

Talopakettitoimituksen tarjouslaskennan las- kurin kehittäminen

Lahden Puurakentajat Oy

LAB-ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK), Puutekniikka
2025
Tuomas Vappula

Tiivistelmä

Tekijä(t) Vappula, Tuomas	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK Sivumäärä 46	Valmistumisaika 2025
Työn nimi Talopakettitoimittajan tarjouslaskennan laskurin kehittäminen		
Tutkinto ja koulutusala Puutekniikan Insinööri (AMK)		
Toimeksiantajaorganisaatio (jos opinnäytetyöllä on toimeksiantaja) Vili Koskinen, toimitusjohtaja, Lahden Puurakentajat Oy		
Tiivistelmä <p>CLT-rakentamisen tarjouslaskenta vaatii erityistä tarkkuutta ja on aikaa vievää, koska alalta puuttuvat tehokkaat laskentaohjelmistot CLT:n ollessa vielä suhteellisen uusi rakennusmateriaali. Tämän opinnäytetyön aiheena oli tarjouslaskurin kehittäminen.</p> <p>Opinnäytetyössä kehitettiin CLT-talopakettitoimittaja Lahden Puurakentajat Oy:n omaa tarjouslaskuria, jonka tavoitteena on tehostaa tarjouslaskentaprosessia. Ajallinen tavoite on nopeuttaa yhden talopakettitarjouksen laskeminen kahdesta viikosta kahteen päivään.</p> <p>Työn teoreettinen viitekehys rakentui tarjouslaskennan perusteiden, CLT-rakentamisen ja sen markkinahaasteiden ympärille. Työssä kuvattiin yksityiskohtaisesti yrityksen tarjouslaskentaprosessi ja sen kehittäminen, mukaan lukien laskurin automatisoidut toiminnot, neliöperusteinen hinnoittelujärjestelmä sekä rakennusosakohtainen laskenta.</p> <p>Kehitystyön tuloksena muodostuu käyttäjäystävällinen ja tehokas tarjouslaskuri, joka yhtenäistää yrityksen laskentakäytäntöjä ja nopeuttaa tarjousprosessia merkittävästi. Laskuri toimii myös käyttöohjeena työntekijöille. Kehitetty järjestelmä on otettu onnistuneesti käyttöön yrityksen päivittäisessä toiminnassa.</p>		
Asiasanat tarjouslaskenta, rakennusosalaskenta, CLT-rakentaminen, tarjouslaskuri, CLT-ristiiliimattu massiivipuu		

Abstract

Author(s)	Type of Publication	Published
Vappula, Tuomas	Thesis, UAS	2025
	Number of Pages	
	46	
Title of Publication		
Development of an offer calculation calculator for a prefabricated house package supplier		
Degree, Field of Study		
Engineer of Wood Technology (UAS)		
Organisation of the client (if the thesis work is commissioned by another party)		
Vili Koskinen, CEO, Lahden Puurakentajat Oy		
Abstract		
<p>Calculating bids in the CLT construction sector can be a time-consuming and laborious process, as the material is relatively new and its use is only just becoming widespread, and there is no functioning offer calculator for CLT construction. The subject of this thesis was the further development of offer calculator and its functions.</p> <p>The client and target company of this thesis, the CLT house package supplier Lahden Puurakentajat Oy, has developed its own offer calculator. With this calculator, the aim is to enhance the offer calculation process so that the time used for calculating an offer for one house package decreases from two weeks to two days.</p> <p>The actual topic of the thesis was prepared by reviewing the basics of offer calculations and by presenting CLT construction, its history, and future prospects. The work opened up the process of the offer calculation in the target company and told the reader point by point about the operation and developments of the calculator in the course of this thesis process. The reader was also presented with each step of the offer calculation process in the calculator.</p> <p>The thesis aims to make Lahden Puurakentajat Oy's offer calculator faster, clearer, and more user-friendly. In this it succeeds, and the calculator is developed to the point where it is now used daily in the company's operations.</p>		
Keywords		
offer calculation, calculation of building components, CLT- construction, offer calculator, CLT- cross laminated timber		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Yritysesittely ja CLT-rakentaminen	3
2.1	CLT - Cross-Laminated Timber rakennusmateriaalina.....	3
2.2	CLT-Rakentamisen markkinahaasteet ja tulevaisuuden näkymät	8
3	Tarjouslaskenta rakennusalalla	11
3.1	Tarjouspyynnöstä tarjouslaskentaan.....	11
3.2	Hinnoittelu	13
3.3	Tarjouslaskentaprosessin vaiheet.....	15
4	Toimeksiantajan tarjouslaskenta ja sen kehittäminen	18
4.1	Tarjouslaskennan käytännöt	18
4.2	Tarjouslaskurin kehitystarpeet ja perusominaisuudet.....	19
4.3	Tarjouslaskurin kehitysprosessi ja sisältö	20
4.4	Tarjouksen muodostaminen laskurilla.....	24
4.4.1	Työvaiheiden tuominen rakennekuvista laskuriin	24
4.4.2	Materiaalien lisääminen työvaiheen alle	26
4.4.3	Työvaiheiden hinnoittelu.....	28
4.4.4	Rakennusosalaskurien toiminnan tarkistus, taulukoiden muotoilu	29
4.4.5	Tietojen yhtenäistäminen ja viimeistely.....	29
4.4.6	Urakan kuvauksen lisääminen	31
4.4.7	Materiaalimäärät.....	32
4.4.8	Hävikin laskeminen.....	33
4.4.9	Kaavojen tarkistus	34
4.4.10	Muut tarjouslaskurista saatavat dokumentit.....	35
4.4.11	Lisälaskuri CLT-tarjoukselle	39
5	Yhteenveto ja pohdinta	41
	Lähteet.....	43

