja siitä, miten ja kuinka paljon puuta voidaan käyttää rakentamisessa. Esimerkeissä tarkasteltaviksi rakennustyypeiksi valitsin asuinkerrostalon, sillä kyseisellä rakennustyypillä on suurin puun käytön kasvupotentiaali (Sipiläinen, 2020), sekä oppilaitoksen, sillä niistä kolmasosa toteutetaan jo nykyisellään puurakenteisina (YM, a). Lisäksi kerrostalossa ja oppilaitoksessa käytetään yleensä keskenään erilaisia rakennejärjestelmiä. Konseptisuunnitelmia voidaan ratkaisujen periaatteiden tasolla käyttää myös muun tyyppisiin yli 2-kerroksisiin kohteisiin sekä soveltaa 1-2 kerroksissa rakennuksissa käytettäväksi. Ratkaisuja on tarkoituksellisesti yksinkertaistettu eri esimerkkitasojen erojen selventämiseksi, mutta on selvää, että valittujen tasojen välimalleista löytyy vielä lisää puun käytön eriasteisia ratkaisuja.

Eriasteiset puun käytön ratkaisut jaetaan työssä neljään eri tasoon - tasot 0, 1, 2 ja 3 - rakennuksissa käytetyn puun määrän mukaan (kuva 9). Tason suurentuessa puuta käytetään yleistäen tilavuudeltaan ja massaltaan suuremmissa sekä kantavuudeltaan merkityksellisemmissä rakennusosissa kuin edellisessä tasossa. Esimerkkien ideaalitapauksissa suurempi taso kattaa myös edellisten tasojen puunkäytön ratkaisut.

Tasolla 0 puuta ei käytetä rakentamisessa juuri lainkaan. Mallirakennus on tyypillinen betonirunkoinen rakennus. Puurakenteita on käytetty vain sellaisissa vähäisissä rakennusosissa, joissa se on vakiintunut tyypillinen ratkaisu: esimerkiksi kattoristikoidissa, ikkunoiden ja ovien rakenteissa, sekä mahdollisesti vähäisesti sisätiloissa, esimerkiksi saunan paneloinneissa.

Tasolla 1 puuta käytetään rakentamisessa vähäisesti. Mallirakennuksen kantava runko ja suuret rakennusosat ovat betonirakenteisia, mutta puun käyttöön kiinnitetty huomiota ja puiseen ulkoasuun on mahdollisesti pyritty. Puuta on käytetty



Kuva 9. Kaavio esittää erilaisia puurakentamisen tasoja, joita työn konseptisuunnitelmissa käytetään.

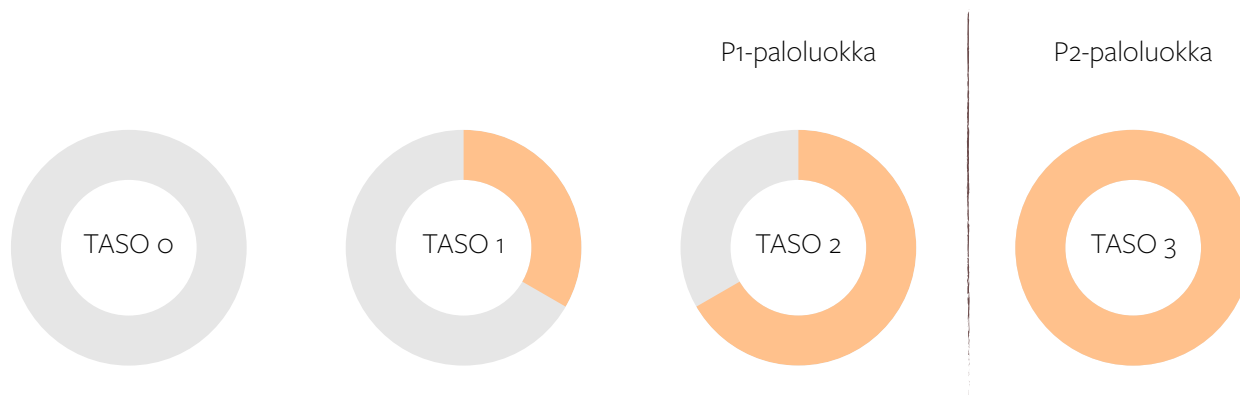
tetty esimerkiksi julkisivuverhoilussa, sisätilojen pinnoissa ja sisustuksessa, kevyissä rankarakenteisissa seinissä sekä piharakenteissa.

Tasolla 2 puuta käytetään rakentamisessa kohtalaisesti. Mallirakennusta kutsutaan usein edellisessä kappaleessa esitellyksi hybridirakennukseksi. Mallirakennuksen kantavat rakenteet ovat betonista - kuitenkin myös teräsrakenteita, esimerkiksi teräspalkkeja voidaan joutua käyttämään ratkaisusta riippuen -, mutta puun käyttöön on kiinnitetty selvästi huomiota ja puun käyttämiseen ulkoasun lisäksi myös suuremmissa rakenteissa on pyritty palomääräysten sallimissa puitteissa. Erona edelliseen tasoon esimerkiksi ei-kantavat väli- ja ulkoseinät sekä asuinrakennuksissa kaikki ylimmän kerroksen asuintilat ovat massiivipuurakenteisia. Mahdollisuuksien mukaan käytetään myös puupohjaista lämmöneneristettä.

Tasolla 3 puuta käytetään rakentamisessa paljon. Mallirakennus on massiivipuurunkoinen

rakennus. Puun käyttäminen on ollut suunnittelun lähtökohta. Erona edelliseen tasoon kaikki kantavat ja ei-kantavat pysty- ja vaakarakenteet on toteutettu pääasiallisesti puusta. Betonirakenteita on käytetty perustuksissa, maanvastaisessa laatasta, kellarin seinissä, ja usein myös ensimmäisen kerroksen seinissä sekä välipohjien pintalaatoissa.

Puurakentamisen tasoja määritettäessä on tarpeen tarkastella rakennuksen paloluokan määräytymistä kyseisissä konseptisuunnitelmissa. Kuten edellisessä kappaleessa on pohjustettu, yli 2-kerroksisissa rakennuksissa P1-paloluokkaan vaaditaan palamatonta rakennusmateriaalia kantavien rakenteiden osalta, palava rakennusmateriaali kantavissa rakenteissa vie rakennuksen P2-paloluokkaan (YM:n asetus paloturvallisuudesta 2:12 §). Selvyyden vuoksi konseptisuunnitelmissa ei käsitellä toiminnalliseen mitoittamiseen perustuvaa P0-paloluokkaa. Myös enintään 2-kerroksiset rakennukset jätetään tarkastelematta,



Kuva 10. Kaavio esittää puurakentamisen tasojen rakennusten paloluokkajaon työn konseptisuunnitelmissa.

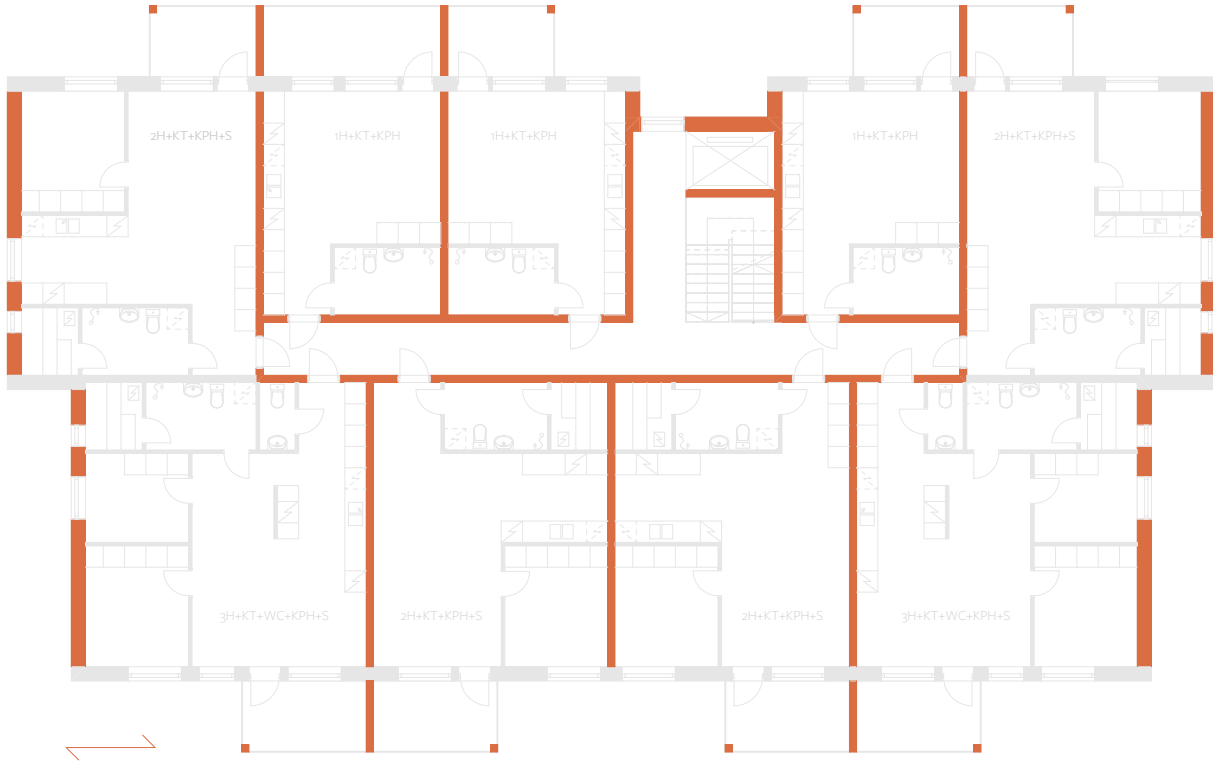
sillä niiden tapauksessa tilanne on puun käytön osalta parempi palomääräysten mahdollistaessa kantavat puurakenteet myös P1-paloluokassa sekä helpotuksia suojaverhousten ja automaattisen sammutusjärjestelmän vaatimuksissa. Tasoilla 0, 1 ja 2 mallirakennus on kantavilta rakenteiltaan betonia, eli kuuluu P1-paloluokkaan, kun taas tasolla 3 mallirakennuksen kantavat rakenteet ovat puusta, joten rakennus kuuluu P2-paloluokkaan (kuva 10).

Tarkastellaan seuraavaksi puurakentamisen tasoja mallikerrostalon ja -oppilaitoksen konseptisuunnitelmien kautta: miltä tyyppinen kerrostalo ja oppilaitos näyttävät tasoilla 0, 1, 2 ja 3, kun tyyppillisen betonirakennuksen rakennusosia korvataan asteittain puisilla rakennusosilla. Tarkastelussa painotetaan erityisesti substituutiovaikutusta, eli kuinka paljon hiilijalanjäljeltään suurempia rakennusosia voidaan korvata puulla.

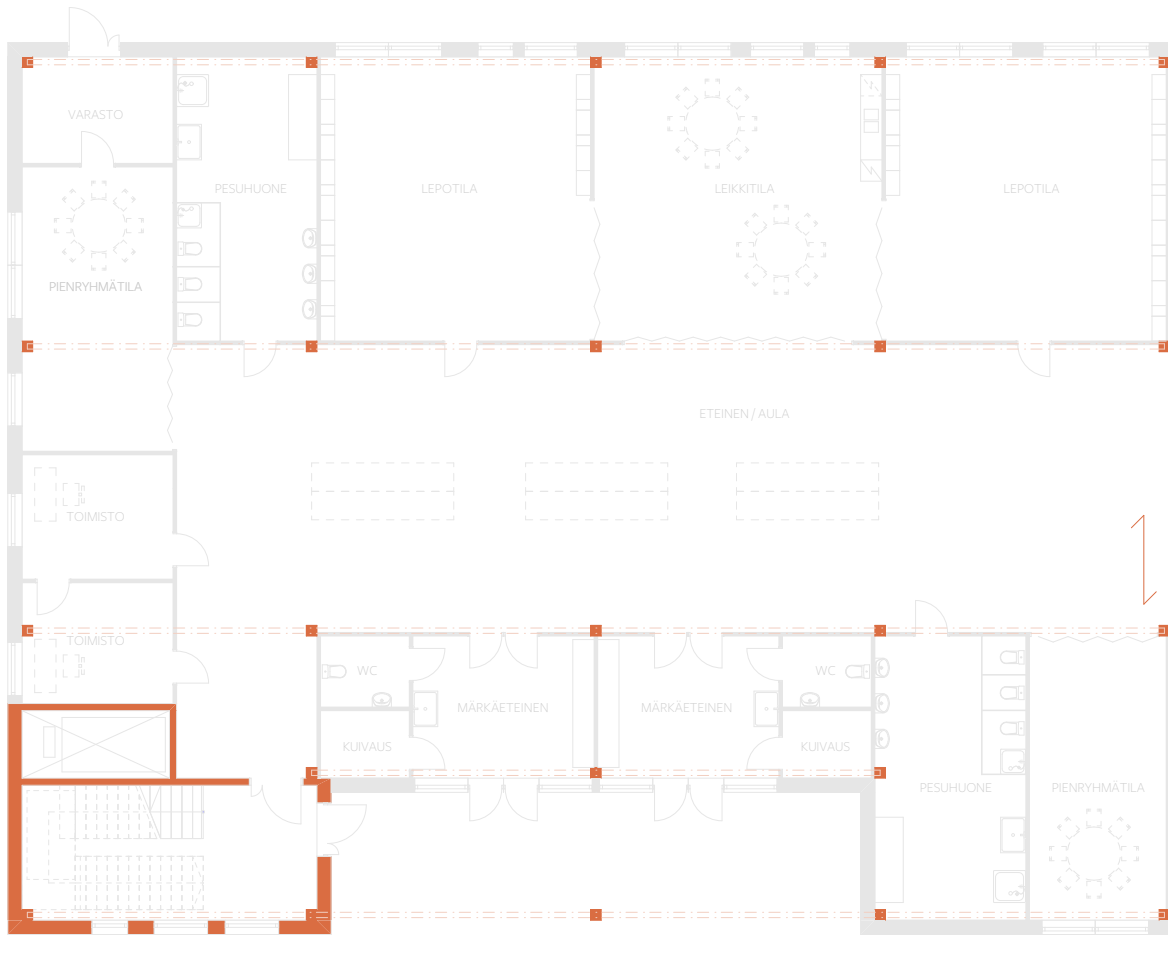
Mallikerrostalo on nykypäivänä tyyppillinen keskikäytäväatalo, joka on tässä suunnitelmasa yhdeksänjakoinen (kuva 11). Rakennuksessa on viisi kerrosta sekä kellarikerros. Palomääräysten kannalta rakennus on yli 14 m mutta alle 28 m korkea. Runkotyyppi on kirjahyllyrunko, jossa rakennuksen päädyt ja niiden suuntaiset huoneistojen väliset seinät ovat kantavia. Kantavia pystyrakenteita ovat myös porraskäytävän seinät sekä parvekkeiden pieliseinät ja pilarit. Rakennuksen pitkän sivun suuntaiset ulkoseinät ja huoneistojen väliset seinät eivät ole kantavia.

Mallioppilaitos on nykypäivänä tyyppillinen monitoimitalo, josta esimerkeissä on tarkasteltu otteena päiväkotij- ja esikoulusolua (kuva

12). Rakennuksessa on kolme kerrosta sekä IV-konehuone ullakolla, ja se on yli 14 m mutta alle 28 m korkea. Runkotyyppi on pilari-palkkirunko, jossa kaikki seinät porraskäytävää ja hissikulua lukuun ottamatta ovat ei-kantavia. Pilarit on sijoitettu järjestelmällisesti 8 x 8 m moduuleihin. Seinät ovat vapaasti sijoiteltavissa pilarirungon sisällä, mikä mahdollistaa oppilaitoksen muuntojoustavuuden.



Kuva 11. Pohjapiirustus mallikerrostalon tyyppikerroksesta. Kantavat rakenteet on esitetty oranssilla, ei-kantavat harmaalla; nuoli osoittaa välipohjalaattojen pituussuunnan.



Kuva 12. Pohjapiirustusote mallioppilaitoksen päiväkoti- ja esikoulusolun sisäänkäyntikerroksesta. Kantavat rakenteet on esitetty oranssilla, ei-kantavat harmaalla, nuoli osoittaa välipohjalaattojen pituussuunnan.

3.2.1 TASO o

Tasolla o puuta ei käytetä rakentamisessa juuri lainkaan. Nykypäivän kerrostalorakentaminen on valtaosin tällä tasolla. Suurista rakennusosista ulkoseinät, huoneistojen väliset seinät, ylä-, väli- ja alapohjat, kellarirakenteet sekä perustukset ovat rakenteeltaan betonisia. Mallikerrostalossa ulkoseinät ovat betonisandwich-elementtejä, huoneistojen väliset seinät betonielementtejä ja välipohjat sekä yläpohja ontelolaattoja (kuva 14). Porrashuoneen välipohjat ovat paikalla valettuja betonilaattoja. Parveke koostuu betonisesta parvekelaattaelementistä, joka kiinnittyy pieli-seinään ja pilariin. Kevyinä huoneiston sisäisinä väliseininä toimivat metallirankaiset levyseinät, märkätilojen kohdalla voidaan käyttää kevySORA-harkkorakenteisia väliseiniä.

Yleisin kerrostalon vesikattomateriaali on pelti, jonka vuoksi se on valittu myös mallikerrostaloon, mutta myös bitumikermi- ja tiilikatteet ovat mahdollisia ja esimerkiksi pientaloissa yleisesti käytettyjä. Julkisivupinnat voidaan jättää betonipintaisiksi maalattuina tai käsittelemättöminä, tai ne voidaan rapata tai verhoilla tiilimuurauksella, tiili-, luonnonkivi- tai klinkkerilaatoilla, metallikaseteilla tai erilaisilla levytuotteilla, kuten kuitusementtilevyillä tai korkeapainelaminaatilla. Mallikerrostalon julkisivu on tiililaattapintainen, sillä tiili on yleisin julkisivumateriaali uusissa kerrostaloissa noin 40 % osuudella. Tiilen jälkeen suosituimpia julkisivupintoja ovat betonipinta ja rappaus, ja yhdessä nämä kolme kattavat 80 % osuuden kaikista uusien kerrostalojen julkisivumateriaalivalinnoista (Annala, 2019).

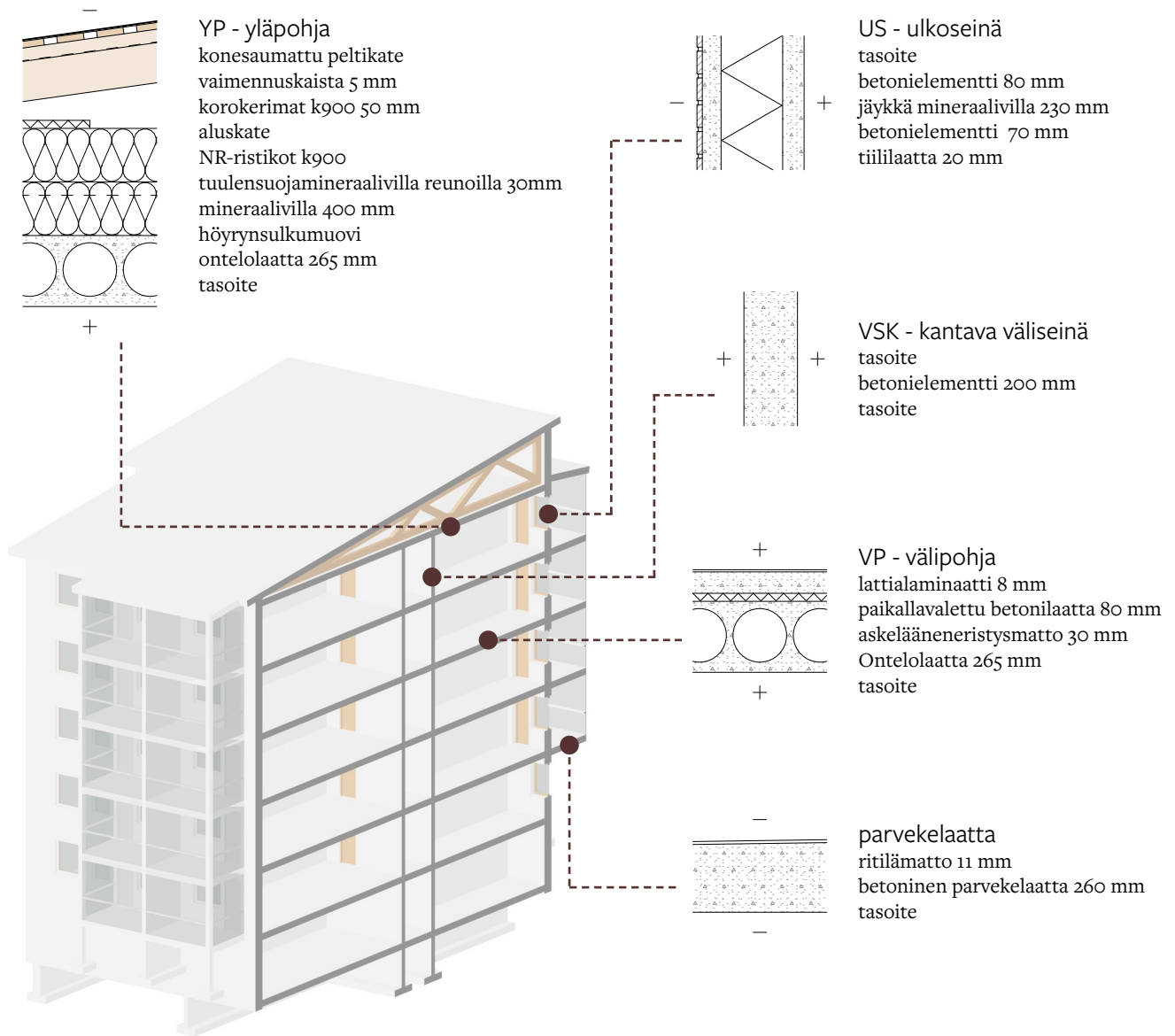
Vesikattoa kannattelevat NR-ristikot ovat tilavuudeltaan merkittävimpiä puusta valmistetuja rakennusosia. Lisäksi puuta käytetään yleisesti puualumiini-ikkunoiden sekä kerrostaso- ja laakaovien karmeissa, puitteissa ja kehyksissä, sekä saunojen seinä- ja kattopinnoissa. Puupohjaisia lastulevyjä sekä MDF- ja HDF-puukuitulevyjä käytetään yleisesti kiintokalusteissa ja väliovissa.

