

OPAS

LAB-AMMATTIKORKEAKOULUN JULKAISUSARJA, OSA 49

PUUKERROSTALON TILAAMISEN KEHITTÄMISEEN

KIMMO LIIMATAINEN, JUHANI PIRINEN, TOPI HUHTANEN, TIMO LEHTOVIITA & ANTTI TERVO



LAB-ammattikorkeakoulun julkaisusarja, osa 49

Vastaava toimittaja: Minna Suutari

Tekninen toimittaja: Johanna Kiviluoto

Taitto: Oona Rouhiainen

ISSN 2670-1928 (PDF)

ISBN 978-951-827-418-9 (PDF)

Lahti, 2022

Kannen valokuva: Auerniitty, M. 2019. As Oy Jyväskylän Puukuokka. Puuinfo: Kuvapakki. Viitattu 29.8.2022. Saatavissa <http://kuvapakki.puuinfo.fi/node/793>

SISÄLLYS

JOHDANTO	5
YLEISTÄ	6
Puukerrostalorakentamisen lisäarvoja, miksi puusta?	7
Suuruuden ekonomia	8
Pienyyden ekonomia	8
Puukerrostalojen runkoratkaisut	9
Hankkeen tavoitteiden ja muiden tekijöiden lukitsemisen vaikutus	10
Suunnitteluprosessivaihtoehtoja	13
RAKENNUSHANKKEEN KUSTANNUKSET JA ILMASTOVAIKUTUKSET	16
Rakennushankkeiden kustannuserot	16
Rakennushankkeen elinkaarikustannukset	20
Investointi- ja elinkaarikustannusten vaikutus päätöksentekoon	22
Puu- ja betonikerrostalojen kustannuserot	24
Rakennushankkeen ilmastovaikutukset	25
Hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki	26
HANKINTAPROSESSEISTA	28
Hankintamuodot [hankemuodot]	30
Kilpailullinen neuvottelumenettely	31
Kilpailullisen neuvottelumenettelyn kulku	31
Määrän vaikutus	32
Hankemuodon valinta	32
LAADUN ARVIOINNISTA JA PAINOTUSMENETELMISTÄ	34
Puurakentamisen laadunarvioinnissa käytettyjä kriteerejä	35
PUUKERROSTALON SUUNNITTELU	38
Rakentamiselle ja suunnittelulle asetettavat vaatimukset	38
yleiset vaatimukset	38
olennaiset tekniset vaatimukset	39
Tietomallinnus rakennushankkeessa	44
Tietomallipohjainen talonrakennushanke	44
Tietomallinnukselle asetettavat vaatimukset	45
LÄHTEET	50
LIITTEET	52



JOHDANTO

Päijät-Hämeessä ja Lahdessa on havaittu, että puisten kerrostalojen ja julkisten rakennusten urakkatarjouksia on ollut vaikea saada. Syytä ei ole kyetty paikallistamaan. Lahden kaupungin tahtotila on kuitenkin jo pitkään ollut vahvasti puurakentamisen puolesta. Jotta tahtotila saataisiin käytäntöön on esteet löydettävä ja toimintamalleja kehitettävä siten, että puurakentaminen saadaan alueella laajemmin käyntiin.

Tämä opas on osa Ympäristöministeriön rahoittamaa puukerrostalon tilaamisen kehityshanketta. Hankkeessa etsittiin syitä tarjousten saamisen esteille ja tutkittiin tilaamisprosessien kehittämismahdollisuuksia siten, että mahdollistettaisiin puukerrostalojen rakennustekniikan kehittyminen ja puukerrostalorakentamisen yleistyminen Lahden seudulla. Puusta rakentamiselle on osoitettavissa perusteltavissa olevia hyötyjä rakennustuotannon, ilmaston ja sisäilman kannalta.

Oppaassa pohditaan hankkeiden koon vaikutusta puurakennustekniikan kehittymiseen ja tarjoushalukkuuteen. Siinä sivutaan myös yleisimpiä tällä hetkellä käytössä olevia puurakennusten rakennustekniikoita. Rakennuskustannusten muodostumista ja niiden liittymistä erityisesti puurakennustekniikkaan pohditaan oppaassa niin ikään esimerkiksi sääsuojausten kannalta. Puurakennusten elinkaarikustannuksia, puu- ja betonirakennusten eroja sekä rakennushankkeen ilmastovaikutuksia eli hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen muodostumista sivutaan myös.

Olellainen osa opasta on erilaisissa hankinta-prosesseissa tehtävien päätösten vaikutukset tarjousasiakirjojen ja suunnitelmien tarkkuuteen sekä suunnitelmien tarkkuuden vaikutus tarjoajien mahdollisuuksiin ehdottaa omia ratkaisujaan ja sitä kautta tarjoajien tarjoushalukkuuteen sekä tarjouksen hinnan muodostumiseen.

Oppaassa sivutaan myös suunnittelunohjauksen ja suunnitteluvastuun kysymyksiä. Oppaassa käydään läpi muutamia julkisten hankintojen hankintatapoja, kokonaistaloudellisen edullisuuden arviointia, hinnan ja laadun yhdistämisen problematiikkaa sekä pohditaan hankemuotojen vaikutuksia hankkeen järjestämiseen ja vastuunjakoon.

Oppaan lopussa käsitellään tietomallinnettavan hankkeen vaikutusta tilaajan prosessiin, vaikutuksia tilaajan päätöksentekoprosessiin sekä valotetaan hyötyjä, joita tietomallintamisella hankkeissa tavoitellaan.

Oppaassa käydään läpi erityisesti puurakennusten suunnittelussa huomioitavia näkökulmia. Teknisesti näkökulmat käydään läpi Suomen rakentamismääräyskokoelman mukaisten olennaisten teknisten vaatimusten pääotsikkotasolla niiltä osin kun ne liittyvät nimenomaan puurakentamiseen.

Oppaassa ei käydä rakennushankkeen prosessia kokonaisuudessaan läpi, koska hankkeiden toteutusvaiheissa ei tilaajan rakennuttamisprosessissa liene löydettävissä suuria eroja rakennusmateriaalien perusteella.

Lopussa oppaan sisältöä vedetään yhteen, tehdään päätelmiä ja ehdotetaan ensisijaisia toimintamalleja.

Oppaan ovat pääasiallisesti kirjoittaneet arkkitehti **KIMMO LIIMATAINEN** ja TkT **JUHANI PIRINEN**. Akustiikan osalta tekstiä on pääosin kirjoittanut insinööri **TOPI HUHTANEN**. Kantavien rakenteiden ja rakennetyyppien osalta sisältöä on täydentänyt opiskelija **ANTTI TERVO**. Tietomallinnusta (BIM) koskevan osion on pääosin kirjoittanut DI **TIMO LEHTOVIITA**.

Kirjoittajat kiittävät hankkeeseen nimettyä LAB-ammattikorkeakoulun projektiryhmää, jossa jäsenenä olivat:

- **Kimmo Liimatainen, yliopettaja/projektipäällikkö,**
- **Kirsi Taivalantti, teknologia yksikön johtaja,**
- **Leena Jormanainen, lehtori/asiantuntija,**
- **Timo Lehtoviita, lehtori/asiantuntija,**
- **Jussi Kuusela, lehtori/asiantuntija,**
- **Topi Huhtanen, projektisuunnittelija,**
- **Antti Tervo, projektityöntekijä,**
- **Jarmo Laukkanen, TKI-päällikkö**
- **Kirsi Laaksonen, LUT-Yliopisto, taloussuunnittelija**

Lisäksi kiitetään hankkeen ohjausryhmää arvokaista kommentteista. Ohjausryhmän muodostivat Juhani Pirinen, Lahden kaupungin Hiilineutraalin rakentamisen kehityskeskus; Harry Koskela ja Matti Koskinen, Lahden Talot Oy; Jarmo Kärkäs, Lahden Tilakeskus; Jouni Kanervo ja Anni Käkönen, Spatium Toimitilat Oy; Petri Heino, Jemina Suikki ja Sini Koskinen, Ympäristöministeriö; Jukka Lempiäinen, Rakennusteollisuus RT ry; Tuomas Salila, JVR-Rakenne Oy tehtaanjohtaja/Navoc Oy, toimitusjohtaja.

YLEISTÄ



LAHDEN KAUPUNKI on esittänyt vahvan tahtotilan puurakentamisen edistämiseksi, mutta toistaiseksi useimmat hankkeet ovat kariutuneet liian korkeaan hintaan. Jos ja kun oppaan avulla hinnan muodostumista pystytään paremmin ohjaamaan alenevaan suuntaan, voi puurakentaminen yleistyä myös Lahden alueella.

Oppaan tarkoitus ei ole väheksyä totuttua tapaa rakentaa kerrostalot betonista, vaan auttaa **LAHDEN TALOT OY**:tä tuomaan puukerrostalo ennen pitkää kilpailukykyiseksi vaihtoehdoksi vuokratalorakentamiseen. Lahden kaupungin tavoitteena on hiili-neutraalius vuonna 2025 ja tämän takia myös rakennuskannan hiilijalanjälkeä tulee pienentää ja hiilikädenjälkeä suurentaa. Pitkällä aikavälillä myös betonin ilmastopäästöt tulevat jo alkaneen kehitystyön kautta varmaankin vähenemään, mutta tällä hetkellä puurakenteiden hiilijalanjälki on selvästi betonia pienempi.

Tässä oppaassa ei tähdätä puu- ja betonirakenteisten kerrostalojen väliseen hintakilpailuun tai etsimään niitä laadullisia keinoja, joilla puurakentaminen saataisiin jollain tavalla ”kokonaisedullisemmaksi” ratkaisuksi kuin betonista tekeminen. Puukerrostalo on tällä hetkellä kalliimpi ratkaisu ja sen tekeminen vaatii siksi tilaajalta jonkun muun syyn haluta nimenomaan puurakennusta kuin hinta.

Lahden seudulla on käytännössä on havaittu, että puisen kerrostalorakennuksen tilaamisessa on haasteita ja urakkatarjouksia on vaikea saada. Jos hankkeeseen tarvitaan julkista rahoitusta, kuten ARA-lainoitusta, voi puukerrostalon hinta olla liian korkea eikä hanke toteudu. Ainakin osasyiksi on arvioitu puurakennusten erilaiset rakentamistekniikat, jotka eivät ole keskenään suoraan helposti verrattavia sekä tuotetarjoajien kohtuullisen pieni määrä. Ongelmia tuottaa mitä ilmeisemmin myös vakiintuneiden hankintaketjujen puute ja se, että perinteiset rakennusliikkeet tuntevat niitä huonosti. Hankkeen aikana on tullut myös esiin se, että hankintaprosesseja voidaan kehittää niin, että urakoitsijoilla ja materiaalityöntekijöillä on enemmän mahdollisuuksia vaikuttaa niihin seikkoihin, joista rakennuksen hinta lopulta määräytyy.

Tämä opas esittää mitä eri mahdollisuuksia puukerrostalojen tilaajilla on kehittää omaa toimintaansa, jotta tilattavan rakennuksen hinta saataisiin ennen pitkää kilpailukykyiseksi esimerkiksi betonirakentamiselle. Kilpailukykyinen hinta voisi mahdollistaa tilaajien siirtymisen puurakentamiseen laajemmassa mittakaavassa kuin nyt tapahtuu.

Oppaan tarkoitus ei ole ohjeistaa lukijaansa erilaisissa rakennuttamisen yksityiskohdissa vaan herättää arvioimaan uusien ja vaihtoehtoisten toimintatapojen mahdollisuuksia puurakentamisen ja miksei muunkin rakennuttamisen kehittämisessä.

Opas on tehty **LAHDEN TALOT OY**:n tarpeisiin ja pyrkii vastaamaan koettuihin haasteisiin nimenomaan paikallisesta näkökulmasta. Tämä ei kuitenkaan estä siinä esitettyjen ajatusten soveltamista laajemmassa mittakaavassa.

PUUKERROSTALORAKENTAMISEN LISÄARVOJA, MIKSI PUUSTA?

Puu on materiaalina hyvä lähtökohta energiatehokkaalle, ekologiselle ja hiilineutraalille rakentamiselle. Oikein tehtynä, ja nykyaikaista puuntyöstöteknologiaa käyttäen, puupohjaisista materiaaleista pystytään tekemään mittatarkkaa rakentamista, jossa iso osa työstä voidaan siirtää tuotantolaitoksiin suojaan vaihtelevilta luonnonolosuhteilta.

Puu on uusiutuva luonnonvara, jolla on pieni hiilijalanjälki. Puu voi myös toimia hiilivarastona sen aikaa, kun se on kiinni rakennuksissa. Jos rakennustekniikat kehittyvät suotuisaan suuntaan, puuta voidaan jatkossa siirtää myös rakennuksesta toiseen alkuperäisen käytön loputtua ja sitä kautta jatkaa sen sisältämän hiilen varastoitumisaikaa.

Suomen metsätase on yleensä vuositasolla ylijäämäinen, joten puu ei todennäköisesti lopu kesken. Paperin- ja selluntuotannon vähentyessä, puun muuta käyttöä olisi kansantaloudellisesti katsoen järkevää lisätä. Se on Suomen harvoja luonnonvaroja ja kuitenkin suhteellisen ympäristöystävällistä tuottaa, vaikkakin tehomet-sätalous tuhoaa luonnon monimuotoisuutta.

Pääosa Suomen puusta viedään ulkomaille lankkuna tai selluna eli nk. bulkkitarvarana. Mitä korkeammaksi puun jalostusastetta nostetaan kotimaassa, sitä enemmän työtä ja toimeentuloa jää tänne. Puun jatkojalostamisen ja puurakentamisen vientipotentiaalia ei jostain syystä enää tunnusteta Suomessa. Tällä hetkellä suomalaista lankkua viedään Eurooppaan ja tuodaan takaisin Suomeen CLT-levyinä, kaapistoina ja kokonaisina

rakennusrunkoina. Keveytensä takia puutaloja pystyisi viemään minne päin maailmaa tahansa kuten menneinä vuosikymmeninä teki **PUUTALO OY**. Esimerkiksi vuosina 1940–1955 se vei noin 110 000 pientaloa ja muuta puurakennusta mm. Saksaan, Neuvostoliittoon, Puolaan ja pisimmillään Kolumbiaan asti.

Puun esivalmistaminen tuottaa vain vähän hukkaa, kun ylijäämät voidaan käyttää erilaisiin tarkoituksiin ja viimeisetkin energiantuotantoon. Keveyenä materiaalina puuta on ympäristöystävällisempää ja halvempaa kuljettaa ja asentaa kuin monia muita rakennusmateriaaleja. Tätä kautta myös rakennus-aikaisen ympäristörasituksen on arvioitu olevan muita rakennustapoja pienempi.

Puurakentamisella voisi saavuttaa monipuolisempaa arkkitehtuuria, sillä puun helppo työstettävyyden mahdollistaa helpommin räätälöitäviä ratkaisuja ja yksityiskohtia kuin nykyisessä kerrostalorakentamisessa on vallalla.

Puurakennus voidaan myös suunnitella niin, että se on helppo purkaa osiin ja käyttää näitä osia uusissa rakennuksissa kiertotalousperiaatteiden mukaisesti. Jo entisaikain hirsitaloja siirrettiin paikasta toiseen.

Puulla on siis hyviä ominaisuuksia, mutta siihen liittyy myös materiaalitekniisiä haasteita verrattuna betoniin. Puu on muun muassa syttyvää ja palavaa materiaalia, sillä on kosteudesta aiheutuvaa muodonmuutosta ja sen pitkäaikaiskestävyys voi edellyttää ulkopinnoissa tiheämpää huoltoväliä. Puun ja betonin vastakkain aseteltua onkin syytä välttää ja etsiä mieluummin oikea materiaali oikeaan paikkaan. Perustukset, kellarit ja pitkäaikaista palonkestoa vaativat tilat on puurakennuksissakin syytä tehdä betonista, joka on suhteellisen stabiilia kosteuden- ja lämpötilavaihtelun suhteen ja kestää hyvin paloa vastaan. Myös vaakakuormien vastaanottamisen tarvitsemia jäykistyksiä voi olla helpompi toteuttaa betonirakentamisen keinoin. Puu ei asuinrakentamisessa sovi pitkiin jänneväleihin sillä taipuma ja värähtely voivat kasvaa liian suureksi. Tavanomaisissa kerrostaloissa tämä ei ole ongelma.

Myös muilla materiaaleilla kuten teräksellä ja lassilla on rakentamisessa oma luonteva paikkansa. Erilaisilla hybridiratkaisuilla voitaneen kaikkien materiaalien parhaat ominaisuudet saada todennäköisesti tehokkaimmin käyttöön ja saada rakennusten materiaalitehokkuutta ja vähähiilisyttä parannettua pitkäaikaiskestävyyden silti huonontumatta.



SUURUUDEN EKONOMIA

Puukerrostalojen yleistymisen esteisiin liittyvässä väitöskirjassaan TkT **VESA IJÄS** (2013, 4) toteaa mm. :

“Puukerrostalojen rakentamisen mahdollistamiseksi tulisi avoimesti tuoda esille rakentamistaan liittyviä haasteita pyrkien samalla osoittamaan ensin vuokra-asunto- ja myöhemmin omistus- ja sijoitusasuntomarkkinoita synnyttäviä vahvuustekijöitä. Kohteiden käynnistämiseksi tarvitaan hankkeen osapuolten välille riskejä jakava sopimukseen perustuva toteutusmalli sekä asuinpuukerrostaloja omaan pitkäaikaiseen omistukseensa rakennuttava taho.”

Tämän hankkeen järjestämässä työpajassa nousi esiin, että puukerrostalo-kohteet ovat yksittäisiä ja siksi ne ovat edelleen pilotinomaisia kerrarakennuskohteita, joissa “suuruuden ekonomia” ei pääse toteutumaan. Betonielementtiteollisuuden kehittyessä 1970-luvulla rakennuttajat ja rakennusliikkeet rakensivat kokonaisia lähiöitä lähes samoilla piirustuksilla, jolloin työmenetelmät tulivat tutuiksi ja esimerkiksi elementtien liitosdetaljit vakioituivat. Lopulta syntyi Runko-BES, joka sementoi yhteiset tekniset ratkaisut ympäri Suomen.

Jotta puukerrostalorakentamisessa tapahtuisi samanlaista kehitystä, tarvittaisiin hankkeita, joissa rakennusliikkeet ja elementtitehtaat pääsisivät tuotekehittämään menetelmiään suuremmissa mittakaavassa ja pitkäkestoisemmissä hankkeissa.

Työkaluksi ehdotettiin laajempaa konsortiota, joissa esimerkiksi Päijät-Hämeen alueella useampi rakennuttaja liittyisi yhteen ja rakennuttaisi talonsa samalla teknologialla pidemmän ajanjakson ajan, jolloin valittu urakoitsija ja tuotetoimittaja voisivat kehittää teknologiansa kilpailukykyiseksi verrattuna betonielementtirakentamiseen. Rakennuttajien pitäisi siis tehdä useamman kerrostalon ja useamman vuoden kestävä yhteishankinta. Kansainvälisen suuren rakennusliikkeen edustaja ilmoitti välittömästi yrityksensä olevan kiinnostunut tarjoamaan tällaista suurempaa kokonaisuutta.

MITEN HANKE TEHDÄÄN NIIN HOUKUTTELEVAKSI, ETTÄ SR-YHTYMÄ SYNTYY JA RAKENNUSLIIKE SUOSTUU OTTAMAAN SUUNNITTELUVASTUUN?

- hanke on oltava suurempi kuin yksi kerrostalo
- hankkeessa on oltava jatkumo ensimmäisen ja viimeisen talon välillä, jolloin urakoitsija ja suunnittelijat pystyvät parantamaan ratkaisujaan matkan varrella ja saavat loppupään hankkeet kannattavammiksi
- hankkeessa on oltava porkkanoita, esim. krsm²-hyötysuhteen paranemisesta, hiilijalanjäljen pienemisestä tai hiilivaraston suurenemisestä.

PIENUUDEN EKONOMIA

Toinen vaihtoehto yksittäiselle rakennuttajalle puurakentamisen kehittämiseen voisi olla se, että osaamista kartutetaan pienen mittakaavan hankkeissa, jolloin myös taloudellinen riski on pieni. Rakennuttaja voisi aloittaa puurakentamisen esimerkiksi pienten rivitalojen tai matalien kerrostalojen tekemisellä käyttäen kuitenkin sellaista teknologiaa, joka on monistettavissa myös isompiin kerrostaloihin. Maankäyttö voidaan tällaisella tiivis ja matala (high-density low-rise) rakentamisella saada erittäin tehokkaaksi. Malleja löytyy esimerkiksi Alankomaista. Tällaisia kohteita voisi rakentaa yhteistyössä pienempien, puurakentamiseen erikoistuneiden urakoitsijoiden kanssa ja kehittää näin yhdessä kustannustehokkaamman tavan tuottaa puurakenteisia asuntoja. Kun teknologiset ratkaisut on saatu jouhevimmiksi, voisi samalla teknologialla myöhemmin tuottaa korkeampia (3–8 krs) puukerrostaloja.

PUUKERROSTALOJEN RUNKO-RATKAISUT

Puukerrostaloja on tehty Suomessa pääasiassa kolmella eri runkoratkaisulla: tilaelementtirakenne (rankaelementti tai CLT-elementti), suurelementtitekniikalla (seinäelementit, välipohjajaelementit) ja pilaripalkki-rakenteena.

Muutamia kohteita on toteutettu myös platform-tekniikalla ja hirsirakenteisena. Eri järjestelmiä tai niiden tarvitsemia osia tuottavat eri tuotantolaitokset, joten järjestelmävalinnalla valitaan samalla potentiaaliset

elementtivalmistajat, joiden määrä on kaiken kaikkiaan pieni ja järjestelmää kohden vain muutama (kuva 1.). Kirjoittajien tiedossa olevat toimijat ovat tällä hetkellä:

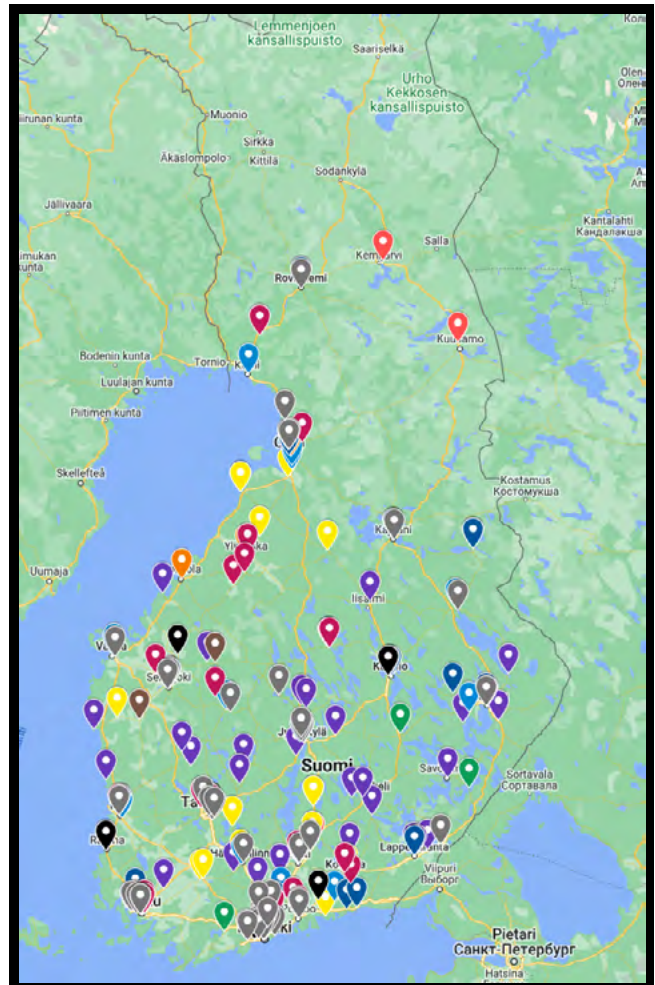
ELEMENTTI SAMPO OY (tilaelementti)
OIVA WOOD SOLUTIONS OY (tasoelementti)
WOODCOMP OY (tasoelementti)
VVR WOOD OY (tasoelementti)
SIKLAELEMENTIT OY (tehnyt molempia)
TIMBERPOINT OY (elementtien CNC-työstö)
STORA ENSO (useita järjestelmiä)
ELEMENTIT-E OY
PUURAKENTAJAT GROUP OY

Paikallisesta näkökulmasta on merkille pantavaa se, että iso osa edellä mainituista yrityksistä sijaitsee Päijät-Hämeessä tai sen läheisyydessä. Tehtaiden tuotteet menevät pääasiassa pääkaupunkiseudun, Tampereen ja Turun rakennushankkeisiin.