Liite 1. Liitteen otsikko

Liite 2. Liitteen otsikko

1 Johdanto

Rakennusalan tarjouslaskenta on monivaiheinen ja työläs prosessi, joka on erityisen haastavaa isoilla työmailla, joissa on paljon materiaaleja, työvaiheita ja muuttuvia tekijöitä. Vaikka markkinoilla on monia tarjouslaskentaohjelmistoja, ne eivät sovellu CLT-talopakettien laskentaan, koska CLT-rakentaminen eroaa perinteisestä betoni- ja rankarunkorakentamisesta niin materiaalien kuin työmenetelmienkin osalta. Tämän vuoksi nykyinen tarjouslaskentaprosessi CLT-rakentamisen kohdalla vie aikaa ja resursseja, mikä hidastaa markkinoille reagoitua ja rajoittaa tarjouspyyntöjen käsittelykapasiteettia.

Pitkä, manuaalinen laskentaprosessi kasvattaa kustannuksia ja altistaa inhimillisille virheille, mikä vaikuttaa yrityksen kilpailukykyyn. Tavoitteena on nopeuttaa laskentaa ja vapauttaa resursseja muuhun liiketoimintaan. Tämän opinnäytetyön tutkimusongelmana on, kuinka Lahden Puurakentajat Oy:n tarjouslaskentaprosessia voidaan tehostaa ja nopeuttaa tarjous- eli rakennusosalaskureiden avulla. Tällä hetkellä yhden talopakettien tarjouslaskeminen vie pahimmillaan kuukauden, mikä on hidasta ja kuormittaa yrityksen resursseja.

Opinnäytetyön ensisijaisena tavoitteena on selkeyttää ja nopeuttaa tarjouslaskentaprosessia kehittämällä rakennusosalaskureita. Työn toiminnallinen osuus keskittyy laskureiden toiminnan automatisointiin ja yhtenäistämiseen. Kehittämällä laskureiden toimintaperiaatteita ja automatisoimalla prosesseja pyritään vähentämään laskentaan kuluvaan aikaan ja resursseja. Konkreettisenä tavoitteena on lyhentää nykyistä keskimäärin kahden viikon laskentaa kahteen päivään per rakennusprojekti. Kehitystyön toinen tavoite on parantaa laskureiden käytettävyyttä ja muokattavuutta eri rakennusprojekteihin. Tämä opinnäytetyö voi toimia myös oppaana laskurin käytössä yrityksen työntekijöille.