Mallioppilaitos noudattelee kerrostalon kanssa samaa periaatetta puun käytössä tasolla o: puuta löytyy lähinnä vesikaton NR-ristikkorakenteista sekä ovien, ikkunoiden ja kiintokalusteiden rakenteista.

Mallioppilaitoksen rakennejärjestelmänä on kantava pilari-palkkirunko: näin ollen pystyrakenteista kaikki seinät - pois lukien porraskäytävän ja hissikuilun - ovat ei-kantavia pilareiden



Kuva 13. Esimerkkikohde tason o kerrostalosta: KOAS Tower Kankaantorni, Jyväskylä. (Kuvatoimisto Kuvio, 2018).



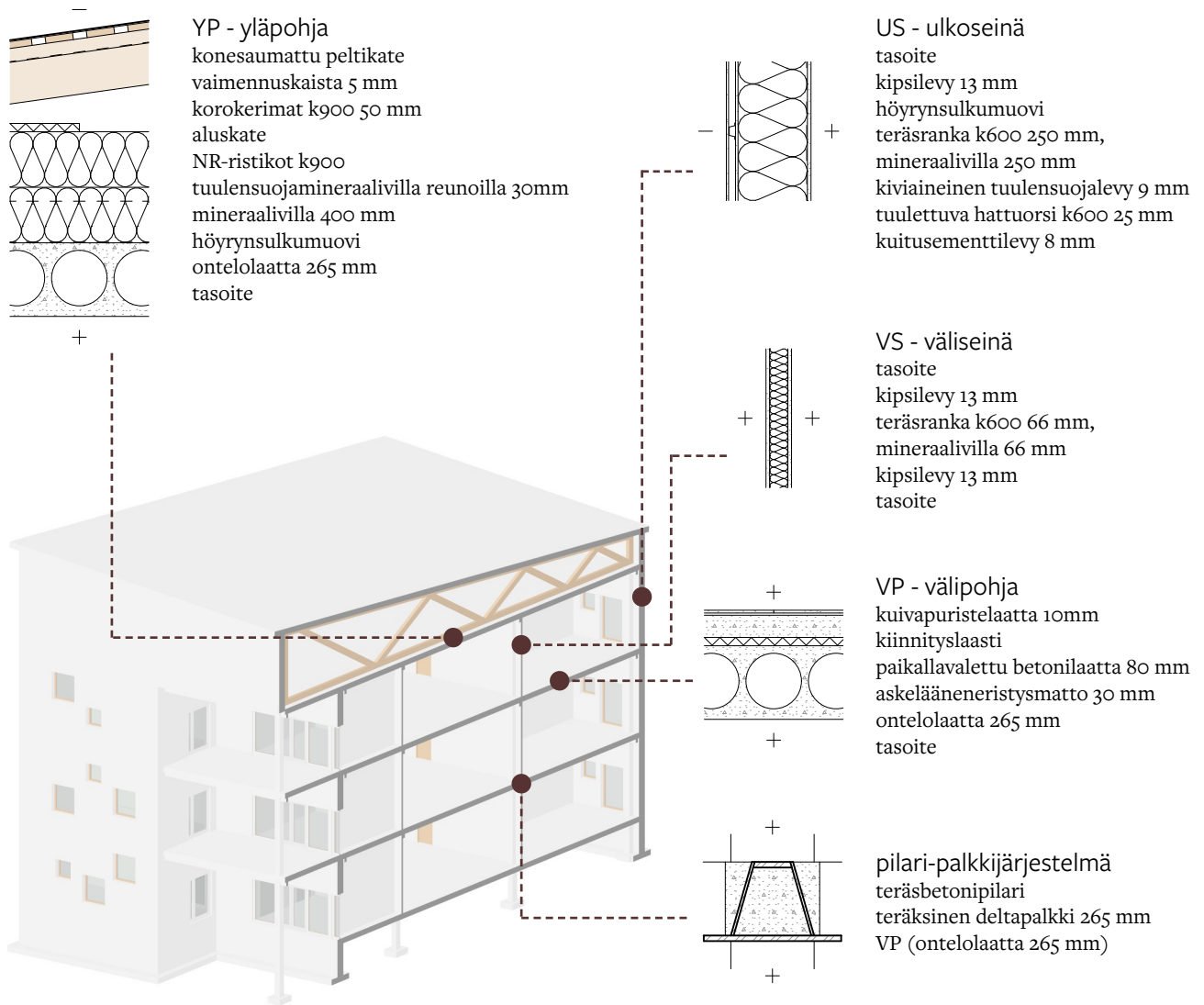
Kuva 14. Mallikerrostalon poikkileikkaus ja tyypillisimmät rakennetyypit puun käytön tasolla o.

kantaessa pystykuormat, mutta vaakarakenteissa kantaviin palkkeihin liittyvät väli- ja yläpohjalaa-
tat nähdään kantavana rakenteena (kuva 16). Ta-
son o mallioppilaitoksessa on käytetty teräsbeto-
nisiä pilareita ja teräksisiä, betonilla täytettäviä
deltapalkkeja. Väli- ja yläpohjat ovat ontelolaatta-
rakenteisia, ja ne liittyvät deltapalkkeihin.

Ei-kantavat ulko- ja väliseinät toteutetaan
yleisesti rankarakenteisina: mallioppilaitokses-
sa ulko- ja väliseinät ovat teräsrakenteisia.
Mallioppilaitoksen ulkoseinäverhoukseen on käy-
tetty kuitusementtilevyjä, jotka ovat yleistyneet
erityisesti oppilaitosten julkisivuissa.



*Kuva 15. Esimerkkikohde tason o oppilaitoksesta: Kastellin
monitoimitalo, Oulu. (SeppVei, 2014), muokattu.*



Kuva 16. Mallioppilaitoksen poikkileikkaus ja tyypillisimmät rakennetyypit puun käytön tasolla o.

3.2.2 TASO 1

Tasolla 1 puuta käytetään rakentamisessa vähäisesti. Kuten tasolla 0, mallikerrostalossa suuret rakennusosat ovat edelleen betonirakenteisia elementtejä (kuva 18). Huoneistojen sisäisissä kevyissä väliseinissä teräsrankarunko voidaan korvata samanvahvuisella puurankarungolla.

Puun käyttöön on suunnittelussa kiinnitetty huomiota ja pyritty erityisesti näkyvien pintojen osalta. Julkisivuverhouksessa tiililaattapinta on korvattu puisilla ulkoverhouspaneelilla, lisäksi joitain esimerkkejä on myös vanerisista julkisivuista tai niiden osista. P1-paloluokan kerrostalossa puinen julkisivu on pääsääntöisesti käsiteltävä kauttaaltaan palonsuoja-aineella. Huomioitavaa on myös, että puujulkisivut johtavat paloluokkavaatimukseen tuuletusvälin sisäpinnan ja eristeen osalta, jotka täytetään konseptisuunnitelmien ratkaisuisissa käyttämällä lämmöneristeenä ja tuulensuojana mineraalivillaa. (YM:n asetus rakennuksen paloturvallisuudesta 4:26 §).

Sisätiloissa on käytetty puuta esimerkiksi valitsemalla lattiamateriaaliksi perinteinen parketti ja parvekkeelle puinen terassilaatta. Puun sisustussovellutuksia voisi olla hieman perinteisemmin käytetty seinien puolipanelointi. Asuinkorttelin puista ulkoasua voi korostaa vielä puisilla piharakenteilla, esimerkiksi katoksilla, pergoloilla tai terasseilla.

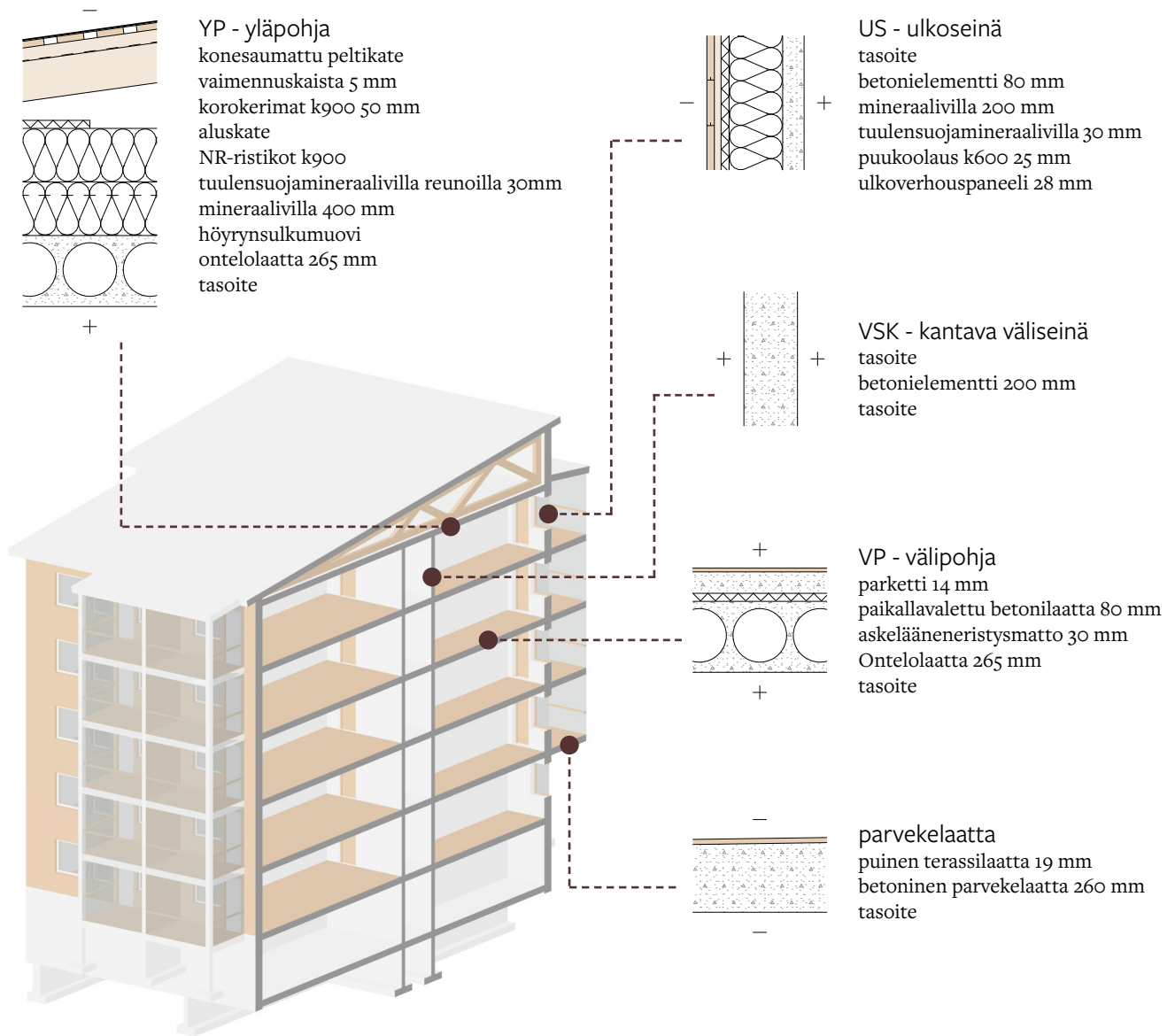
Tasolla 1 mallioppilaitoksessa kantavat rakenteet - pilarit, palkit sekä väli- ja yläpohjalaatat - ovat betonista ja teräksestä kuten edellisellä tasolla. Kevyissä rankarakenteisissa ulko- ja väliseinissä voidaan hyvin käyttää teräksen sijaan

puurankarunkoa, mikä voi olla teräsrankaa kustannustehokkaampi ratkaisu. Julkisivuissa kuitusementtilevyt on korvattu puupaneeliverhouksella, joka pitää käsitellä palonsuoja-aineella kuten mallikerrostalossa (kuva 21). Oppilaitosten sisustuksessa puuta käytetään yleisesti muun muassa akustoivana rimoituksena.

Rakennuksen puisella ulkoasulla voi olla merkitystä puurakentamisen mielikuvan luomisesta - ainakin rakennusalaan vihkiytymättömälle yleisölle -, vaikka itse rakennus onkin päärakennusaineeltaan betoninen. Siten tason 1 ajatus rakennuksen puisesta ulkoasusta voi olla varteenotettava ratkaisu, jos puurakentamisen edistämistä lähestytään kappaleessa 2.4 esitellyistä puurakentamisen tarkoituksen ja tavoitteiden teemoista **elinympäristön** näkökulmasta. Täs-



Kuva 17. Esimerkkikohde tason 1 puujulkisivuisesta kerrostalosta: Skagershuset, Tukholma, Ruotsi. (Fogelström, 2014).



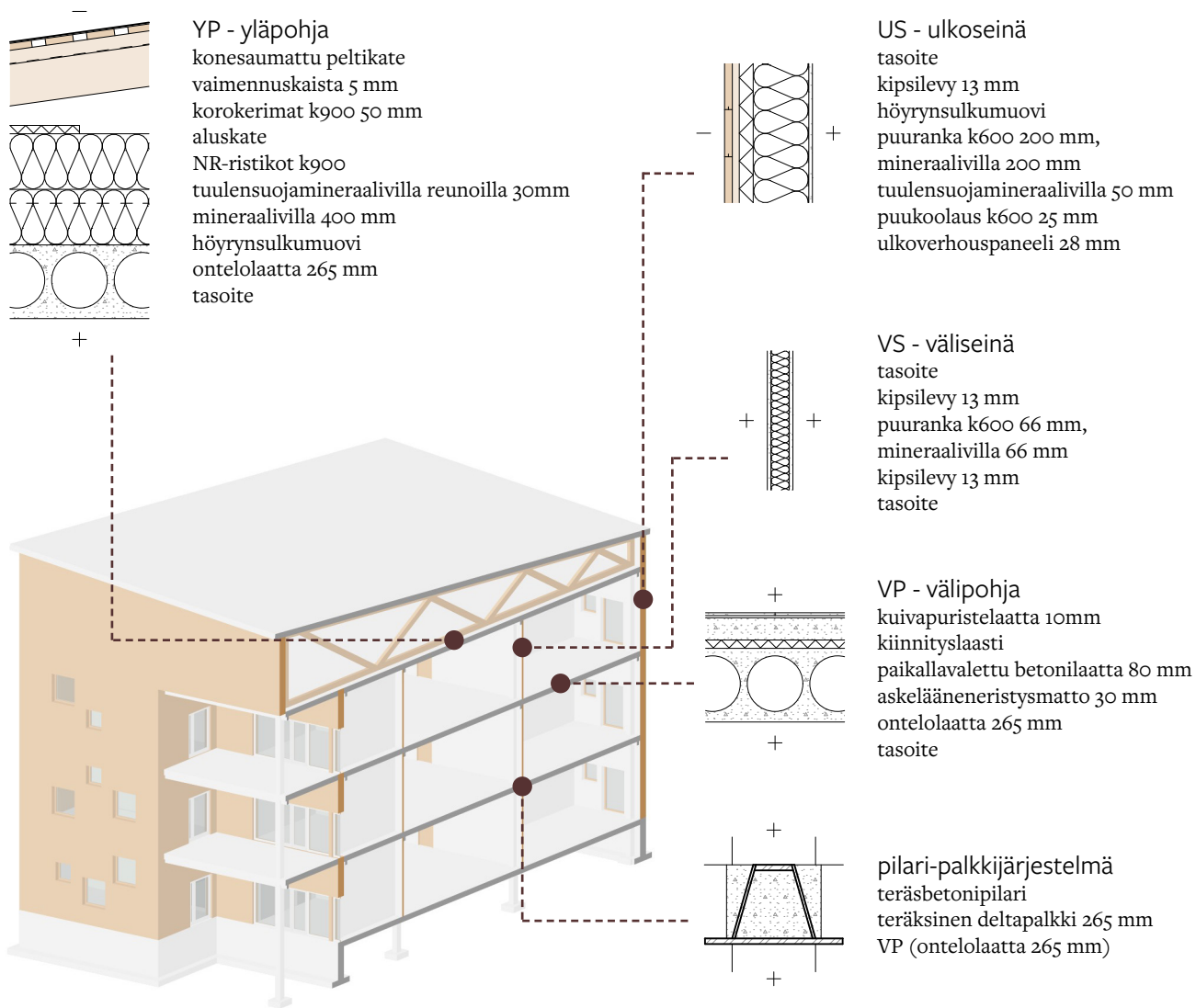
Kuva 18. Mallikerrostalon poikkileikkaus ja tyypillisimmät rakennetyypit puun käytön tasolla 1.

tä näkökulmasta on merkittävää, että puuta on näkyvillä kaupunkirakenteessa, vaikka käytetyn puun määrä voi olla hyvinkin vähäistä. Näin ollen puun käytön tason 1 sovellutuksia voisi olla myös puinen paviljonkirakentaminen, joka käsittää vähäiset puiset rakennelmat erilaisista katoksista veistoksiin.

Ilmastokysymysten näkökulmasta oleellista substituutiovaikutusta voidaan pitää vähäisenä, sillä puulla korvattavat rakennusosat - kuten ulkoverhoukset ja osa sisäpinoista - ovat tilavuudeltaan hyvin vähäisiä. Rankarakenteisten seinien teräsrangan korvaamisella puurangalla voidaan saada pientä parannusta rakennuksen hiilijalanjälkeen, varsinkin jos rankarakenteisia seiniä on paljon.



Kuvat 19 ja 20. Esimerkkikohde tason 1 oppilaitoksesta, jossa puuta on käytetty julkisivuissa sekä sisätiloissa muun muassa akustoisena rimoituksena: Keravanjoen Monitoimitalo, Kerava. (Lukkaroinen Arkkitehdit, 2021).



Kuva 21. Mallioppilaitoksen poikkileikkaus ja tyypillisimmät rakennetyypit puun käytön tasolla 1.

3.2.3 TASO 2

Tasolla 2 puuta käytetään rakentamisessa kohtalaisesti. Mallikerrostalossa on käytetty betonin lisäksi jonkin verran puuta, joten sitä on mielekästä kutsua hybridikerrostaloksi.

Kantavat rakennusosat, kuten kuvassa 11 oranssilla korostetut ulko- ja väliseinät, välipohjat, parvekkeet sekä kellarirakenteet ja perustukset ovat edelleen betonirakenteisia kuten aiemminkin tasoilla. Sen sijaan rakennuksen ei-kantavat pitkän sivun ulkoseinät ovat massiivipuurakenteisia (kuva 23). Myös pitkän sivun suuntaiset ei-kantavat huoneistojen väliset seinät voivat olla puurakenteisia - rakennetyyppi kuvassa 28 -, mutta saman suuntaiset porrashuoneen seinät ovat kantavia ja siten betonirakenteisia. Huoneistojen sisäiset kevyet väliseinät ovat puurankarakenteisia, kuten tasolla 1.