Puukerrostalojen kokoamiseen eli työmaalla tapahtuvaan rakentamiseen on erikoistunut muutama yritys (puurakentajat Suomessa), mutta yleisesti ottaen rakentamisen suorittavat urakointia tekevät rakennusliikkeet. Näiden paras osaaminen liittyy yleensä betonirakenteisten kerrostalojen rakentamiseen. Yleisin menetelmä on sandwich-rakenteiset ulkoseinäelementit yhdistettynä ontelolaatoista muodostuvaan välipohjarakenteeseen.

Yksittäisen puukerrostalon rakennushanke etenee yleisimmin niin, että tilaaja teettää rakennussuunnitelmat ja myös rakenne- ja erityissuunnitelmat melko valmiiksi ennen urakkalaskentavaihetta. Tällä tavalla tilaaja pyrkii varmistamaan sen, että saavuttaa hankkeessa haluamansa laatutason ja urakoitsijoiden ilmoittamat hinnat ovat vertailukelpoisia.

Puukerrostalon järjestelmävalinnalla valitaan kuitenkin samalla myös potentiaaliset urakoitsijat ja elementtitoimittajat. Jos alueella ei ole valittua tekniikkaa hallitsevia urakoitsijoita eikä elementtitoimittajia, tarjoajat tulevat kauempaa, joka vaikuttaa todennäköisesti hintaa nostavasti. Poissulkeva järjestelmävalinta myös rajaa potentiaalisten tarjoajien joukon pienemmäksi, joten kilpailua on vähemmän.



Kuva 1. Puukerrostalotoimijat kartalla

Puukerrostalojen rakenneratkaisut eivät ole vakioituneet ja niitä pidetään urakoitsijoiden parissa usein haasteellisina ja monimutkaisina. Lisäksi kosteudenhallinnan on onnistuttava lähes täydellisesti, eli rakennukset on käytännössä tehtävä sääsuojan sisällä, mikä vaikeuttaa elementtien ja tarvikkeiden nostoja. Saadun palautteen perusteella Päijät-Hämeen seudun urakoitsijat eivät näistä syistä mielellään kokoa puukerrostaloja, eivätkä varsinkaan halua ottaa vastuuta rakennusten suunnittelusta.

Päijät-Hämeessä on käytännössä havaittu, että puisen kerrostalon rakennusurakkaan ei saada montaa tarjousta ja on käynyt jopa niin, että tarjouksia ei ole saatu lainkaan. Jos hankkeeseen tarvitaan julkista rahoitusta kuten ARA-lainoitusta, voi puukerrostalon urakkahinta nousta niin korkeaksi, ettei hanke toteudu.

HANKKEEN TAVOITTEIDEN JA MUIDEN TEKIJÖIDEN LUKITSEMISEN VAIKUTUS

Rakennushanke sisältää erilaisia hintaan vaikuttavia tavoitteita kuten hankkeen laajuus, laatu ja aikataulu sekä muita tekijöitä kuten suhdannevaihtelut ja suunnitteluratkaisut. Mitä enemmän hintaan vaikuttavia tekijöitä lukitaan ennen urakkatarjousvaihetta, sitä vaikeampi on urakoita tarjoavien yritysten vaikuttaa hankkeen taloudellisuuteen sovittaessaan tehtyjä ratkaisuja omiin tuotantotekniikoihinsa tai hankintaketjuihinsa.

URAKKAKILPAILU TILAAJAN SUUNNITELMIN

HANKESUUNNITTELU:

Asetetaan tavoitteet

HANKE-SUUNNITELMA

LAAJUUS, M²
LAATU
AIKATAULU
KUSTANNUKSET, €

TILAAJAN SUUNNITELMA

LUKITTU:

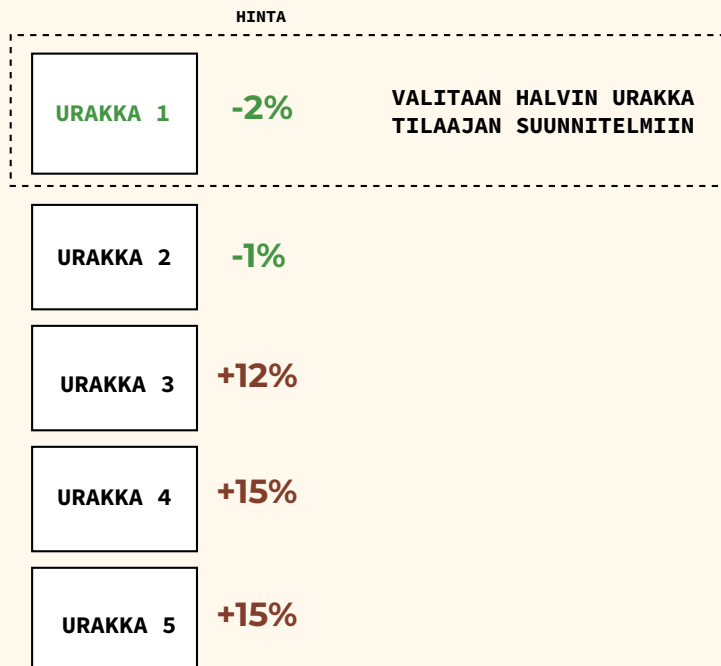
Laaajuus
Laatu
Aikataulu
Suhdanne
Suunnitteluratkaisu

KILPAILUTEKIJÄ:

Urakkahinta

VALINTAPERUSTE:

Hankesuunnitelman mukaisen viitesuunnitelman määrittelemän suorituksen halvin hinta



Kuvio 1. urakkakilpailu tilaajan suunnitelmin.

SR-URAKKAKILPAILU URAKOITSIJOIDEN SUUNNITELMIN

HANKESUUNNITTELU:
Asetetaan tavoitteet

**HANKE-
SUUNNITELMA**

LAAJUUS, M²
LAATU
AIKATAULU
KUSTANNUKSET, €

LUKITTU:
Aikataulu
Suhdanne

KILPAILUTEKIJÄ:
Suunnitteluratkaisu
Laajuus
Laatu
Urakkahinta

VALINTAPERUSTE:

Hankesuunnitelman mukaisen urakoitsijoiden suunnitelmat, laatu, laajuus ja hinta

		EHDOTUKSET SUITEESSA HANKESUUNNITELMASSA MÄÄRITELTYIHIN ARVOIHIN				
		HINTA	LAATU	LAAJUUS	CO ² -MÄÄRÄ	
URAKKA 1	S1	+5%	+10%	+3%	-4%	
URAKKA 2	S2	+2%	+2%	+2%	0%	
URAKKA 3	S3	-7%	+1%	-3%	-3%	VALITAAN SOPIVIN SUUNNITELMA SOPIVAAN HINTAAN
URAKKA 4	S4	-15%	-10%	-8%	-4%	
URAKKA 5	S5	+3%	+3%	-2%	-1%	

Kuvio 2. urakkakilpailu SR-konsorttioiden tekemin suunnitelmin ja urakkahinnoin.

SUUNNITTELUKILPAILUN PARHAAKSI VALITUN EHDOTUKSEN PERUSTEELLA

HANKESUUNNITTELU:
Asetetaan tavoitteet

**HANKE-
SUUNNITELMA**

LAAJUUS, M²
LAATU
AIKATAULU
KUSTANNUKSET, €

LUKITTU:
Aikataulu
Suhdanne

KILPAILUTEKIJÄ:
Suunnitteluratkaisu
Laajuus
Laatu
Urakkahinta

VALINTAPERUSTE:

Hankesuunnitelman mukaisten suunnitelmien laatu, laajuus ja hinta laskettuna esimerkiksi rakennusosa-arviolla

		EHDOTUKSET SUITEESSA HANKESUUNNITELMASSA MÄÄRITELTYIHIN ARVOIHIN				TILAAJAN PARHAAKSI ARVIOIMAN EHDOTUSSUUNNITELMAN URAKKAKILPAILU	
		HINTA	LAATU	LAAJUUS	CO ² -MÄÄRÄ		
S1		+5%	+10%	+3%	-4%		URAKKA 1 -9%
S2		+2%	+2%	+2%	0%		URAKKA 2 +2%
S3		-7%	+1%	-3%	-3%	VALITAAN TILAAJALLE SOPIVIN SUUNNITELMA	URAKKA 3 +7%
S4		-15%	-10%	-8%	-4%	HAETAAN SOPIVIN HINTA	URAKKA 4 -3%
S5		+3%	+3%	-2%	-1%		URAKKA 5 +3%

SUUNNITTELUKILPAILU → URAKKAKILPAILU

Kuvio 3. urakkakilpailu suunnittelukilpailun parhaaksi valitun ehdotuksen perusteella.

Valinnan hetkellä – koskee valinta sitten palvelun tarjoajaa, suunnitelmaa tai urakkaa – pitäisi aina olla useita keskenään vertailukelpoisia vaihtoehtoja. Vaihtoehtoja tarvitaan aina, oli kyse sitten tarjoushinnoista, henkilöiden pätevyyksistä, yritysten referensseistä tai suunnitelmien sisällöistä.

VALINTATILANTEESSA PITÄISI AINA OLLA USEITA KESKENÄÄN VERTAILUKELPOISIA VAIHTOEHTOJA

Tilaaajan suunnitelmilla kilpailutetussa hankkeessa urakoitsijoiden ainoa kilpailutekijä on urakkahinta, sillä kaikki muut tekijät on lukittu etukäteen hankesuunnitelmassa ja sen viitesuunnitelmassa. (Kuvio 1., s.10)

SR-konsortioiden (suunnittele ja rakenna) suunnitelmin ja urakkahinnoin mahdollisia kilpailutekijöitä suhteessa asetettuihin tavoitteisiin on useampia; suunnitteluratkaisut, ehdotuksen laajuus suhteessa hankesuunnitelmassa asetettuun laajuuteen, laatu suhteessa hankesuunnitelmassa määriteltyyn laatuun ja urakkahinta. Myös muita tekijöitä voidaan SR-kilpailussa arvioida, esimerkiksi rakennuksen hiilijalanjälki tai rakennukseen varastoituva hiilidioksidi. (Kuvio 2., s.11)

Suunnittelukilpailussa vertailtavana ovat ehdotusten suunnitteluratkaisut, ehdotuksen laajuus suhteessa hankesuunnitelmassa asetettuun laajuuteen, laatu suhteessa hankesuunnitelmassa tai kilpailuohjelmassa määriteltyyn laatuun, innovatiivisuus, arkkitehtuuri ja ehdotuksista lasketut kustannusarviot (RO-arvio). Parhaaksi arvioidulle suunnitelmalle haetaan urakkakilpailun kautta urakkahinta. Tarjousten urakkahintoja arvioidaan suhteessa parhaaksi valitusta ehdotuksesta laskettuun kustannusarvioon. (Kuvio 3., s.11)

Tilaaajan laatutavoitteisiin parhaiten sopivaa vaihtoehtoa tavoiteltaessa tilaaajan ei itse kannattaisi lukita suunnitteluratkaisua aikaisessa vaiheessa, koska tarjoajien ehdotussuunnitelmat saattavat olla tiloiltaan tehokkaampia ja tarkoitettuun toimintaan paremmin sopivia, suunnitelmat paremmin urakoitsijan tuotantotekniikkaan sovitettuja ja niin edelleen. Jos suunnitteluratkaisu on etukäteen päätetty, tarjoajien liikkumavara urakkahintaan vaikuttavien tekijöiden suhteen kapenee

eivätkä tarjoajat voi vaikuttaa hankkeen taloudellisuuteen tai tarjoushintaansa mitenkään muuten kuin oman toimintansa tehokkuudella.

ARAn rahoittamien vuokra-asuntojen vuokrilla katettavista hyväksyttävistä menoista säädetään laeilla, vuokrien määräytymisessä on noudatettava ns. omakustannusperiaatetta. Omakustannusperiaatteesta voidaan laskea hankkeelle ylin hyväksyttävä tavoitehinta jolla hyväksyttävissä oleva vuokrataso voidaan saavuttaa. Käytännössä tämä periaate rajoittaa investoinnin määrän tietyllä ARAn alueittain hyväksymälle tasolle. Sinänsä ARAn hintakatto ei poikkea hankkeelle esimerkiksi hankesuunnitelmassa muusta syystä asetetusta tavoitehinnasta, molemmissa tilaaja asettaa ylimmän hyväksyttävän hinnan.

Mainittu ARAn hintakatto voitaisiin asettaa tarjousten arvioinnissa kynnyshedoksi; neliöhinnan ylittävät tarjoukset hylättäisiin ja neliöhinnan alittaneet SR-ratkaisut saisivat enemmän hintapisteitä.

JOS SUUNNITTELURATKAISU ON ETUKÄTEEN PÄÄTETTY, KAPENEE TARJOAJIEN LIIKKUMAVARA URAKKAHINTAAN VAIKUTTAVIEN TEKIJÖIDEN SUHTEEN EIVÄTKÄ TARJOAJAT VOI VAIKUTTA TARJOUSHINTAAN MUUTEN KUIN TOIMINTANSA TEHOKKUUDELLA.

SUUNNITTELU- PROSESSI- VAIHTOEHTOJA

Jos tilaaja suunnitteluttaa kohteen valmiiksi ja kilpailuttaa urakat omin suunnitelmin, käytännössä lähes kaikki kustannuksiin vaikuttavat tekijät ovat lukossa. Toimintamallissa on riski myös sille, että rakennukseen valikoituu kalliita suunnitteluratkaisuja. Mikäli puurakentamista huonosti tuntevan arkkitehtisuunnittelijan suunnitelma ei mahdollista optimaalisia rakenteita ja tuontantotekniikkaa, saattaa kohteeseen valikoitua kalliita rakenneratkaisuja. Urakoitsijan sekä puutuotetoimittajan tuotanto-

tieto jää käyttämättä. Hyvä rakennesuunnittelija haastaa optimoimaan rakentamistapaa eikä pitäydy vain mitoittamisessa. Rakennuttajan pitäisi itse osata ohjata suunnittelussa tehtäviä valintoja puurakentamisen näkökulmasta, mutta tällaista laajaa osaamista ja tietoa on vain harvalla rakennuttajalla. Riski vältettäisiin edellä mainituin keinoin joko SR- tai suunnittelukilpailun avulla.

VAIHTOEHTO 1:

1. Tilaajan rakennussuunnittelija laatii luonnosvaiheen pääpiirustustason suunnitelmat tilaohjelman perusteella
2. Tilaajan konsultti laskee puurungon kustannuksen eri rakennustapavaihtoehdoilla
3. Konsultti laskee eri rakennustapavaihtoehtojen vaikutuksen rakennuksen hiilitaseeseen (hiilijalanjälki, hiilivarasto)
4. Tilaaja vertailee rakennustapojen hiilitaseen ja kustannusten eroja ja valitsee omiin arvoihinsa perustuen käytettävän rakennustavan. Mikäli hiilivaraston kasvattaminen on tärkeää tilaajan arvojen näkökulmasta, voi kalliimpi, esimerkiksi enemmän puuta sisältävä vaihtoehto, tulla valituksi
5. Kun rungon rakennustapa on valittu, kilpailutetaan rakentaminen KVR-urakkana
 - a. urakoitsija vastaa toteutussuunnittelusta ja rakentamisesta
 - b. rungon sitoma hiilimäärä on urakan sitova tilausehto

Jos käytetään SR-muotoa, niin pääurakoitsijat kokoavat itse suunnitteluryhmänsä, vertailtavat erilaisia suunnitteluratkaisuja, kilpailuttavat niitä keskenään ja valitsevat halvimman ja omaan tuotantotekniikkaansa sopivimman ratkaisun. Tällöin urakoitsijan hankintaketju tulee huomioitua ja samoin urakoitsijan osaamat detaljiratkaisut, joilla minimoidaan kestävyysriskit.

VAIHTOEHTO 2:

1. Tilaaja laatii vain tilaohjelman, jonka perusteella pyytää SR-/ KVR-tarjoukset
2. ARA-hankkeessa rakennuksen neliövuokralle annetaan kattohinta ARA-rahoitusehtojen perusteella
3. Urakoitsija suunnittelukumppaneineen laatii luonnossuunnitelmat, valitsee rakennetyypit, laskevat hiilitaseen toteutukselle, laskevat laajuudet, kuvaavat laadun ja ilmoittavat urakkahinnan
4. Tilaaja valitsee omaan arvomaailmaansa pohjautuen tarjouksista itselleen sopivimman. Jos hiilitase on tilaajalle tärkeä, hän voi tällä perusteella valita myös kalliimman vaihtoehdon, kunhan se ARA-hankkeessa täyttää kohdan 2 vaatimuksen.

VAIHTOEHTO 3:

1. Tilaaja laatii tilaohjelman tai kilpailuohjelman, jonka perusteella suunnittelijat tekevät kilpailuehdotukset valittuun tarkkuustasoon. ARA-hankkeessa rakennukselle asetetaan kattohinta ARA-rahoitusehtojen perusteella.
2. Suunnitelmat arvostellaan nimettöminä ja niistä lasketaan kustannusarviot. Tilaaja valitsee tavoitteisiinsa parhaiten sopivan ehdotussuunnitelman ja nimikuori avataan.
3. Valitusta ehdotussuunnitelmasta pyydetään urakoitsijoilta urakkatarjoukset.
4. Tilaaja valitsee omaan arvomaailmaansa pohjautuen tarjouksista itselleen sopivimman. Jos hiilitase on tilaajalle tärkeä, hän voi tällä perusteella valita myös kalliimman vaihtoehdon, kunhan se ARA-hankkeessa täyttää kohdan 2 vaatimuksen. Jatkosuunnittelussa tarkennetaan rakennetyypit, lasketaan tarkempi hiilitase toteutukselle, lasketaan laajuudet, kuvataan laatu ja saadaan urakkahinta. Suunnittelua ohjataan siten, että tavoitteisiin päästään.

Kun rakenneratkaisut on lukittu etukäteen (tilanne A), urakoitsija ei pysty hyödyntämään omaa tuotantotekniikkaansa. Betonitaloja urakoiva urakoitsija ei pysty edes tarjoamaan puutaloa, koska sillä ei ole tarvittavaa hankintaketjua eikä osaamista. Voisi olla hyvä, jos rakennuttajalla olisi verkostoa ja tietoa alan yrityksistä jaettavaksi tarjoajille. Niitä löytyy mm. tämän oppaan sivulla kuusi esitetystä puualan toimijoiden kartasta ja puuinfon kotisivuilta www.puuinfo.fi.

Jos tarjouksia on vaikea saada Suomesta, niin EU:n sisämarkkinoiden avulla edullisempia puutuotteiden tarjoajia voi löytää esim. Baltiasta. Kansainvälisen kilpailun lisääntyminen voisi pakottaa puutuotetehtaat tarkastelemaan tuotantonsa kustannustehokkuutta.

Rakennuksen elinkaaren aikaisesta hiilijalanjäljestä pääosa syntyy sen energiankäytöstä: lämmityksestä ja rakennuksessa olevien sähkölaitteiden kulutuksesta. Vähähiilisemmässä rakentamisessa energiaratkaisu on siis avainasemassa. Rakennuksen energiantuotannon pitäisi olla hiilivapaata ja mielellään tuotettu kiinteistön omalla alueella.

Tällä hetkellä vähähiilisimmäksi lämpöenergiaratkaisuksi on monissa selvityksissä havaittu geoenergia, jota voidaan käyttää sekä rakennusten lämmittämiseen että kesäaikaiseen viilentämiseen. Kun geoenergiakaivon lämpöpumppua käytetään noin kahdeksan kuukautta vuodessa aurinkokeräimillä tuotetulla sähköllä ja loppu sähkö ohjataan asukkaiden laitteisiin, ollaan hyvin lähellä hiilineutraalia energiantuottoa.

Uusiutuvaan energiaan liittyvät ratkaisut ovat kehittyneet ja yleistyneet viime vuosina erittäin paljon maailmalla, mutta talotekniikan suunnittelijat arkailevat niiden suosittelamista rakennuttajille. Jos halutaan käyttää uusia energiaratkaisuja, pitäisi näiden tuomista reunaehdoista olla tieto ennen rakennussuunnittelun aloittamista, jolloin suunnittelijat osaavat huomioida nämä rakennuksen muodon ja materiaalien sovittamisessa.

Uusiutuvien energioiden ja energiatehokkuuden ratkaisuissa tulee käyttää energiatekniikan asiantuntijoita eikä taloteknisiä suunnittelijoita. Nämä voisivat esimerkiksi määrittellä reunaehdoiksi että kiinteistöön tulee tietty määrä energiakaivoja, tietty määrä aurinkopaneeleita ja varastointiin akkuja, jotka suunnittelijoiden tulee yhteistyössä ja pääsuunnittelijan johdolla sovittaa rakennukseen suunnittelun aikana. Myös maa- ja aurinkolämmön vaatiman lämmönjakohuoneen tilantarve vesisäiliöineen (käyttö- ja lämmitysvesi) tilantarve on muistettava huomioida suunnittelussa.