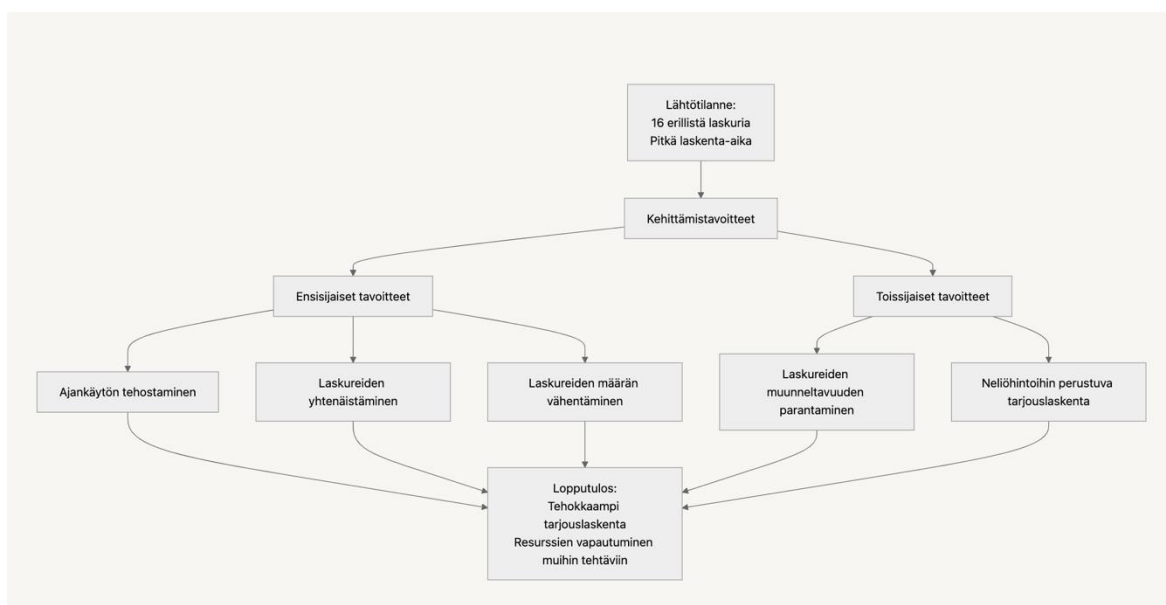
Työ rajautuu rakennusosalaskurin kehittämiseen ja tarjouslaskentaprosessin tehostamiseen, eikä siinä käsitellä yrityksen muita liiketoimintaprosesseja tai kehityskohteita. Teoriaosuudessa käsitellään CLT-rakentamista, tarjouslaskentaa ja hinnoittelua vain siinä määrin, kun ne liittyvät rakennusosalaskurin kehittämiseen. Lisäksi tarkastellaan pintapuolisesti näiden osa-alueiden tulevaisuuden näkymiä ja kehityssuuntia rakennusosalalla. Opinnäytetyöstä on jätetty pois yrityksen liikesalaisuuksiin kuuluvat tiedot.

Lahden Puurakentajat Oy on vuonna 2017 perustettu CLT- ja massiivipuorakentamiseen erikoistunut rakennusyritys. Yrityksen toimintaperiaatteeseen kuuluu kokonaisvaltainen urakointi ja projektinhallinta alkaen suunnittelusta, pitäen sisällään elementtien varustelun sekä asennuksen ja viimeistelyn. Yritys sai alkunsa, kun perustaja Vili Koskisen vuonna 2013 perustama toiminimiliiketoiminta myytiin Lahden puurakentajille. Yrityksen liikevaihto

vuonna 2024 oli noin 1 M€, ja sen odotetaan kasvavan vuonna 2025 noin 1,5 miljoonaan euroon. (Koskinen 2024.)

CLT-talopakettirakentamisessa tärkein elementti on itse CLT, ja näin ollen Lahden Puurakentajat Oy:n merkittävin yhteistyökumppani on CLT-elementtejä valmistava CLT-Finland Oy, joka tunnetaan markkinoilla nimellä HOISKO. HOISKO perustettiin vuonna 2015, ja se oli yksi ensimmäisistä Suomessa CLT-elementtejä valmistavista yrityksistä. Tuotanto käynnistyi vuonna 2016, ja vuonna 2022 yrityksen liikevaihto oli noin 5,2 miljoonaa euroa. (Hoisko 2024.)