Lämmöneristeenä käytettävä mineraalivilla voidaan korvata puupohjaisella eristeellä, mikäli se on suojattu palomitoitetulla rakennusosalla tai suojaverhouksella sisä- ja ulkopuolelta sekä aukkojen pielen kohdalta, sekä katkottu vaakasuunnassa enintään kahden kerroksen välein. Puurakenteiset ulko- ja väliseinät voivat olla myös yksiaineisia, ilman varsinaista eristettä (kuvat 22 ja 24). Mallikerrostalossa rakennetyyppi on kuitenkin yleisemmin käytetty CLT-levyrunkoinen ja kivivillalla eristetty seinärakenne, sillä puupohjaisesti eristetty, suojaverhoilematon CLT-seinä vaatisi syvempää paloteknistä suunnittelua.

Palomääräysten mukaan P1-paloluokan asuinkerrostalon ylin kerros asuntojen osalta on mahdollista tehdä myös kantavilta rakenteiltaan

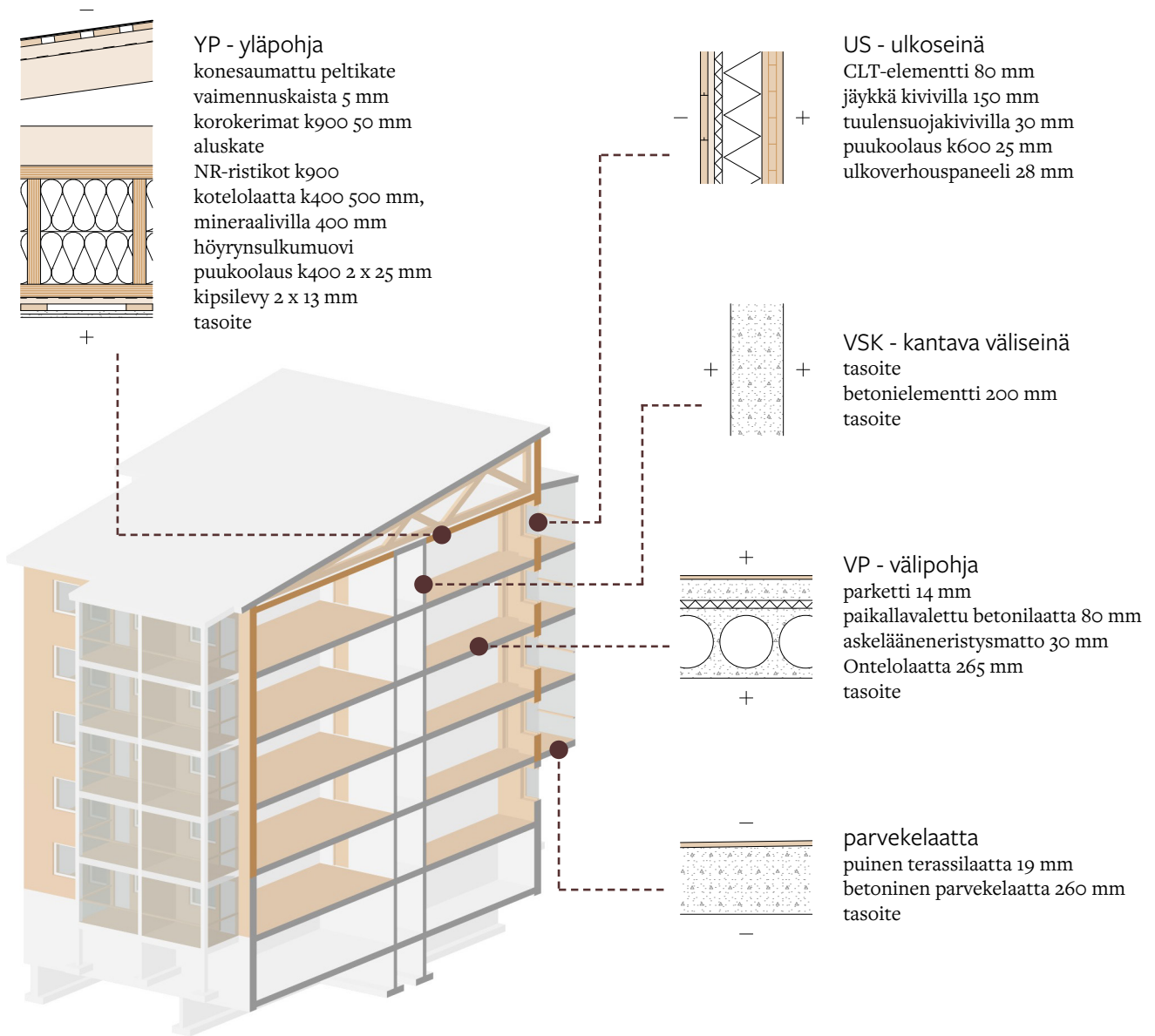
puurakenteisena tason 3 tapaan - tai kaksi ylintä kerrosta, jos kolme ylintä kerrosta varustetaan uloskäytävää lukuun ottamatta automaattisella sammutusjärjestelmällä (YM:n asetus rakennuksen paloturvallisuudesta 2:12 §). Mallikerrostalossa ylin kerros ja yläpohja on toteutettu asuntojen osalta puurakenteisena.

Julkisivut ovat puupaneeliverhoiltuja ja palonsuojattuja kuten tasolla 1. Sisätilojen pinnoissa puun käyttöä ei ole rajoitettu P1-paloluokan kerrostalossa uloskäytäviä lukuun ottamatta, joten asuntojen sisäpinnat voisivat olla periaatteessa kauttaaltaan puiset. Mallikerrostalossa ei-kantavien ulkoseinien CLT-pinta on jätetty näkyviin. Sisäpinnoissa voidaan käyttää myös esimerkiksi vaneria.

Tasolla 2 mallioppilaitoksessa kantavat pilarit, palkit sekä väli- ja yläpohjat ovat betoni- ja teräsrakenteisia kuten edellisillä tasoilla.



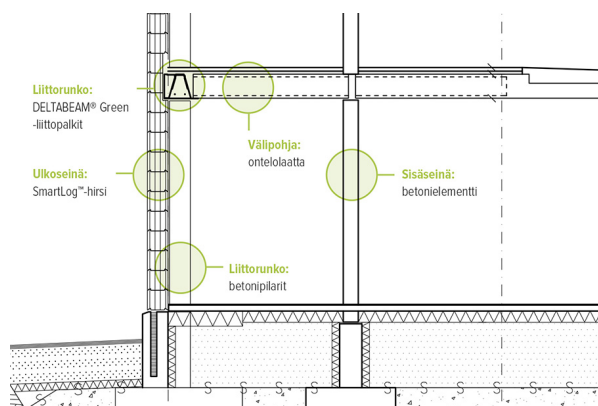
Kuva 22. Esimerkkikohde tason 2 hybridirakenteisesta kerrostalosta: Hirsihovi, Pudasjärvi. (Tauriainen, 2021).



Kuva 23. Mallikerrostalon poikkileikkaus ja tyypillisimmät rakennetyypit puun käytön tasolla 2.

Mallikerrostalosta poiketen myös ylin kerros ja yläpohja ovat kantavilta rakenteiltaan betonista ja teräksestä, sillä niiden osalta puurakenteet ovat palomääräysten puitteissa mahdollisia vain asuinrakennuksissa.

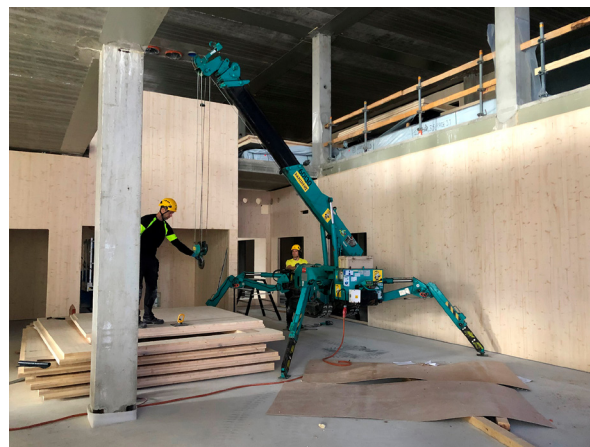
Ei-kantavat ulko- ja väliseinät on toteutettu tasolla 2 mallioppilaiksesta rankarakenteiden sijaan massiivipuurakenteisina: ei-kantavan ulkoseinän rakennetyyppi on kuten esimerkikerrostalossa, mutta massiivipuinen väliseinä on rakenteeltaan täysin yksiaineinen (kuva 26). Mallioppilaitoksessa massiivipuurakenteena on käytetty CLT-levyä, mutta erityisesti hirrestä toteutettuja seinärakenteita on toteutettu oppilaitoksissa Suomessa paljon. Väli- ja ulkoseinien CLT-pinta voidaan jättää näkyviin sisätiloissa, mutta ne pitää asuinrakennuksesta poiketen käsitellä palonsuoja-aineella. Ulkoverhouksena on



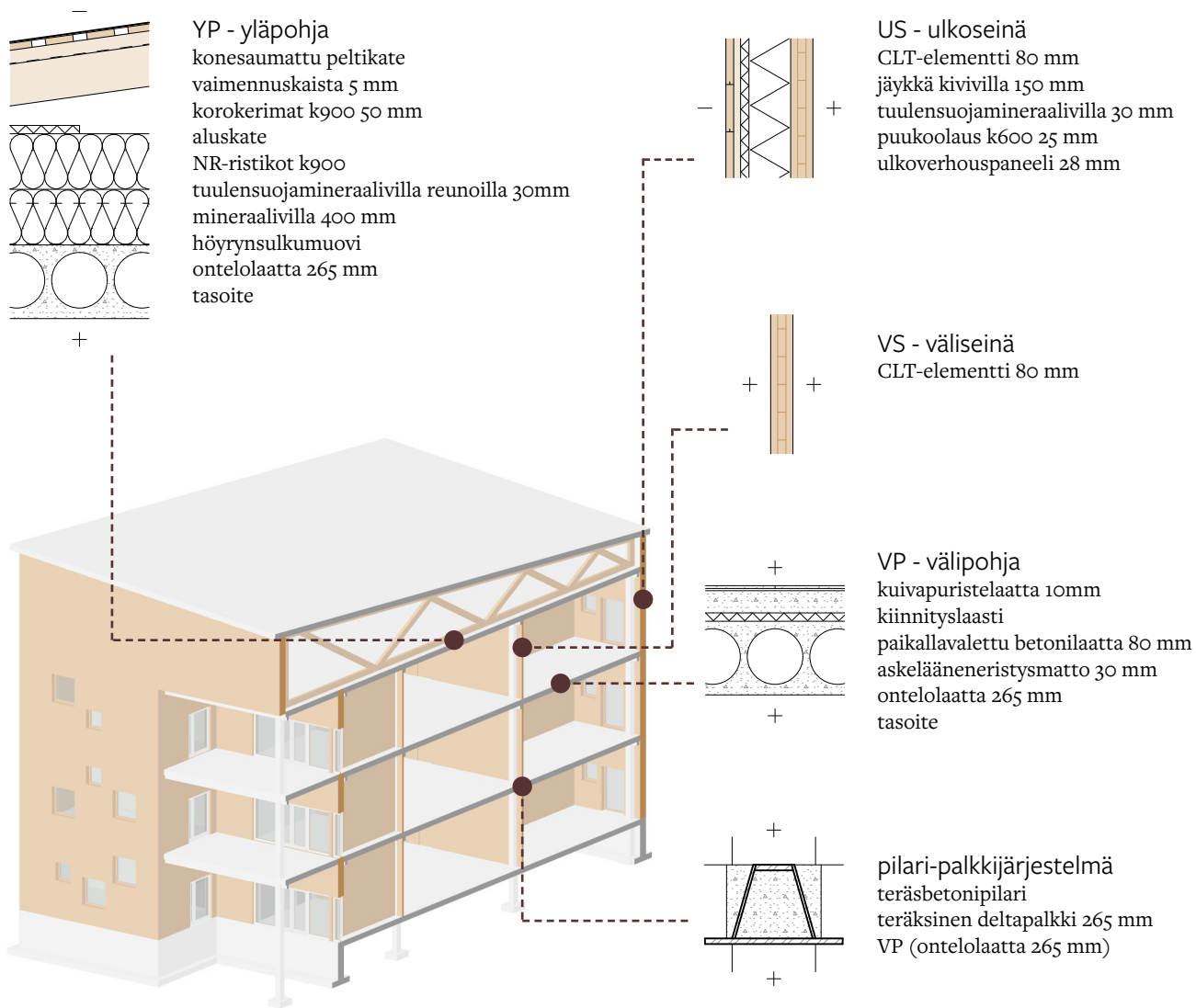
Kuva 24. Pudasjärven Hirsihovin rakenneleikkaus. (Pii-rainen, 2020).

puupanelointi, joka pitää palosuojata kuten tasolla 1.

Puurakentamisen tarkoituksen ja tavoitteiden teemoista **elinympäristön** näkökulmasta tason 2 hybridikerrostalo voi näyttää asuintiloita jopa tason 3 puukerrostaloa puisemmalta edellä mainitun sisäpintojen puun käytön rajoittamattomuuden johdosta. **Ilmastokysymysten** näkökulmasta substituutiovaikutuksen pitäisi periaatteessa näkyä rakennuksen hiilijalanjäljessä, sillä kohtalaisessa osassa seiniä betoni ja teräs on korvattu puulla. Kuitenkin, kappaleessa 3.1 esitellyn tapauksen mukaan puun käytön maksimointi ei välttämättä pienennä hiilijalanjälkeä, jos sen vuoksi joudutaan käyttämään ratkaisuja, jotka vaativat vielä suuremman hiilijalanjäljen omaavien rakennustuotteiden käyttämistä.



Kuva 25. Esimerkkikohde tason 2 hybridirakenteisesta oppilaitoksesta: Närpes högstadieskola, Närpiö. (Byggmästar, 2021).



Kuva 26. Mallioppilaitoksen poikkileikkaus ja tyypillisimmät rakennetyypit puun käytön tasolla 2.

3.2.4 TASO 3

Tasolla 3 puuta käytetään rakentamisessa paljon. Mallikerrostalo on puukerrostalo, jossa kantavat rakenteet ovat ulko- ja väliseinien, ylä- ja välipohjien, parvekerakenteiden sekä porrassyökyjen ja -tasanteiden osalta puuta. Perustukset, kellarirakenteet sekä ensimmäisen kerroksen rakenteet ovat betonisia. Puukerrostaloissa on vakiintunut tapa tehdä ensimmäinen kerros betonirakenteisena, mutta mikään ei periaatteessa estä myös sen toteuttamista puisena.

Mallikerrostalon ulkoseinät ja huoneistojen väliset seinät ovat CLT-elementtejä (kuva 28). Huoneistojen väliset seinät ovat rakenteeltaan kaksinkertaisia ääneneristysyistä. Yläpohja on LVL-kotelolaatta kuten edellisellä tasolla. Välipohjat ovat LVL-ripalaattoja, joiden mitoituksella päästään noin 8 metrin jänneväliin, mikä on esimerkikerrostalon pisin jänneväli. Porrashuoneen välipohjat ovat CLT-laattoja. Samoin parvekkeen laatta on paksu CLT-laatta, joka kiinnittyy CLT-pieliseinään ja liimapuupilariin. Asunnon sisäiset kevyet väliseinät ovat puurankarunkoisia edellisen tason tavoin. Matalammissa kerrostaloissa ja pientaloissa puurankarunko on hyvä vaihtoehto massivipuuisille elementeille seinien rakenteissa.

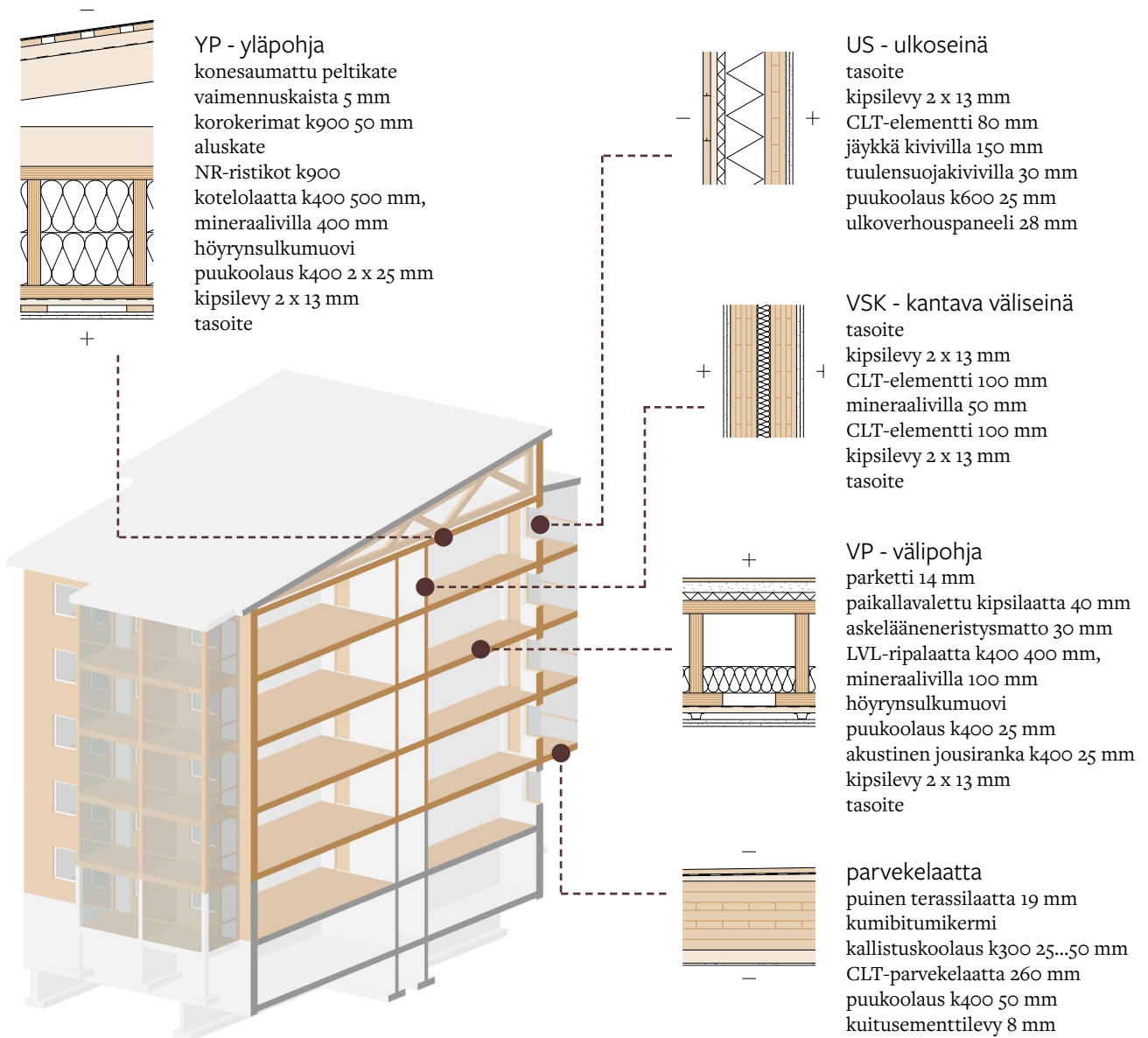
Julkisivut on verhoiltu puupaneelin, mutta toisin kuin edellisillä tasoilla, palonsuojakäsittelyä ei tarvita ensimmäistä kerrosta ja varateiden ylä- ja alapuolella olevia pintoja lukuun ottamatta. Huomiota on kiinnitettävä kuitenkin tuuletusvälin sisäpinnan suojaverhous- ja pintaluokkavaatimukseen, joka täytetään mallikerros-

talossa paloturvallisella tuulensuojakivivillalla. (YM:n asetus rakennuksen paloturvallisuudesta 4:26 §). Sisätiloissa puupintojen käyttöä on rajoitettu: asuntojen kantavien-, osastoivien ja ulkoseinien sekä katon pinta-alasta vain 20 % voidaan jättää puupintaisiksi suojaverhoilematta. Uloskäytävässä ei saa olla suojaverhoilemattomia puupintoja porraskelmejä ja -tasanteita lukuun ottamatta. Asunnon sisäiset kevyet väliseinät voivat olla puupintaisia, esimerkiksi vanerilla verhoiltuja.