RAKENNUSHANKKEEN KUSTANNUKSET JA ILMASTOVAIKUTUKSET



RAKENNUSHANKKEIDEN KUSTANNUSEROT

Eri rakennushankkeiden kustannusten erot muodostuvat RT 10–11226, Talonrakennushankkeen kulku, kustannusten muodostuminen ja ohjaus mukaan yleisellä tasolla (RT 11226 2016, 2):

- (1) tilaohjelmien välisistä eroista
- (2) rakennuspaikkojen ja olosuhteiden välisistä eroista
- (3) erilaisista suunnitteluratkaisuista
- (4) rakennuttamiseen liittyvistä valinnoista
- (5) erilaisista tuotantoratkaisuista
- (6) hintatekijöistä

(1) TILAOhJELMIEN VÄLISET EROT

Vuokrakerrostalojen rakentamisessa tilaohjelma on melko vakiintunut ja yleisesti ajatellaan, että tilaohjelmassa ei ole juurikaan kehitettävää. Lahden Talot Oy seuraa markkinoita ja tietää minkälaisille asunnoille alueella on kysyntää. Asuntojen keskikoko, asuntojakauma ja haluttu asuntojen varustelutaso on aluekohtaista markkinatietoa. Tästä tiedosta ja mahdollisista ARA:n vaatimuksista muodostuu

tilaohjelma asuntojen ja yleisten tilojen osalta. Rakennuksen laskennallinen tavoitehinta muodostuu tilaohjelman pohjalta ja tästä laskettavan vuokran tulee mahtua ARA:n määrittelemään raamiin.

Yleisten tilojen osalta tilaohjelma muodostuu niistä kokemuksista, joita Lahden Talot Oy:llä on hyvin toimivien vuokratalojen ratkaisuksista. Nämä ratkaisut vaikuttavat suoraan rakennushankkeen kustannuksiin. Esimerkiksi yhteisten tilojen toimivuus suhteessa niiden pinta-aloihin on kustannusvaikutuksia aiheuttava tekijä. Tästä syystä suunnittelijoille kannattaisi antaa mahdollisuus ehdottaa tilaohjelmiin muutoksia, jos niillä voidaan vaikuttaa rakennuksen kokonaishintaa pienentävästi käytettävyyden silti huonontumatta. Tilaohjelmaan kuulumattomat tilat kuten käytävät, talotekniikan kuilut ja niin edelleen aiheuttavat rakennuskustannuksia. Hyvä suunnittelija kykenee minimoimaan tilaohjelmaan kuulumattomien tilojen määrän ja säästää näin rakennuskustannuksia.

**POHJARATKAISUN
LUKITSEMINEN LUKITSEE
MYÖS ISON OSAN RAKENNUKSEN
KUSTANNUKSISTA.**

Esimerkkinä rakennuksen pinta-alan pienentämisestä tilaohjelmaan kuulumattomia tiloja minimoimalla voidaan ajatella erilaisia asuntoihin kulkemisen perusratkaisuja kuten rungon sisäinen lämmin por-rashuone vs kylmä sivukäytävä tai yhteisten tilojen käytön toiminnallinen tehostaminen ja pinta-alan pienentäminen. Tilaaja joutuu tällöin pohtimaan pohtimaan sivukäytäväratkaisun tai pienempien yhteisten tilojen houkuttelevuutta markkinoilla suhteessa pienempiin rakennuskustannuksiin ja alempaan vuokraan. Muita edullisempia ratkaisuja voisivat olla esimerkiksi erilliset kylmät tai puolilämpimät polkupyörä- yms varastot.

(2) RAKENNUSPAIKKOJEN JA OLOSUHTEIDEN VÄLISET EROT

Puurakennus on huomattavasti kevyempi kuin betonirakennus, joten anturoille tuleva pystysuuntainen kuormitus puurakennuksessa on paljon pienempi, mutta vaakakuormien vaikutus kasvaa. Tämän hankkeen projektiryhmä arvioi, että nykyiset puu- ja betonikerrostalorakennusten anturoiden betoni ja teräsmäärät ovat suurin piirtein samaa luokkaa. Tämä herätti kysymyksen siitä, onko nykyinen puukerrostalomitointusmenetelmä loppuun asti mietitty vai käytetäänkö taulukkomitointuksia vanhasta muistista. Tulisiko vaakakuormien vaikutus eliminoida jollain muulla menetelmällä kuin anturaa leventämällä kuten esimerkiksi kitkapaaluilla, joihin yhdistetään energiapaalut ja tätä kautta maaperän uusiutuvan geoenergian käyttö?

RAKENNUSPAIKAN OLOSUHTEET VOIVAT VAIKUTTA UUSIUTUVAN ENERGIAN (KUTEN GEOLÄMPÖ) VALINTAAN.

Tällä hetkellä puurakentamista edistetään myös kaupunkisuunnittelun keinoin tekemällä asemakaavoja, jotka edellyttävät puun käyttämistä rakentamisessa. Asemakaavassa voi olla myös puurakentamista estäviä tai haittaavia määräyksiä kuten vaatimus rapatusta tai tiilijulkisivusta. Asemakaavamääräyksiin voidaan vaikuttaa uuden asemakaavan laatimisen tai asemakaavamuutoksen yhteydessä. Lahdessa kaavoittaja on yleensä valmis neuvottelemaan hyvin perustelluista muutoksista, kunhan liikkeellä ollaan tarpeeksi ajoissa.

(3) ERILAISET SUUNNITTELURATKAISUT

Suunnitteluratkaisujen kustannuserot syntyvät suunnitelmien tilatehokkuuseroista ja rakennusosien määrä- ja hintaeroista. Esimerkiksi rakennuksen perusratkaisu ja muoto, sijoittelu tontille, varuste- ja viimeistelytaso sekä rakenne- ja tuotantotekniset ratkaisut vaikuttavat kustannusten muodostumiseen.

Runkovaihtoehtoja voi olla mm. tilaelementtirakenne (rankaelementti tai CLT-elementti), suurelementiteknikka (seinäelementit, välipohjaelementit), pilaripalkki-rakenne tai platform-tekniikka. Osia rakennuksesta voidaan tehdä myös betoni- tai teräsrakenteina. Eri järjestelmiä toteuttavat eri urakoitsijat, joten järjestelmävalinnalla valitaan samalla myös potentiaaliset urakoitsijat. Jos alueella ei ole valittua tekniikkaa hallitsevia urakoitsijoita, tarjoajat tulevat kauempaa, joka vaikuttaa todennäköisesti hintaa nostavasti. Tekniikan rajaaminen johonkin tiettyyn perusratkaisuun rajaa tarjoajien määrää; vain tietyn tekniikan hallitsevat urakoitsijat voivat tällöin tarjota ja tarjoajien määrä rajautuu myös tätä kautta.

Paikallavalettujen, jännittämättömien, ristiin kantavien teräsbetonilaattojen jännemitat ovat tyypillisesti noin 8 metriä. Usein mitoittava tekijä on laatan taivutusmomenttikestävyys. Toinen tyypillinen mitoittava tekijä on laatan halkeilun rajoittaminen. Esijännitetyillä ontelolaatoilla päästään aina 20 m jänneväliin asti tai jälkijännitetyillä laatoilla 10-20 m asti. Puurakenteisilla välipohjilla mitoittava tekijä on usein värähtely ja jännemitta on tyypillisesti vähän lyhyempi eli noin 6-8 metriä.

Palkkien osalta sekä puurakenteilla että jännitetyillä betonirakenteilla päästään aina 30-32 metrin jänneväliin (harjapalkit) ja suorilla palkeilla 12-20 m paikkeille.

Nykyisten, pieniä huoneistoja sisältävien kerrostalojen rungot tehdään niin lyhyillä jänneväleillä, että ne pystytään toteuttamaan yhtä lailla puu- kuin betonirakenteisina. Rakennusten muunneltavuutta lyhyet jänneväliit vaikeuttavat. Pitkiin jänneväleihin päästään tarvittaessa myös puupalkkirakenteilla. Palkki voi olla välipohjarakenteen sisässä tai väliseinän kohdalla.

JÄNNEVÄLIEN PITUUS EI VAIKUTA KERROSTALON RUNKOMATERIAALIN VALINTAAN EIVÄTKÄ ÄÄNENERISTYS- TAI PALONKESTOVAATIMUKSET ASUINHUONEISTOJEN VÄLISTEN SEINIEN PAKSUUTEEN.

Kapearunkoisessa asuinrakennuksessa rakennuskustannuksia lisäävät perustusten, julkisivujen, porrashuoneiden, hissien ym. suurempi määrä verrattuna kompaktimpaan, syvärunkoisempaan rakennukseen.

Huoneistojen väliseinille Suomessa asetetut akustiset ja palonkestoon liittyvät vaatimukset voidaan täyttää esimerkiksi noin 200 mm paksulla CLT+ranka -seinärakenteella (esim Binderholtz Solid Timber Manual: Interior wall – solid timber construction with installation level, visual surface quality: IW04 c, (Binderholtz 2022, 154) eli merkittävää rakenteiden paksuuseroa vaikka puu- ja betonirakenteen välillä ei ole. Ulkoseinärakenteissa voidaan puurakenteilla päästä ohuempaan, määräykset täyttävään rakenteeseen kuin standardibetonirakenteilla, koska puu on itsessään kohtuullisen hyvä eriste.

(4) RAKENNUKSEEN LIITTYVÄT VALINNAT

Rakennuskustannukset syntyvät resurssien käytöstä ja niiden hinnoista. Resursseja ovat tehty työ, tarvittavat materiaalit, energia ja pääoma. Rakennuttamisessa merkittävää on myös rakentamisen ajankohdan valinta (rakentamisen suhdanne) ja vaiheiden kestot (suunnittelu-, rakentaminen ym).

- A) Puurakentamisen hinta nousee, jos puun hinta on korkea, eli tämä vaikuttaa ajankohdan valintaan.
- B) Puurakentamisen hintaa nostaa betonirakentamista pidempikestoisempi rakennussuunnitteluvaihe, koska ratkaisut eivät ole vakiintuneet
- C) Puurakentamisen hintaa ehkä madaltaa nopeampi työmaavaihe, työ siirtyy esimerkiksi tilaelementtitehtäisiin.

PUURAKENTAMISEN RAKENNESUUNNITTELUVAIHE ON TAVANOMAISTA PIDEMPI.

(5) ERILAISET TUOTANTORATKAISUT

Erilaiset tuotantoratkaisut ja niiden osaiminen vaikuttavat rakennuksen hintaan. Paikalla tehty runko on hitain, tilaelementistä tehty rakennus yleensä nopein, eli valinta vaikuttaa työmaan kestoon. Mitä valmiimpi ratkaisu sitä lyhyempi työmaa-aika. Yleisesti ottaen tehdasoloissa on mahdollista tehdä tarkempaa ja laadukkaampaa jälkeä. Toisaalta tehtaassa tuotteeseen saattaa tulla usein nk. bulkkiratkaisuja ja tämä voi vähentää tuotteen esteettistä laatua.

LYHYIN TYÖMAA-AIKA SAAVUTETAAN TILAELEMENTTIRATKAISULLA.

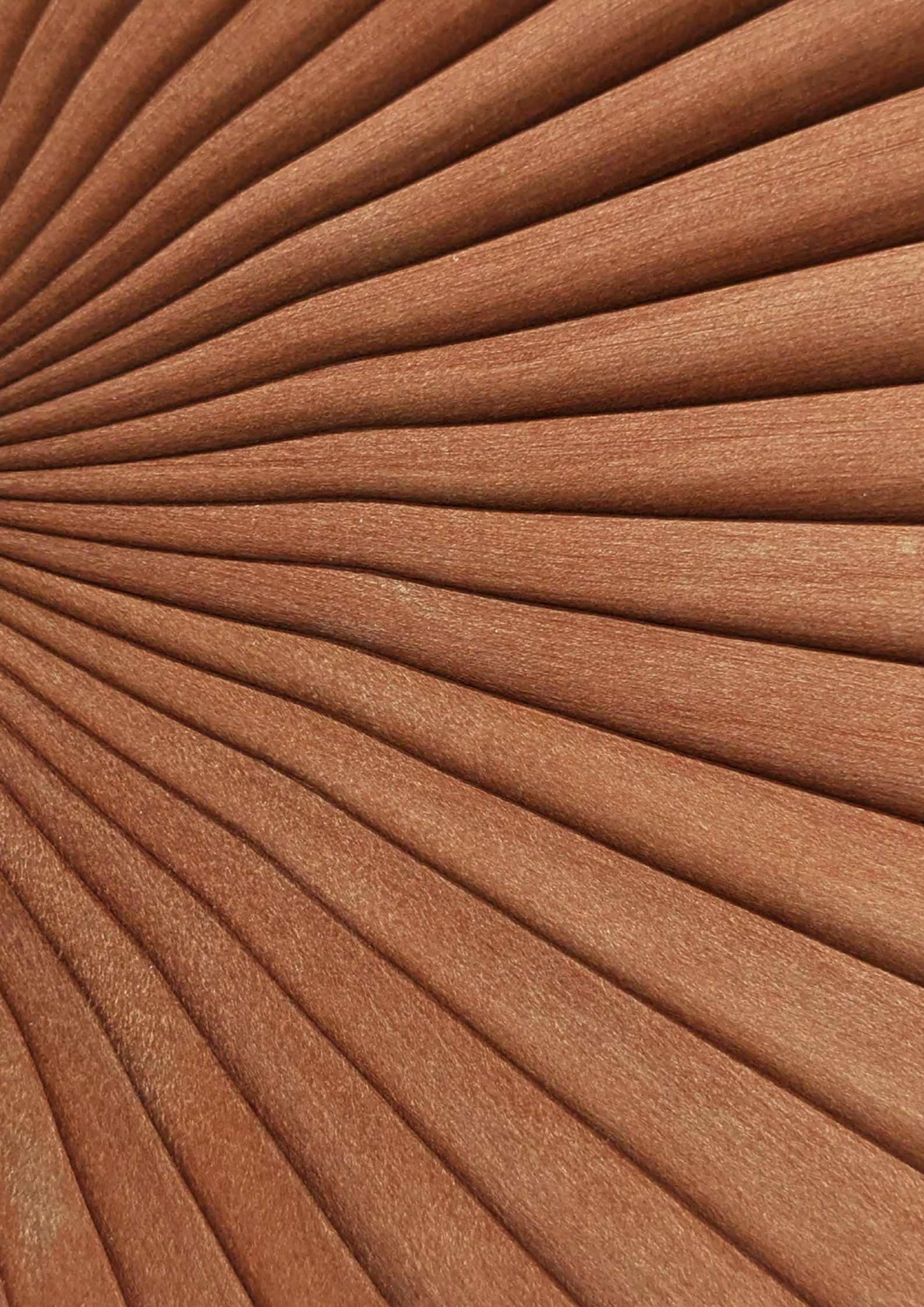
(6) HINTATEKIJÄT

Suhdanteet vaikuttavat rakennushankkeen hintaan. Jos puumateriaalin hinta nousee, nousee myös puukerrostalojen hinta. Toisaalta yhteiskunnan ilmastotavoitteet saattavat lähivuosina aiheuttaa hiilijalanjäljen veroa, jolloin tilanne voi kääntyä nopeastikin puurakentamista suosivaksi.

Tilaaaja ei voi määrittellä hankesuunnitelmaa eri tavoitehintaa puu- ja betonirakennukselle, vaan tavoite on määriteltävä laatukriteerein esimerkiksi hiilijalanjälkivaatimuksena, joka on helpompi saavuttaa puurakentamisella. Puurakenteisen kerrostalon sen sijaan voi kilpailuttaa eli puurakenne voi olla hankinnan ehto, vaikka se maksaisi enemmän.

TILAAJA VOI MÄÄRITELLÄ PUURAKENTEEN HANKINNAN EHDOKSI.

Hinnan muodostumiseen vaikuttaa myös paikallinen kilpailutilanne. Lahden seudulla potentiaalisia puurakentajia on vähän ja ne ovat pieniä yrityksiä, joten kilpaileminen betonikerrostalorakentajien kanssa on haasteellista. Käydyissä markkinavuoropuheluissa ja muissa yhteyksissä on tullut esiin, että seudulla toimivat isommat rakennusliikkeet eivät koe hallitsevansa puukerrostalorakentamista ja siksi hankkeiden riskivaraukset ovat korkeita.



RAKENNUSHANKKEEN ELINKAARIKUSTANNUKSET



SUUNNITTELU

Kaikki elinkaarikustannukset ovat sidoksissa suunnitteluratkaisuihin. Hyvällä suunnitteluosaamisella on suurin merkitys elinkaarikustannuksiin.

Rakenteiden tulisi olla vikasietoisia eli yksinkertaisempia rakenteita, joissa vaikeasti vaihdettavia osia kuten runkoa ja lämmöneristeitä suojataan ulkopuoliselta kosteudelta huolellisesti ja vaikeasti vaihdettavat rakennusosat tehdään mahdollisimman kestävästä materiaaleista. Esimerkiksi betonivaluihin upotetut viemärit ja kaivot voisi tehdä haponkestävästä teräksestä ja muut betoniin upotettavat TATE-asennukset asentaa suojaputkiin, jotka mahdollistavat asennusten vaihtamisen.

Kosteusteknisessä suunnittelussa tulisi käyttää varmuuskerrointa. Rakenne kestää usein yhden virheen, mutta mikrobivaurioituu, jos siinä on kaksi yhtäaikaista virhettä. Esimerkiksi yläpohjan lämmöneriste voi kestää höyrynsulun puuttumiseen, mutta vaurioituu todennäköisemmin, jos samaan aikaan vesikatteen alustan tuuletus on vaillinainen.

Rakennusta säältä ja kosteudelta suojaavien osien kulumista ei voi estää, joten niiden tulisi olla helposti korjattavissa tai vaihdettavissa. Esimerkkinä voidaan mainita vesikatteen, julkisivurakenteet, ikkunat ja ovet sekä maanalaiset järjestelmät kuten kellariseinien vesieristeet ja sade- ja salaojavesijärjestelmät. Julkisivua kannattaa suojata vaikkapa lasituksella tai uhrikerroksella.

Vaihdettavissa tai korjattavissa tulisi olla myös vesijohdot, viemärit, kosteiden tilojen vesieristeet, ilmanvaihtojärjestelmä ja sähkö- ja automaatiojärjestelmät.

Vaihdettavien osien korjaustapa tulisi miettiä jo suunnitteluvaiheessa ja huomioida osien vanhentumisen syklisyys; jos julkisivu on uusittava 20 vuoden välein niin sen takana olevan rakenteen, vaikkapa lämmöneristeiden, tulisi kestää 40 vuotta (2x) tai 60 vuotta (3x).

**HYVÄ SUUNNITTELU PIENENTÄÄ ELINKAARIKUSTANNUKSIA.
KESTÄVÄ MATERIAALI ON YLEENSÄ ELINKAARIEDULLINEN
VALINTA.**

RAKENNUSMATERIAALIEN KESTÄVYYS

Ympäristöministeriön ohjeen (Rakenteiden lujuus ja vakaus, kantavien rakenteiden suunnittelun perusteet) mukaan rakennus suunnitellaan 50 (tavanomaiset rakennukset) tai 100 (merkittävät arvoraennukset) vuoden käyttöajalle. Peruskorjaukset tapahtuvat usein kuitenkin noin 30 vuoden jaksoissa, joka on lähempänä useimpien rakennusmateriaalien odotettua käyttöikää. Mitä kestävämpi rakennusmateriaali on, sen pidempi on korjausväli ja sitä vähemmän syntyy elinkaarikustannuksia.

RAKENNUSMATERIAALIEN TURVALLISUUS JA TERVEELLISYYS

Rakennusmateriaalia ei pitäisi joutua vaihtamaan arvioidun käyttöjakson aikana sen takia että se muuttuu epäterveelliseksi. Tämä korostuu varsinkin rakenteissa ja kovalle kulutukselle alttiissa rakennusosissa kuten lattia; mitä laadukkaampaa materiaalia valitset, sitä pidemmän käyttöjakson saat. Esimerkkinä voi käyttää vaikkapa luonnonkivilattiaa, joka on kallis ja materiaalin tekeminen vaatii paljon energiaa. Mutta käyttöaika voi olla parhaimmillaan satoja vuosia, eli sitä ei tarvitse ehkä vaihtaa koko rakennuksen käyttöaikana. Tätä kautta valinta voi elinkaari- tai hiilitase-näkökulmasta olla erittäin hyvä, huolimatta siitä mitä lyhytkestoinen (30 v) laskentamalli näyttää.

RAKENTAMINEN PROSESSINA (RAKENNUSAIKA)

Mitä lyhyempi rakennusaika sen vähemmän tulee elinkaarikustannuksia paitsi, jos lyhyt rakennusaika johtaa rakennusvirheisiin. Rakennusajan merkitys elinkaarikustannuksiin on kaiken kaikkiaan kuitenkin vähäinen. Mitä nopeammin rakennus saadaan säältä suojaan ja mitä nopeammin rakenteet ovat niin kuivia, että töitä voidaan jatkaa sen parempi. Puurakennuksen rakennusaika on usein lyhyempi kuin betonirakennuksen, koska paksujen betonirakenteiden kuivumisesta ei tarvitse odotella. Tilaelementtiratkaisuilla ero vielä korostuu.

KÄYTÖN AIKAINEN ENERGIAN KULUTUS

Vuokrataloissa muu kuin lämmityksestä aiheutuva energiankulutus on asukkaiden kulutusta. Rakennuksen pitäisi olla kuitenkin mahdollisimman vähän lämmitysenergiaa kuluttava. Jos vuokratalo tuottaa esimerkiksi aurinkosähköä, niin vuokranantaja voi siirtää sähköä maksua vastaan vapaaehtoisille asukkaille, jos kiinteistöön on muodostettu energiayhteisö.

LÄMMITYSMUOTO

Vuokranantaja maksaa yleensä lämmityksen, joten mitä edullisempi lämmitysmuoto sen taloudellisempaa lämmittäminen on vuokranantajalle. Geoenergian käyttö lienee tällä hetkellä kustannustehokkain vaihtoehto. Lahdessa kuitenkin rakennetaan usein pohjavesialueella, jossa geoenergiakaivoja ei sallita. Lahtienergian kaukolämpöä voi ostaa myös "hiilivapaana".

MUU YLLÄPITO, MUUTOKSET JA KORJAAMINEN

Siivottavuuden pitää olla yksinkertaista ja helppoa. Pintojen tulee olla helposti siivottavia ja tilojen selkeitä. Siivottavuuden arviointiin kannattaa suunnitteluvaiheessa käyttää asiantuntijaa.

Eri asioiden korjaus- ja huoltosyklilien yhteensopivuus vähentää kustannuksia; esimerkiksi julkisivutelineitä tarvitsevien korjausten olisi hyvä tapahtua samalla syklillä (vesikatto ja ikkunat).

TATE-järjestelmien huolto ja korjaaminen kannattaa olla selkeästi järjestetty (mahdollisuuksien mukaan asuntojen ulkopuolelta), järjestelmien käyttöikä, rakennusautomaation käytettävyyden, toimintavarmuus ja säädettävyyden huomioitu jo suunnitteluvaiheessa.

Rakennuksen kuluvien osien pitää olla helposti ja taloudellisesti korjattavissa ja korjausajankohdan etukäteen mietitty. Korjaustapa pitäisi suunnitella jo alkuperäisen suunnittelun yhteydessä, jotta rakenteista tulisi järkeviä. Materiaalien pitkäaikaiskestävyys on tärkeää varsinkin niissä osissa, joita on vaikea vaihtaa.