Opinnäytetyö toteutetaan toiminnallisena kehittämistyönä, jossa hyödynnetään sekä kvalitatiivisia että kvantitatiivisia tutkimusmenetelmiä. Tietoa kerätään asiantuntijahaastatteluilla, dokumenttianalyysillä ja havainnoimalla yrityksen sisäisiä prosesseja. Kehitystyön tuloksia arvioidaan vertaamalla tarjouslaskentaan kuluva aikaa ennen ja jälkeen uudistetun laskurin käyttöönottoa. Kuviossa 1 esitetään toimeksiantajan suunnitelma tarjouslaskennan kehittämisprosessista.



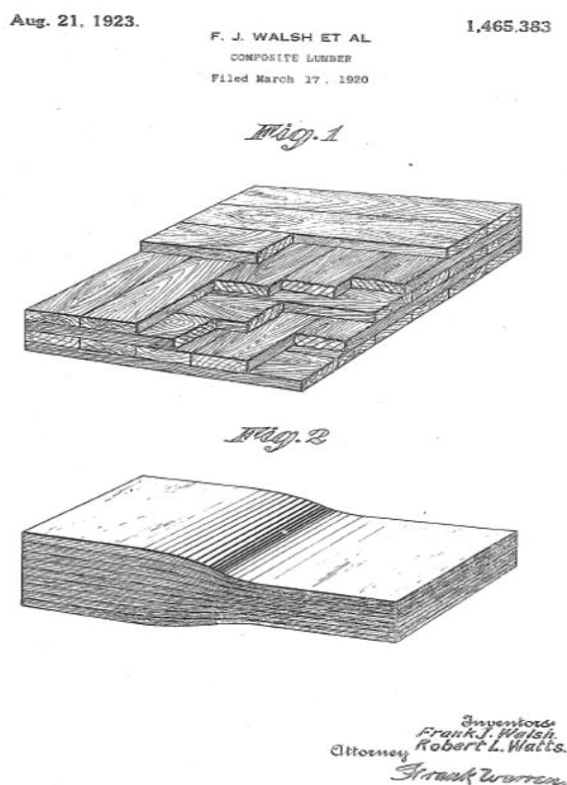
Kuvio 1. Toimeksiantajan tarjouslaskennan kehittämisprosessin suunnitelma

2 Yritysesittely ja CLT-rakentaminen

2.1 CLT - Cross-Laminated Timber rakennusmateriaalina

CLT (Cross Laminated Timber) on ristiinliimattua massiivipuuta, joka Suomessa valmistetaan männystä tai kuusesta. Ensimmäiset patentit CLT:stä haettiin Yhdysvalloissa jo 1920-luvulla, ja Euroopassa 1980-luvun puolivälissä. Varsinainen teollinen tuotanto Euroopassa alkoi 1990 (Finnlog, 2024), minkä jälkeen sen suosio ja yleinen hyväksyntä ovat kasvaneet. Nykyään CLT-teollisuus on kasvussa maailmanlaajuisesti, ja erityisesti Euroopassa, jossa vuodesta 2017 lähtien on tuotettu noin 70 % maailman CLT:stä (Younis & Dodoo, 2022, 8).

Kuvassa 1 kuvataan piirustuksia ensimmäisestä CLT:n patentihakemuksesta. Varsinaisen teollisen tuotannon sanotaan alkaneen Sveitsissä 1990. (Finnlog 2024.)



Kuva 1. Yhdysvaltain Patentti ja Rekisterihallituksen (1923) kuva ensimmäisestä CLT-patentihakemuksesta. (Roche, D.J. 2023.)

CLT-monikerroslevy (Cross-Laminated Timber) on innovatiivinen insinööripuutuote, joka on tuonut täysin uuden tavan puun käyttöön rakenteellisissa sovelluksissa. CLT-rakennusjärjestelmä koostuu suurista, kiinteistä puupaneeleista, joita voidaan käyttää seininä tai laattoina. Tyypillisesti CLT-paneeli koostuu puulamelleista, jotka on liimattu yhteen 90 asteen kulmassa toisiinsa nähden (Younis & Dodoo, 2022, 8.) Kuvissa 2 ja 3 näkyy CLT-levyjen rakennetta. Puu eristää hyvin ääntä. Elementin lujuuden ja jäykkyyden ansiosta mahdollisuudet esimerkiksi aukkojen ja ikkunoiden muodoissa ovat laajat. CLT-elementtien dimensiot vaihtelevat tarpeen mukaan ja CLT:stä voidaan valmistaa suuriakin elementtejä. Hoiskon valmistamat elementit ovat vahvuudeltaan 60–400 mm ja maksimitoiltaan 11,9 m x 3,4 m. (Hoisko 2024). Tätäkin pidempiä ja leveämpiä elementtejä on mahdollista valmistaa, pituus jopa 20,0 m ja leveys 4,8 m. (Puuinfo 2023.)