Tasolla 3 mallioppilaitoksen kantavat pilarit ja palkit ovat betonin ja teräksen sijaan liimapuurakenteisia (kuva 31). Liimapuupalkit mitoitetaan niin, että niillä päästään 8 metrin jänneväliin. Liimapuupalkkeihin liittyvät välipohjat ovat LVL-ripalaattoja, kuten mallikerrostalossa. Yläpohja on LVL-kotelolaatta kuten mallikerros-



Kuva 27. Esimerkkikohde tason 3 puurakenteisesta kerrostalosta: Puukuokka, Jyväskylä. (JVR-rakenne Oy, 2021).



Kuva 28. Mallikerrostalon poikkileikkaus ja tyypillisimmät rakennetyypit puun käytön tasolla 3.

talossa.

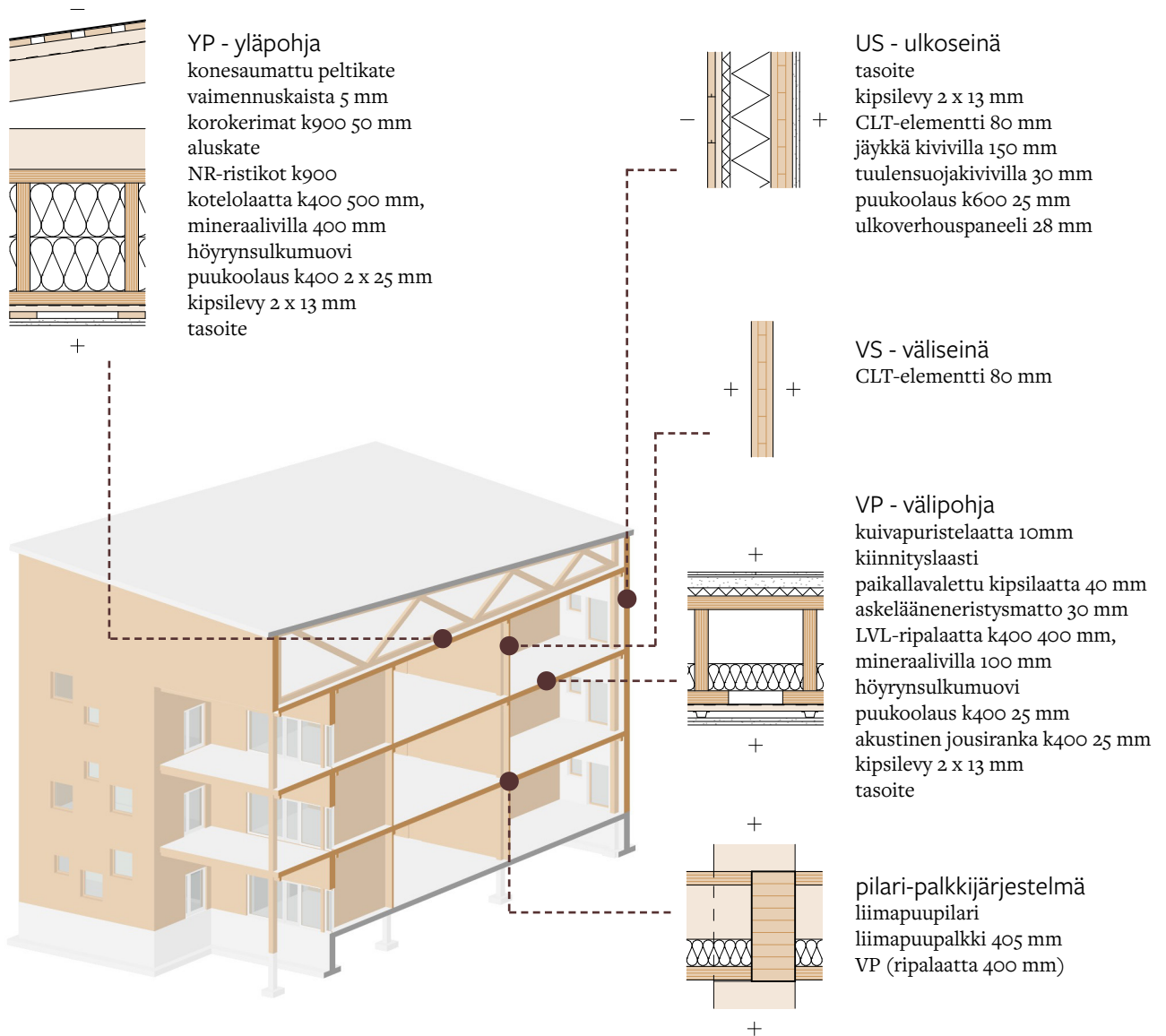
Ei-kantavat ulko- ja väliseinät ovat massiivipuurakenteisia kuten edellisellä tasolla, mutta ulkoseinien pinnat on suojaverhoiltava kaksinkertaisella kipsilevytyksellä. Sen sijaan ei-kantavissa väliseinissä CLT-pinta voidaan jättää näkyville, eikä sitä tarvitse palonsuojakäsitellä automaattisen sammutusjärjestelmän vuoksi. Näkyviin jäävät kantavat liimapuupilarit on suojaverhoiltava. Ulkoseinät voivat olla vaihtoehtoisesti yksiaineisia massiivipuuseiniä, jolloin CLT-rakenne mitoitetaan paksummaksi: massiivipuuseinän U-arvovaatimus täytetään 260 mm paksuisella CLT-rakenteella.

Tason 3 runsaasta puurakentamisesta voidaan löytää perusteluja kaikkiin puurakentamisen tarkoituksen ja tavoitteiden teemoihin. **Elinympäristön** näkökulmasta puukerrostalos-

sa on todettu olevan ensiluokkainen sisäilma ja akustiikka, ja lisäksi puulla on todettu restotatiivinen - eli unen ja palautumisen kannalta positiivinen - vaikutus. **Ilmastokysymysten** näkökulmasta betonirakenteiden korvaaminen puulla johtaa esimerkkikerrostalon elinkaaren ajalla 10-40 % pienempään hiilijalanjälkeen. **Elinkeinoelämän** näkökulmasta puurakentaminen luo Suomeen uusia toimijoita ja työpaikkoja puutuoteteollisuuteen, ja kasvavan osaamisen ja valmistuskapasiteetin myötä myös parantaa Suomen asemaa vientimarkkinoilla.



Kuvat 29 ja 30. Esimerkkikohde tason 3 puurakenteisesta oppilaitoksesta: Mansikkalan koulukeskus, Imatra. (Imatran kuvapankki).



Kuva 31. Mallioppilaitoksen poikkileikkaus ja tyypillisimmät rakennetyypit puun käytön tasolla 3.

3.2.5 TUTKIMATTA JÄTETYT RATKAISUT

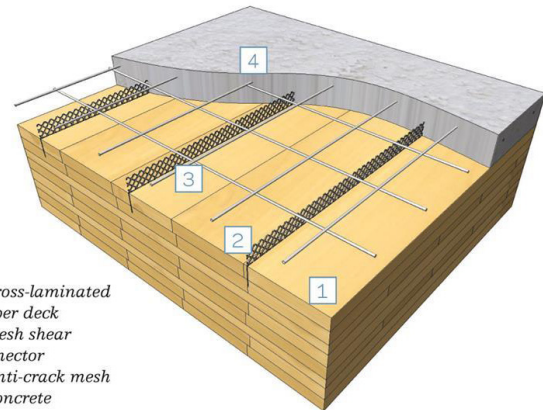
Hybridirakentamista voisi lähestyä myös näkökulmasta, jossa kantavissa rakenteissa on käytetty puuta: kyseessä olisi siis P2-paloluokan hybridirakennus, joka puurakentamisen tasojaottelussa sijoittuisi tasojen 2 ja 3 väliin. P2-paloluokan hybridirakennuksessa olisi siis käytetty sekä puisia että betonisia kantavia rakenteita tai puu-betoniliittorakenteita.

Puisten ja betonisten rakenteiden yhdisteleminen voi osoittautua haastavaksi. Betonisten vaakarakenteiden, esimerkiksi välipohjien kanssa ei useimmiten voida käyttää puisia kantavia pystyrakenteita, sillä ne eivät välttämättä kestä betonista aiheutuvia kuormia (Valkama, 2017). Betonisten kantavien seinien tai pilareiden kanssa puisia vaakarakenteita voitaisiin kantokyvyn puolesta käyttää, mutta puurakenteisen välipohjan ollessa perinteistä ontelolaattarakaisua haastavampi palo- ja ääneneristysvaatimusten täyttämiseksi, maksimijänneväliään heikempi ja kustannuksiltaan kalliimpi, tuntuu ratkaisu käytännössä epätodennäköiseltä ilman, että tahtotilana olisi puurakennus kaikkien rakenteiden osalta.

Puu-betoniliittorakenteita sen sijaan ollaan käytetty esimerkiksi välipohjalaatoissa, usein yhdessä massiivipuisten kantavien pystyrakenteiden kanssa. Hyvä esimerkki on CLT-betonilaatta (kuva 32), jota käytettiin eräässä koulurakennuksessa, jossa välipohjalta vaadittiin keveyttä, ohuutta ja pitkää jänneväliä (Lane, 2012; Valkama, 2017; Poikajärvi, 2017).

Esimerkkinä käytetty CLT-betonilaatta muistuttaa kuitenkin käytetyn puun määrässä

tarkasteltuna jo tason 3 puukerrostalon puurakenteista välipohjaa - jossa betonia on käytetty usein kelluvassa pintalaatassa, joskin kantamattomana rakenteena -, joten vaikuttaa työn kannalta mielekkäältä lukea sen kaltaiset suurilta osin puiset hybridiratkaisut tason 3 P2-paloluokan puukerrostalon sovellutuksiksi. Vielä kun puisten ja betonisten pysty- ja vaakarakenteiden yhdisteleminen samassa kohteessa vaikuttaa käytännössä epätodennäköiseltä vaihtoehdolta, jätetään P2-paloluokan hybridikerrostalo tutkimatta omana tasonaan konseptisuunnitelmissa.



1. Cross-laminated timber deck
2. Mesh shear connector
3. Anti-crack mesh
4. Concrete

Kuva 32. CLT-betoniliittolaatta, jossa CLT ja betoni on yhdistetty toisiinsa teräsverkolla, joka kiinnittyy CLT-levyyn tehtyihin uriin ja jää betonivalun sisään. (Lane, 2012).

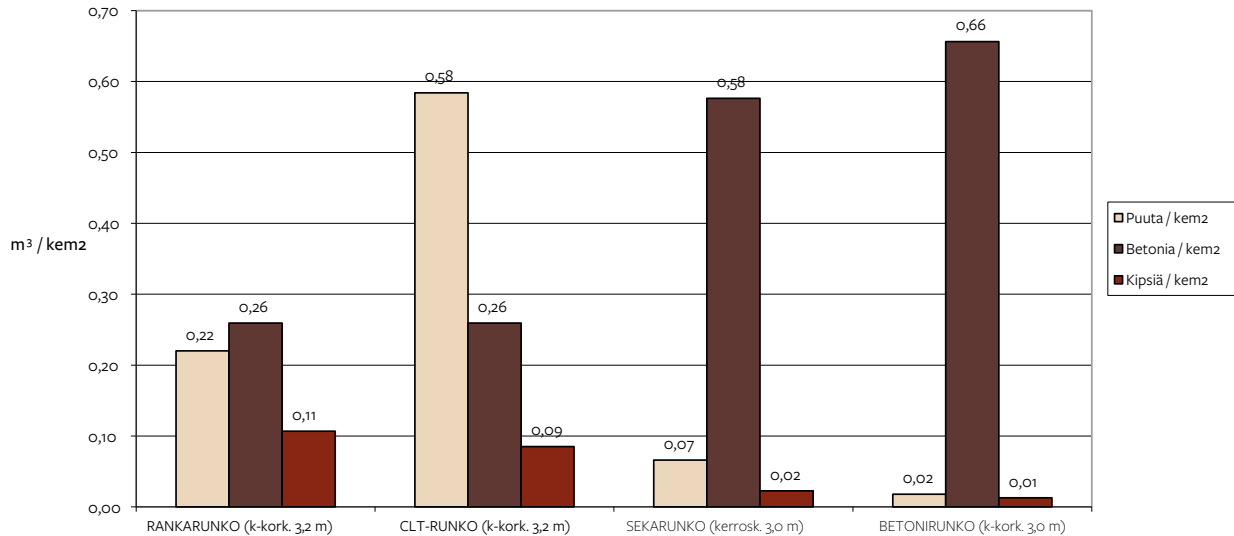
3.2.6 TASOJEN VERTAILU

Puun käytön tasoja voidaan vertailla keskenään muun muassa kappaleessa 2.4 esiteltyjen puurakentamisen edistämishjelmien tarkoituksen ja tavoitteiden teemojen kautta: näitä ovat **ilmastokysymykset, elinympäristö ja elinkeinoelämä.**

Ilmastokysymysten näkökulmasta oleellista on hiilijalanjäljen pienentäminen, jolloin suurin painoarvo on substituutiolla, eli hiilijalanjäljeltään suurempien rakennusmateriaalien korvaamisella puulla. Tällöin puun käytön taso 3 erottuu selvästi edukseen: massiivipuurunkoisissa - ja mahdollisesti puurankarunkoisissa - rakennuksissa puuta on käytetty selvästi enemmän ja

betonia ja kipsiä selvästi vähemmän rakennusmateriaaleina verrattuna tasojen 0, 1, ja 2 betoni- ja hybridirunkoisiin rakennuksiin (kuva 33). Tason 2 hybridirakennuksen ero substituutiossa tasojen 0 ja 1 betonirakennukseen on positiivinen, mutta verrattain pieni. Substituution kannalta tasojen 0 ja 1 välinen ero häviävän pieni.

Elinympäristön näkökulmaa voidaan lähestyä monelta eri kantilta. Ensimmäinen näkökulma on ulkonäöllinen, jolloin on oleellista, että puuta on näkyvillä rakennuksen ulko- ja sisäpinnoissa. Tällöin tasot 1, 2 ja 3 ovat melko tasaväkisiä ratkaisuja puisine julkisivuineen, mutta tason 2 hybridirakennus on sisätiloiltaan ainakin paperilla paras vaihtoehto: P1-paloluokan rakennukses-



Kuva 33. Materiaalimenekki 6-kerroksisessa asuinkerrostalossa eri runkotyypeillä ja -materiaaleilla. (Karjalainen, 2016), muokattu.

sa voi käyttää puuta vapaammin sisätiloissa kuin tason 3 suojaverhouksia vaativassa P2-paloluokan rakennuksessa, joten tason 2 hybridirakennuksen massiivipuisia ei-kantavia ulko- ja väliseiniä voidaan jättää näkyviin sisätiloissa.

Ulkopintojen osalta tasolla 3 saattaa olla pieni etu tasoihin 1 ja 2 verrattuna. Tasojen 1 ja 2 P1-paloluokan rakennusten puujulkisivut vaativat palonsuojakäsittelyn, mutta tason 3 P2-paloluokan rakennuksessa tätä ei vaadita ensimmäistä kerrosta ja varateiden ylä- ja alapuolisia pintoja lukuunottamatta, joten puinen julkisivu on helppoin ja kustannuksiltaan halvin - ja sitä kautta todennäköisin - valinta tasolla 3. Tasolla 3 voidaan jättää myös parvekkeiden puiset palkit ja pilarit näkyviin.

Toisaalta elinympäristön näkökulmaa voidaan lähestyä rakennusmateriaalin luoman mielikuvan ja fyysisten ominaisuuksien kautta. Tällöin taso 3 nousee ylitse muiden, sillä asukkaiden kokemukset puukerrostaloista ovat olleet hyviä. Kysyttäessä asukkailta puukerrostalojen eroja betonikerrostaloihin, vastauksiksi on saatu muun muassa puukerrostalon olevan lämminhenkinen, kodikas, viihtyisä ja kaunis, sekä puukerrostalossa olevan hyvä sisäilma ja vähemmän häiritseviä ääniä (Karjalainen, 2017). Lisäksi puulla uskotaan olevan positiivinen vaikutus unen laatuun ja palautumiseen.

Elinkeinoelämän näkökulmasta tilanne ei ole yksinkertainen. Toisaalta puurakentamisen lisääminen luo uusia toimijoita ja työpaikkoja puutuoteteollisuuteen - erityisesti kasvukeskusten ulkopuolelle -, toisaalta vähentää näitä mah-

dollisesti esimerkiksi betoniteollisuudesta. Kuitenkin, Suomen ollessa Euroopan metsäisin maa pinta-alaan suhteutettuna, voidaan nimenomaan puutuoteteollisuudessa ja puurakentamisessa nähdä potentiaalia kansainvälisen kilpailukyvyyn sekä puutuotteiden ja puurakentamisen osaamisen viennin edistämiseksi. Rakennusmarkkinoiden voimakas kasvaminen sekä kaupunkien tiivistäminen niin Suomessa kuin maailmanlaajuisestikin luovat tarvetta rakentamisen teollistamiselle ja esivalmistamisen lisäämiselle, mikä osaltaan parantaa puurakentamisen markkina-asemaa (YM, a). Pitkälle kehityksen esivalmistuksen ansiosta rakentamisen työmaa-aika lyhenee ja kustannukset pienenevät.

Tason 3 puurakentaminen vastaa parhaiten yllä esitettyihin markkinarakoihin. Kuitenkin, tällä hetkellä puurakentamista vaivaa Suomessa puuelementtivalmistajien vähäisyys ja pieni koko (Korkia, 2020). Toisaalta jotkin Suomessa suuret toimijat valmistavat esimerkiksi CLT-elementtinsä muualla Euroopassa, jolloin työllisyysvaikutusta kotimaassa ei ole. Puurakentamisen kannalta erityisesti osaavien suunnittelijoiden löytäminen on ollut hankalaa, mihin on reagoitu aloittamalla useissa oppilaitoksissa puurakentamiseen erikoistuvia koulutuksia. Elinkeinoelämän kannalta tason 3 puurakentamisella voidaan uskoa olevan positiivista vaikutusta puurakentamisen osaamisen ja käytännön kokemusten paranemiseen, yhtenäisempien ratkaisujen löytämiseen sekä suunnittelijoiden, rakentajien ja elementtitoimittajien vuoropuhelun lisäämiseen.

Elinkeinoelämän kannalta tason 2 hybri-

dirakentaminen voisi puolestaan vähentää esimerkiksi betoni- ja puutuotevalmistajien välistä vastakkainasettelua ja sen sijaan edistää erilaisten hybridiratkaisujen kautta kustannustehokkuutta ja ympäristöystävällisyyttä. Tason 2 hybridirakentaminen voi myös tarjota rakennusalan vakiintuneille toimijoille mahdollisuuden kokeilla puun käyttöä rakentamisessa, joutumatta kuitenkaan luopumaan täysin osaamisestaan ja kokemuksistaan perinteisemmän betonirakentamisen osalta. Tästä syntyvät kokemukset voivat rohkaista edelleen tason 3 puurakentamiseen.

Tasojen 0 ja 1 betonirakentamisella on kuitenkin toistaiseksi erittäin vahva jalansija rakennusmarkkinoilla elinkeinoelämänkin näkökulmasta, ja toisaalta puurakentamisen herättämä ilmastotietoisuus rakentamisessa ajaa myös betonin ja teräksen valmistusprosesseja vähähilaisempään suuntaan.



4.TOIMINTAMALLIEHDOTUS

4.1 PUURAKENTAMISEN EDISTÄMISEN TARKOITUS JA TAVOITE OULUSSA

Tässä luvussa aiemmin kerättyä ja tuotettua aineistoa sovelletaan Ouluun kokoamalla jäsenneily lähtöaineisto Oulun Puurakentamisen ohjelman laatimiseksi tai muilla tavoin kunnan puurakentamisen edistämisen näkökulmasta hyödynnettäväksi. Toimintamalliehdotuksessa on huomioitu Oulun kaupungin ohjausryhmän kommentit, joten painopisteenä on kappaleessa 3.2 esiteltyjen puun käytön tasojen soveltaminen Ouluun tärkeimpänä osana puurakentamisen edistämistä.

4.1.1 VISIO JA TAVOITTEET

Kappaleessa 2.1 esitellyn puurakentamisen strategian laatimisprosessin ohjeen mukaan strategia tarvitsee vision eli tavoitteen, jota kohti pyritään. Oulun tapauksessa puurakentamisen edistämisen visio voisi olla lause, joka esiintyy Oulun puurakentamiskeskustelussa säännöllisesti: **”Oikea materiaali oikeaan paikkaan.”** Tämän ajatuksen mukaan puurakentamisen edistämistä ei läheskään sukeltamalla suoraan syvään päähän ja vaatimalla kokonaisvaltaista puurakentamista, vaan hyväksymällä se, että puun käyttöä voidaan lisätä rakentamisessa korvaamalla edes joitain rakennusosia puulla. Tapaus- ja kohdekohtaisesti jää vapaus arvioida, kuinka laajaa puun käyttöä rakentamisessa halutaan ja on mahdollista toteuttaa. Tätä ajatuksen havainnollistamiseksi voidaan käyttää aiemmin esiteltyjä puun käytön tasoja.