ELINKAAREN LOPPU JA PURKAMINEN

Rakennukset tulisi suunnitella niin, että rakennusmateriaalit ovat purkamisen jälkeen käytettävissä mahdollisimman vähän prosessoituina suoraan uuteen rakentamiseen tai muuhun uudelleenkäyttöön. Tällöin rakennusmateriaalien kiinnitystavat on ajateltava niin, että rakennus on järkevästi purettavissa. Esimerkiksi pulttiliitos on purettavissa ja naulaliitos ei, lukkopontillinen parketti on purettavissa ja liimattu muovimatto ei kovin helposti.

**KESTÄVÄ MATERIAALI ON YLEENSÄ ELINKAARI-
EDULLINEN VALINTA. RAKENNUSTEN TULEVA KORJAUSTAPA
ON MIETITTÄVÄ JO SUUNNITTELUVAIHEESSA.**

INVESTOINTI- JA ELINKAARIKUSTANNUSTEN VAIKUTUS PÄÄTÖKSENTEKOON

Perinteisesti rakennushankkeen hankesuunnitteluvaiheessa on arvioitu pääasiassa investointikustannuksia ja laskettu niiden takaisinmaksuaikaa odotettavissa olevalla korkotasolla ja tulo- ja menokertymällä. Viime vuosina on kuitenkin herätty siihen, että pitkäaikaisen omistajan rakennusinvestoinnin todellinen kannattavuus riippuukin rakennuksen elinkaarikustannuksista.

Kiinteistön käyttö- ja ylläpitokustannukset vaikuttavat erittäin paljon rakennusinvestoinnin kannattavuuteen ja kiinteistön arvoon sen elinkaaren eri vaiheissa. Niinpä investointipäätöksiä tehdessään rakennuttajan kannattaa katsoa tulevaisuuteen ja laskea rakennuksen kustannuksia myös vähintään 30 vuoden jos ei jopa 50–60 vuoden ajanjaksoissa.

RAKENNUSHANKKEEN KANNATTAVUUS ARVIOIDAAN SEN ELINKAAREN AIKAISISTA KUSTAN- NUKSISTA JA TUOTTO-ODOTUKSISTA.

Elinkaarikustannusten laskenta suunnitteluvaiheessa auttaa rakennuttajaa löytämään mahdolliset riskitekijät ja ohjaamaan hankesuunnittelua kustannusten optimoimiseksi. Hankkeen elinkaarilaskennan avulla mallinnetaan ja arvioidaan kaikki rakennuksen kustannukset sen elinkaaren ajalta. Se huomioi investointikustannusten lisäksi rakennuksen ylläpitokustannukset (mm. huolto, energia, siivous, jäte, vakuutukset ja kiinteistövero) sekä kunnossapitokustannukset. Laskennan avulla voidaan optimoida energiankulutusta ja arvioida veden, lämmityksen ja sähkön kustannuksia tuleville vuosille ja tuloksista lasketaan investoinnin takaisinmaksuaika sekä sijoitetun pääoman tuotto. Elinkaarilaskennan avulla saadaan samalla laskentaperusteet myös rakennuksen todelliselle hiilijalan- ja kädenjäljelle suhteessa sen arvioituun käyttöikänsä.

Eniten rakennuksen elinkaariedullisuuten vaikuttaa sen energiatehokkuus ja energian lähteiden hinta ja hinnan odotettavissa oleva kehitys. Tätä kirjoitettaessa Euroopan turvallisuustilanne on heikko ja riippuvuutta venäläisestä maakaasusta, öljystä ja kivihiilestä halutaan vähentää. Eurooppa on pakotettu nopeuttamaan vihreää siirtymää. Ei ole vaikea arvata, että uusiutuviin energioihin liittyvä teknologiat kuten geolämpö ja aurinkosähkö tulevat kasvattamaan markkinaosuuttaan. Näiden ratkaisujen hinta nousee kovan kysynnän kautta, mutta suhteessa fossiiliseen energiaan ne tulevat todennäköisesti erittäin kilpailukykyisiksi, kun fossiilisen energian saanti vaikeutuu.

UUSIUTUVAN ENERGIAN INTEGROINTI RAKENNUKSIIN MUUT- TUU KOKO AJAN KANNATTAVAMMAKSI.

Todennäköisesti yleistyvä ratkaisu on kiinteistö- tai aluekohtainen aurinkovoimala, joka tuottaa rakennuksen sähkön ja lämpöpumpulla siirrettään energiaa geoenergiakaivosta lämmitykseen ja jäähdytykseen. Suomen pimeän jakson vaatima säätöenergia ostetaan pääosin verkosta, mutta todennäköisesti siltä pyritään tulevaisuudessa myös säilömään jonkin verran kiinteistökohtaisiin akkuihin.

Lahdessa tätä trendiä rajoittavat melko paljon pohjavesialueet, johon toistaiseksi ei saa geoenergiakaivoja porata. Nykyisen geopoliittisen tilanteen takia tästä sääntelystä on todennäköisesti luovuttava ja löydettävä tapa geoenergian turvalliseen käyttöön.

RAKENNUKSEN TEKNISEEN ELINKAARIEDULLISUUTEEN VAIKUTTAVAT AINAKIN SEURAAVAT TEKIJÄT:

1. RAKENNUKSEN KESTÄVYYS LUONNONVOIMIA JA KÄYTTÄJIÄN VASTAAN

mitä kestävämmät materiaalit ja ratkaisut sitä edullisemmaksi elinkaari usein osoittautuu, vaikkakin on varmasti olemassa tietty investointiraja, mitä ei kannata ylittää

2. RAKENNUKSEN KORJATTAVUUS

mitä helpommin korjattavia tai vaihdettavia rakennuksen osat ovat, sitä edullisemmin näistä toimista tulevaisuudessa selviää

- a. julkisivujen korjattavuus tai vaihdettavuus
- b. vesikatteiden korjattavuus tai vaihdettavuus
- c. vesijohtojen ja viemäreiden vaihdettavuus
- d. ilmanvaihtojärjestelmän korjattavuus
- e. perustusten kuivatusjärjestelmien ja vesieristeiden korjattavuus

3. RAKENNUKSEN HUOLLETTAVUUS

mitä helpompi rakennusta on huoltaa sitä edullisemmaksi huolto tulee ja sitä todennäköisemmin se tulee tehtyä, vrt. kohdat 2 a–e

PUU- JA BETONI- KERROSTALOJEN KUSTANNUS- EROT

Puu- ja betonikerrostalojen kustannuseroja syntyy tällä hetkellä mm. tässä kappaleessa esitellyistä seikoista. On huomattava, että tilanne voi muuttua nopeasti puurakentamisen volyymin kasvaessa ja teollistumisasteen noustessa.

KUSTANNUSEDUT:

- + **NOPEAMPI RAKENNUSAIKA**
- + **KEVEÄMMÄT RAKENTEET**

KUSTANNUSLISÄT:

- **SPRINKLAUS**
- **SÄÄSUOJAUS (TULISI TEHDÄ BETONI-
RAKENNUKSILLAKIN, JOS HALUTAAN
RAKENTAA VARMUUDELLA TERVEITÄ
TALOJA)**
- **KORKEAMMAT RAKENNESUUNNITTELU-
KUSTANNUKSET**

Puukerrostalon tuotantokustannukset ovat tällä hetkellä kokonaisuutena korkeammat kuin betonirunkoisen talon. Kokemus puukerrostalorakentamisesta rajautuu vielä tällä hetkellä melko pienelle osalle alan toimijoista. Kokemuksen puute puukerrostalorakentamisesta aiheuttaa kustannusten nousua hankkeen eri vaiheissa. Riskien vaikea hahmotettavuus, kokemuksen puute, sekä suoritteiden ja menekkien vaikea arviointi johtavat helposti ylihinnoitteeseen tarjousvaiheissa.

Toimittajien rajallinen määrä ja ratkaisumallien toimittaja-kohtaiset erot, sekä toteutettujen kohteiden vähäisyys ovat estäneet vielä asioiden vakiintumisen. Asioiden vakiintuminen tehostaa rakentamista, nopeuttaa ratkaisujen kehitystä, lisää kilpailua ja tuo rakentamiseen kustannustehokkuutta. (Lehtonen et al 2015, 12)



RAKENNUSHANKKEEN ILMASTOVAIKUTUKSET

HIILIJALANJÄLKI JA HIILIKÄDENJÄLKI

HIILIJALANJÄLKI tarkoittaa jonkin tuotteen, toiminnan tai palvelun aiheuttamaa ilmastokuormaa eli sitä, kuinka paljon kasvihuonekaasuja tuotteen tai toiminnan elinkaaren aikana syntyy. Toisinaan hiilijalanjäljellä viitataan kasvihuonekaasujen kokonaispäästöjen sijaan pelkkiin hiilidioksidipäästöihin.

HIILIJALANJÄLJEN ja **ILMASTOKUORMAN** käsitteet on kehitetty mittariksi, jonka avulla voidaan arvioida erilaisten tekojen ja kulutusvalintojen vaikutusta ilmaston lämpenemiseen. Hiilijalanjälki mittaa, paljonko kasvihuonekaasuja esimerkiksi rakennuksen rakentaminen, käyttö ja purku aiheuttavat sen elinkaaren aikana. Tilannetta, jossa nettohiilijalanjälki on nolla, kutsutaan hiilineutraaliksi: toiminta ei vaikuta ilmaston lämpenemiseen lainkaan.

HIILIKÄDENJÄLJELLÄ tarkoitetaan niitä myönteisiä ilmastovaikutuksia, joita ei syntyisi ilman kyseistä tuotetta tai palvelua. Rakentamisessa näitä voivat olla esimerkiksi rakennuksen tuotteiden uudelleenkäytöllä tai materiaalien kierrätyksellä vältettävät päästöt, pitkäikäiset hiilivarastot sekä rakennuksen tuottama ylijäävä uusiutuva energia.

Nykyisissä puukerrostaloissa on usein kohtuullisen vähän puuta, jolloin rakennus ei muodosta kovin merkittävää hiilivarastoa. Tällä hetkellä on arvoitus miten hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki huomioidaan rakennushankkeiden laatupisteytyksessä ja mikä on näiden sopiva osuus valintakriteereissä ja miten tällaiset valintakriteerit on hyväksyttävissä julkisissa hankinnoissa.

Ijäksen tutkimuksen mukaan Heinolaan 15 vuotta sitten rakennetussa puukerrostalossa käytettiin puuta kaikkiaan noin 450 m³ (joka varastoi noin 337 500 kg hiilidioksidia, tämän kirjoittajan laskelma). Puuinfo on laskenut puukerrostalojen puumenekkiä. Laskelman mukaan rankorakenteisessa rakennuksessa käytetään puuta 0,22 m³/kem² ja CLT-runkovaihtoehdossa 0,58 m³/kem². (Puuinfo 2020a). VTT selvitys Rakentamisen hiilivarasto v. 2017 mukaan suomalaisten puukerrostalojen hiilisisältö on 149–298 kgCO₂/bm², joka vastaa puuna noin 0,25–0,50 m³/bm² (Vares et al 2017, 42).

Jos Heinolan puukerrostalo olisi aikanaan tehty CLT-runkoisena, olisi se varastoinut n. 890 000 kg hiilidioksidia. Mikäli koko rakennus olisi tehty vain puusta (ilman erillisiä lämmöneristeitä ja myös väliseinät massiivpuuelementtejä), olisi puuta käytetty noin 1–1,2 m³/kem² ja se olisi varastoinut hiilidioksidia noin 1,5–1,8 miljoonaa kg.

PUUKERROSTALON RUNKORAKENNETTA MUUTTAMALLA VOIDAAN YLI KAKSINKERTAISTAA RAKENNUKSEN MUODOSTAMA HIILIVARASTO.

Hiilivarastoa voi siis synnyttää rakennukseen suosimalla massiivisempia rakenteita. Jos tämä ei lisää rakennuksen hankintakuluja, on ilmastonäkökulmasta perusteltua toimia näin. Lisäksi, jos massiivisten rakenteiden käytöllä on vain marginaalinen merkitys rakennuksen koko hankintahinnassa tai elinkaarikustannuksissa, ilmastonäkökulman huomiointi on edullinen markkinointivaltti.

Rakennuksen hiilijalanjäljellä on samalla tavalla merkitystä tilaajalle. Tilaajan pitää määrittää hiilijalanjäljen tavoiteltu suuruus ja kirjata tämä jo hankesuunnitteluvaiheessa tavoitteeksi. Tulevaisuudessa rakennuksen hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki rinnastettaneen rakennuksen olennaisiin teknisiin vaatimuksiin.

SUUNNITTELU

Kaikki ilmastovaikutukset ovat sidoksissa suunnitteluratkaisuihin. Hyvällä suunnitteluosaamisella on suurin merkitys myös ilmastovaikutuksiin. Suunnittelijan tulisi osata valita materiaaleja, joiden valmistuksessa syntyy vähän hiilidioksidipäästöjä ja rakennustapoja, joilla on pieni hiilijalanjälki sekä materiaaleja, joilla on iso hiilikädenjälki ja joista syntyy rakennukseen pitkäaikainen hiilivarasto. Paikallisten materiaalien kuljetuksen vaikutus ilmastoon on myös vähäisempi kuin kaukaa tuotujen.

RAKENNUSMATERIAALIEN KESTÄVYYS

Mitä kestävämpi rakennusmateriaali on, sen pidempi on sen korjausväli ja sitä vähemmän ilmastovaikutuksia sillä on pitkällä aikavälillä. Esimerkiksi kivilattia voi kestää satoja vuosia, jolloin ilmastovaikutus käyttövuotta kohden voi olla pieni.

MATERIAALIEN UUSIUTUVUUS

Puulattian kestoikä on lyhyempi kuin kivilattian, mutta se tehdään uusiutuvista materiaaleista. Sen sijaan muovilattia tehdään yleensä fossiilisista materiaaleista eikä sen käyttöikä ole kovin pitkä. Hiilitaseeseen vaikuttaa myös rakennusmateriaalin valmistusprosessin hiilijalanjälki

RAKENTAMINEN PROSESSINA (RAKENNUSAIKA)

Mitä lyhyempi on rakennusaika sen vähemmän sillä on vaikutusta hiilijalanjälkeen paitsi, jos lyhyt rakennusaika johtaa rakennusvirheisiin. Rakennusajan merkitys hiilijalanjälkeen on kaiken kaikkiaan vähäinen.

KÄYTÖN AIKAINEN ENERGIAN-KULUTUS

Vuokrataloissa muusta energiankulutuksesta kuin lämmityksestä pääosa on asukkaiden omasta käytöstä johtuvaa energiankulutusta. Huoneistojen kodinkoneet, kiukaat ja muut sähköä kuluttavat laitteet valitsee kuitenkin rakennuttaja, jolloin näiden on syytä olla mahdollisimman energiatehokkaita. Rakennuttajalla voi olla kiusaus hankkia halvempia laitteita, mutta vähähiilisen rakentamisen hankintakriteerit-oppaan (Kuittinen, M. le Roux, S 2017, 22), mukaan ne tulisi valita aina kahdesta parhaasta energiamerkintäluokasta.

Rakennuksen pitäisi yleensä olla mahdollisimman vähän lämmitysenergiaa kuluttava ollakseen vähähiilinen tai hiilineutraali. Jos vuokratalo

tuottaa esimerkiksi aurinkosähköä, vuokranantaja voi perustaa vuokralaisten kanssa energiayhteisön ja siirtää sähköä asukkaille ilman siirtomaksuja ja sähköstä voidaan yhteisellä sopimuksella kohdullisesti myös laskuttaa.

LÄMMITYSMUOTO

Vuokranantaja valitsee lämmitysmuodon. Lämmitysmuodon valinta on vähähiilisyyden vaikutuksiltaan rakennushankkeen tärkein päätös. Tällä hetkellä vähähiilisimpään lopputulokseen päästään todennäköisimmin tuottamalla talossa mahdollisimman paljon aurinkosähköä ja lämmittämällä ja viilentämällä rakennusta geoenergialla.

MUU YLLÄPITO, MUUTOKSET JA KORJAAMINEN

Siivoamisen tulee olla yksinkertaista, pintojen pitää olla helposti siivottavia ja tilojen selkeitä, jotta aikaa, energiaa ja pesuainetta menee mahdollisimman vähän. Suunnitelmien tarkastamisessa kannattaa käyttää siivousalan asiantuntijaa. Eri asioiden hoito- ja huoltosykliden yhteensopivuus vähentää energiantarvetta ja sitä kautta pienentää huollon hiilijalanjälkeä. Esimerkiksi julkisivutelelineitä tarvitsevien korjausten olisi hyvä tapahtua samalla syklillä tai syklin kerrannaisilla kuten 30 tai 60 vuotta (vesikatko ja ikkunat tms), ja tämä tulisi huomioida jo suunnitteluvaiheessa.

Rakennuksen kuluvien osien pitää olla helposti ja energiatehokkaasti vaihdettavissa tai korjattavissa. Kannattaa suosia pitkään kestäviä, helposti huollettavia laitteita ja materiaaleja, jolloin ylläpidon aikainen hiilijalanjälki on mahdollisimman pieni

ELINKAAREN LOPPU JA PURKAMINEN

Rakennukset tulisi suunnitella niin, että rakennusmateriaalit ovat purkamisen jälkeen mahdollisimman vähän prosessoituina siirrettävissä suoraan rakentamiseen tai muuhun uudelleen käyttöön, jotta niiden sisältämä tai tuottamiseen käytetty hiili jäisi kiertoon palautumatta ilmakehään.

Kun verrataan hiilitaseen muodostumista elinkaarikustannusten muodostumiseen niin havaitaan, että molemmissa on kyse pitkälti samoista asioista. Kun minimoidaan elinkaarikustannuksia niin samalla usein minimoidaan rakennuksen ilmastovaikutuksia. Mitä pidemmälle jaksolle elinkaarikustannuksia lasketaan, esimerkiksi 60 vuodelle yleisesti käytössä olevan 30 vuoden sijaan, positiiviset ilmastovaikutukset lisääntyvät.



HANKINTA- PROSESSEISTA

Erilaiset hankintatavat kuten kokonaisurakka tai KVR johtavat erilaisiin suunnittelunohjauksiin: kuka vastaa suunnittelusta kussakin urakamuodossa? Urakamuoto, vastuu suunnitelmista, suunnitteluratkaisut, suunnitelmien jako suunnitelmapaketteihin ja hankintapaketteihin ovat toisistaan riippuvaisia.

Joka tapauksessa kilpailuttamisen ja tekijänoikeuksien näkökulmasta kirjallinen hankesuunnitelma (raportti) ja sen toteutettavuuden osoittava luonnostasoinen suunnitelma (viitesuunnitelma) pitäisi pitää aina toistaan erillään. Asiakirjojen erillisuus mahdollistaa monenlaiset kilpailuttamistavat. Kirjallinen hankesuunnitelma on ongelman ja tavoitteiden kuvaus, viitesuunnitelma on sen yksi ratkaisuehdotus.

Jos päätöksentekoon, esimerkiksi kunnallisessa organisaatiossa, tarvitaan hankesuunnitelman lisäksi rakennuksen suunnitelmat, tarkoittaa se sitä, että hankesuunnitelma ja rakennuksen suunnitelmia tehdään yhtä aikaa. Tällaisessa tapauksessa kohteen suunnitteluratkaisu, laajuus ja laatutaso sekä näistä arvioitu tavoitehinta lukittuu hankkeen aikaisessa vaiheessa. Urakoitsijan tehtäväksi jää tarjousvaiheessa laskea esitetylle ehdotussuunnitelmalle urakkahinta. Urakoitsijan kilpailutekijäksi jää käytännössä ainoastaan työmaatoimintojen ja hankintojen tehokkuus.

Jos tilaajaorganisaation päätöksenteko voidaan tehdä pelkän kirjallisen hankesuunnitelman perusteella (laajuus brm^2 , laatu $\text{€}/\text{m}^2$, aikataulu, kustannukset €) ilman rakennussuunnitelmia niin urakoitsijoiden tai suunnittelijoiden liikkumavara ratkaisun esittämisessä aikana on paljon suurempi.

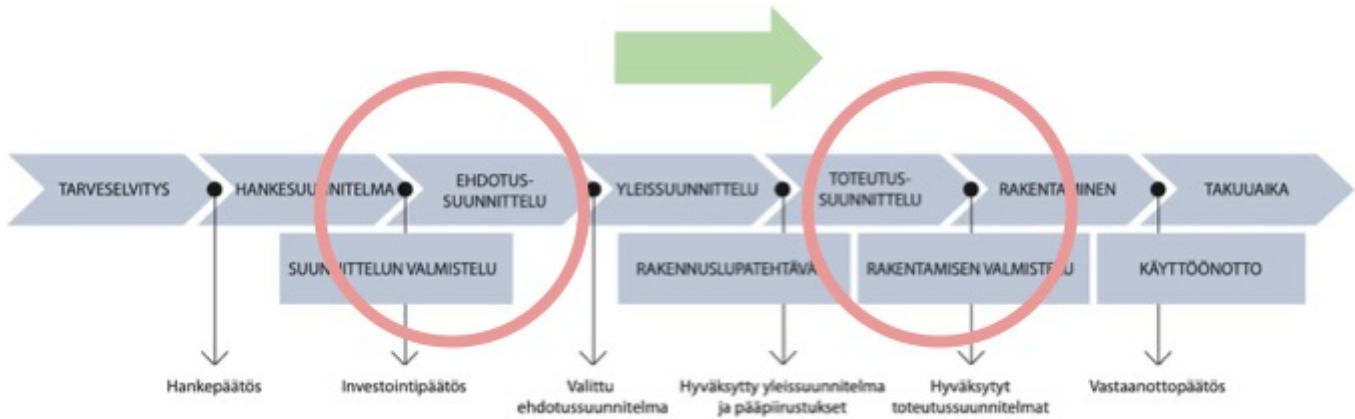
Kun esitettyjen tavoitteiden mukaisen suunnitelman ja sen hinnan esittäminen annetaan urakoitsijoiden ja urakoitsijoiden suunnitteluryhmien ratkaistavaksi, on urakoitsijoilla mahdollisuus sovittaa suunnitteluratkaisu parhaiten omaan tuotantotekniikkaansa sopivaksi. Suunnittelijat saattavat myös keksiä tehokkaampia suunnitteluratkaisuja ja näillä on suoria kustannusvaikutuksia.

Tilaaajan päätöksenteko on varmemmalla pohjalla, kun päätöksentekotilanteessa on yhden suunnitelman sijaan ehdolla useita keskenään vertailukelpoisia suunnitelmia ja niiden arvioitujen rakennuskustannukset ovat tiedossa. Vaihtoehtojen kartoittaminen onnistuu yleensä parhaiten siten, että moni työryhmä tuottaa kukin yhden vaihtoehdon kuin siten, että yksi työryhmä tuottaa monta vaihtoehtoa.

TILAAJAN PÄÄTÖKSENTEKO ON VARMEMMALLA POHJALLA, KUN YHDEN SUUNNITELMAN SIJAAN EHDOLLA ON USEITA KESKENÄÄN VERTAILUKELPOISIA SUUNNITEL- MIA JA NIIDEN ARVIOIDUT RAKEN- NUSKUSTANNUKSET OVAT TIEOSSA.

Suunnitteluvastuun urakoitsijalle siirtävä malli on esimerkiksi suunnittele ja rakenna (SR)-malli. Hankintalain näkökulmasta hankintamuoto on kilpailullinen neuvottelumenettely, jossa on piirteitä suunnittelukilpailusta. Puhdas suunnittelukilpailu ei käy silloin kun mukaan halutaan urakat. Sen sijaan suunnittelukilpailu johtaa palveluhankintaan, jossa palvelu voidaan kilpailun ratkaisemisen jälkeen tehdä suorahankintana.

Käytännössä SR-mallissa suunnitteluratkaisu, laajuus ja laatutaso sekä näistä arvioitu hinta voidaan lukita vasta rakentamisen valmisteluvaiheessa urakkasopimuksiin.



Kuvio 4. Hankkeen tavoitteiden lukittuminen perinteisessä ja SR-mallissa (RT-11224 2016, 1). Nuoli ja ympyrät: Kimmo Liimatainen

Tilaohjelmaltaan samanlaisten hankkeiden arvioidut rakennuskustannukset voivat vaihdella huomattavasti suunnitteluratkaisuista johtuen, jopa kymmeniä prosentteja.

Suunnitteluratkaisujen kustannuserot voivat liittyä esimerkiksi tontinkäyttöön tehokkuuteen (rakennuksen sijainti tontilla valittu siten, että se mahdollistaa lisärakentamisen, perustamisolosuhteiltaan edullisin), tilatehokkuuteen (vähemmän liikennealueita, tilojen päällekkäiskäytön mahdollistavat ratkaisut jne.), materiaalitehokkuuteen (rakennusosien määrän minimointi, talotekniikan vetojen minimointi märkätilat keskittämällä), tuotantotehokkuuteen (urakoitsijan tuotantomenetelmiin sovitut rakenne- yms. ratkaisut) ja niin edelleen.

TILAOHJELMALTAAN SAMANLAISTEN HANKKEIDEN ARVIOIDUT RAKENNUSKUSTANNUKSET VOIVAT VAIHDELLA HUOMATTAVASTI SUUNNITTELURATKAISUISTA JOHTUEN, JOPA KYMMENTÄ PROSENTTEJA.

Kolmantena ja yleisesti innovatiivisimpia tuloksia tuottavana hankintamuotona ovat erilaiset suunnittelukilpailut. Suunnittelukilpailussa suunnittelijat/ suunnittelijaryhmät tuottavat tilaajan hankesuunnitelmassaan määrittelemän suunnitteluratkaisun kilpailuohjelman ehtoja noudattaen. Suunnittelukilpailujen ehdotukset palautetaan anonyymeinä nimimerkein merkittynä.

Kilpailukohtaisesti asetettava tuomaristo arvioi anonyymit ehdotukset. Tuomaristossa on tilaajan edustajia ja muita asiantuntijoita tarpeen mukaan. Tuomaristo arvioi ehdotukset ennalta asetettujen arviointikriteerien

mukaisesti ja asettaa ne paremmuusjärjestykseen. Suunnittelukilpailujen valituista ehdotuksista lasketaan kustannusarviot. Ehdotusten tekijät julkistetaan kun tuomaristo on valinnut voittajan. Suunnittelukilpailuissa jaetaan palkintoja ja lunastuksia.

Suunnittelukilpailun ratkaisemisen jälkeen voidaan suunnittelupalveluhankinta tehdä suorahankintana kilpailun voittajalta ilman erillistä kilpailutusta. Suunnitelmia ohjataan jatkossa valittavaa hankintamuotoa palvelevaksi.

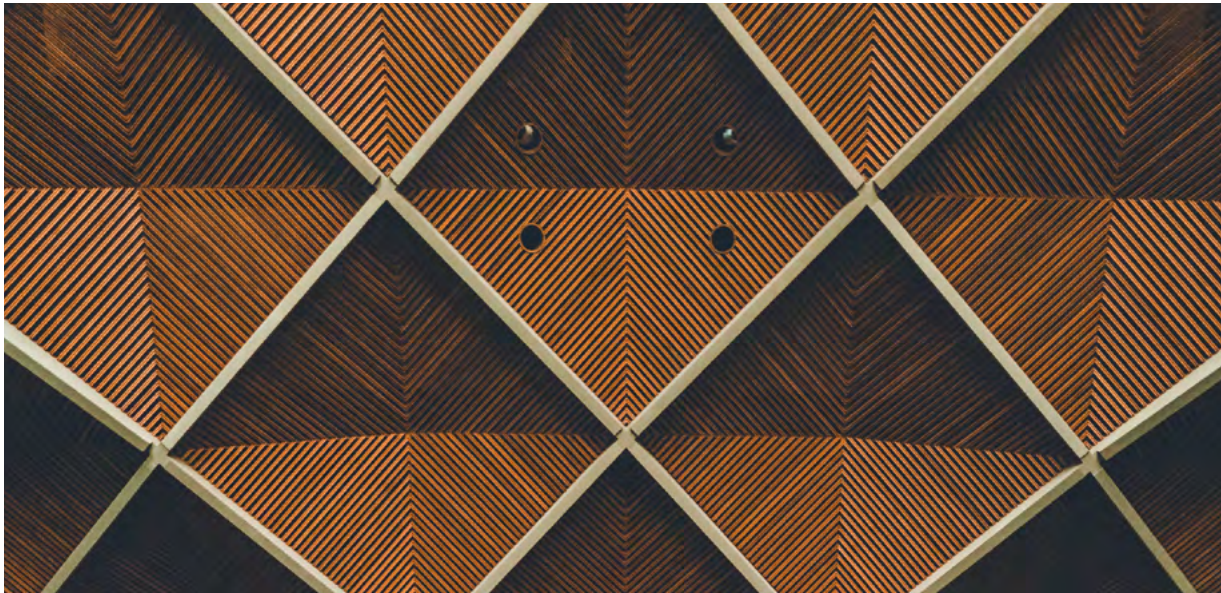
Suunnittelukilpailujen ehdotukset saavat helposti näkyvyyttä mediassa näyttävien esitystapojensa vuoksi. Usein ehdotukset asetetaan julkisesti yleisön kommentoitavaksi. Ehdotusten avoin julkaiseminen osallistaa kansalaiset, lisää hankkeen tunnettavuutta ja helpottaa kohteen markkinointia.

Suomessa suunnittelukilpailuista tunnetuin ja yleisin on arkkitehtuurikilpailu. Arkkitehtuurikilpailuja on Suomessa järjestetty vuodesta 1875 lähtien yhteensä yli 2000 kertaa.

Suunnittelukilpailu on erittäin käyttökelpoinen ja kattava vaihtoehtojen kartoittamismenetelmä. Paljon suunnittelukilpailun tuloksien käyttökelpoisuudesta riippuu kilpailun tehtävänannosta. Tehtävänannossa voi asettaa erilaisia vaatimuksia; esimerkiksi rakennusosa-arviomenetelmällä arvioiden rakennuskustannusten tulee olla alle asetetun rajan. Puhtaassa suunnittelukilpailussa saattaa tuotantotekninen osaaminen jäädä huomioimatta jos sitä ei ole tehtävänannossa huomioitu.

Suunnittelukilpailuja voi samalla tavalla käyttää muidenkin rakentamiseen liittyvien parhaiden ratkaisujen etsimiseen. Hyvä esimerkki on rakennukseen integroitavan uusiutuvan energiantuotannon ratkaisujen etsiminen ennen varsinaisen suunnittelun aloittamista.

HANKINTAMUODOT



Hankemuodon valinta on tärkeä tekijä puukerrostalohankkeen onnistumisen kannalta. Hankkeen toteutusmuoto tulee suunnitella jo hankkeen alkuvaiheessa ja sitä valittaessa tulee huomioida oman organisaation osaaminen ja käytössä olevat resurssit. Lisäksi on kilpailuttamisen onnistumiseksi huomioitava myös markkinoilta saatavat palvelut ja toimittajien määrä valittavalle toimitustavalle. Hankkeen toteutusmallin päättämisen jälkeen rakennetaan projektiorganisaatio valitun hankintamuodon mukaisesti.

Yleisesti käytetty urakkamuoto julkiselle rakennushankinnalle on KVR-urakka. Vartenotettavia toimijoita puurakennusalalla on rajatusti. Tämän takia usein käytetty ratkaisu on rajoitettu menettely, joka on kaksivaiheinen hankintamenettely:

1. HANKINTAYKSIKÖ JULKAISEE HANKINNASTA HANKINTAILMOITUKSEN HILMA:SSA

HILMA: www.hankintailmoitukset.fi. Ilmoituksen perusteella toimittajat lähettävät hankintayksikölle pyynnön saada osallistua tarjouskilpailuun (osallistumishakemus).

2. HANKINTAYKSIKÖ VALITSEE OSALLISTUMISHAKEMUKSEN JÄTTÄNEIDEN SOVELTUVIEN TARJOAJIEN JOUKOSTA NE, JOILLE SE LÄHETTÄÄ TARJOUSPYYNNÖN.

Tarjoamaan hyväksyttävien ehdokkaiden valinta on tehtävä noudattamalla hankintailmoituksessa esitettyjä ehdokkaiden soveltuvuutta koskevia vaatimuksia sekä objektiivisia ja syrjimättömiä perusteita.

Hankintayksikkö voi asettaa myös tarjoajien taloudellista ja rahoituksellista tilannetta sekä teknistä suorituskykyä ja ammatillista pätevyyttä koskevia vaatimuksia. Rajoitetussa menettelyssä ehdokkaita pyydetään jättämään osallistumishakemus myöhemmin käynnistettävään tarjouskilpailuun.

Julkiset tilaajat ottavat yleensä nk. varman päälle ja asettavat tarjoajille vaativia ehtoja liittyen mm. liikevaihdon suuruuteen, liiketoiminnan jatkumisen pituuteen, henkilöstön määrää tai koulutukseen jne. Potentiaalisia puukerrostalon tarjoajia on silloin vähän, sillä puurakentamiseen erikoistuneet yritykset ovat vielä suhteellisen pieniä.

KILPAILULLINEN NEUVOTTELUMENETTELY

Tämän oppaan kirjoittajat arvioivat, että kilpailullinen neuvottelumenettely palvelisi parhaiten yksittäisen tilaajan kuten Lahden Talot Oy:n tavoitteita. Oman ilmoituksen mukaan yritys vuokraa, omistaa, ylläpitää ja rakentaa laadukkaita mutta mukavan hintatason koteja. Rakentamisen rahoitus tulee ARA:n kautta, josta määräytyy asunnoista perittävä vuokra (€/hm²) ja sitä kautta rakennuksen maksimihinta.

Tilaohjelma syntyy niistä tarpeista, joita kokenut vuokranantaja näkee markkinoilla olevan ja mitä sitä kautta kuuluu tilaajan rakennuskonseptiin. Hyvällä suunnittelulla voidaan kuitenkin vaikuttaa mm. rakennettavien nk. hukkaneliöiden määrään ja sitä kautta rakennuksen kokonaishintaan. Kilpailu avaa samalla puurakentamisen eri mahdollisuudet tilaajan käytettäväksi.

Kilpailullisessa neuvottelumenettelyssä hankintayksikkö julkaisee ilmoituksen hankinnasta, johon kaikki halukkaat toimittajat voivat pyytää saada osallistua. Hankintayksikkö neuvottelee menettelyyn hyväksytyjen ehdokkaiden kanssa kartoittaakseen ja määrittelläkseen keinot, joilla sen tarpeet voidaan parhaiten täyttää. Kilpailun hyväksymisen perusteena käytetään yleensä osallistuvan rakennusliikkeen liikevaihtoa, kokemusta puurakentamisesta, lakisääteisten velvoitteiden hyvää hoitamista yms.

Kilpailuehdoissa urakoitsijan tulee ottaa vastuulleen rakennushankkeen koko suunnittelu ja rakentaminen tilasuunnitelman ja muiden tilaajan esittämien minimivaatimusten pohjalta ja esittää parhaaksi katsomansa kokonaisratkaisu puukerrostalon tuottamiseksi.

Kilpailullisessa neuvottelumenettelyssä hankintayksikkö voi ennalta rajata niiden ehdokkaiden määrää, jotka kutsutaan neuvotteluihin. Neuvotteluihin kutsuttavien ehdokkaiden vähimmäismäärä sekä tarvittaessa enimmäismäärä on ilmoitettava hankintailmoituksessa. Tarjoajiksi hyväksyttävät ehdokkaat on valittava noudattamalla hankintailmoituksessa esitettyä menettelyä sekä niissä esitettyjä soveltuvuuden vähimmäisvaatimuksia ja arviointiperusteita. Ehdokkaita on kutsuttava vähintään kolme, jollei soveltuvia ehdokkaita ole vähemmän. Määrä on syytä rajata noin 5–8 kilpailijaan, jotta menettely ei kuormita liiaksi.

KILPAILULLISEN NEUVOTTELUMENETTELYN KULKU

Hankintayksikön on määriteltävä hankintailmoituksessa hankintaa koskevat tarpeensa ja vaatimuksensa, eli tässä tapauksessa puukerrostalon suunnittelu ja rakentaminen SR-periaatteella. Hankintayksikkö laatii lisäksi hankinnan tavoitteita ja sisältöä tarkentavan hankekuvauksen, joka koostuu tilaohjelmasta, laadun vähimmäistason määrittelystä ja tässä tapauksessa myös rakennuksen hiilitaseeseen (hiilijalanjälki, hiilikädenjälki) liittyvistä minimivaatimuksista. Hyvä lisä voisi olla myös elinkaarikustannusten muodostuminen seuraavan 30 vuoden ajalla. Hankintailmoituksessa tai hankekuvauksessa on ilmoitettava alustava aikataulu sekä asetettava hinta-laatusuhteen vertailuperusteet.

Koska rakennuksen vuokrattaville neliöille on olemassa kattohinta, voidaan tätä käyttää vertailuperusteena, jonka yli ei voida mennä ja yhtenä arviointiperusteena on kattohinnan alituksen suuruus. Rakennuksen laadullisia kriteereitä voivat olla kokonaisratkaisun toimivuus, sisä- ja ulkotilojen käytettävyys, toimivuus ja viihtyisyys; sisätilojen kalustettavuus, piha-alueiden toiminnallisuus ja kestävyys, turvallisuus, rakennuksen arkkitehtuuri ja liittyminen ympäristöön; massoittelu, materiaalit ja värit; esteettisyys; ylläpidettävyys, siivottavuus ja huollettavuus; riskirakenteiden välttäminen ja pitkäaikaiskestävyys sekä elinkaarikustannukset.

Hankintayksikkö aloittaa valittujen ehdokkaiden kanssa neuvottelun, jonka tarkoituksena on kartoittaa ja määrittellä keinot, joilla hankintayksikön tarpeet voidaan parhaiten täyttää. Hankintayksikkö voi neuvotella valittujen ehdokkaiden kanssa kaikista hankinnan näkökohdista. Hankintayksikkö voi maksaa kilpailulliseen neuvottelumenettelyyn osallistuville raha- tai muita palkkioita taikka antaa palkintoja eli käyttää normaalisti suunnitteluun kuluvat resurssit tähän, jos tarjouksia on muuten hankala saada.

Neuvottelut voivat tapahtua vaiheittain siten, että neuvotteluissa mukana olevien ratkaisujen määrää rajoitetaan neuvottelujen aikana soveltamalla hankintailmoituksessa tai hankekuvauksessa ilmoitettuja hinta-laatusuhteen vertailuperusteita. Hyvä malli voisi olla hyväksyä ensin mukaan viisi parasta rakennusliikettä ja karsia esteettisin perustein ensi vaiheessa kolme huonointa luonnossuunnitelmaa pois.

Hankintayksikön on jatkettava neuvotteluja siihen saakka, kun se on valinnut ne ratkaisumallit, joilla kyetään täyttämään sen määrittelemät tarpeet. Neuvottelujen päättymisestä on ilmoitettava tarjoajille. Hankintayksikön on pyydettävä tarjoajilta neuvotteluissa esitettyihin ja määriteltyihin ratkaisuihin perustuvat lopulliset tarjoukset.

Hankintayksikön on arvioitava tarjous hankintailmoituksessa tai hankekuvauksessa asetettujen vertailuperusteiden mukaisesti.

Kilpailullisen menettelyn riski ARA-rahoitteisessa hankkeessa on se, että tilaaja ei saa yhtään tarjousta johtuen ARA-rahoituksen asettamista kustannusraameista. Tarjousten saamista voi rajoittaa myös se, jos mukaan hyväksyttävien yritysten liikevaihto tai referenssivaatimukset nostetaan liian korkeiksi. Lisäksi saattaa olla kyse elinkaarihankkeesta. Jos tilaaja asettaa tarjouspyynnössään liian monia kynnyksiä, eri vaiheita koskevia vaatimuksia muodostuu tarjouksen tekemisestä vaatimukseen vastaamisen maraton eikä tarjoushalukkuutta välttämättä enää löydy.

Jotta puurakentaminen edistyisi yleisellä tasolla, voisi olla hyvä, jos myös pienemmät rakennusyrietykset pääsisivät mukaan tällaisiin kehityshankkeisiin. Tätä varten kannattaa kartoittaa lähialueen potentiaaliset yritykset ja peilata vaatimuksia niiden referensseihin ja liikevaihtoon. On kuitenkin ymmärrettävä, ettei julkinen toimija voi ottaa suurta riskiä yritysten toimintavarmuuden suhteen.

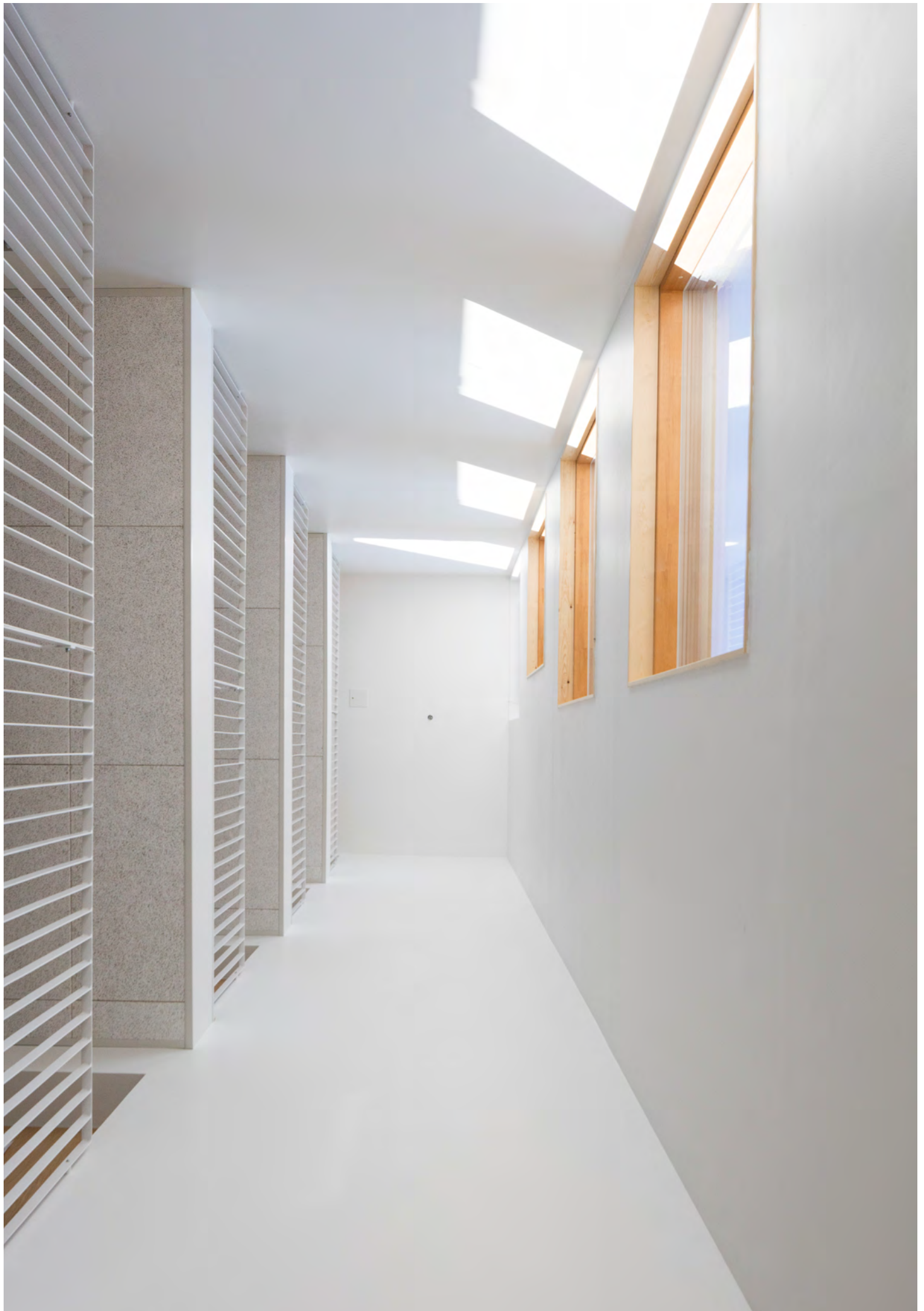
MÄÄRÄN VAIKUTUS

Kilpailuun osallistumisen saa sitä houkuttelevammaksi mitä suuremmasta hankkeesta on kysymys. Lahden Talot Oy:n kohdalla tämä tarkoittaisi sitä, että samaan tarjoukseen niputetaan optiona useita kohteita, joita aiotaan lähivuosina rakennuttaa. Tarjouspyyntöön voidaan sisällyttää myös vaade, että suhteellisen hinnan tulee pienetä seuraavissa hankkeissa, kun puurakentamisen toimijaketjun osaaminen hanke hankkeelta paranee!

HANKEMUODON VALINTA

Talo- ja energiatekniikan voisi kenties hankkia oman kilpailullisen neuvottelumenettelyn kautta, jolloin syntyy jaettu urakka vaihtoehtona KVR:lle. KVR:n riski on, että esim. uusiutuvia energioita ei helposti taloon tule, vaan siellä on kaukolämpö, tosin vihreä sellainen, jonka liittymän maksaa Lahden talot.

Tilaaja voi tarjouspyynnössään vaatia että rakennuksen energiasta joku osuus pitää tulla uusiutuvista energianlähteistä tai että rakennuksessa pitää olla tietty laskennallinen tehomäärä aurinkoenergiaa, geoenergiaa on hyödynnettävä ja niin edelleen.



LAADUN ARVIOINNISTA JA PAINOTUSMENETELMISTÄ



Laadun arvioinnissa voidaan käyttää yleistä laadun määritelmää: Laatu on kykyä täyttää tilaajan tarpeet. Laatu ei ole absoluuttista eikä laadulla ole mittakaavaa tai yksikköä. Laatu määrittyy kussakin tapauksessa erikseen suhteessa tilaajan tarpeisiin. On hyvä sisäistää laadun määritelmällinen subjektiivisuus.

ON HYVÄ SISÄISTÄÄ LAADUN MÄÄRITELMÄLLINEN SUBJEKTIIVISUUS.

Laadulliset kriteerit voivat hankinnassa kohdistua eri asioihin. Laadulla voidaan tarkoittaa muun muassa toiminnan laatua tai toisaalta lopputuloksen laatua. Joissakin hankinnoissa arvioidaan tarjoajien laatua referenssien, henkilöstön osaamistason, liikevaihdon tai jonkin muun mitattavan suureen perusteella.