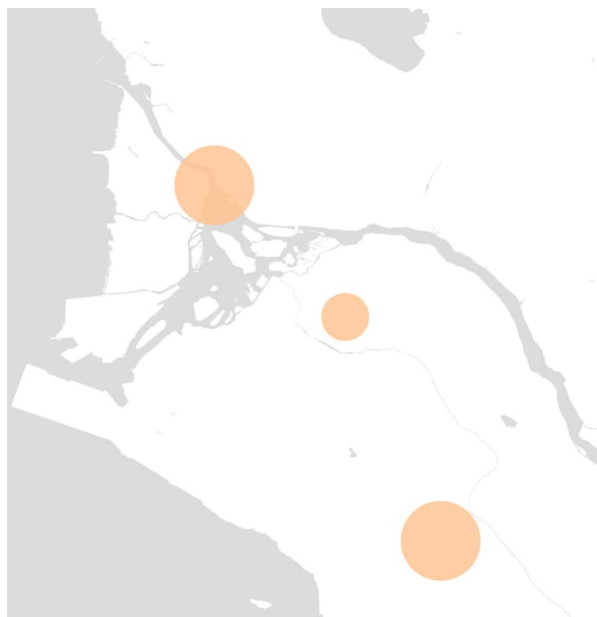
Puurakentamisen edistämisen tahtotilan

taustalla voi olla erilaisia tavoitteita liittyen ympäristökysymyksiin, elinkeinoelämään tai elinympäristöön. Puurakentamisen ohjelmaa Ouluun vaatineessa valtuustoaloitteessa (Oulun kaupunki, 2021) sekä kaupungin ohjausryhmän kokouksissa painottuvat ympäristöön ja elinkeinoelämään liittyvät kysymykset. Puurakentaminen nähdään yhtenä keinona rakentamisen hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä. Toisaalta puurakentamisen lisääminen voi olla Pohjois-Pohjanmaan aluelouden ja työllisyyden piristysruiske, sillä alueella on verrattain paljon puutalovalmistajia, alan koulutusta ja osaamista sekä raaka-ainetta. Puurakentamisen vaikutusta elinympäristöön ei ole myöskään syytä jättää täysin huomiotta.

Puun käytön lisäämiseksi asetettavat konkreettiset tavoitteet ja aikataulu auttavat toimenpiteiden kohdentamisessa oikeisiin asioihin. Puurakentamisen edistäminen yleisesti ja kokonaisvaltaisesti koko kunnan tasolla voi jäädä helpposti puheen tasolle, mutta toimenpideohjelmiin kirjatut tavoitteet puun käytön lisäämisestä - esimerkiksi tietyissä rakennustyypeissä ja tietyillä alueilla - edesauttavat sitä, että toimet ovat oikein kohdennettuja, tehokkaita, ja että niiden kanssa päästään ylipäänsä liikkeelle.

Oulun tapauksessa tavoitteet voivat liittyä puurakentamisen tasojen soveltamiseen erityisesti tietyissä rakennustyypeissä ja valituilla pilottialueilla. Sopivia rakennustyyppisiä puun käytön edistämiseksi voivat olla muun muassa kerrostalot, julkiset rakennukset, hallimaiset rakennukset, sillat, piha- ja ympäristörakentaminen, julkisivujen energiakorjaukset sekä lisäkerros- ja

täydennysrakentaminen. Puun käytön tasojen soveltamiseen sopivia, kaavoitusvaiheessa olevia alueita Oulussa voivat olla esimerkiksi uusiksi asuinalueiksi kaavoitettavat Hartaanselän asu-
tomessualue ja Tahkokankaan asuinalue, sekä Raksilan alueen suuret asema- ja keskustakam-
pushankkeet, joissa puun käyttö olisi perusteltua myös Puu-Raksilan olemassa oleva rakennuskanta huomioiden (kuva 34).



Kuva 34. Kartalla esitetään mahdollisia puurakentamiseen soveltuvia, lähitulevaisuudessa rakennettavia kohteita Oulussa: kuvassa ylhäältä alaspäin lueteltuna Hartaanselänrannan asu-
tomessualue, Raksilan uudistettava asema- ja market-alue, sekä Tahkokankaan uusi asuinalue.

4.1.2 KEHITYSPROSESSI

Puurakentamisen strategian onnistumisen kannalta on tärkeää myös itse strategian kehitysprosessi (Wadskog & Wendel, 2020). Kehitysprosessissa tulee olla mukana laaja joukko eri sidosryhmien edustajia, esimerkiksi kunnan omista hallinnoista ja yrityksistä sekä rakennusalan toimijoista. Puurakentamisen edistämiseen liittyviä sidosryhmiä ja niiden osallistamista on eritelty tarkemmin Oulun yliopistossa laaditussa diplomityössä *Stakeholder involvement in inter-organizational project networks : a case study of wood construction policy formulation* (Alatulkkila, 2021).

Puurakentamisen ohjelman kehitysprosessissa on hyvä huomioida muiden kuntien vastaavien ohjelmien kokemukset. Hyviä kuntia yhteistyöhön puurakentamisen edistämässä voisivat olla kappaleessa 2.3 esitellyt Espoo ja Tampere, joissa molemmissa on tuoreita kokemuksia vastikään päättyneistä puurakentamisen ohjelmistaan, tai Växjö, jossa on kokemuksia puurakentamisen edistämisestä lähes 20 vuoden ajalta. Kehitysprosessiin voidaan osallistaa myös paikallisia korkeakouluja: Oulun tapauksessa Puurakentamisen ohjelman tiimoilta on osallistettu Oulun yliopistoa, mistä esimerkkinä on tämä diplomityö.

4.2 KEINOT JA TOIMENPITEET

Puurakentamista voidaan kunnan näkökulmasta edistää erinäisillä käytettävissä olevilla keinoilla ja niihin liittyvillä toimenpiteillä. Ohjauskeinovalikoimaan kuuluu säädösohjausta, talousohjausta ja informaatio-ohjausta. Toimiva kokonaisuus puurakentamisen edistämiseksi sisältää kaikkia edellä mainittuja ohjauskeinoja sekä vuoropuhelua eri toimijoiden kanssa.

Puurakentamisen tahtotila kannattaa kirjata suoraan seuraavaan Oulun kaupunkistrategiaan. Strategian sitovuus on poliittista, eikä siitä voi valittaa. Puurakentamisen tahtotila kaupunkistrategiassa ohjaa kunnan hankintapäätöksiä sekä konkretisoituu erilaisiksi toimenpiteiksi esimerkiksi ympäristö-, asunto- ja maankäyttöpoliittisissa toimenpideohjelmissa tai varta vasten laaditussa Puurakentamisen ohjelmassa.

4.2.1 ASEMAKAAVOITUS

Kappaleessa 2.1 esiteltiin maankäyttö- ja rakennuslakiin perustuvaa maankäytöllistä keinovalikoimaa, jolla kunta voi edistää puurakentamista. Näitä keinoja ovat kaavoitus, tontinluovutus, maankäyttösopimukset sekä rakennusjärjestys. Tarkastellaan seuraavaksi, miten kappaleessa 3.2 esitetyt eriaistiset puun käytön tasot voidaan huomioida maankäytössä.

Asemakaavan yleismääräyksissä - tai tiettyä kaavamerkintää koskevassa suunnittelumääräyksessä, jos määräysten halutaan koskevan vain tiettyä kohdemerkintää - voidaan määrätä, että

puuta tulee käyttää rakentamisessa kaavoitettavalla alueella. Asemakaavan määräykset voivat olla yleispiirteisiä tai yksityiskohtaisia. (Ylä-Anttila ym., 2020). Asemakaavamääräyksissä voidaan määrätä, kuinka ja missä rakennusosissa puuta tulee käyttää: näin kaavalla pystytään määrittämään tiettyä puun käytön tasoa vastaavaa rakentamista.

Tason 1 puun käyttöön rakentamisessa voidaan ohjata yleispiirteisesti esimerkiksi sanamuodolla ”rakennusten tulee olla julkisivuiltaan pääosin puuta”. Mikäli on tarve eritellä tarkemmin, mitkä osat julkisivusta tai muusta rakennuksesta tulee olla puuta, voidaan käyttää yksityiskohtaisempaa määräystä, esimerkiksi ”julkisivumateriaalina on sokkelia ja ensimmäistä kerrosta lukuun ottamatta käytettävä puuta, ja rankarunkoisten ei-kantavien seinien tulee olla puurakenteisia”.

Tason 2 puun käyttöön rakentamisessa voi olla haastavaa ohjata yleispiirteisesti: sanamuoto ”rakennusten tulee olla rakenteiltaan joltain osin puusta” voi jättää liian paljon tulkinnanvaraa haluttuun lopputulokseen pääsemiseksi. Tarkempi yleispiirteinen määräys voisi olla esimerkiksi ”rakennusten tulee olla ei-kantavilta rakenteiltaan pääosin puusta”. Mikäli halutaan tarkalleen tason 2 mukaista puun käyttöä, tulee määräyksessä vaatia nimenomaan massiivipuurakenteita rankarakenteiden pois rajaamiseksi. Yksityiskohtaisemmin määrättyä voidaan luoda tarkempi kuva siitä, minkälaista puun käyttöä halutaan: ”rakennusten ei-kantavien ulkoseinien, ei-kantavien huoneistojen välisten väliseinien ja

ei-kantavien huoneistojen sisäisten väliseinien tulee olla massiivipuurakenteisia, sekä lämmöneristeen tulee olla puupohjaista eristettä.” Lisäksi mikäli tavoitteena on puiset julkisivut, siitä on hyvä määrätä erikseen, kuten tasolla 1: ”julkisivumateriaalina on sokkelia ja ensimmäistä kerrosta lukuun ottamatta käytettävä puuta”.

Tason 3 puurakentamiseen voidaan ohjata yleispiirteisesti esimerkiksi sanamuodolla ”rakennusten tulee olla rakenteiltaan pääosin puusta”. Yksityiskohtaisempi määräys voi sisältää tietoa, mitkä rakennusosat tulee olla puurakenteisia ja mitkä esimerkiksi kiviaineisia: ”rakennusten seinät sekä ylä- ja välipohjat on toteutettava puurakenteisina. Kivirakenteet ovat sallittuja kellareissa, alapohjissa, väestönsuojissa, palomuu-reissa, hissi- ja porraskuiluissa sekä välipohjien pintalaatoissa”. Lisäksi puujulkisivuista on hyvä määrätä erikseen, kuten aiemmilla tasoilla.

Asemakaavamääräyksiä voidaan käyttää myös kannustimena puurakentamiseen laatimalla eräänlaisia ehdollisia asemakaavamääräyksiä, jotka sallisivat esimerkiksi rakennusoikeuden ylityksen, jos rakentamisessa käytetään puuta halutun puun käytön tason mukaisesti. Mahdollinen asemakaavan yleismääräys voisi olla tällöin esimerkiksi ”rakennuksen rakenteiden ollessa pääosin puusta, saa asemakaavaan merkityn kerrosalan lisäksi rakentaa 5 % rakennusoikeudesta”. Rakennusoikeuden lisäämisen sijaan vastaavilla määräyksillä voidaan antaa helpotuksia kustannuksia aiheuttaviin vaatimuksiin, esimerkiksi autopaikkamääriin.

4.2.2 MAANKÄYTTÖSOPIMUKSET

Maankäyttösopimukset liittyvät kiinteästi asemakaavoittamiseen tapauksessa, jossa sovitaan asemakaavoittamisen aloittamisesta yksityisen maanomistajan maalla. Mikäli puurakentamisesta määrätään edellisen kappaleen mukaisesti asemakaavassa, se velvoittaa myös yksityistä maanomistajaa rakennushankkeissaan kaavoitetulla alueellaan; kuitenkin velvoittavien asemakaavamääräysten sijaan puurakentamiseen voidaan ohjata kannustimin kaavoitettavalla alueella kunnan ja maanomistajien välisien maankäyttösopimusten sopimusehdoissa.

Maankäyttösopimuksessa puurakentamiseen voidaan kannustaa kohtuullistamalla maankäyttömaksuja: osa arvonnoususta voidaan jättää huomioimatta, jos rakentaminen kaavoitetulla alueella tehdään puusta (Huuhka, 2019; Leino ym, 2021). Maankäyttömaksun kohtuullistamista voidaan perustella puurakentamisen pilottiluonteella ja siihen liittyvillä toteuttamiskustannusriskeillä, jotka ovat tavanomaista betonirakentamista suurempia.

Toimintamalliin maankäyttömaksun kohtuullistamisesta puurakentamisen yhteydessä on mahdollista kytkeä puun käytön tasot: laajamittaisemmasta puun käytöstä saa suuremman alennuksen maankäyttömaksuun kuin vähäisestä puun käytöstä. Maankäyttösopimuksen sopimusehdoissa voi olla kirjattuna esimerkiksi: ”Jos omistustontilla tehtävässä korttelin pääkäyttötarkoituksen mukaisessa rakentamisessa käytetään puuta, voidaan kunnalle maksettavissa korvauksissa huomioida arvonnousun alennus

seuraavasti: jos rakennus on julkisivultaan pääosin puuta, voidaan jättää 20 % arvonnoususta huomioimatta; jos rakennus on ei-kantavilta rakenteiltaan pääosin puuta, voidaan jättää 50 % arvonnoususta huomioimatta; tai jos rakennus on kaikilta rakenteiltaan pääosin puuta, voidaan jättää 80% arvonnoususta huomioimatta. Asemakaavan yleismääräysten tapaan maankäyttösopimuksen sopimusehdoissa voi olla joskus tarpeen määritellä yksityiskohtaisemmin, kuinka ja missä rakennusosissa puuta tulee käyttää kussakin alenuskategoriassa.

4.2.3 TONTINLUOVUTUS

Kunnan ollessa maanomistaja, sille avautuu suurempi keinovalikoima puurakentamiseen ohjaukseksi kuin maankäyttösopimusten tapauksessa. Tontinluovutus on menettely, jossa kunta myy tai vuokraa omistamansa tontin rakennettavaksi. Tontinluovuksen tavoitteet ja ehdot ovat kunnan itsensä päätettävissä (Huuhka, 2019; Leino ym., 2021). Tontinluovutusehdoissa voidaan käyttää apuvälineenä puun käytön tasoa velvoittamaan tai kannustamaan haluttuun lopputulokseen.

Yksinkertaisimmillaan tontinluovutusehdoissa voidaan velvoittaa puun käyttöön rakentamisessa kuten edellä asemakaavan yleismääräyksissä: tontille tehtävän rakennuksen on oltava ”julkisivultaan pääosin puuta”, ”ei-kantavilta rakenteiltaan pääosin puuta” tai ”rakenteiltaan pääosin puuta” halutun puun käytön tason mukaisesti. Tontinluovutusehdoissa voi olla tarpeen eritellä tarkemminkin, kuinka ja missä rakennus-

osissa puuta tulee käyttää.

Suoran velvoitteen sijaan puurakentamiseen voidaan kannustaa tontinluovutuksessa kuten maankäyttösopimuksissa: luovutettavan tontin hinta voidaan määritellä käyvän markkinahinnan sijaan kohtuullisella käyvällä luovutushinnalla, jolla voidaan kompensoida rakentamisessa edellytettävää laatua (Kuntaliitto, b). Puun käytön vaatimukset siis alentavat tontin käypää luovutushintaa verrattuna vastaavaan, vapaasti rakennettavaan tonttiin. Näin ollen, mitä suurempaa puun käytön tasoa tontinluovutusehdoissa tullaan vaatimaan, sitä alhaisemmaksi luovutettavan tontin käypä luovutushinta voidaan määritellä.

Usein tonttien kysyntä on suurempaa kuin tonttien tarjonta, jolloin tontin saajan valitsemiseksi pidetään tontinluovutuskilpailu. Tontinluovutuskilpailussa voidaan painottaa puurakentamista: mitä enemmän hakijan ehdotuksessa on käytetty puuta rakentamisessa, sitä enemmän pisteitä se saa. Tässä menettelyssä puun käytön tasot ovat luonteva mittari. Yksinkertaisimmillaan pisteytys voisi mennä seuraavasti: rakennuksen julkisivut ovat pääosin puuta (5 pistettä), rakennuksen ei-kantavat rakenteet ovat pääosin puuta (10 pistettä), rakennuksen kantavat rakenteet ovat pääosin puuta (15 pistettä). Esimerkiksi kuvan 28 puujulkisivullinen, pääosin kaikilta ei-kantavilta ja kantavilta rakenteiltaan puinen kerrostalo saisi 30 pistettä.

Pisteytyskategoriat voivat olla huomattavasti tarkempia kuin jako puun käytön tasoihin 0-3. On puun käytön lisäämisen näkökulmasta perusteltua, että esimerkiksi massiivipuurunkoinen

rakennus saa suuremmat pisteet kuin puurankorunkoinen rakennus. Hyvä esimerkki eritellymmästä puun käytön pisteityksestä on Honkasuon tontinvarauskilpailun ekokriteerien pisteitys, jossa puun käytöstä sai pisteitä seuraavasti:

Runko-, väliseinä- ja välipohjarakenteet (yht. 10 pistettä)

- kantava runko massiivipuorakenteella (5 p.) tai
- massiivipuurunko ja selluvilla- tai puukuitueriste (3,5 p.) tai
- puurunko (2 p.)
- ulkoverhous massiivipuuta (2 p.) tai
- ulkoverhous massiivipuuta ja puusta jalostettuja tuotteita (1 p.)
- väliseinissä puurunko (1 p.)
- ovet ja ikkunat valoaukkoa lukuunottamatta kokopuiset (2 p.)

Pintamateriaalit ja käsittelyt (yht. 5 pistettä)

- pääasiallinen lattiamateriaali kotimainen laualattia (2 p.) tai
- parketti kotimaisesta puusta (1 p.)
- neljännes sisäseinien pinta-alasta puuverhoilu (1 p.)
- yli puolet sisäkattojen pinta-alasta puuverhoilu (1 p.)
- (maaleilla, liimoilla ja tasoitteilla pohjoismainen ympäristömerkki (1 p.))

Kiintokalusteet (yht. 1,5 pistettä)

- mahdolliset lauteet ja portaat ovat kotimaista kokopuuta (0,5 p.)

- kiintokalusteet ovat kotimaista kokopuuta (1 p.)
(Hänninen & Cronhjort, 2010).

4.2.4 RAKENNUSJÄRJESTYS

Rakennusjärjestystyksellä ohjataan kunnan tai sen osa-alueen rakentamista hyvin yleisellä tasolla, joten siinä ei ole tarkoituksenmukaista antaa tarkkoja määräyksiä puurakentamisesta tai puun käytön tasojen soveltamisesta. Rakennusjärjestyksessä voidaan linjata periaatteellinen tahtotila puurakentamisen lisäämiseksi. Käytännössä esimerkiksi Oulun rakennusjärjestyksen pykälässä 8 § *Hyvä rakentamistapa* voidaan ottaa kantaa, että puun käytön mahdollisuutta rakentamisessa tulee tarkastella. Toisaalta rakennusjärjestyksellä voidaan ohjata rakentamista vähähiilisiin ratkaisuihin (Huuhka, 2019; Leino ym, 2021), mikä osaltaan voi välillisesti edistää puun valintaa rakennusmateriaaliksi. Oulun tapauksessa rakennusjärjestyksellä on merkittävin rooli asemakaavoittamattoman haja-asutusalueen rakentamisen ohjaamisessa: rakennusjärjestyksellä voidaan ulottaa puurakentamisen tahtotila myös kaavoittamattomille alueille.

Lisäksi Oulun kaupungin rakennusjärjestyksessä pykälässä 15 § *Rakennusten soveltuminen rakennettuun ympäristöön ja maisemaan* edellytetään, että ”Uudisrakennuksen, lisärakennuksen ja uudestaan rakentamisen tulee sopeutua rakennettuun ja luonnonympäristöön rakennuksen ... materiaalien ... osalta” (Oulun kaupungin rakennusjärjestys, 4:15 §). Tämän voidaan katsoa

velvoittavan puun käyttöön - tiettyä puun käytön tasoa vastaavalla tavalla - alueilla, joilla se on olemassa olevan rakennuskannan rakennusosien materiaalina, esimerkiksi Pikisaaressa, Puu-Rak-silassa sekä Karjasillalla.