Rakentamisessa toiminnan laatu tarkoittaa esimerkiksi konsultin tai urakoitsijan oman prosessin hallintaa, aikataulujen pitävyyttä, ennustettavuutta, yhteistyökykyä, tilaajalle tiedottamista sekä toiminnan kustannusarvion pitävyyttä.

Lopputuotteen laatu voi tarkoittaa joko suunnitteluratkaisun laatua tai viimekädessä valmiin rakennuksen laatua. Suunnitteluratkaisun laadun arviointi edellyttää, että arvioitavien suunnitelmien on oltava olemassa jotta niitä voitaisiin arvioida ja vertailla toisiinsa. Yleensä suunnittelurat-

kaisujen laatua arvioidaan suunnittelukilpailuissa. Valmiin rakennuksen laatu tarkoittaa toimivaa, kestäväää, turvallista, terveellistä, esteettistä ja arkkitehtonisesti korkeatasoista rakennusta.

Tarjoajien laatuarvioinnissa tarjoajia pyritään arvioimaan laadun tuottamisen kyvyn näkökulmasta; kuka tarjoaja todennäköisimmin tuottaisi haluttua laatua?

Hanketta suunnitellessa kannattaa pohtia mitä laatua hankkeessa ollaan tavoittelemassa. Tavoitellaanko tarjoajien laatua, prosessin laatua vai lopputuotteen laatua? Yksikään edellä mainittu laatu ei yksin takaa jonkin toisen laadun toteutumista hankkeessa. Laadukas prosessi voi johtaa laadultaan keskinkertaiseen lopputulokseen, toisaalta vaikea prosessi voi johtaa laadultaan korkeaan lopputulokseen.

Julkisista hankinnoista löytyy esimerkkejä siitä, että laadukkaimman prosessin tarjoaja ei pysty tuottamaan laadukkaimmaksi arvoitua lopputuotetta. Hyväksi arvoitu tarjoaja voi tuottaa sujuvan palvelun, mutta lopulta rakennettava rakennus voi olla korkeintaan keskinkertainen.

Mitä pidempi tarkastelujakso on, sen suurempi merkitys lopputuotteen laadulla on.

Kokonaistaloudellisen edullisuuden arvioinnissa on etsitty malleja laadun ja hinnan yhdistämiseen. Ongelmana hinnan ja laadun yhteenlaskemisessa on komponenttien erilaisuus. Laadulla ei ole mittakaavaa eikä yksikköä, valuutalla on yksikkö ja mittakaava. Hyvin usein ratkaisuksi on esitetty molempien muuttamista pisteiksi, saadaan "hintapisteet" ja "lautupisteet".

Pisteytys- ja yhdistämismenetelmät eivät ole ongelmatonta, koska vaikuttavuus ei tule yksinomaan hinnalle ja laadulle asetetuista painoprosenteista. Helsingin Yliopiston matematiikan ja tilastotieteen laitoksen mukaan merkittävämpi tekijä vaikuttavuuden muodostumisessa on muodostuneiden pistesarjojen hajonta. Jotta hintapisteiden ja lautupisteiden vaikuttavuus olisi sama (50%), olisi molempien pistesarjojen hajontojen oltava sama. (Hiltunen 2007)

Hajonnan vaikutuksen ymmärtää ehkä parhaiten kun toisella yhteenlaskettavalla – esimerkiksi laadulla – ei ole pisteytyksessä lainkaan hajontaa. Tällöin laadun vaikutus häviää kokonaan eikä prosenttipainotuksilla ole minkäänlaista vaikutusta, järjestys määräytyy vain ja ainoastaan halvimman hinnan perusteella.

Suomessa on toteutuneita julkisia hankintoja, joissa pisteytys on tehty edellä kuvatulla tavalla – ei ole pisteytyksessä lainkaan hajontaa. Tällöin laadun vaikutus häviää kokonaan eikä prosenttipainotuksilla ole minkäänlaista vaikutusta, järjestys määräytyy vain ja ainoastaan halvimman hinnan perusteella.

Kilpailullisessa neuvottelumenettelyssä on käytettävä laadullisia arviointikriteerejä. Harkitseminen arviointi-, pisteytys- ja pisteiden yhdistämismenetelmä ei johda tilaajan haluamaan lopputulokseen. On tilaajan etu, että valittavat menetelmät ovat harkittuja ja voittava ratkaisu täyttää tilaajan laatuvaatimukset. On siis miunnettava, että laatu ei ole korkeinta mahdollista laatua vaan laatua, joka täyttää tilaajan tarpeet.

Potentiaalisten tarjoajien valinta on yksi hankinnan onnistumisen tärkeimmistä valinnoista. Jos tarjoaja on liian suuri hankkeen kokoon nähden ei tarjoajan parhaita resursseja todennäköisesti saada hankkeeseen. Jos tarjoaja puolestaan on liian pieni hankkeen kokoon nähden se ei välttämättä edes selviä hankkeesta vaan tukehtuu siihen. Oikean kokoisessa hankkeessa sopivan kokoinen tarjoaja on aidosti kiinnostunut ja hankkeeseen saadaan tarjoajan parhaat resurssit.

Tarjoajille voidaan asettaa numeraalisesti mitattavia kynnyssehtoja; liikevaihto, referenssikohdeiden koko € tai m². Hankkeen koon ja tarjoajien koon on oltava oikeassa suhteessa toisiinsa.

Päijät-Hämeen ja Lahden tapauksessa herää kysymys ovatko hankekoko ja tarjoajien koko sopivassa suhteessa toisiinsa? Jos ei ole, voisiko Lahden talousalue toimia kasvualustana puurakentamisan yrityksille? Aloittelevien yritysten hankkeiden tulisi olla sopivan pieniä ja suurille yrityksille pitäisi koota suurempia kokonaisuuksia toteutettavaksi.

PUURAKENTAMISEN LAADUNARVIOINNIN KÄYTETTYJÄ KRITEREJÄ

Puurakentamisen ja hiilineutraalin rakentamisen hankkeissa on eri puolella Suomea testattu erilaisia laadullisia elementtejä. Joiltain julkisilta rakennuttajilta saatujen kommenttien perusteella laadullisten elementtien ja niiden painoarvojen asettaminen on erittäin vaikeaa. Alla olevaan listaan on kerätty hankkeissa käytettyjä kriteerejä.

- hiilijalanjälki, laskettu One Click LCA-työkalulla, laskennan tulos pisteytetty
- käytetty vähimmäisvaatimusta hiilijalanjäljelle
- urakkaan on asetettu bonus ja sanktio hiilijalanjäljen toteutumalle
- hinnan ja laadun suhteina on käytetty tyypillisesti 50-70 % hinta, 30-50 % laatu, mutta on myös hankkeita, joissa hinnan osuus jopa 90 %.
- uusiutuvan energian tai paikalla tuotetun energian vähimmäismäärä, esimerkiksi 10-20 %
- E-lukuvaatimus esimerkiksi vaadittu kWhE/m², alle 65 kWhE/m² annettu lisäpiste
- RTS ympäristöluokituksen ylemmät tasot
- Annettu tuotevaiheen hiilijalanjäljelle vertailutaso, kun saavuttaa 10 % vertailutasoa pienemmän saa lisäpisteen
- Toiminnallisuus ja arkkitehtuuri edustanut lautupisteissä usein 45-90 % osuutta
- käytönaikaisen energiankäytön hiilijalanjäljelle annettu maksimiarvo ja alituksesta saanut lisäpisteitä
- elinkaarikustannukset, alhaisin tarjous saanut maksimipisteet, muut suhteessa tähän
- elinkaari- hiilijalanjälkilaskelmat ja niille vähimmäistaso, 3. osapuoli yleensä tarkastaa
- vähimmäisvaatimus kaupungin perustasoa vastaava elinkaaritavoite
- eräs laadullinen arviointijakauma vähähiilisyteen tai ekologisuuteen pyrkivissä kohteissa:
 - arkkitehtuuri ja toiminnallisuus 50 %
 - vähähiilisyys ja ympäristöarvot 25 %
 - viherkerroin 10 %
 - hiilijalanjälki 15 %

Ensimmäinen ratkaistava kysymys on se, asetetaanko alitettava tai ylitettava raja-arvo vai tehdäänkö kilpailuehdotusten keskinäinen vertailu. Raja-arvo toimii hyvin vähimmäisvaatimuksena, mutta se on vaikea asettaa ja kilpailuehdotusten keskinäinen vertailu voi kannustaa paremmin uusiin innovaatioihin.

Toinen ratkaistava asia on se, voidaanko tarjoajan laskelmiin luottaa ja ovatko ne vertailukelpoisia. Tällä hetkellä voi olla parempi, että kolmas osapuoli joko tarkastaa tarjoajan laskelmat tai tekee laskelmat tarjoajan suunnitelmien pohjalta.

Tilaaaja joutuu myös miettimään, miten varmistetaan, että kilpailuehdotukset siirtyvät toteutukseen ja voidaanko luvattua ratkaisutapaa vai luvattua tavoitearvoa. Tilaaajan tavoite on lopulta kai haluttu ominaisuus eikä se miten se saavutetaan.



PUUKERROSTALON SUUNNITTELU

RAKENTAMISELLE JA SUUNNITTELULLE ASETETTAVAT VAATIMUKSET

Maankäyttö- ja rakennuslain 117 §:ssä käsitellään rakentamiselle asetettavat vaatimukset. Ne koskevat kaikkia rakennuksia riippumatta rakennusmateriaaleista. Nämä vaatimukset ohjaavat niin rakennuksen suunnittelua kuin rakennusprosessia. Ympäristöministeriön asetuksessa uuden rakennuksen energiatehokkuudesta (1010/2017) on massiivipuurakenteille annettu helpotuksia laskennallisiin lämmönläpäisykykyarvoihin. (Finlex 2017)

Tässä kappaleessa käydään lyhyesti läpi edellä mainitut vaatimukset ja käsitellään tarkemmin niitä, joihin puun valinta runkomateriaalin vaihtoehtoksi voi vaikuttaa merkittävästi.

Puukerrostalon rakennesuunnittelussa varsinkin ääni- ja palotekniset ratkaisut vaativat erityisosaamista. Usein myös rakennusfysiikkaa ja varsinkin kosteuden kulkeutumista rakenteiden läpi on syytä laskea tarkemmin kuin betonirunkoisessa rakennuksessa, jonka rakenteita on selvitetty vuosikausia. Lisäksi vaakajäykistyksen vaatimukset rakennuksen keveyden takia voivat yllättää tilaajan.

Kaikki suunnitelmat on syytä tehdä tietomallintamalla. Tietomallista saadaan tulevaisuudessa todennäköisesti myös hiilitase helpokosti laskettua. Mallinnuksen avulla saadaan myös osin automatisoitua erityissuunnitelmien väliset törmäystarkastelut.

Talotekniikan hormien sijoittelu voi poiketa betonikerrostalon hormien sijoittelusta. Yleisymässä on käytäntö sijoittaa hormit porraskäytävän puolelle, jolloin huollot voidaan toteuttaa menemättä asuntoihin sisään.

Puukerrostalokohteisiin vaaditaan usein rakennesuunnitelmien kolmannen osapuolen tarkastus. Tämä on mahdollinen kustannuslisä, mikä on hyvä huomioida jo hankkeen alkuvaiheessa.

YLEISET VAATIMUKSET

Maankäyttö- ja rakennuslain pykälän 117 mukaan rakennuksen tulee soveltua rakennettuun ympäristöön ja maisemaan sekä täyttää kauneuden ja sopusuhtaisuuden vaatimukset. Rakennuksen tulee olla tarkoitustaan vastaava, korjattavissa, huollettavissa ja muunneltavissa sekä, sen mukaan kuin rakennuksen käyttö edellyttää, soveltua myös sellaisten henkilöiden käyttöön, joiden kyky liikkua tai toimia on rajoittunut. (Maankäyttö ja rakennuslaki 1999)

Rakennuksen rungon materiaalivalinta ei vaikuta näiden vaatimusten täyttymiseen.

Yleisellä tasolla voidaan ehkä todeta, että betonielementtirakentaminen ja rakentamisen tehokkuusvaatimukset ovat käytännössä pääasiallisesti määritelleet asuinkerrostalojen suunnitteluratkaisuja ja pitkälti muotokieltäkin. Asuinkerrostalotuotantoa on jo pitkään moitittu tästä johtuvasta tasapaksuudesta ja vaihtoehdottomuudesta. On merkille pantavaa, että 1920-50 -luku- jen asuinkerrostalotuotannossa on huomattavasti enemmän vaihtelua ja arkkitehtonisia detaljeja – esimerkiksi rakennusten pyöristettyjä kulmia, saumattomia rappauspintoja, kaarevia seinäiä tai muita suorakulmaisesta poikkeavia muotoja.

Vaikuttaa siltä, että nykyisessä puukerrostalorakentamisessa ei ole aina lähdetty liikkeelle puulle ominaisten vahvuuksien hyödyntämisestä vaan toistetaan vanhasta muistista betonielementtirakentamisen rakentamistapaa, prosesseja, arkkitehtonisia valintoja ja rakenneratkaisuja lämpöeristettyine seinä- ja välipohjajaelementteineen. Tämä on aiheuttanut sen, että muotokieltään puukerrostalot muistuttavat betonielementtikerrostaloja. Erityisesti puulle ominaisia suunnitteluratkaisuja ja tapaa rakentaa ei ole löydetty.

Puulle ominaista on mm. puristus- ja vetolujuuden suhteellinen yhtäsuuruus, kohtuullisen hyvä lämmöneristyskyky, hygroskooppisuus ja keveys. Mm. nämä ominaisuudet poikkeavat esimerkiksi tiilen tai betonin rakennusfysikaalisista ominaisuuksista. Jos rakennussuunnittelu lähtisi näistä puulle luonteenomaisista lähtökohdista, voisivat syntyvät puurakennukset olla lopulta hyvinkin erilaisia kuin mitä nykyisin tehdään. Nykylaitteistoilla työmailla helposti työstettävä puumateriaali voisi tarjota mahdollisuuksia myös osittaiseen paikalla rakentamiseen ja aivan erilaiseen arkkitehtuuriin kuin mitä nyt toteutetaan.

OLENNAISET TEKNISET VAATIMUKSET

RAKENTEIDEN LUJUUS JA VAKAUS, 117 A §

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan siten, että sen rakenteet ovat lujia ja vakaita, soveltuvat rakennuspaikan olosuhteisiin ja kestävät rakennuksen suunnitellun käyttöiän. Kantavien rakenteiden suunnittelun ja mitoituksen on perustuttava rakenteiden mekaniikan sääntöihin ja yleisesti hyväksytyihin suunnitteluperusteisiin taikka luotettaviin koetuloksiin tai muihin käytettävissä oleviin tietoihin. Rakennuksen rakentamisessa on käytettävä rakenteiden lujuuden ja vakauden kannalta soveltuvia rakennustuotteita.

Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, etteivät siihen rakentamisen ja käytön aikana kohdistuva kuormitus aiheuta sortumista, lujuutta tai vakautta haittaavia muodonmuutoksia eikä vaurioita rakennuksen muita osia taikka rakennukseen asennettuja laitteita tai kiinteitä varusteita. Lisäksi rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että ulkoisen syyn rakenteille aiheuttama vaurio ei ole suhteettoman suuri sen aiheuttaneeseen tapahtumaan verrattuna. (Maankäyttö ja rakennuslaki 1999)

Puukerrostalon rakenteet ovat tämän hetken tuotantotekniikoilla usein monimutkaisempia kuin betonikerrostalossa. Varsinkin liitosten suunnitteluun ja asennettavuuteen on kiinnitettävä huomiota.

JÄYKISTYS

Lähtökohtaisesti puukerrostalon rakennemalli noudattaa yleisiä rakenneperiaatteita. Kantavina rakenteina toimivat seinät tai pilarit ja palkit, joille ylä- ja välipohjien kuormat kulkeutuvat pienempien palkkien välityksellä. Puukerrostalo poikkeaa betonirakenteisesta kerrostalosta siten, että sen paino on vain noin viidennes betonikerrostalon painosta, jolloin rakennuksen paino ei riitä kumoamaan vaakavoimista aiheutuvaa nostetta ja ankkurointiin on kiinnitettävä erityistä huomiota. Jäykistäviä seiniä onkin puukerrostaloissa enemmän kuin betonitaloissa.

Puukerrostalojen vaakakuormien siirtoon eli jäykistykseen käytetään seinissä yleisesti esim. levyrakenteita (esim. kipsi-, vaneeri- tai CLT -levyt), puisia mastopilareita tai seiniä. Osana jäykistystä voidaan käyttää myös betonirakenteita, joita usein ovat mm. hissikuilut.

Vaakasuntaiset tasot välittävät vaakavoimat seinille, mutta yläpohjassa myös vinoiteet ovat mahdollisia. Hyvän jäykistykseen onnistumiseksi on tärkeää, että jäykistäviä, yhtenäisiä/aukottomia seiniä on riittävästi molempiin suuntiin.

Joissain tapauksissa, jänneväliden kasvaessa, puuvälipohjien korkeutta joudutaan lisäämään, ja tämä voi vaikuttaa kerroskorkeuteen. Toisaalta palkkivälejä voidaan joissain tapauksissa hyödyntää talotekniikan kuljettamiseen, jolla on päinvastainen vaikutus.

RUNKOPES 2.0

RunkoPES on avoin puuelementtistandardi, joka määritelmillään vakioi puuelementtirakentamista asuntotuotannossa (RunkoPES 2013). Se soveltuu käytettäväksi pientaloista kerrostaloihin voimassa olevien rakentamismääräysten mukaisesti. RunkoPES on kohdistettu ensisijaisesti suurelementteihin, mutta sen määritelmiä voidaan soveltaa myös ei-kantavissa rakenteissa ja tilaelementeissä. Aineistossa esitetään RunkoPES:in periaatteet sekä esimerkkejä rakennetyypeistä ja liittymädetaljeista. Esitetyt rakenneratkaisut ovat periaatteellisia eli kantavien rakenteiden ja liitosten mitoitus sekä rakenteiden palo-, ääni- ja kosteustekniset tarkastelut tehdään aina tapauskohtaisesti. Aineisto on laadittu vuoden 2013 määräysten mukaisesti. RunkoPES löytyy [Puuinforon kotisivuilta](#).

PALOTURVALLISUUS, 117 B §

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan sen käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla paloturvalliseksi. Palon syttymisen vaaraa on rajoitettava. Rakennuksen kantavien rakenteiden on oltava sellaiset, että ne palon sattuessa kestävät vähimmäisajan ottaen huomioon rakennuksen sortuminen, poistumisen turvaaminen, pelastustoiminta ja palon hallintaan saaminen. Palon ja savun kehittymistä ja leviämistä rakennuksessa sekä palon leviämistä lähistöllä oleviin rakennuksiin on pystyttävä rajoittamaan. Rakennuksen rakentamisessa on käytettävä paloturvallisuuden kannalta soveltuvia rakennustuotteita ja teknisiä laitteistoja.

Rakennuksen on oltava sellainen, että siinä olevat voivat palon sattuessa pelastautua tai heidät voidaan pelastaa. Pelastushenkilöstön turvallisuus on rakentamisessa otettava huomioon. Lupaviranomainen voi edellyttää laadittavaksi turvallisuusselvityksen poistumisturvallisuuden kannalta erittäin vaativasta kohteesta. (Maankäyttö ja rakennuslaki 1999)

Puukerrostalo kuuluu paloluokkaan P2 tai P3. P3 luokkaan kuuluvat kaksikerroksiset puu(-pien)kerrostalot ja 3-8 kerroksiset kuuluvat luokkaan P2. P2 paloluokassa suunniteltavassa puukerrostalossa kantavat rakenteet ovat paloluokkaa R60 – osastoivat rakenteet EI60. Käytettäville rakennustarvikkeille on omat vaatimuksensa liittyen luokituksiin mm. palon syttymisen ja savukaasujen tuoton kannalta. Puukerrostalo on varustettava sammutusjärjestelmällä, joka tällä hetkellä on yleisimmin korkeapainesumuspinklaus (Hi-Fog).

Erillisen palokonsultin palkkaaminen kannattaa puukerrostalo-kohteissa, mikäli halutaan poiketa paloasetuksen taulukkomitoituksista. Jos puupintaa halutaan enemmän näkyviin, ja sitä kautta tuoda esiin rakennusta nimenomaan puukohteena, joudutaan usein turvautumaan toiminnalliseen palomitoitukseen (P0).

Paloo osastoitavien rakenteiden läpi vietävien tekniikoiden suunnittelu tuo oman haasteensa mm. välipohjarakenteissa. Läpivientien suunnittelemista ei pidä jättää työmaan vastuulle, vaan rakennesuunnittelijan tulee suunnitella yhdessä muiden suunnittelijoiden kanssa myös nämä kohdat.

Puukerrostalon palontorjunnan perusteet ja ohjeet löytyvät Paloturvallinen puutalo – Asuin- ja toimitilarakentaminen kirjasta, jonka toiseen painokseen on päivitetty vuoden 2021 alussa voimaan tulleet asetusmuutokset (927/2020) (Puuinfo 2021a). Paloturvallinen puutalo –kirjassa annetaan käytännönläheisiä neuvoja ja ohjeita paloturvallisen puurakennuksen suunnitteluun ja havainnollistetaan puun käyttöön liittyviä säädöksiä rakennusten paloturvallisuutta koskevassa asetuksessa. Kirjassa käsitellään pääasiassa puisia asuin- ja toimitilarakennuksia. [Kirja löytyy Puuinfon sivuilta.](#)

TERVEELLISYYS, 117 C §

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennus käyttötarkoituksensa ja ympäristöstä aiheutuvien olosuhteittensa edellyttämällä tavalla suunnitellaan ja rakennetaan siten, että se on terveellinen ja turvallinen rakennuksen sisäilma, kosteus-, lämpö- ja valaistusolosuhteet sekä vesihuolto huomioon ottaen. Rakennuksesta ei saa aiheutua terveyden vaarantumista sisäilman epäpuhtauksien, säteilyn, veden tai maapohjan pilaantumisen, savun, jäteveden tai jätteen puutteellisen käsittelyn taikka rakennuksen osien ja rakenteiden kosteuden vuoksi.

Rakentamisessa on käytettävä tuotteita, joista ei niiden suunnitellun käyttöiän aikana aiheudu sisäilmaan, talousveteen eikä ympäristöön sellaisia päästöjä, joita ei voida pitää hyväksyttävänä. Rakennuksen järjestelmien ja laitteistojen on sovellettava tarkoitukseensa ja ylläpidettävä terveellisiä olosuhteita. (Maankäyttö ja rakennuslaki 1999)

RAKENNUSFYSIKKA JA EPÄPUHTAUSLÄHTEET

Rakennuksen tulee olla käyttäjilleen terveellinen riippumatta siitä mistä materiaalista se on tehty. Epäpuhtaita tai allergisoivia materiaaleja on siksi syytä välttää aina. Puulla on hygroskooppisia eli kosteutta tasaavia ominaisuuksia ja se pystyy myös vastaanottamaan pieniä määriä hiilidioksidia ja epäpuhtauksia sisäilmasta, josta syystä sitä markkinoidaan usein terveellisenä rakennusmateriaalina. Tieteellisiä tutkimuksia puurakennusten paremmuudesta verrattuna vaikkapa betonirakennuksiin on kuitenkin vaikea löytää.