4.2.5 JULKISET HANKINNAT

Julkisissa rakennushankinnoissa kunnan hankintayksikkö tekee mahdollisten tarve- ja hankesuunnitelmien jälkeen hankintapäätöksen ja laatii hankintailmoituksen tai tarjouspyynnön, jossa kuvataan muun muassa se, mitä ollaan hankkimassa, sekä käytettävä hankintamenettely ja toteutusmuoto. Perinteinen malli - toteutusmuotona esimerkiksi kokonaisurakka - on hankkia suunnittelu erillään rakentamisesta, jolloin rakennusurakka kilpailutetaan valmiiden suunnitelmien pohjalta. Tämä on täysin mahdollista myös puurakentamisen tapauksessa: silloin käytettävän rakennejärjestelmän ja puun määrän ratkaisevat pääsääntöisesti tilaaja, arkkitehti ja rakennesuunnittelija, ja puurakennusosat kilpailuttaa rakennusurakoitsija, tai jaetun urakan tapauksessa tilaaja erillishankintanaan, mikä voi olla kustannuksiltaan edullisempaa (ePuu). Hankintaa ei kuitenkaan välttämättä ole mielekästä kilpailuttaa valmiilla suunnitelmilla, sillä se ei jätä tilaa keskenään hyvin erilaisille puurakennejärjestelmille tai toteutustavoille (Leino ym., 2021).

Oulun puurakentamisen edistämisen viisioon peilaten kannattaa julkisissa hankinnoissa olla puun käytön suhteen avoin ja joustava, ja jättää tilaa ja aikaa erilaisille puuratkaisumalleille.

Tätä tukee hankintaprosessin alkuvaiheissa käyty markkinavuoropuhelu. Hankintamenetelmäksi sopii hyvin esimerkiksi tavallinen tai kilpailullinen neuvottelumenettely, jossa tilaajan ja tarjoajien välisellä vuoropuhelulla pyritään löytämään parhaat ratkaisut ennen lopullisten tarjouspyyntöjen jättämistä (Laukkanen, 2017; Huuhka, 2019; ePuu). Kriteeriksi tarjousten kokonaistaloudellisen edullisuuden vertailemiseen soveltuu puurakentamisen tapauksessa hinta-laatusuhde (Huuhka, 2019). KVR-urakka toteutusmuotona mahdollistaa erilaisten puurakennejärjestelmien kilpailun sekä toteuttajien ja puurakennusosavalmistajien mukaan ottamisen suunnitteluprosessiin varhaisessa vaiheessa (Leino ym., 2021; ePuu).

Myös julkisissa rakennushankinnoissa, joissa suunnittelu ja rakentaminen kuuluvat samaan urakkaan, kunnalla on oikeus vaatia, että sen rakennushanke toteutetaan puusta. Oikeudellisesti selkein keino on vaatia puun käyttöä rakentamisessa hankintailmoituksen tai tarjouspyynnön kohteen kuvauksessa: tällöin tarjoukset, jotka eivät täytä kuvausta, suljetaan valinnasta pois. (Laukkanen, 2017; Leino ym. 2021; ePuu)

Hankintailmoituksen kohteen kuvauksessa voidaan käyttää hyväksi puun käytön tasoja: kohde voidaan määritellä julkisivuiltaan, ei-kan-tavilta rakenteiltaan ja/tai kaikilta rakenteiltaan pääosin puiseksi. Kuvauksessa voidaan antaa myös vähimmäisvaatimus puun käytölle rakenteissa prosentteina: ”rakennusmateriaaleista on oltava 40% puupohjaisia materiaaleja”. Osuus osuus lasketaan esimerkiksi kaikkien rakennus-

materiaalien kuivapainosta (Kuittinen & le Roux, 2017). Puun käytön ilmoittaminen hankintailmoituksen kohteen kuvauksessa edellyttää, että tilaajalla on selvä tahtotila puurakentamisesta jo varhaisessa vaiheessa.

Jos tilaajalla ei ole selvää tahtotilaa puun käytöstä rakennushankkeessa, eikä sitä hankintailmoituksen kohteen kuvaukseen ole määritetty, voidaan puurakentamiseen päätyä suoritusperustaisten valintakriteerien kautta (Laukkanen, 2017; ePuu). Tämä tie on kuitenkin huomattavasti haastavampi: koska julkisia hankintoja ohjaavan hankintalain mukaan yrityksillä on oltava tasapuoliset mahdollisuudet tarjota tuotteitaan ja palveluitaan, voidaan esimerkiksi puun käytön tasojen käyttämistä valintakriteereinä katsoa rikkovan tätä periaatetta. Valintakriteereissä kaikkia rakennusmateriaaleja tulisi arvioida samoista lähtökohdista, ja painottaa kokonaistaloudellisessa edullisuudessa esimerkiksi parasta hinta-laatusuhdetta ja edelleen materiaalien uusiutuvuutta ja vähähiilisyttä (Laukkanen, 2017; Leino ym., 2021), tai arkkitehtuuria ja rakennusalueen viihtyisyyttä (Leino ym., 2021).

Jos kunnan tahtotilana on käyttää puuta rakennushankkeessaan, mutta jättää tilaa eriasiaisille puun käytön ratkaisuille, voidaan hankintailmoituksen tai tarjouspyynnön kohteen kuvauksessa määritellä vain, että ”rakentamisessa on käytettävä puuta”. Nyt puun käyttö - edes vähäisissä määrin - on vähimmäisvaatimus, joka kaikkien tarjousten on täytettävä. Sen lisäksi laadullisissa valintakriteereissä voidaan palkita vähimmäisvaatimukset ylittäviä tarjouksia, toisin

sanoen nyt voidaan antaa pisteitä laajamittaisemmasta puun käytöstä, kuten esimerkiksi edellä tontinluovutuskilpailuissa. Puun käytön painoarvoa voidaan ohjata säätelemällä puun käytöstä saatavien pisteiden osuutta kaikista laatu- ja hintapisteistä sekä säätelemällä laatu- ja hintapisteiden välistä painotusta.

4.2.6 RAKENNUSVALVONTA

Rakennusluvan myöntämisen tulee perustua rakennussuunnitelman säädösten mukaisuuteen, eli Maankäyttö- ja rakennuslain ja -asetuksen, Suomen rakentamismääräyskokoelman asetusten, kunnan rakennusjärjestyksen sekä asemakaavamääräysten täyttymiseen (Huuhka, 2019; Leino ym., 2021). Näin ollen puurakentamista ja puun käytön tasojen ei voida vaatia rakennusluvassa, jos vaatimuksia siihen ei ole annettu edellä mainituissa määräyksissä.

Rakennuslupamenettelyssä voidaan käyttää ekologisia kriteereitä hinnoitteluperusteissa: esimerkiksi rakennus, joka täyttää vähähiilisyysvaatimukset, voi saada alennusta rakennusluvan käsittelymaksuun. Kannustinvaikutin voi kuitenkin olla hyvin vähäinen, sillä lupamaksun osuus hankkeen kokonaiskustannuksista on vain noin prosentin luokkaa. (Huuhka, 2019; Leino ym., 2021).

4.2.7 POIKKEAMINEN JA SUUNNITTELUTARVERATKAISU

Rakennuslupajärjestelmässä on vielä neljä oh-

	Vaatus	Pisteytys	Kannustin
Asemakaavoitus			
<i>rakennusten tulee olla rakenteiltaan pääosin puusta / rakennusten tulee olla ei-kantavilta rakenteiltaan pääosin puusta / rakennusten julkisivujen tulee olla pääosin puusta</i>	●		
<i>rakennuksen rakenteiden ollessa pääosin puusta, saa asemakaavaan merkityn kerrosalan lisäksi rakentaa 5 % rakennusoikeudesta</i>			●
Maankäyttösopimukset			
<i>jos rakennus on julkisivuiltaan pääosin puuta, voidaan jättää 20 % arvonnoususta huomioimatta; jos rakennus on ei-kantavilta rakenteiltaan pääosin puuta, voidaan jättää 50 % arvonnoususta huomioimatta; tai jos rakennus on rakenteiltaan pääosin puuta, voidaan jättää 80% arvonnoususta huomioimatta</i>			●
Tontinluovutus			
<i>rakennusten tulee olla rakenteiltaan pääosin puusta / rakennusten tulee olla ei-kantavilta rakenteiltaan pääosin puusta / rakennusten julkisivujen tulee olla pääosin puusta</i>	●		
<i>tontin käypä markkinahinta on 300 €/k-m²; jos tontille tehtävä rakentaminen on julkisivuiltaan pääosin puuta, tontin luovutushinta on 290 €/k-m²; ei-kantavilta rakenteiltaan pääosin puuta, tontin luovutushinta on 275 €/k-m²; tai rakenteiltaan pääosin puuta, tontin luovutushinta on 260 €/k-m²</i>			●
<i>rakennuksen julkisivut ovat pääosin puuta (5 pistettä), rakennuksen ei-kantavat rakenteet ovat pääosin puuta (10 pistettä), rakennuksen kantavat rakenteet ovat puuta (15 pistettä)</i>		●	
Rakennusjärjestys			
<i>uudisrakennuksen, lisärakennuksen ja uudestaan rakentamisen tulee sopeutua rakennettuun ja luonnonympäristöön rakennuksen materiaalien osalta</i>	●		

	Vaatus	Pisteytys	Kannustin
8 § Hyvä rakentamistapa: puun käytön mahdollisuutta rakentamisessa tulee tarkastella	●		
Julkinen rakentaminen			
kohteen kuvaus: rakennuksen tulee olla rakenteiltaan pääosin puusta / rakennusten tulee olla ei-kantavilta rakenteiltaan pääosin puusta / rakennusten julkisivujen tulee olla pääosin puusta	●		
laatukriteerit: rakennuksen julkisivut ovat pääosin puuta (20 pistettä), rakennuksen ei-kantavat rakenteet ovat pääosin puuta (40 pistettä), rakennuksen kantavat rakenteet ovat puuta (60 pistettä); kokonaisuudessaan jaetaan hinnan ja laadun kesken siten, että laadun osuus pisteytyksestä on 60 % (300 pistettä) ja hinnan osuus 40 % (200 pistettä)		●	
Poikkeaminen ja suunnittelutarveratkaisu			
poikkeaminen ja alueellinen poikkeaminen: luvan saamisen ehtona on puun käyttäminen rakentamisessa	●		
suunnittelutarveratkaisu ja alueellinen suunnittelutarveratkaisu: puuta on käytettävä rakentamisessa esimerkiksi alueilla, jossa se on kulttuuriympäristön säilymisen kannalta oleellista.	●		

Taulukko 2. Taulukko esittää puun käytön tasojen soveltamisen puurakentamisen edistämiseksi kunnan maankäytöllisissä keinoissa ja omissa hankinnoissaan, sekä jaottelee toimenpiteet vaatimuksiin, pisteytyksiin ja kannustimiin.

jauskeinoa, joilla kunta voi pyrkiä edistämään puurakentamista: näitä ovat poikkeaminen, alueellinen poikkeaminen, suunnittelutarveratkaisu sekä alueellinen suunnittelutarveratkaisu. Luvan saamisen ehtona voidaan edellyttää puun käyttöä rakentamisessa.

Kunta voi erityisestä syystä myöntää poikkeamispäätöksen Maankäyttö- ja rakennuslain mukaisista rakentamista koskevasta säännöksistä, määräyksistä, kielloista tai rajoituksista tietyin edellytyksin (MRL 23:171 §). Oulussa poikkeamisesta päättää Oulun kaupungin asemakaavapäällikkö (Oulun kaupunki, a). Esimerkitapauksena voidaan mainita poikkeaminen asemakaavasta rakennusoikeuden osoittamiseksi rakentamattomaksi tarkoitetulle alueelle, minkä ehtona on, että rakentamisessa käytetään pääosin puuta.

Alueellisen poikkeamisen tapauksessa kunta voi päättää, että yllä olevan tapaan poiketaan laajemmalla kuin yhden rakennuspaikan käsittävällä alueella silloin, kun kysymyksessä on asemakaava-alueella olemassa olevan asuin-, liike- tai toimistorakennuksen tilojen muuttamisesta asuinkäyttöön tai muuhun ympäristöhäiriötä aiheuttamattomaan käyttöön (MRL 23:172 §). Alueellinen poikkeaminen voisi käsittää esimerkiksi mahdollisuuden asuinkerrostalojen ullakotilojen muuttamiseksi asuintiloiksi Oulun keskustan alueella siten, että uudet rakenteet ovat puusta.

Suunnittelutarveratkaisua tarvitaan rakennusluvan myöntämiseksi Oulussa rakennusjärjestyksen liitteessä 1 rajatuilla suunnittelu-

tarvealueilla (Oulun kaupunki, 2015), jolla ei ole voimassaolevaa asemakaavaa. Suunnittelutarveratkaisu edellyttää tavallista lupamenettelyä laajempaa harkintaa luvan myöntämisen edellytyksille siten, että rakentaminen ei aiheuta haittaa kaavoitukselle tai alueiden käytön muulle järjestämiselle, on sopivaa yhdyskuntakehityksen kannalta ja maisemalliselta kannalta, eikä vaikeuta luonnon- ja kulttuuriympäristöjen säilymistä eikä virkistystarpeiden turvaamista. (MRL 19:137 §; Oulun kaupunki, b). Oulussa kaupungin asemakaavapäällikkö esittelee suunnittelutarveratkaisun yhdyskuntalautakunnalle, joka tekee päätöksen (Oulun kaupunki, a).

Puurakentamisen edellyttäminen suunnittelutarveratkaisun ehtona voi tulla kysymykseen esimerkiksi asemakaavoittamattomalla taa-jamoituvalla kyläalueella, jonka puutalovaltainen kulttuuriympäristö halutaan turvata. Mikäli ko. alueella on voimassa oikeusvaikutteinen yleiskaava, kunta voi tehdä alueellisen päätöksen suunnittelutarveratkaisusta samalla kertaa useamman kuin yhden rakennuspaikan osalta (MRL 19:137 a §).

4.2.8 TIEDON JA OSAAMISEN KASVATTAMINEN

Jotta kunta voi levittää tietoa ja osaamista puurakentamisesta sekä onnistua omissa julkisissa puurakennushankkeissaan, on kunnan omissa organisaatioissa varmistettava riittävä osaamistaso puurakentamisesta. Kunnan omia organisaatioita ovat päättäjät, rakennuttajataho (esim. Oulun tilapalvelut), käyttäjän edustajat, rakennusvalvonta

sekä pelastusviranomainen. (Laukkanen, 2017). Erityisesti päättäjillä on usein tarvetta ulkopuolisen tuottamalle objektiiviselle faktatiedolle (Palokangas, 2019). Julkisisissa rakennushankkeissa voidaan esimerkiksi käyttää ulkoisia konsultteja kunnan oman osaamisen tueksi.

Ulospäin kunta voi viestiä puurakentamisen tahtotilastaan monella tapaa. Yksi keino on lisätä tietoisuutta puurakentamisesta rakennusvalvonnan kautta. Rakennusvalvonnan palveluun kuuluu antaa asiakkaalle ennakkoneuvontaa rakentamisen lupavaatimuksista ja hyvästä rakentavasta (Huuhka, 2019). Jokainen kunnassa tehtävä rakennusprosessi kulkee rakennuslupaprosessissa kunnan rakennusvalvonnan kautta, joten käyttämällä tätä mahdollisuutta puurakentamisen tiedon jakamiseen tavoitetaan laaja joukko siitä kohderyhmästä, jolla on mahdollisuus edistää puun käyttämistä rakentamisessa. Neuvonnan vastaanottamiseen voidaan velvoittaa asemakaavamääräyksissä tai tontinluovutusehdoissa (Huuhka, 2019).

Toinen keino on laatia ohjeellisia rakentamistapaohjeita, joilla ohjataan tavoiteltavaan rakentamistapaan (Huuhka, 2019). Ohjeelliset rakentamistapaohjeet voivat Oulun tapauksessa käsittää esimerkiksi tietopaketin puun käytön tasoista sekä erilaisista rakennetyypeistä, joilla puun käyttöä voi toteuttaa rakentamisessa kullakin tasolla. Sitovuutta ohjeellisille rakentamistapaohjeille saadaan liittämällä ne esimerkiksi osaksi maankäyttösopimuksen tai tontinluovutuksen sopimusehtoja.

Ohjeellisten rakentamistapaohjeiden

lisäksi kunta voi tarjota puurakentamisen tietopankkia. Oulun rakennusvalvonta on julkaisut laatukorteiksi kutsuttuja ohjeita esimerkiksi energiatehokkuudesta ja -muodoista, korjausrakentamisesta ja paloturvallisuudesta; laatukorttisarjaa voisi täydentää puurakentamisella sekä puun käytön tasoilla.

Kunta voi myös osaltaan tukea puurakentamisen ratkaisujen kehittämistä rahoittamalla siihen liittyvää tutkimus- ja kehitystoimintaa. Julkisesti rahoitetulla tutkimus- ja kehitystoiminnalla voidaan edistää uusien ratkaisujen tuotekehitystä, joihin yrityksillä muuten ei olisi resursseja. Tutkimus- ja kehitystoiminnan rahoitusta pitäisi kohdistaa paikallisiin puurakentamisen pilotti-kohteisiin, joiden parissa paikalliset toimijat voisivat tehdä omaa tuotekehitystä pienemmillä taloudellisilla riskeillä. (Matveinen ym., 2014).

Myös kunnan koulutusyhteistyö paikallisten oppilaitosten kanssa on avainasemassa puurakentamisen osaamisen ja tiedon kasvattamiseksi. Kaikilla toimijoilla, jotka ovat mukana puurakentamisen kaavoittamisessa, suunnittelussa, luvittamisessa sekä toteuttamisessa, tulisi olla riittävä ymmärrys puurakentamisesta. (Huuhka, 2019). Puurakentamiseen liittyvää koulutusta annetaan muutamassa korkeakoulussa Suomessa, mutta on yhtä lailla tärkeää, että puurakentamisesta järjestetään myös täydennyskoulutusta rakennusalan ammattilaisille. Oulussa Oulun yliopiston Arkkitehtuurin yksikkö on vuodesta 2020 lähtien järjestänyt Nykyaikainen puurarkkitehtuuri-kurssia, joka on suunnattu maisterivaiheen arkkitehtiopiskelijoille sekä täydennyskou-

lutuksena jo ammatissa toimiville arkkitehdeille (Ahti-Virtanen, 2021). Oulun kaupungin ja Oulun yliopiston yhteistyöstä puurakentamisen edistämiseksi Oulussa on osoituksena tämä diplomityö.

Tietoisuutta puun käytön mahdollisuuksista voidaan lisätä myös jakamalla tunnustuspalkintoja hyvistä, toteutuneista puurakentamisratkaisuista. Valtakunnan tasolla jaetaan vuosittain Puupalkinto uudelle kohteelle, joka edustaa korkealaatuista, suomalaista puuarkkitehtuuria (PuuInfo, 2021); Oulun kaupunki voisi jakaa samanlaisen tunnustuspalkinnon vuosittain paikalliselle kohteelle.

4.3 SEURANTA JA ARVIOINTI

Puurakentamisen edistämiseksi tehtyjen toimenpiteiden vaikutuksen varmentamiseksi työtä on seurattava aktiivisesti: ilman seurantaa tapahtuu hyvin vähän. Asetettujen tavoitteiden täyttymistä on arvioitava, ja täyttymättömien tavoitteiden kohdalla on analysoitava, miksi tavoite on jäänyt saavuttamatta. Mahdollisessa Puurakentamisen ohjelmassa on hyvä nimetä taho, joka vastaa ohjelman seurannasta.

Erilaisten toimenpiteiden vaikuttavuutta on hyvä seurata tarkasti. Saavutetaanko kannustimilla ja pisteytyksellä riittävää edistystä puurakentamisessa, vai saavutaanko edistystä vain vaatimuksia asettamalla? Myös puurakentamisen osaamisen ja tiedon kasvattamiseen pyrkivien toimenpiteiden vaikutusta on hyvä pyrkiä arvioimaan, samoin yleistä asenneilmapiiriä puurakentamista kohtaan.