Puusta haihtuvia terpeenejä on epäilty sisäilman riskitekijäksi, mutta puun tuoksulla on myös positiivinen vaikutuksensa ihmiseen. Joidenkin tutkimusten ihmisen stressitasot laskevat puumateriaalin kanssa tekemisissä oltaessa (Stora Enso 2021). Puumateriaalin elvyttävä vaikutus perustuu puun luonnolisiin, fysikaalisiin ja kemiallisiin ominaisuuksiin.

Puurakennuksen terveellisyyden näkökulmasta rakennusfysiikka nousee ehkä tärkeimmäksi aiheeksi. Rakennusaikainen sääsuojaus, toimivat rakenneratkaisut ja julkisivurakenteiden viistosateen pitävyys ja kuivumismahdollisuus, rungon ilmatiiveys (varsinkin liitoksissa), pesutilojen vesieristysten pitävyys sekä vesivahinkojen seurausten hallinta ovat aiheita, joita joudutaan pohtimaan puukerrostalon kohdalla. Myös massiivipuun kuivumishalkeamisen estämiseen on syytä kiinnittää huomiota varsinkin näkyviin jäävillä pinnoilla.

Puurakennustyömaan kosteudenhallinnan suunnittelu ohjeistettu standardissa SFS 5978 Puurakenteiden toteuttaminen. (Puuinfo 2020b) [Selkokielen ohje löytyy Puuinfon kotisivuilta.](#)

Perussääntö on, että puukerrostaloa on syytä rakentaa sääsuojassa niin kauan kunnes vesikatto, aukot, julkisivu ja pellitykset ovat valmiit. Vahinkojen ja riitojen välttämiseksi kannattaa tilaajan määrittellä täydellisen sääsuojan vaatimus jo hankkeen ensivaiheessa ja pitää siitä kiinni. Vaikka sääsuojaus maksaa, se myös vähentää työkustannuksia ja materiaalihävikkiä parempien työolojen takia. Toisaalta myös muut rakennukset on syytä suojata työnaikaiselta kosteudelta, joten huolellisesti rakennettaessa huputtaminen olisi tarpeellista kaikessa rakentamisessa.

KÄYTTÖTURVALLISUUS, 117 §

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava siitä, että rakennus sen käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla suunnitellaan ja rakennetaan siten, että sen käyttö ja huolto on turvallista. Rakennuksesta eikä sen ulkotiloista ja kulkuväylistä saa aiheutua sellaista tapaturman, onnettomuuden tai vahingon uhkaa, jota ei voida pitää hyväksyttävänä. (Maankäyttö ja rakennuslaki 1999)

Käyttöturvallisuuden vaatimus ei aiheuta erityisiä toimenpiteitä puurakennuksessa verrattuna muihin rakennustapoihin. Huollon ja korjaamisen helppouteen olisi syytä kiinnittää suunnitteluvaiheessa joka tapauksessa nykyistä enemmän huomiota. Puisten julkisivurakenteiden pintakäsittelyjä joudutaan huoltoma-

laamaan tai käsittelemään todennäköisesti useammin kuin tiili- tai betonipintaisia rakenteita. Toisaalta ulkopinnan käyttöiän loputtua, puinen pinta on helpompi uusida kuin kivirakenteinen.

Suunnittelijoiden tulisi osata miettiä tulevaisuutta ja sitä miten rakennuksen perushuollot on helposti tehtävissä ja niiden tekemiseen on riittävät tilavaraukset. Peruskorjattavuutta tulisi parantaa miettimällä etukäteen miten 20–50 vuoden päästä uusittavat osat saadaan helpommin vaihdettaviksi joutumatta tekemään mittavia purkutöitä. Vertailukohdaksi käy linjasaneeraus, joka johtaa usein laajoihin betonirakenteiden purkamiseen. Samoin julkisivujen eristemateriaalin vaihto on useimmissa nykyrakennuksissa lähes mahdoton tehtävä vaurion sattuessa.

ESTEETTÖMYYS, 117 E §

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennus ja sen piha- ja oleskelualueet suunnitellaan ja rakennetaan niiden käyttötarkoituksen, käyttäjämäärän ja kerrosluvun edellyttämällä tavalla siten, että esteettömyys ja käytettävyys otetaan huomioon erityisesti lasten, vanhusten ja vammaisten henkilöiden kannalta. (Maankäyttö ja rakennuslaki 1999)

Esteettömyysvaatimus ei aiheuta poikkeavia toimenpiteitä tehtäessä puurakennusta.

MELUNTORJUNTA JA ÄÄNILOSUHTEET, 117 F §

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennus ja sen oleskelu- ja piha-alueet niiden käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla suunnitellaan ja rakennetaan siten, että rakennuksen sekä rakennuspaikan piha- ja oleskelualueiden meluallistus ja ääniosuhteet eivät vaaranna terveyttä, lepoa tai työntekeä.

Rakenteiden ääneneristävyyden ja taloteknisten laitteiden äänitason ja asennusten on oltava sellaisia, että rakennuksessa oleskelevien uni ja lepo eivät häiriinny ja rakennuksen käyttötarkoituksen mukainen toiminta on ääniosuhteiden puolesta mahdollista. Rakennuksen ääniosuhteet on määritettävä äänitason ja kaiuntaisuuden avulla sekä piha- ja oleskelualueilla äänitasojen avulla. (Maankäyttö ja rakennuslaki 1999)

Puurakenteiseen asuinkerrostaloon liittyy tiettyjä erityisesti puurakentamista koskevia ääneneristyskysymyksiä. Ääneneristys puutalossa –ohjekirjaan on koottu puurakennuksen ääneneristävyyden suunnittelussa tarvittava keskeinen tieto. Oppaassa on käytännönläheisiä ohjeita ääneneristävyyden suunnitteluun ja havainnollistamaan puurakenteisten rakennusosien akustista toimintaa. Ohjeessa käsitellään nykyisin käytössä olevia puurakennusten rakennusjärjestelmiä niin rankarakenteiden kuin massiivipuurakenteiden näkökulmasta. Ohje on tarkoitettu arkkitehti-, rakenne- ja talotekniikkasuunnittelijoille suunnittelun apuvälineeksi, jolla ohjataan oikeanlaisten suunnitteluratkaisujen käyttöön jo esisuunnitteluvaiheessa. (Puuinfo 2021b) [Ohjekirja löytyy Puuinfon kotisivuilta.](#)

Liikenteen aiheuttaman värinän ja runkomelun huomioon ottamisesta rakennusten suunnittelussa ja toteutuksessa on olemassa VTT:n ohjeita (Talja & Saarinen 2009). Liikenteen aiheuttaman melun, värinän ja runkomelun torjunnalle asetettavat vaatimukset ovat rakennuspaikkakohtaisia ja ne annetaan asemakaavassa kaavamääräyksiä. Lahdessa esimerkiksi rautatieaseman seutu on aluetta, jossa runkomelun torjuntaan on syytä kiinnittää erityistä huomiota.

ENERGIATEHOKKUUS, 117 G §

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennus sen käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla suunnitellaan ja rakennetaan siten, että energiaa ja luonnonvaroja kuluu säästeliäästi. Energiatohokkuuden vähimmäisvaatimusten täytyminen on osoitettava laskelmilla. Energiatohokkuutta määritettäessä eri energiamäärät on muunnettava yhteenlaskettavaan muotoon energiamuotojen kertoimien avulla. Kunkin energiamuodon kerroin on annettava arvioimalla jalostamattoman luonnonenergian kulutusta, uusiutuvan energian käytön edistämistä sekä lämmitystapaa energiantuotannon yleisen tehokkuuden kannalta. Rakennuksessa käytettävien rakennustuotteiden ja taloteknisten järjestelmien sekä niiden säätö- ja mittausjärjestelmien on oltava sellaisia, että energiankulutus ja tehontarve rakennusta ja sen järjestelmiä käyttötarkoituksensa mukaisesti käytettäessä jää vähäiseksi ja että energiankulutusta voidaan seurata.

Uusi rakennus, joka koostuu katetusta seinällisestä rakenteesta ja jossa käytetään energiaa tilojen tarkoituksenmukaisten si-

säilmasto-olosuhteiden ylläpitämiseksi, on suunniteltava ja rakennettava lähes nollaenergiarakennukseksi. Energiatohokkuutta on parannettava rakennuksen rakennus- tai toimenpideluvanvaraisen korjaus- ja muutostyön tai rakennuksen käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä, jos se on teknisesti, toiminnallisesti ja taloudellisesti toteutettavissa. (Maankäyttö ja rakennuslaki 1999)

Energiatohokkuusvaatimukset eivät vaikuta puurakennuksen suunnittelussa erityistoimenpiteitä.

LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN ARVIOINTI, 117 H §

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on arvioitava lämmitysjärjestelmää koskeva tekninen, ympäristöön liittyvä ja taloudellinen toteutettavuus, jos uuden tai uusittavan rakennuksen lämmitysjärjestelmäksi ei valita uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käyttöön perustuvaa hajautettua energiahuoltojärjestelmää, yhteistuotantoon perustuvaa lämmitysjärjestelmää, kauko- tai aluelämmitys- tai -jäähdytysjärjestelmää taikka lämpöpumppua vaikka sellainen on saatavilla ja kustannustehokkaasti toteutettavissa. Arviointi on liitettävä rakennusta koskeviin suunnitelmiin. (Maankäyttö ja rakennuslaki 1999)

Lämmitysjärjestelmän valinta ei aiheuta puurakennuksen suunnittelussa erityistoimenpiteitä.

RAKENNUKSEN KÄYTTÖ- JA HUOLTO –OHJE, 117 I §

Rakennushankkeeseen ryhtyvä vastaa siitä, että sellaiselle rakennukselle, jota käytetään pysyvään asumiseen tai työskentelyyn tai rakennusta varten tarvittavan rakennuspaikan tai tontin tekniseen hoitoon tai kunnossapitoon, laaditaan käyttö- ja huolto-ohje. Käyttö- ja huolto-ohje on laadittava myös rakennuksen korjaus- ja muutostyössä tai käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä silloin, kun toimenpide edellyttää rakennuslupaa. Käyttö- ja huolto-ohjetta ei kuitenkaan tarvitse laatia tilapäiselle eikä määräaikaiselle rakennukselle, sellaiselle loma- tai virkistyskäyttöön tarkoitettulle rakennukselle, jota ei käytetä ympärivuotisesti, eikä tuotanto- ja varastorakennukselle, jossa ei pysyvästi työskennellä.

Käyttö- ja huolto-ohjeen tulee sisältää rakennuksen käyttötarkoituksen ja rakennuksen ominaisuudet sekä rakennuksen ja sen rakennusosien ja laitteiden suunniteltu käyttöikä huomioon ottaen tarvit-

tavat tiedot rakennuksen asianmukaista käyttöä ja kunnossapitovelvollisuudesta huolehtimista varten. (Maankäyttö ja rakennuslaki 1999)

Käyttöohjeen laadinta ei aiheuta puukerrostalon suunnittelussa erityistoimenpiteitä.

ASUIN-, MAJOITUS- JA TYÖTILAT, 117 J §

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että asumiseen, majoitukseen ja työskentelyyn tarkoitetut tilat suunnitellaan ja rakennetaan turvallisiksi, toimiviksi, viihtyisiksi ja käyttötarkoitukseensa soveltuviksi.

Asuin-, majoitus- tai työtiloja sisältävä rakennus on sijoitettava ja rakennuksen tilat järjestettävä ympäristötekijät ja luonnonolosuhteet huomioon ottaen. Asuin-, majoitus- ja työtilassa on oltava ikkuna luonnonvalon saamiseksi. Työtilan ja yhden asuinhuoneistossa olevan asuinhuoneen valaistus saadaan järjestää myös toisen tilan kautta tulevalle välillisellä luonnonvalolla. Työtilan valaistus voidaan työn luonteen niin edellyttäessä järjestää osaksi tai kokonaan keinovalolla.

Työtilan suunnittelussa on viimeksi mainitussa tapauksessa kiinnitettävä erityistä huomiota ilmanvaihdon riittävyteen, uloskäytävien turvallisuuteen ja valaistukseen, tarpeellisten varajärjestelmien tarkoituksenmukaisuuteen sekä työtilan viihtyisyyteen. Asuin-, majoitus- tai työtiloja sisältävän rakennuksen teknisten ratkaisujen on kustannustehokkuus huomioon ottaen mahdollistettava edellytykset matkaviestinten kuuluvuudelle sisätiloissa, ellei kysymyksessä ole rakennus, jonka sisätilakuuluvuutta on vaimennettava. (Maankäyttö ja rakennuslaki 1999)

Vaatimukset eivät aiheuta puukerrostalon suunnittelussa erityistoimenpiteitä.

KOKOONTUMISTILAT, 117 K §

Kokoontumistilassa saa oleskella samanaikaisesti vain sellainen määrä ihmisiä, että he pääsevät poistumaan turvallisesti.

Kunnan rakennusvalvontaviranomaisen on rakennusluvassa, toimenpideluvassa tai paloturvallisuuden vuoksi erikseen tarvittavassa päätöksessä vahvistettava kokoontumistilassa samanaikaisesti sallittujen henkilöiden enimmäismäärä. Tätä koskeva ilmoitus on kiinnitettävä näkyvälle paikalle kokoontumistilaan.

Kokoontumistilaan on oltava pääsy myös niillä henkilöillä, joiden kyky liikkua tai muutoin toimia on rajoittunut.

Mitä tässä pykälässä säädetään kokoontumistilasta, koskee myös kokoontumisalueiden katsomoita sekä kokous-, näyttely- ja yleisötelttoja ja muita vastaavia rakennelmia.

Vaatimukset eivät aiheuta puukerrostalon suunnittelussa erityistoimenpiteitä.

UUSIUTUVISTA LÄHTEISTÄ PERÄISIN OLEVAN ENERGIAN VÄHIMMÄISOSUUS, 117 L §

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että uudessa tai laajamittaisesti korjattavassa rakennuksessa energialaskennassa käytettävästä laskennallisesta ostoenergiasta vähintään 38 prosenttia on uusiutuvaa energiaa, jos se on teknisesti, toiminnallisesti ja taloudellisesti toteutettavissa. Uusiutuvan energian vähimmäisosuuden täyttyminen on osoitettava laskelmalla. (Maankäyttö ja rakennuslaki 1999)

Vaatimukset eivät aiheuta puukerrostalon suunnittelussa erityistoimenpiteitä.

TIETOMALLINNUS RAKENNUSHANKKEESSA



TIETOMALLIPOHJAINEN TALONRAKENNUSHANKE

Tietomallinnuksella rakennushankkeessa (BIM) voidaan ymmärtää kahdella eri tasolla: BIM tarkoittaa rakentamiskohteiden informaation mallinnusta eli rakennetun ympäristön omaisuuskohteen yhteisen digitaalisen esityksen käyttöä suunnittelun, rakentamisen ja käytön helpottamiseksi, jotta päätöksenteolle saadaan luotettava perusta (SFS-EN ISO 19650-1:2019, 12)

BIM tarkoittaa rakennuskohteen tietomallia (Building information model), joka on rakennuskohteen ja rakennusprosessin koko elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuus digitaalisessa muodossa. Rakennuskohteen tietomalli on geometrialtaan 3-ulotteinen. (Rasti-projekti, loppuraportti 2019, 5)

Tietomallipohjainen talonrakennushanke perustuu jälkimmäiseen määrittelyyn. Tällöin rakennuskohteen tietomalli muodostuu eri suunnitte-

lualojen tuottamista 3-ulotteisista rakennuksen ja rakennusosien geometriaa sekä rakennusosiin liittyvää materiaali- ja tuotetietoa sekä muita ominaisuustietoa. Mallit syntyvät suunnittelussa käytettävien tietomallipohjaisten ohjelmien käytön tuloksena. Näin tuotettu malliaineisto on merkittävä osa rakentamiskohteen digitaalista esitystä.

Rakennushankkeen toteuttaminen tietomallintamalla tarkoittaa rakennushankkeeseen ryhtyvälle tiettyä toimintatavan muutosta mikäli hankkeita ei aikaisemmin ole tietomallintamalla viety läpi. Kun rakennushanke päätetään tehdä tietomallihankkeena on sillä vaikutuksia koko prosessiin. Toimintatavan muutoksen tuloksena on havainnollisempi projekti ja informoidumpi päätöksenteko sekä koko hankkeen hyvä tiedonhallinta. Työmäärä jakautuu tietomallihankkeessa etupainotteisemmin kuin ei-tietomallinnetussa hankkeessa.

TIETOMALLINNUKSEN PÄÄTAVOITTEET

Kiinteistöjen ja rakennusten mallinnuksen tavoite on suunnittelun ja rakentamisen laadun, tehokkuuden, turvallisuuden ja kestävä kehityksen mukaisen hanke- ja elinkaari-prosessin tukeminen. Tietomalleja hyödynnetään koko rakennuksen elinkaaren ajan lähtien suunnittelun alusta ja jatkuen vielä rakennusprojektin jälkeenkin käytön ja ylläpidon aikana.

TIETOMALLIT MAHDOLLISTAVAT MM:

- investointipäätöksiä tuen vertailemalla ratkaisujen toimivuutta, laajuutta ja kustannuksia
- energia-, ympäristö- ja elinkaarianalyysit ratkaisujen vertailua, suunnittelua ja ylläpidon tavoiteseurantaa varten
- suunnitelmien havainnollistamisen ja rakennettavuuden analysoimisen
- laadunvarmistuksen, tiedonsiirron parantamisen ja suunnitteluprosessin tehostamisen
- rakennushankkeiden tietojen hyödyntämisen käytön ja ylläpidon aikaisissa toiminnoissa.

Mallinnuksen onnistumiseksi on malleille ja mallien hyödyntämiselle asetettava hankekohtaiset painopistealueet ja tavoitteet. Tavoitteiden ja yleisten tietomallivaatimusten (RT YTV2012) pohjalta määritetään ja dokumentoidaan projektikohtaiset vaatimukset.

TIETOMALLINNUKSELLE ASETETTAVAT VAATIMUKSET

Tietomallipohjaisen talonrakennushankkeen toteutuksen lähtökohtana kannattaa käyttää Yleisiä tietomallivaatimuksia YTV 2012 (Rakennustieto Oy RT 10-11080), joiden pohjalta voidaan määritellä tietomallien käytölle hankekohtaiset pelisäännöt. Lisäksi YTV 2012 ohjeistaa tietomallipohjaisen hankkeen johtamista ja eri hankeosapuolten tietomallinnukseen liittyviä tehtäviä hankkeen eri vaiheissa. YTV:n perusperiaate on tietomallien yhteiskäyttö avoimen tietomallinnuksen (openBIM) periaatteiden mukaisesti, tällöin eri osapuolten välisessä tietomallien tiedonsiirrossa käytetään ifc-standardia. Avoimen tietomallinnuksen käyttö edellyttää eri osapuolten kanssa sopimista esimerkiksi siitä, mitkä ovat tilaajan asettamat vaatimukset mallinnukselle, mallien tietosisällölle ja tarkkuustasoille hankkeen eri vaiheissa. YTV 2012 asettaa näille vaatimuksille miinimitason, joiden perusteella hankkeessa Mallinnusvaatimukset ja - sisältö on esitettävä kaikissa suunnittelusopimuksissa sitovasti ja yhdenmukaisesti.

YLEISIÄ MALLINNUKSELLE ASETETTUJA TAVOITTEITA OVAT ESIMERKIKSI:

- tukea hankkeen päätöksentekoprosesseja
- sitouttaa osapuolet hankkeen tavoitteisiin mallin avulla
- havainnollistaa suunnitteluratkaisuja
- auttaa suunnittelua ja suunnitelmien yhteensovittamista
- nostaa ja varmistaa rakennusprosessin ja lopputuotteen laatua
- tehostaa rakentamisaikaisia prosesseja
- parantaa turvallisuutta rakentamisen ja rakennuksen elinkaaren aikana
- tukea hankkeen kustannus- ja elinkaarianalyysijä
- tukea hankkeen tietojen siirtämistä käytönaikaiseen tiedonhallintaan.

(RT 11080 2012, 2)



Tietomallihankkeessa kannattaa toimia ja edetä seuraavien YTV 2012:n esittämien periaatteiden mukaisesti:

- Tilaaajan on tehtävä tietoinen päätös mahdollisimman aikaisessa vaiheessa rakennushankkeen läpiviemisestä tietomallipohjaisesti. Jotta päätös on mahdollista tehdä, on tilaajatahon itse ymmärrettävä tietomallinnuksen peruseriaatteen.

- Mahdollisimman aikaisessa vaiheessa hankkeessa on sovittava tietomallikoordinoinnista eli varmistetaan sujuva ja laadukas tietomallipohjainen työskentelytapa hankkeen aikana. Tilaaajan on nimettävä tietomallikoordinaattori, joka voi olla pääsuunnittelija, rakennuttaja tai erillinen konsultti.

- Tilaaajan johdolla on laadittava tietomallinnussuunnitelma koko hankkeen ajaksi. Siinä kuvataan tietomallinnustavoitteet, mallien käyttötapaukset, yhteistyön ja laadunvarmistuksen menettelyt sekä eri vaiheissa vaaditut tietomallinnustehtävät ja tietosisällöt. Tietomallinnussuunnitelma voidaan laatia hyödyntämällä YTV 2012:ssa esitettyjä ohjeita ja vaatimuksia.

- Rakennushankkeeseen valittavien suunnittelijoiden on hallittava yleisten tietomallivaatimusten mukainen tietomallinnusprosessi ja suunnittelulle asetetut vaatimukset. Tarvittava suunnittelijoiden tietomalliosaaminen on varmistettava suunnittelijoiden valinnan yhteydessä.

- Tilaaajan johdolla laaditaan vaatimusmalli, jonka avulla määritellään vaatimukset rakennukselle ja tiloille. Arkkitehtisuunnittelija laatii tilamallit, tilaryhmämallit ja rakennusosamallit. Rakennesuunnittelija tekee rakennetekniset rakennusosamallit sekä talotekniikkasuunnittelija talotekniikan järjestelmämallit. Mallien ristiriidattomuutta varmistetaan suunnittelun edetessä ifc-tiedostoilla muodostettavilla yhdistelmämallitarkasteluilla tietomallikoordinaattorin johdolla. Hankkeen loppuvaiheessa suunnittelijat päivittävät mallinsa toteumamalleiksi, jotka ovat oleellinen osa ylläpitomallia.