Toinen seurattava seikka on puun käytön tasojen toimivuuden arvioiminen. Ovatko tasot selkeitä käytännössä? Onko tasoja sopiva määrä? Entä osoittautuuko joku taso liian helposti tai vaikeasti toteutettavaksi siitä saatavaan hyötyyn nähden? Puun käytön tasot ovat kehitetty apuvälineeksi, jolla voidaan karkeasti jaotella erilaisia rakenneratkaisuja käytetyn puun määrän mukaan, mutta kaikissa tapauksissa ei ole välttämättä mielekästä lukittautua tasoihin 0, 1, 2 ja 3. Eri-laiset ratkaisut voivat olla sekoituksia eri tasoista tai eriasteisia ratkaisuja tasojen sisältä. Tasorajat häivyttävään liukuvaan jaotteluun voi olla mielekästä pyrkiä tilanteissa, jossa lukuisia eriasteisia

puun käytön ratkaisuja voidaan esittää selkeänä luettelona: näin on esimerkiksi tontinluovutus-kilpailujen ja tarjouskilpailujen pisteytyksissä.



5. YHTEENVETO

5.1 JOHTOPÄÄTÖKSET

Puurakentamista halutaan edistää niin Suomessa kuin maailmalla. Tahtotilan taustalla voi olla erilaisia syitä liittyen elinympäristöön, elinkeinoelämään tai erityisesti ilmastokysymyksiin: puurakentamisella on pienempi hiilijalanjälki sekä positiivinen hiilikädenjälki verrattuna betoniin ja teräkseen rakennusmateriaaleina.

Puurakentamisen osuus kaikesta uudisrakentamisesta on laskenut 2000-luvulta lähtien, mikä kuitenkin heijastelee myös muita rakentamisessa tapahtuneita muutoksia, joten puurakentamisen nykytilan selvittämiseksi tilanne on palasteltava pienempiin osiin. Puurakentamisen suhteen hyvä tilanne on esimerkiksi pientalo- ja rivitalorakentamisessa, joissa puurakentamisen osuus on lähes 90 % kaikista uudiskohteista. Toisin on asuinkerrostalojen tapauksessa: uusista kohteista vain noin 4 % on puurunkoisia. Suurin puurakentamisen kasvupotentiaali nähdään kerrostalorakentamisessa, julkisessa rakentamisessa, julkisivujen energiakorjauksissa ja lisäkerros- ja täydennysrakentamisessa, sekä näiden lisäksi hallimaisissa rakennuksissa, silloissa, ja piha- ja ympäristörakentamisessa.

Puurakentamisen osuuden kasvua rajoittavat osaamis- ja asennekapeikot. Puurakentamista on pitkään rajoitettu palomääräyksillä, minkä aikana erityisesti betonirakentaminen on vakiinnuttanut asemansa rakennusteollisuuden ytimessä. Tämän vuoksi suurten puurakennusten - kuten kerrostalojen - rakentamisessa osaamisen kärki on kapea ja prosessit kehittymättömiä, mikä

tekee siitä kustannuksiltaan noin 15-20 % vakiintunutta betonirakentamista kalliimpaa.

On arvioitu, että esimerkiksi kerrostalojen tapauksessa puurakentamisen markkinaosuuden pitäisi olla 15 % luokkaa, jotta markkina alkaisi vetää itse itseään. Koska tästä osuudesta ollaan vielä kaukana, tarvitaan julkista ohjausta puurakentamisen edistämiseksi, kun puurakentamisen osuutta halutaan kasvattaa. Ohjaamisen tulee olla väliaikaista ja oikein kohdennettua, jottei vapaata kilpailua vääristetä.

Julkista ohjausta puurakentamisen edistämiseksi harjoitetaan sekä valtion että kuntien tasolla. Valtion tasolla tärkein ohjelma puurakentamisen edistämiseksi on Ympäristöministeriön vuosina 2016-2022 toiminnassa ollut Puurakentamisen ohjelma, sekä siihen liittyvä Kasvua ja kehitystä puusta -tukiohjelma. Avainasemassa on kuitenkin erityisesti kuntien tasolla tapahtuva ohjaus: esimerkiksi Ruotsissa puurakentamisen osuus on saatu kasvuun - ja puurakentamisen kustannukset pienemmiksi - nimenomaan kuntien poliittisilla pyrkimyksillä puurakentamisen edistämiseksi. Kuntien omia puurakentamisen edistämishoelmia löytyy Suomesta esimerkiksi Espoosta ja Tampereelta sekä Ruotsista esimerkiksi Växjöstä.

Kunnan puurakentamisen ohjelma tai muu puurakentamisen edistämiseksi tähtäävä toiminta vaatii vision, jota kohti pyritään. Sen saavuttamiseksi on asetettava konkreettisia tavoitteita sekä aikataulu, joiden kautta toimien vaikutusta voidaan seurata. Ohjauskeinot voivat olla säädös-, talous- ja informaatio-ohjausta sekä

vuoropuhelua eri toimijoiden ja sidosryhmien kanssa. Kunnan konkreettisia työkaluja puurakentamisen edistämiseksi ovat muun muassa maankäytölliset keinot, kuten kaavoitus, maankäytösopimukset, tontinluovutus ja rakennusjärjestys, kunnan omat julkiset rakennushankkeet, sekä puurakentamisen tiedon ja osaamisen kasvattaminen esimerkiksi tutkimusta tukemalla ja oppilaitosyhteistyöllä.

5.1.1 TAPAUSTUTKIMUS OULU

Oulussa pilotoitiin 2000-luvun alussa eturintamassa puukerrostalorakentamista Puu-Linnanmaalle, mutta sen jälkeen suurien puurakennuskohteiden suhteen on ollut hiljaista. Vuonna 2019 oululainen kunnanvaltuutettu teki valtuustaloitteen Puurakentamisen ohjelman laatimiseksi Ouluun, jonka johdosta Oulun kaupungin Ympäristö- ja yhdyskuntapalvelut teetti tämän diplomityön selvittämään keinoja puurakentamisen edistämiseksi Oulussa.

Työn alussa asetettiin päätutkimuskysymykseksi ”Miten Oulun kaupunki voi edistää puun käyttöä rakentamisessa?” Oulun kaupungin ohjausryhmän tahtotila puurakentamisen edistämiseksi tiivistyy keskustelussa usein toistuvaan fraasiin: ”oikea materiaali oikeaan paikkaan.” Puurakentamisen edistämisen visioksi kiteytetynä tämä merkitsee sitä, että käytetään puuta siellä, missä se on mahdollista ja tarkoituksenmukaista; kaiken ei tarvitse - eikä edes voi - olla puuta. Puun käytön osuuden kasvattamiseen pyritään lisäämällä puun käyttöä asteittain pienemmissä-

kin rakennusosissa sen sijaan, että vaadittaisiin heti pelkästään kokonaisvaltaista puurakentamista.

Tätä visiota tukemaan laaditaan ohjaus-toimien apuvälineeksi puun käytön tasojaottelu, joissa puun käyttäminen rakentamisessa lisääntyy asteittain tasolta seuraavalle siirryttäessä. Tasot ovat taso 0 - puuta ei käytetä rakentamisessa juuri ollenkaan, taso 1 - puuta käytetään rakentamisessa vähän, taso 2 - puuta käytetään rakentamisessa kohtalaisesti, ja taso 3 - puuta käytetään rakentamisessa paljon. Tasojaottelua voidaan soveltaa monentyyppisiin rakennustyyppeihin ja runkojärjestelmiin. Tasojakoa ohjaavat yli 2-kerroksissa rakennuksissa palomääräykset: tasot 0, 1 ja 2 on laadittu P1-paloluokan määräykset täytäväiksi, taso 3 kuuluu luontevimmin P2-paloluokkaan.

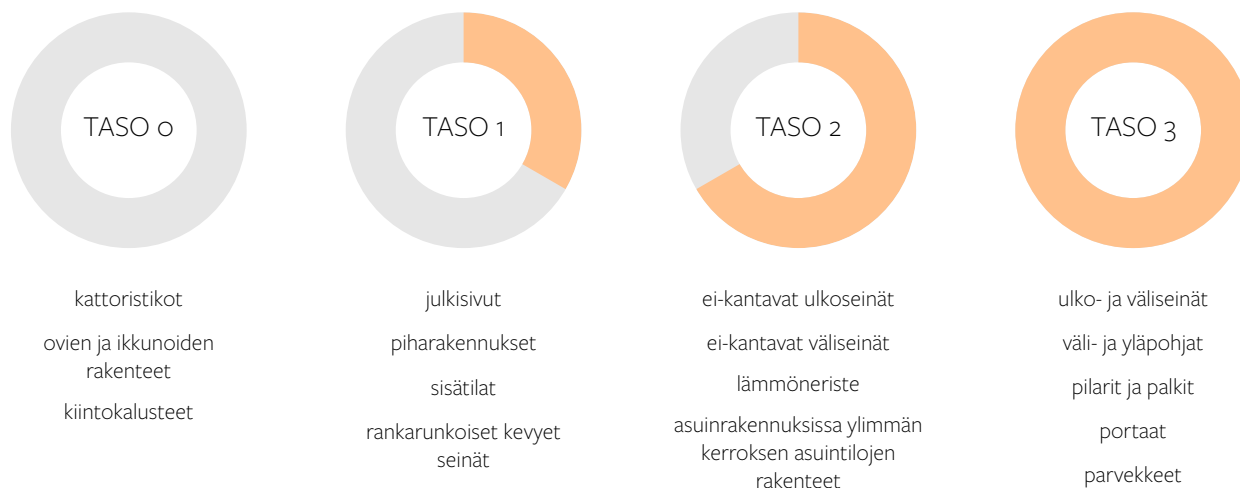
Tasolla 0 puurakenteita käytetään vain sellaisissa vähäisissä rakennusosissa, joissa se on vakiintunut tyyppillinen ratkaisu: esimerkiksi kattoristikoidissa, ikkunoiden ja ovien karmeissa sekä mahdollisesti vähäisesti sisätiloissa, esimerkiksi saunan paneloinneissa. Tasolla 1 puun käytön suhteen pyritään erityisesti puiseen ulkoasuun: puuta käytetään esimerkiksi julkisivuverhoilussa, sisätilojen pinnoissa ja sisustuksessa, kevyissä rankaseinissä sekä piharakenteissa. Tasolla 2 puhutaan hybridirakentamisesta, jossa rakenteita on sekä puusta että muista rakennusaineista: esimerkiksi kantavat rakenteet voivat olla betonista, mutta kaikki ei-kantavat väli- ja ulkoseinät sekä asuinrakennuksissa kaikki ylimmän kerroksen asuintilat ovat massiivipuurakenteisia. Tasolla 3

rakentaminen on kokonaisvaltaisesti puurakentamista, jossa kaikki kantavat ja ei-kantavat pysty- ja vaakarakenteet on toteutettu pääasiallisesti puusta. Tasojaottelua havainnollistaa kuva 35.

Oulun kaupunki voi edistää puun käyttöä rakentamisessa valitun vision näkökulmasta niin, että ohjaustoimiin sisällytetään mahdollisuus eriasteisiin puun käytön ratkaisuihin käyttäen apuvälineenä puun käytön tasoja. Velvoittavia vaatimuksia puun käytöstä - ja edelleen tiettyä puun käytön tasoa vastaavalla tavalla - voidaan käyttää

asemakaavamääräyksissä, tontinluovutusehdoissa, rakennusjärjestyksessä, julkisien hankintojen kohdekuvaauksissa sekä poikkeamismenettelyissä ja suunnittelutarveratkaisuissa. Taloudellisia kannustimia puun käytön edistämiseksi voidaan antaa asemakaavoissa, maankäyttösopimuksissa ja tontinluovutusehdoissa: kannustin voi olla sitä suurempi, mitä suurempaa puun käytön tasoa rakennuspaikan rakentamisessa käytetään. Ominaisimmillaan puun käytön tasot ovat apuvälineenä tontinluovutuskilpailujen ja julkisten hankintojen

Puuta käytetään esimerkiksi seuraavissa rakennusosissa:



Kuva 35. Kaavio esittää puun käytön tasot rakentamisessa sekä esimerkkejä puisista rakennusosista kullakin tasolla.

tarjouskilpailujen pisteytyksissä, kun arvioidaan erilaisia suunnitteluratkaisuja puun käytön näkökulmasta: yksinkertaisimmillaan suuremmasta puun käytön tasosta saa enemmän pisteitä.

Lisäksi informaatio-ohjaus on tärkeä osa keinovalikoimaa puun käytön edistämiseksi: kaupunki voi pyrkiä puurakentamisen osaamisen ja tiedon kasvattamiseen esimerkiksi rakennusvalvonnan neuvonnalla, tutkimuksen ja kehityksen tukemisella, oppilaitosyhteistyöllä sekä tarjoamalla ohjeita ja suosituksia esimerkiksi rakentamisen laatukorteilla tai ohjeellisilla rakentamista-paohjeilla.

5.2 JATKOTUTKIMUSTARPEET

Diplomityö on laadittu teoreettisessa viitekehyyksessä, jossa on lähtökohtaisesti halu lisätä puun käyttöä rakentamisessa. Valitusta näkökulmasta johtuen työssä käytetyt tutkimukset ja artikkelit ovat puurakentamisen höytyjä puoltavia, vaikka myös joitain vastakkaisia tutkimuksia ja artikkeleita esiintyy. Puurakentamisen vaikutuksista esimerkiksi ympäristökysymyksissä on tarvetta puolueettomalle tutkimustiedolle, sillä monien aihetta koskevien tutkimusten taustalta löytyy tahtoja, joilla on omat intressit mukana asiassa.

Ympäristökysymyksistä puhuttaessa ilmastomuutos - mittarina hiilidioksidin määrä ilmakehässä - on vain yksi ihmiskunnan aiheuttamista haitallisista ilmiöistä. Toinen uhkakuva on luonnon monimuotoisuuden väheneminen, ja puurakentamisen raaka-ainetta tuottavat talousmetsät voivat osaltaan vaikuttaa tilanteeseen: nykyisellään metsäluonnon monimuotoisuutta heikentää eniten juuri metsätalous. Toisaalta luonnon monimuotoisuutta heikentää myös ilmastomuutos, jota puurakentamisella on mahdollista hidastaa. Luonnon monimuotoisuuden säilymisen kannalta avainasemassa on metsänhoidossa eri-ikäinen metsänkasvatusta, mikä voi olla myös taloudelliselta tulokseltaan vertailukelpoinen tasaikäisen metsänkasvatuksen kanssa. (Luonnonvarakeskus).

Tarkempaa tutkimustietoa tarvitaan siis paitsi puurakentamisen vaikutuksesta ilmastomuutokseen, myös sen vaikutuksesta luonnon monimuotoisuuden häviämiseen. PEFC:n kunta-

päättäjille tekemässä kyselyssä valtaosa vastaajista toivoivat, että puurakentamisessa otettaisiin huomioon puun vastuullinen alkuperä ja metsien kestävä kehityksen tavoitteet (Kylmäaho, 2019).

Diplomityössä esitetty tilannekuva puurakentamisesta pohjautuu työn tekoheikellä vallitsevaan tilanteeseen muun muassa puurakentamisen osuuden, alan toimijoiden ja koulutuksen, tuotannossa olevien puurakennusosatuotteiden sekä lainsäädännön osalta.

Nykypäivän puukerrostaloissa tai muiden suurien puukohteiden rakentamisessa yleisesti käytettävistä massiivipuista insinööripuutuotteista ei ole vielä järin pitkää tutkimustietoa: Suomen ensimmäinen CLT-talo valmistui vuonna 2010 (Suomen asuntomessut, 2016), ja Suomen ensimmäinen CLT:tä valmistava tuotantolaitos aloitti toimintansa vuonna 2016 (Leuku, 2021). Näin ollen esimerkiksi CLT:ssä käytettävän liiman käyttäytymisestä ja ympäristöystävällisyydestä ei ole riittävä tutkimustietoa koko rakennuksen elinkaaren ajalta. Samoin esimerkiksi puujulkisivujen palonsuojamaalit ovat olleet käytössä vasta verrattain lyhyen aikaa, joten niidenkin osalta tarvitaan tutkimustietoa ympäristöystävällisyydestä ja VOC-päästöistä koko rakennuksen elinkaaren ajalta.

Lainsäädännön osalta diplomityön konseptisuunnitelmat puun käytön tasoista linkittyvät vahvasti työn tekoheikellä voimassa oleviin rakentamisen palomääräyksiin. Viimeisen reilun kymmenen vuoden aikana rakentamisen palomääräykset erityisesti puun käytön suhteen ovat muuttuneet merkittävästi useita kertoja. Onkin

siis odotettavaa, että kehitys jatkuu samanlaisena, ja muutoksia saattaa tulla esimerkiksi puurakenteiden palonsuojaukseen ja puurakennusten sallittuihin korkeuksiin, kerroslukuihin, henkilömääriin ja palo-osaston kokoihin.



6. LÄHTEET

LÄHTEET

Ahti-Virtanen, J. (24.11.2021). *Puurakentamisen taidot ja materiaalit kehittyvät: Puusta voisi tehdä enemmänkin*. Projektituutiset. <https://www.projektuutiset.fi/puurakentamisen-aidot-ja-materiaalit-kehittyvat-puusta-voisi-tehda-enemmankin/>

Alatulkila, T. (2021). *Stakeholder involvement in inter-organizational project networks : a case study of wood construction policy formulation* [diplomityö, Oulun yliopisto]. Jultika Oulun yliopiston julkaisusarja. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:oulu-202109159002>

Annala, P. (2019). *Julkisivumarkkinat muutoksessa*. Betoni-lehti, 89(3). Betoniteollisuus ry.

Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus (2020). *Käynnistysavustus vuokra-asuntojen rakentamiseen*. Päivitetty 11.2.2021. https://www.ara.fi/fi-FI/Lainat_ja_avustukset/Muut_avustukset/Kaynnistysavustus_vuokraasuntojen_rakentamiseen

Bionova Oy (2017). *Tiekartta rakennuksen elinkaarren hiilijalanjäljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauksessa*.

Climate Joensuu (2019). *Kohti vähähiilistä rakentamista*. Haettu 3.6.2021 osoitteesta <https://climatejoensuu.fi/-/teot-kohti-vahahiilista-rakentamista>

ePuu (julkaisuaika tuntematon). *Hankkeeseen*

ryhtyminen. Haettu 21.1.2022 osoitteesta <https://epuu.fi/hankkeeseen-ryhtyminen/>

Espoon kaupunki (2014). *Puurakentamisen edistämishjelma vuosille 2014 - 2020*.

Heino, P. (2019). *Tausta-aineistoa puurakentamisen keskusteluun*. Ympäristöministeriö.

Heino, P. & le Roux, S. (12.12.2020). *Puurakentaminen ja ilmastoviisas rakentaminen sekä sen ohjaus, vähähiilinen kaavoitus ja rakentaminen sekä hankintojen kehittäminen vähähiilisemmiksi* [seminaariesitelmä]. Ilmastoviisasta rakentamista -seminaari, Oulu, Suomi. https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/wp-content/uploads/2021/03/Petri_Heino.pdf

Heräjärvi, H., Kettunen, L., Murtovaara, I. (toim.) (2014). *Uudistuvat puutuotealvet ja puunhankintaratkaisut (PUU) - Tutkimus- ja kehittämishjelman keskeiset tulokset*. Metsäntutkimuslaitos. <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2014/mwp284.htm>

Huuhka, S. (2019). *Talonrakentamisen hiilineutraaliuden ohjaaminen Tampereen Hiedanrannassa kiertotalouden keinoin*. Ekokumppanit Oy. <https://ekokumppanit.fi/wp-content/uploads/cicrhubs-talonrakentamisen-hiilineutraaliuden-ohjaaminen-tampereen-hiedanrannassa-kiertotalouden-keinoin.pdf>

Häkkinen, T. & Vares, S. (2018). *Rakennusten khk-päästöjen ohjauksen vaikutusten arviointi*. Tek-

nologian tutkimuskeskus VTT Oy.

Hänninen, P., Cronhjort, Y. (2010) *Honkasuo ekokriteerit*. Aalto-yliopisto. https://www.energia-tehokaskoti.fi/files/245/Honkasuon_ekokriteerit_liite20.pdf

Kankaala, K., Inha, L., Järventausta, A., Välimäki, P., Peltola, M., Laurila, J., Seppänen, E., Nieminen, E. (2020). *Hiihlineutraali Tampere 2030 - tiekartta*. Tampereen kaupunki.

Karelia (a) (julkaisuaika tuntematon). *Puurakentaminen*. Haettu 3.6.2021 osoitteesta <https://rakentaminen.karelia.fi/puurakentaminen/>

Karelia (b) (julkaisuaika tuntematon). *Kohti vähähiilistä rakentamista – Joensuu Wood City*. Haettu 3.6.2021 osoitteesta <https://rakentaminen.karelia.fi/tutkimus/kohti-vahahiilista-rakentamista-joensuu-wood-city>

Karjalainen, M. (2017). *Puukerrostalojen asukas- ja rakennuttajakysely 2017 - Loppuraportti* 11.6.2017. http://www.tts.fi/files/1138/Puukerrostalojen_asukas-_ja_rakennuttajakysely_2017.pdf

Kiiskinen, T. (2021). *Puutuoteteollisuuden toimiala-raportti*. Työ- ja elinkeinoministeriö. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-595-9>

Korkia Consulting Oy (2020). *Puurakentamisen ohjelman kehittävä väliarviointi 2020-2021*.

Kuittinen, M. & le Roux, S. (2017). *Vähähiilisen rakentamisen hankintakriteerit*. Ympäristöministeriö. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80654/YO_2017_Vahahiilisen_rakentamisen_hankintakriteerit.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Kuntaliitto (a) (julkaisuaika tuntematon). *Maankäytösopimukset*. Haettu 13.1.2022 osoitteesta <https://www.kuntaliitto.fi/tilastot-ja-julkaisut/verkko-opaat/maapolitiikan-opas/maapolitiikan-keinot/maankayttosopimukset>.

Kuntaliitto (b) (julkaisuaika tuntematon). *Kuntien tontinluovutus ja valtioneukisäädösten huomioinnottaminen*. Haettu 17.2.2022 osoitteesta <https://www.kuntaliitto.fi/tilastot-ja-julkaisut/verkko-opaat/maapolitiikan-opas/maapolitiikan-keinot/tonttien-luovuttaminen/kuntien-tontinluovutus-ja-valtioneukisaaadosten-huomioinnottaminen>

Kylmäaho, J. (2019.) *Vastuullisuus ja puun alkupe-
rä kuntien puurakentamisessa - tiivistelmä Kunta-
päättäjät ja puurakentaminen tutkimuksesta*. PEFC
Suomi, Kantar TNS Oy.

Laapotti, S. (7.12.2020). *Rakennetaanko puusta vai rahasta – puu taipuisi moneen, mutta rahayhtälö sakkaa*. Unit-lehti. <https://www.tuni.fi/unit-magazine/artikkelit/rakennetaanko-puusta-vai-rahasta-puu-taipuisi-moneen-mutta-rahayhtalo-sakkaa>

Laine, J., Puustinen, T., Talvitie, I., Junnila, S. (2021). *REAL2030 - loppuraportti*. Aalto-yliopiston julkaisusarja. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-64-0267-3>

Lane, T. (2012). *Designing a dancefloor: Ramboll's new moves*. <https://www.building.co.uk/focus/designing-a-dancefloor-rambolls-new-moves/5033378.article>

Laukkanen, M. (toim.) (2012). *Puheenvuoroja puurakentamisesta*. Puuinfo Oy

Laukkanen, M. (toim.) (2017). *Puu - Opas julkisiin hankintoihin*. Puutuoteteollisuus ry, Puuinfo Oy.

Leino, R., Jäätvuori, L., Komulainen, A., Salonen, H., Laurila, A. (2021). *Puurakentaminen tasavertaiseksi vaihtoehdoksi kaupungin suunnitteluprosessia kehittämällä -Työkirja puurakentamisen ominaisuuksista ja ohjaamisesta*. <https://www.jarvenpaa.fi/files/3f9ee7fd8b9b578bec37984e42f311f252eaa6f9/puurakentaminen-tasavertaiseksi-vaihtoehdoksi-kaupungin-suunnitteluprosessia-kehittamalla.pdf>

Leuku, K. (2021). *CLT-rakentamisen kehittäminen - Pientalo: Detalji-kirjasto* [opinnäytetyö, LAB-ammattikorkeakoulu]. Theseus ammattikorkeakoulujen julkaisuarkisto. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202104235558>

Luonnonvarakeskus (julkaisuaika tuntematon). *Metsien monimuotoisuus*. Haettu 13.2.2022 osoit-

teesta <https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvarois-ta/metsa/metsien-monimuotoisuus/>

Lättilä, H. (9.4.2021). *Vahanan uskoo markkinarakoon hybridikerrostaloissa*. Rakennuslehti, 55(12).

Maankäyttö- ja rakennuslaki [MRL] 5.2.1999/132. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Matveinen, M., Tiainen, K. (toim.) (2014). *Biotalous innovaatioympäristöt – Puurakentaminen* [julkaisu, Karelia-ammattikorkeakoulu]. Theseus ammattikorkeakoulujen julkaisuarkisto. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-275-132-4>

Mononen, L. (2016). *Betonirunkoisen ja CLT-runkoisen asuinkerrostalon rungon kustannusvertailu* [opinnäytetyö, Karelia-ammattikorkeakoulu]. Theseus ammattikorkeakoulujen julkaisuarkisto. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201604144386>

Mäkikyrö, T. (5.11.2015). *Uudenlainen rakennusvalvonta lisäarvon tuottajana*. Rakennuslehti. <https://www.rakennuslehti.fi/blogit/uudenlainen-rakennusvalvonta-lisaarvon-tuottajana/>

Määttä, K., Hietala, J., Jutila, K. (2016). *Puurakentaminen: sääntelyn kapeikot ja kehittämismuutokset*. Pellervon taloustutkimus PTT.

Mölsä, S. (25.3.2021). *Analyysi: Puurakentaminen on liian kallista, siksi sen edistämiseksi siirryttiin pakoon*. Rakennuslehti. <https://www.rakennuslehti.fi/>

fi/2021/03/analyysi-puurakentamista-on-edistetty-yli-25-vuotta-mutta-vasta-pakko-tuotti-tulosta

Oulun kaupunki (2015). *Oulun kaupunki suunnittelutarvealueet 28.10.2015*. https://www.ouka.fi/c/document_library/get_file?uuid=ea5c97a2-0732-487e-8746-6c95652b900a&groupId=486338

Oulun kaupunki (2017). *Oulun kaupungin rakennusjärjestys*. <https://www.ouka.fi/documents/486338/o/Rakennusj%C3%A4rjestys+1.9.2017.pdf/031a1d8e-2a24-42dd-bee3-e194d630559c>

Oulun kaupunki (2021). *Puurakentamisen ohjelma Ouluun, vastaus valtuustoaloitteen*. Oulun kaupungin kuulutusten ja päätöksenteon verkkopalvelu. http://asiakirjat.ouka.fi/ktwebbin/dbisa.dll/ktwebscr/pk_asil2_tweb.htm

Oulun kaupunki (a) (julkaisuaika tuntematon). *Säännökset*. Haettu 3.2.2022 osoitteesta <https://www.ouka.fi/oulu/kaupunkisuunnittelu/saannokset>

Oulun kaupunki (b) (julkaisuaika tuntematon). *Poikkeaminen ja suunnittelutarveratkaisu*. Haettu 3.2.2022 osoitteesta <https://www.ouka.fi/oulu/kaupunkisuunnittelu/poikkeamisluvat>

Paavola, H. (2019). *Puurakentamisen ohjelman kehittävä väliarviointi*. WitMill Oy

Pajakkala, P. (5.11.2020). *Rakentamisen näkymät - puurakentamisen näkökulma* [webinaariesitelmä]. Puupäivä 2020 -webinaari, Suomi. <https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2020/11/Rakentamisen-ja-puurakentamisen-nakymat-Pekka-Pajakkala-5.11.2020-Puupaiva-webinaari.pdf>

Palokangas, T. (2019). *Julkisen puurakentamisen edistäminen kunnallisessa päätöksenteossa* [maisterin tutkielma, Helsingin yliopisto]. Helda / E-thesis -julkaisuarkisto. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:huilib-201910153671>

Poikajärvi, M. (2017). *Puurakentamisen uusi aika - hybridirakenteet* [julkaisu, Lapin ammattikorkeakoulu]. Theseus ammattikorkeakoulujen julkaisuarkisto. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201704285672>

PuuInfo (a) (2020). *Monikerroslevy (CLT)*. Haettu 2.9.2021 osoitteesta <https://puuinfo.fi/puutieto/insinoorituotteet/monikerroslevy-clt/>

PuuInfo (b) (2020). *Viilupuu (LVL)*. Haettu 9.9.2021 osoitteesta <https://puuinfo.fi/puutieto/insinoorituotteet/viilupuu-lvl/>

PuuInfo (c) (2020). *Puun käyttö P1-paloluokan rakennuksissa*. Haettu 2.9.2021 osoitteesta <https://puuinfo.fi/suunnittelu/maaraykset/puun-kaytto-p1-paloluokan-rakennuksissa/>

PuuInfo (2021). *Puupalkinto*. Haettu 11.2.2022 osoitteesta <https://puuinfo.fi/arkkitehtuuri/puu->

palkinto/

Rakennusteollisuus (julkaisuaika tuntematon). *Rakennettu ympäristö ja ilmastonmuutos*. Haettu 5.7.2021 osoitteesta <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Materiaalitehokkuus/>

Rinne, R. (2021). *Puusta ja betonista - moderni hybridikerrostalo* [diplomityö, Tampereen yliopisto]. Trepo-julkaisuarkisto. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202104273753>

Rättilä, M. (18.5.2021). *Puukerrostalon pilottihanke tulossa Ranta-Toppilaan – valmistuu pitkälle tehtaassa*. Kaleva. <https://www.kaleva.fi/puukerrostalon-pilottihanke-tulossa-ranta-toppilaa/3614189>

Siniranta, J., Suikka, A., Betoniteollisuus ry (2011) *Betonielementtien toleranssit 2011*. Rakennustieto.

Sipiläinen, I. (2020). *Katsaus teolliseen puurakentamiseen – puuelementit*. Työ- ja elinkeinoministeriö. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-510-2>

Sjöblom, L., Stambej, T., Olsen, S. (2019). *Espoon kaupungin kestävän energian ja ilmaston toimintasuunnitelma (SECAP)*. Benviroc Oy.

Suomen asuntomessut (2016). *CLT-rakentaminen messualueella ja puurakentamisen tuomat mahdollisuudet*. Haettu 12.2.2022 osoitteesta <https://vanha.asuntomessut.fi/ajankohtaista/clt-rakentaminen-messualueella-puurakentamisen-tuo->

mat-mahdollisuudet/

Suomen metsäkeskus (julkaisuaikakohta tuntematon). *Ratkaisu on puussa*. Haettu 3.6.2021 osoitteesta <https://www.metsakeskus.fi/fi/hankkeet/ratkaisu-on-puussa>

Tampereen kaupunki (2020). *Puurakentamisen edistämishjelma 2016-2020 - loppuraportti*.

Tampereen kaupunki (2021). *Puurakentamisen ohjelma*. Haettu 4.6.2021 osoitteesta <https://www.tampere.fi/smart-tampere/kestava-tampere-2030-ohjelma/puurakentamisen-ohjelma.html>

Tompuri, V. (18.11.2016) *Puukerrostalo tulee betonitaloa kalliimmaksi – tappiotyöt karkottaneet rakentajia*. Rakennuslehti. <https://www.rakennuslehti.fi/2016/11/puukerrostaloa-tulee-betonitaloa-kalliimmaksi-tappioiden-pelko-karkottaa-rakentajia/>

Valkama, A. (2017). *Puun ja betonin yhdistäminen asuinkeuhkorakentamisessa* [opinnäytetyö, Hämeen ammattikorkeakoulu]. Theseus ammattikorkeakoulujen julkaisuarkisto. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2017112818621>

Valtioneuvosto (2019). *Pääministeri Sanna Marinin hallituksen ohjelma 10.12.2019: Osallistava ja osaava Suomi - sosiaalisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä yhteiskunta*. Valtioneuvoston julkaisu 2019:31.

Virranniemi, G. (1.4.2019). *Oulu oli ennen puukerrostalojen rakentamisen eturintamassa, nyt buumi on palaamassa takaisin – ”Tulevaisuus on puurakentamisessa”*. Kaleva. <https://www.kaleva.fi/oulu-oli-ennen-puukerrostalojen-rakentamisen-eturi/1723418>

Växjön kunta (2018). *Växjö – Europas första Moderna Trästad - Med hållbarhet som grund i byggande*.

Wadskog, A., Wendel, M. (2020). *Tre kommuners påverkan på träbyggnation - En grundläggande träbyggnadsstrategi för kommuner i Sverige* [opinnäytetyö, Jönköpingin yliopisto]. DiVA-portaali. urn:nbn:se:hj:diva-50316

Ylä-Anttila, K. (toim.), Oinas, E., Tamminen, P., Somelar, D., Karjalainen, M. (2020). *Puurakentamisen edistämisen ja ohjauksen keinot kaavoituksessa -opas*. Suomen metsäkeskus.

Ympäristöministeriö (2020). *Julkisen puurakentamisen kansalliset tavoitteet - puurakentamisen toimenpideohjelma 2016-2022*.

Ympäristöministeriö (a) (julkaisuaika tuntematon). *Ilmastoviisasta rakentamista - Miksi Suomi pitää rakentaa puusta?*.

Ympäristöministeriö (b) (julkaisuaika tuntematon). *Puurakentamisen ohjelma*. Haettu 2.6.2021 osoitteesta <https://ym.fi/puurakentaminen>

Ympäristöministeriö (c) (julkaisuaika tuntematon).

Kasvua ja kehitystä puusta -tukiohjelma. Haettu 2.6.2021 osoitteesta <https://ym.fi/kasvua-ja-kehitysta-puusta-tukiohjelma>

Ympäristöministeriö (d) (julkaisuaika tuntematon). *Vähähilisen rakentamisen tiekartta*. Haettu 3.6.20201 osoitteesta <https://ym.fi/vahahiilisen-rakentamisen-tiekartta>

Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170848>

KUVALÄHTEET

Työssä käytetyt kuvat ovat ovat tekijän itsensä ottamia tai laatimia, jollei toisin mainita. Muista lähteistä otettujen teoskynnysten ylittävien kuvien käyttöön on kysytty lupaa.

KUVA 1. Pajakkala, P. (5.11.2020). *Rakentamisen näkymät - puurakentamisen näkökulma* [webinaari-esitelmä]. Puupäivä 2020 -webinaari, Suomi. s.6. <https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2020/11/Rakentamisen-ja-puurakentamisen-nakymat-Pekka-Pajakkala-5.11.2020-Puupaiva-webinaari.pdf>

KUVA 5. Arkkitehdit Soini & Horto (julkaisuaika tuntematon). *Keilaniemen Portti - Espoo* [havainnekuva]. Haettu 15.10.2021 osoitteesta http://www.soinihorto.fi/wp-content/uploads/2020/04/ASH_K10-2000x1333.jpg

KUVA 6. Wide Visuals (julkaisuaika tuntematon). *Vuoreksen nollaenergiakortteli* [havainnekuva]. Haettu 15.10.2021 osoitteesta <https://luoarkkitehdit.fi/wp-content/uploads/2020/02/vuoreksen-nollaenergiakortteli-1512x1080.jpg>

KUVA 7. Sweco Architects (julkaisuaika tuntematon). *Växjö stations- och kommunhus* [havainnekuva]. Haettu 15.10.2021 osoitteesta [https://www.vaxjo.se/images/18.27a11b751674dd3efcd4e396/1543495324725/V%C3%A4xj%C3%B6-Stn-Kmh_mor-](https://www.vaxjo.se/images/18.27a11b751674dd3efcd4e396/1543495324725/V%C3%A4xj%C3%B6-Stn-Kmh_mor-gon_181113-03A.JPG)

[gon_181113-03A.JPG](https://www.vaxjo.se/images/18.27a11b751674dd3efcd4e396/1543495324725/V%C3%A4xj%C3%B6-Stn-Kmh_mor-gon_181113-03A.JPG)

KUVA 13. Kuvatoimisto Kuvio Oy (2018). *Paperitehtaankatu5*. Haettu 11.11.2021 osoitteesta <https://kuvio.app.box.com/s/d3kk3j6qcmmqjmh25xmf4hasd7hmttoz/file/882719794552>

KUVA 15. SeppVei (2014). *Kastellin monitoimitalon rakenteita Oulun Kontinkankaalla*. Haettu 24.11.2021 osoitteesta https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/35/Kastelli_Community_Centre_2014092807.JPG/1280px-Kastelli_Community_Centre_2014092807.JPG. CCo: <https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>

KUVA 17. Fogelström, O. (2014). *Skagershuset 03*. Haettu 30.9.2021 osoitteesta http://olafogelstrom.se/content/1.arkitektur/24.skagershuset/skagershuset_03.jpg

KUVA 19. Lukkaroinen Arkkitehdit Oy (2021). *Keravanjoen monitoimitalo*. Haettu 24.11.2021 osoitteesta https://static.wixstatic.com/media/fo2e5e_e479f9026b364464a2513b3d01ae8ceb-mv2.jpg/v1/fill/w_2152,h_1435,al_c,q_90/fo2e5e_e479f9026b364464a2513b3d01ae8ceb-mv2.webp

KUVA 20. Lukkaroinen Arkkitehdit Oy (2021). *Keravanjoen monitoimitalo*. Haettu 24.11.2021 osoitteesta https://static.wixstatic.com/media/fo2e5e_e2a87460fe3341ffae9dc8bc5e3f4ef5-mv2.jpg/v1/fill/w_2152,h_1435,al_c,q_90/fo2e5e_e2a87460fe3341ffae9dc8bc5e3f4ef5-mv2.webp

KUVA 22. Tauriainen, R. (3.9.2021). *Hirsihovi aukeaa asukkaille lokakuussa – kaikki asunnot on jo vuokrattu*. Iijokiseutu. Haettu 30.9.2021 osoitteesta https://crop.kaleva.fi/C6eEij4BLCn6LuipGKsQeEAbty8=/2600x1733/smart/https%3A//lorien-media-prod.s3.amazonaws.com/images/archive/2021/08/31/2021.08.31.12.22.19_neo-6140000.jpg

KUVA 24. Piirainen, M. (2020). *Pudasjärven Hirsihovi on hybridirakentamista parhaimmillaan*. Haettu 24.11.2021 osoitteesta https://d76yt12idvq5b.cloudfront.net/file/dl/i/KOsHPQ/dLboMK58c-DAW_VzBqW_EVA/Hybridirakenne-leikkauskuva.jpg

KUVA 25. Byggmästar, T. (2020). *Närpiön komean CLT-koulun asennus sujui jopa suunniteltua nopeammin, vaikka ahtaus toi haasteita*. Haettu 24.11.2021 osoitteesta https://hoisko.fi/wp-content/uploads/2021/08/narpion_koulu_10_asennusta_CLT.jpg.png

KUVA 27. JVR-Rakenne Oy (2021). *Puukuokka 1*. Haettu 24.9.2021 osoitteesta https://www.jvr.fi/app/uploads/2021/04/jvr-rakenne_1080_Puukuokka_-1.jpg

KUVA 29. Imatran kuvapankki (julkaisuaika tuntematon). *Mansikkalan koulukeskus, Suomen suurin puukoulu*. Haettu 24.11.2021 osoitteesta <https://imatra.kuvat.fi/kuvat/Opiskelu%20ja%20kasvatus%20-%20Studies%20and%20training/Koulut%20-%20Schools/Mansikkalan%20koulukeskus%2C%20Suomen%20suurin%20puukoulu/>

[Mansikkalan%20koulukeskus%20%2821%29.jpg?img=full](https://imatra.kuvat.fi/kuvat/Opiskelu%20ja%20kasvatus%20-%20Studies%20and%20training/Koulut%20-%20Schools/Mansikkalan%20koulukeskus%2C%20Suomen%20suurin%20puukoulu/Mansikkalan%20koulukeskus%20%2821%29.jpg?img=full)

KUVA 30. Imatran kuvapankki (julkaisuaika tuntematon). *Mansikkalan koulukeskus, Suomen suurin puukoulu*. Haettu 24.11.2021 osoitteesta <https://imatra.kuvat.fi/kuvat/Opiskelu%20ja%20kasvatus%20-%20Studies%20and%20training/Koulut%20-%20Schools/Mansikkalan%20koulukeskus%2C%20Suomen%20suurin%20puukoulu/Mansikkalan%20koulukeskus%20%2825%29.jpg?img=full>

KUVA 32. Lane, T. (2012). *Designing a dancefloor: Ramboll's new moves*. Haettu 3.9.2021 osoitteesta https://d3sux4fmh2nu8u.cloudfront.net/Pictures/780xany/8/8/5/1718885_oec05.jpg

KUVA 33. Karjalainen, M. (7.4.2016) *Suomalaisen puurakentamisen asema ja mahdollisuudet* [seminariesitelmä]. Pilke Cafe 360°-tilaisuus, Helsinki, Suomi. <https://www.tiedekeskus-pilke.fi/assets/pdf-tiedostot/Pilke-Cafe360-Suomalaisen-puurakentamisen-asema-ja-mahdollisuudet-Markku-Karjalainen-7.4.2016.pdf>. s. 31.