- Suunnittelijoiden laatimia tietomalleja voidaan hyödyntää monin tavoin eri käyttötapauksissa, jotka on kirjattava hankkeen alussa laadittavaan tietomallintamissuunnitelmaan. Esimerkiksi energia-analyytit, palosimuloinnit, talotekniikan analyytit, lujuuslaskenta-analyytit, määrä- ja kustannuslaskenta, aikataulujen laadinta ja hiilijalanjäljenlaskenta voivat pohjautua suunnittelijoiden tietomalleihin. Työmaalla tarvittavat tuotantomalli, aluemalli ja työturvallisuussuunnitelma voidaan laatia pohjautuen suunnittelijoiden tietomalleihin. Rakennusosien esivalmistuksessa voidaan hyödyntää tietomallien informaatiota ja geometriaa. Tietomalleja voidaan käyttää jo hankkeen alkuvaiheesta lähtien visuaalisoinneissa hyödyntäen uusia teknologioita. Malleja voidaan käyttää myös käyttö- ja ylläpitovaiheessa.

- Tilaaajan on määriteltävä suunnittelumalleille asetettavat tietosisältö- ja mallinnustarkkuusvaatimukset ottaen huomioon sovitut mallien käyttötapaukset

- Julkaistaessa malleja muiden osapuolten käyttöön on mallien sisällöt, tarkkuus ja muutokset kuvattava tietomalliselostuksien ja vaiheilmointusten avulla.

- Mallinnuksen aloituskokous yhdessä tilaaajan, rakennuttajakonsultin, tietomallikoordinaattorin ja suunnittelijoiden kanssa on välttämätön tietomallinnuksen onnistumisen varmistamiseksi.

- Jotta tietomallipohjainen hanke saavuttaa sille asetetut tavoitteet, on eri osapuolten toimitettava hankkeessa sovittujen pelisääntöjen mukaan ja ymmärrettävä niiden sisältö ja merkitys. Nämä pelisäännöt kannattaa määrittää YTV 2012:n periaatteiden pohjalta.

(Jäväjä, P. Lehtoviita, T. 2016)

YTV 2012 sisältää puutteita puurakenteiden mallinnuksen tietosisältöjen ja mallinnustarkkuuksien osalta. Tämä vaatii suunnittelijoille lisäohjeistusta, jonka laatimisesta on tilaaajan huolehdittava. YTV 2012-ohjeistukseen on julkaistu täydentäviä liitteitä vuonna 2016. Niissä on määritelty tarkemmin eri suunnittelijoiden tarvittavia IFC-mallien tietosisältöjä. Liitteissä eri kuitenkin ole otettu tarkemmin huomioon puurakenteiden mallinnukseen liittyviä erityisiä tietosisältövaatimuksia. Kuitenkin niitä voi hyödyntää tilaaajan laatiessa edellä mainittuja lisäohjeistuksia- ja vaatimuksia puurakenteiden mallinnukselle.

Tietomallipohjaisen projektin johtamiselle mallipohjainen toimintatapa asettaa tiettyjä ennakkoehtoja, mutta tehdystä tietomallista saatava tieto tukee tärkeiden päätösten tekemistä sekä auttaa hankkeen viestinnässä ja neuvotteluissa sidosryhmien kanssa havainnollisuutensa ja monikäyttöisyytensä vuoksi. Maallikon saattaa olla vaikea tulkita teknisiä rakennuspiirustuksia mutta esimerkiksi uudisrakennushankkeissa CAVE-ympäristössä virtuaalilaseilla tarkasteltu tietomalli antaa käyttäjille hyvin realistisen kuvan suunnittelusta kohteesta. Kommunikointi eri osapuolten kanssa helpottuu ja tulkintaerimielisyydet vähenevät.

[Tieto]Mallintamisella tarkoitetaan rakennukseen liittyvän informaation lisäämistä suunnittelusovelluksella. Rakennusosiin voidaan liittää tietoa esimerkiksi lämpö, palo- ja ääniteknisistä ominaisuuksista sekä materiaaleista. Mallinnettujen tietojen avulla voidaan suunnitella, analysoida ja hallita rakentamisen, käytön ja ylläpidon kustannuksia sekä esimerkiksi tarkastella rakennuksen rakennettavuutta. Tietomallipohjaisesti tehdystä suunnittelusta saadaan perinteistä suunnittelua enemmän tietoa tavoitteenmukaisuuden ohjaukseen ja tärkeiden päätöksien perustaksi, mikä on erityisen merkittävää projektin johtamisen näkökulmasta.

Mallintamisen käyttö edellyttää hankkeen johdolta erityistä sitoutumista projektin alusta alkaen. Projektinjohdon näkökulmasta tietomallintamisen käyttö suunnittelutapana vaikuttaa perustavalla tavalla hankkeen läpivientiin, esimerkiksi hankkeen organisointiin, vaiheistukseen, aikatauluun ja koordinointiin. Kaikkien hankeosapuolten tietotekninen osaaminen korostuu. Osapuolten välille tarvitaan kehittyneet yhteistyön, aktiivisen tiedonkulun ja vuorovaikutuksen käytännöt.

Hankkeen alussa tulee arvioida, saadaanko tietomallintamisella tuotettua hankkeelle lisäarvoa ja miten sillä edesautetaan hankkeen kokonaistavoitteiden saavuttamista. Tietomallinnus soveltuu suunnittelutavaksi kaiken tyyppisiin rakennushankkeisiin. Erityisesti haastavissa ja monimuotoisissa rakennushankkeissa korostuvat tietomallintamisen käytöllä saavutettavat hyödyt. (RT 11076 2012, 2).

Rakennustiedon julkaisema YTV 2012 RT-korttisarja kuvaa tietomallipohjaisen toimintatavan prosessin ja vaatimukset tietomallien tietosisällölle osapuolikohtaisesti.

Puurakennusten tietomallinnuksen kehittämistarpeet VTT on laatinut Tiekartta kohti tietomallinnettua puurakentamista-raportin (Mäkeläinen et al. 2021). Selvityksessä kuvataan tiekartta, jossa esitettyjen toimenpiteiden avulla toimiala voi yhdessä kehittää ja tukea tietomallinnettua puurakentamista. Tärkeimpiä kehittämistoimenpiteitä ovat puutuoteosien ja -liitosten vakiointi, tietomallinnusprosessin määrittely, tiedon käyttötapausten vakiointi, tuotetiedon ja tietomalliobjektien vakiointi, tietomallinnustyökalujen kehittäminen ja mallinnusohjeiden päivittäminen tukemaan puun ominaisuuksia, teollisessa valmistuksessa hyödynnettävien puun työstölaitteiden tiedonhallintapäivitys, toimijoiden tietomallinnus-osaamisen kasvattaminen sekä alan houkuttelevuuden lisääminen. Kehittämistarpeiden laaja lista osoittaa sen, että puurakenteiden tietomallinnuksessa on paljon haasteita. Kuitenkin puurakennekohteet kannattaa ehdottomasti tilata tietomallipohjaisina, koska saavutettavat hyödyt ovat kiistattomat. Raportin päätelmät kannattaa ottaa tietomallipohjaisen puukerrostalohankkeen toteutuksen lähtökohdaksi. Erityisen merkittävä potentiaali on tietomallien hyödyntäminen teollisessa esivalmistuksessa.

Valmisteilla oleva uusi rakentamislaki ottaa kantaa myös tietomallien käyttöön. Lakiluonnoksen mukaan luvanvaraisille rakennushankkeille tullaan asettamaan tietomallinnusvaatimuksia lupavaiheessa ja hankkeen valmistumisvaiheessa. Nämä uudet vaatimukset on otettava jatkossa huomioon luonnollisesti myös puukerrostalohankkeissa. Laissa esitetyt tietomallivaatimukset vaativat vielä asetustason lisämäärittämiä ja teknisiä ohjeistuksia, jotta ne voidaan ottaa huomioon rakennushankkeissa.



LÄHTEET

Binderholtz. 2022. Solid Timber Manual. Binderholz GmbH and Saint-Gobain Rigips Austria GesmbH. Viitattu 30.6.2022. Saatavissa https://www.binderholz.com/fileadmin/user_upload/books/en/solid_timber_manual_2/6/

Hiltunen, R. 2007. Keskihajonta hinta-laatu-suhteen laskemisessa : Rakennusalan suunnittelun tarjouskilpailujen tilastollinen tarkastelu. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto, Valtiotieteellinen tiedekunta, Matematiikan ja tilastotieteen laitos. Viitattu 30.6.2022. Saatavissa <http://hdl.handle.net/10138/11129>

Ijäs, V. 2013. Puukerrostalojen rakentamisen esteet ja mahdollisuudet. Keskeisten suomalaisten rakentamis- ja kiinteistöalan sidosryhmien vertaileva asennemittaus. Väitöskirja. Tampereen teknillinen yliopisto. Tampere. Tampereen teknillisen yliopiston julkaisu 1142. Viitattu 30.6.2022. Saatavissa <https://urn.fi/URN:IS-BN:978-952-15-3125-5>

Jäväjä, P. & Lehtoviita, T. 2016. Tietomallintaminen talonrakennustyömaalla. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Kuittinen, M. & le Roux, S. 2017. Vähähiilisen rakentamisen hankintakriteerit. Helsinki: Ympäristöministeriö. Ympäristöopas 2017. Viitattu 30.6.2022. Saatavissa <http://urn.fi/URN:IS-BN:978-952-11-4746-3>

Lehtonen, J., Savikko, R. & Länsiluoto, J. 2015. Puukerrostalon tilaajan opas. Kouvola: Kouvola Innovation Oy. Viitattu 30.6.2022. Saatavissa <https://docplayer.fi/15806888-Kouvola-innovati-on-oy-puukerrostalon-tilaajan-opas.html>

Maankäyttö ja rakennuslaki 5.2.1999/132. Finlex. Viitattu 30.6.2022. Saatavissa <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132L17P117>

Mäkeläinen, T., Vainio-Kaila, T., Lavikka, R., & Rönty, J. 2021. Tiekartta kohti tietomallinnettuapurakentamista. VTT Technical Research Centre of Finland. VTT Asiakasraportti No. VTT-CR-00180-21. Viitattu 30.6.2022. Saatavissa https://cris.vtt.fi/ws/portalfiles/portal/43960519/PuuBIM_raportti_16_02_2021.pdf

Puuinfo 2020a. Paljonko puukerrostalossa on puuta? Puuinfo. Viitattu 30.6.2022. Saatavissa <https://puuinfo.fi/rakenteet/yhdistelmarakenteet/paljonko-puukerrostalossa-on-puuta/>

Puuinfo. 2020b. Kosteudenhallinta puurakentamisessa. Viitattu 30.6.2022. Saatavissa <https://puuinfo.fi/suunnittelu/ohjeet/tekniset-tiedotteet/kosteudenhallinta-puurakentamisessa/>

Puuinfo. 2021a. Paloturvallinen puutalo. Asuin- ja toimitilarakentaminen. 2. painos. Helsinki: Puuinfo Oy. Viitattu 30.6.2022. Saatavissa <https://puuinfo.fi/suunnittelu/ohjeet/paloturvallisen-puutalo-asuin-ja-toimitilarakentaminen/>

Puuinfo. 2021b. Äänieristys puutalossa. Viitattu 30.6.2022. Saatavissa <https://puuinfo.fi/suunnittelu/ohjeet/aaneneristys-puutalossa/>

Rasti-projekti. 2019. Rakennetun ympäristön tiedonhallinnan standardisointi- Nykytilan kartoitus ja ehdotustoimenpiteistä. Viitattu 30.6.2022. Saatavissa <https://rastiprojekti.com/wp-content/uploads/2019/02/RASTI-strategia-v1.pdf>

RT 10-11080. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset. Esittely. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 10-11076. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset, osa 11. Tietomallipohjaisen projektin johtaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 10-11224. 2016. Talonrakennushankkeen kulku, Rakennushankkeen vaiheet ja osittelu. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 10-11226. 2016. Talonrakennushankkeen kulku, Kustannusten muodostuminen ja ohjaus. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RunkoPES 2.0. 2013. Finnish Wood Research Oy. Viitattu 30.6.2022. Saatavissa <https://puuinfo.fi/suunnittelu/ohjeet/runkopes-2-0/>

SFS-EN ISO 19650-1 2019. Rakennuksia ja inf-rarakenteita koskevien tietojen organisointi ja digitalisointi, mukaan lukien rakennetun ympäristön tietojen mallintaminen ja hallinta hyödyntämällä rakennettujen kohteiden tietomallinnusta (BIM). Osa 1: Käsitteet ja periaatteet. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.

Stora Enso. 2021. Tutkimustieto tunnistaa 10 tapaa, joilla puurakennukset edistävät hyvinvointia. Viitattu 30.6.2022. Saatavissa www.storaenso.com/fi-fi/newsroom/news/2021/4/sturdy-on-wellbeing-benefits-of-wooden-buildings

Talja, A. & Saarinen, A. 2009. Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi. Esiselvitys. VTT Technical Research Centre of Finland. VTT Tiedotteita 2468. Viitattu 30.6.2022. Saatavissa <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/2009/T2468.pdf>

Vares, S., Häkkinen, T., & Vainio, T. 2017. Rakentamisen hiilivarasto. VTT Technical Research Centre of Finland. VTT Asiakasraportti No. VTT-CR-04958-17. Viitattu 30.6.2022. Saatavissa <https://cris.vtt.fi/en/publications/rakentamisen-hiilivarasto>

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta. 1010/2017. Finlex. Viitattu 30.6.2022. Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171010>

VALOKUVAT:

sivu 4:

Tod, s. Unsplash. Viitattu 11.7.2022. Saatavissa 2018. <https://unsplash.com/photos/lgnEI45raTI>

sivu 5:

Tandem X Visuals. 2020. Unsplash. Viitattu 11.7.2022. Saatavissa <https://unsplash.com/photos/2yNMsw-A2eI>

sivu 6:

Hasselmann, W. 2020. Unsplash. Viitattu 11.7.2022. Saatavissa <https://unsplash.com/photos/GGzhWeL5mKY>

sivu 15:

Luo, M. 2020. Wood Pattern. Unsplash. Viitattu 11.7.2022. Saatavissa <https://unsplash.com/photos/3Zy6U5swEio>

sivu 16:

Auerniitty, M. Puukerrostalo Mäihä. Puuinfo: Kuvapakki. Viitattu 31.8.2022. Saatavissa <http://kuvapakki.puuinfo.fi/file/1223>

sivu 19:

Wilkinson, S. 2020. Unsplash. Viitattu 11.7.2022. Saatavissa https://unsplash.com/photos/M_06s9uF0Ro

sivu 20:

Pickawood.2021. A carpenter working on a furniture construction in a carpentry workshop. Unsplash. Viitattu 11.7.2022. Saatavissa <https://unsplash.com/photos/ZRV5xFkbUss>

sivu 23:

Giarre, V. 2021. Incredible custom woodworking by the carpenter Joris Splinter. Unsplash. Viitattu 11.7.2022. Saatavissa <https://unsplash.com/photos/jEpGmFHuv-o>

sivu 24:

Hanaoka, P. 2018. We were walking around the Eames house in the Pacific Palisades, trying to capture some of the textures. This is just off of the back "porch" area, and it was a really honest use of materials, I love how it feels so natural and warm. Unsplash. Viitattu 11.7.2022. Saatavissa <https://unsplash.com/photos/Ww2KO-nntOY>

sivu 27:

Krcmarek, N. 2017. Unsplash. Viitattu 11.7.2022. Saatavissa <https://unsplash.com/photos/CG1NWr-TU5oo>

sivu 30:

Frisby, S. 2019. The roof in the main space of the Basil Spence-designed Coventry Cathedral. Unsplash. Viitattu 11.7.2022. Saatavissa <https://unsplash.com/photos/C0LW-BhEuFc>

sivu 33:

Auerniitty, M. Joensuun Pihapetäjä. Puuinfo: Kuvapakki. Viitattu 31.8.2022. Saatavissa <http://kuvapakki.puuinfo.fi/file/1538>

sivu 34:

Anderson, L. 2017. Unsplash. Viitattu 11.7.2022. Saatavissa <https://unsplash.com/photos/mt8v-4WKU8>

sivu 37:

Redd. 2020. Unsplash. Viitattu 11.7.2022. Saatavissa <https://unsplash.com/photos/yPWFgbjMDwg>

sivu 44:

Auerniitty, M. Puupintaa ulkoseinässä. Puuinfo: Kuvapakki. Viitattu 31.8.2022. Saatavissa <http://kuvapakki.puuinfo.fi/file/1722>

sivu 46:

Woods, K. 2018. Unsplash. Viitattu 11.7.2022. Saatavissa <https://unsplash.com/photos/B4Hsz-ZLE5-g>

sivu 49:

Auerniitty, M. Puupintaa sisäseinässä. Puuinfo: Kuvapakki. Viitattu 31.8.2022. Saatavissa <http://kuvapakki.puuinfo.fi/file/1584>

sivu 53:

Barbalis, C. 2017. Unsplash. Viitattu 11.7.2022. Saatavissa <https://unsplash.com/photos/0av-kaTBcT-0>

Takakansi:

Auerniitty, M. 2022. As Oy Jyväskylän Puukuokka. Puuinfo: Kuvapakki. Viitattu 29.8.2022. Saatavissa <http://kuvapakki.puuinfo.fi/file/824>

LIITTEET:

Puualan toimijat kartalla:

Puutuoteteollisuus, puurakentamisen osaavat rakennusliikkeet ja suunnittelijat Suomessa. 2022. GoogleMaps. Saatavissa <https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=17ZukX6vJZZn22jC7i-FXRyNEZn1BYWwuO&ll=63.631914009191874%2C25.729276050000028&z=7>

Akustiikka puukerrostalossa:

Huhtanen, T. 2022. Akustiikka massiivipuukerrostalossa. Saatavissa https://lab.fi/sites/default/files/2022-08/Akustiikka_Massiivipuukerrostalossa.pdf

Tietopankki:

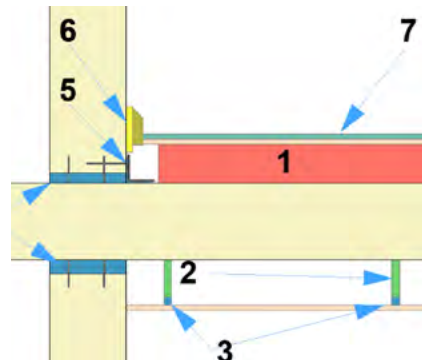
Huhtanen, T. & Tervo, A. 2022. Puurakentamisen keskitetty lähdeluettelo. Avointen oppimateriaalien kirjasto. Saatavissa <https://aoe.fi/#/materiaali/2218%20>

LIITTEET



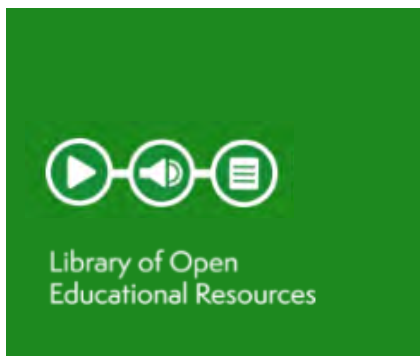
PUUALAN TOIMIJIAT KARTALLA

Puurakentamisen osaavat rakennusliik-
keet ja suunnittelijat sijoitettuna
Suomen kartalle.



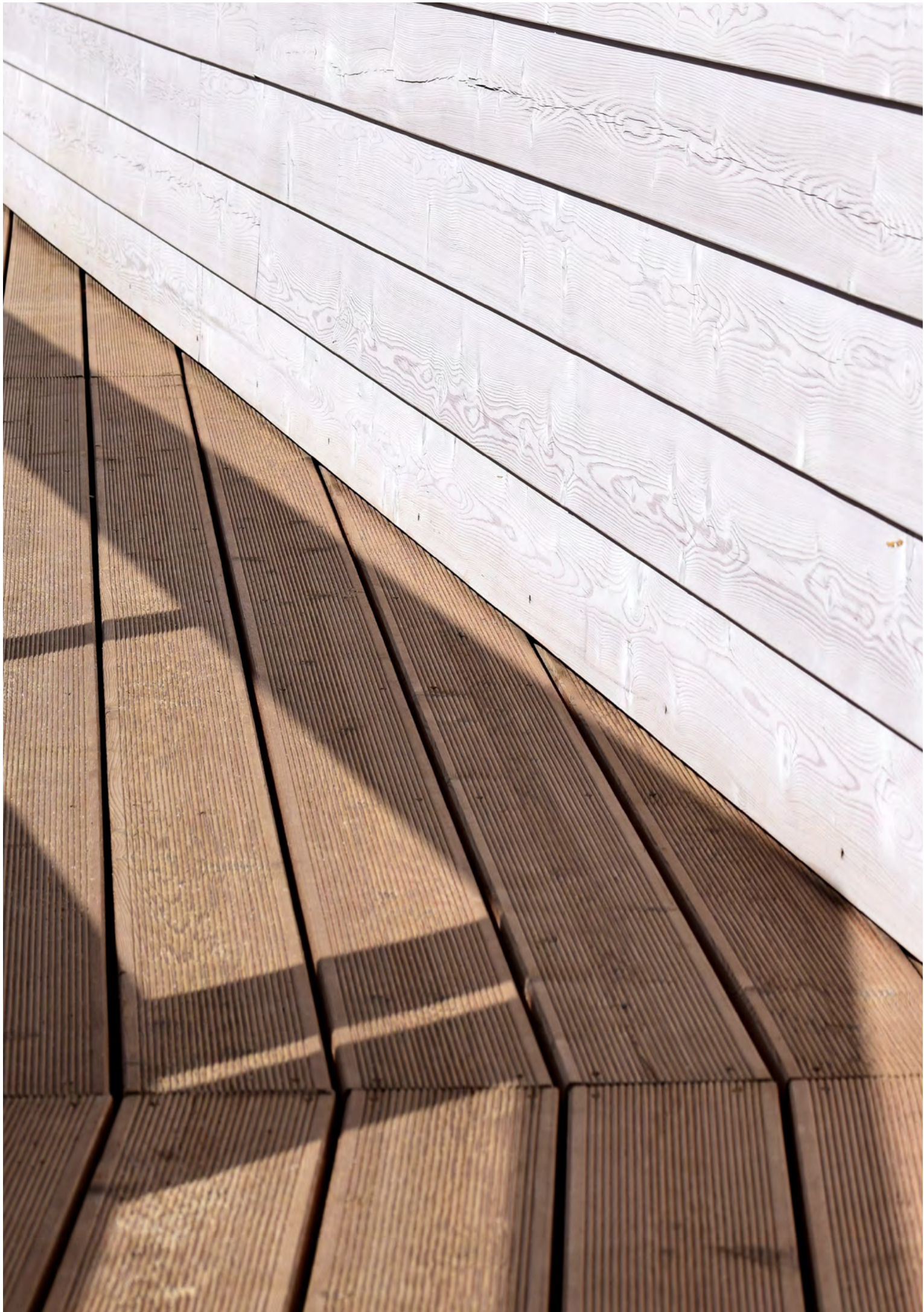
AKUSTIIKKA PUUKERROSTALOSSA

Lyhyt opastus massiivipuurakenteisen
kerrostalon akustiikkaan.



TIETOPANKKI

Tietokanta Suomessa sijaitsevista
puukerrostaloista, sekä tietokanta
puurakentamiseen liittyvistä aiheista



LAB-AMMATTIKORKEAKOULUN JULKAISUSARJA, OSA 49

ISSN 2670-1928 (PDF)

ISBN 978-951-827-418-9 (PDF)