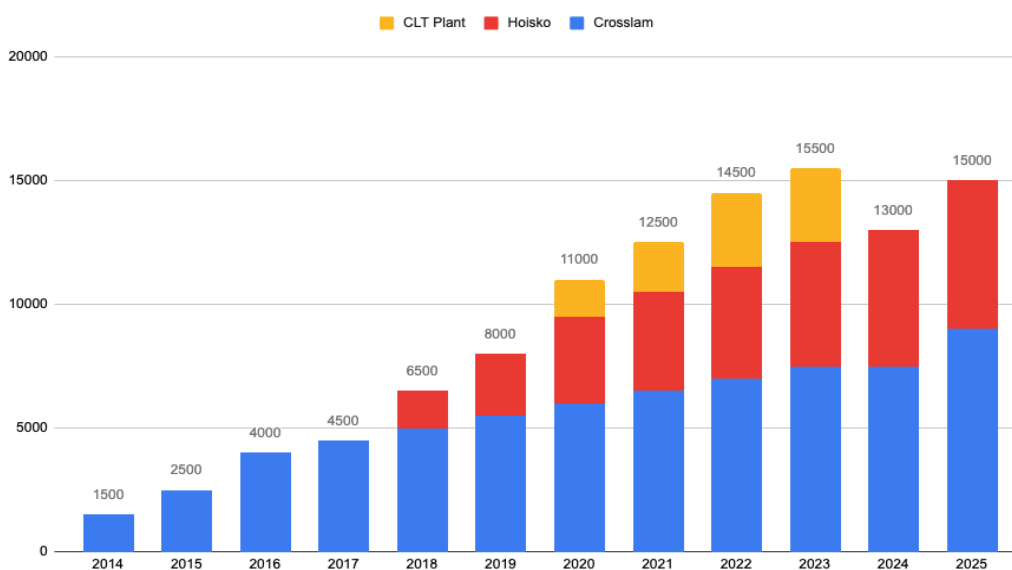


Kuva 2. Monikerroslevy CLT (Puuinfo 2023)



Kuva 3. CLT-elementtejä (Hoisko 2024)

CLT:n suosion kasvu on lisääntynyt melko tasaisesti rakennusmateriaalina. Kuten suuntaa antavista luvuista kuviossa 2 nähdään, kokonaistuotantomäärät Suomessa ovat kasvaneet joka vuosi edellisvuodesta. Lukuun ottamatta vuotta 2024, jossa näkyy vaikutus yhden toimijan poistumisesta markkinoilta. Kapasiteettia olisi suurempaankin tuotantomäärään. (Manninen 2025.)



Kuvio 2. CLT:n tuotantomääräarvio Suomessa 2014–2025 (mukailtu Manninen 2025)

Suosion kasvu perustuu useisiin etuihin, CLT-rakentamisen keskeiset hyödyt ovat

- monipuolisuus
- paloturvallisuus
- ekoloogisuus
- terveellisyys
- lisätila.

CLT:n monipuolisuus mahdollistaa suurten ja monikerroksisten rakennusten rakentamisen, toisin kuin perinteinen kevyt puurunkorakentaminen. Tämä on merkittävä etu rakennusteollisuudessa. Materiaali on osoittautunut erityisen kilpailukykyiseksi rakenteellisen kapasiteetin, suunnittelun joustavuuden ja esteettisten ominaisuuksiensa ansiosta. CLT:n monipuolisuus näkyy sen soveltuvuudessa erilaisiin rakennuskohteisiin, kuten asuinrakennuksiin, julkisiin rakennuksiin ja teollisuuskohteisiin. (Younis & Dodoo, 2022, 8–10.) CLT:n tekniset ominaisuudet mahdollistavat sen monipuolisen käytön (Stora Enso 2014):

- korkea lujuus-painosuhte
- yksinkertainen asennus ja työstettävyys
- ekologisuus
- hyvä palo-, seisminen- ja lämpötekniinen suorituskyky
- monipuoliset pintakäsittelymahdollisuudet
- nopeus.

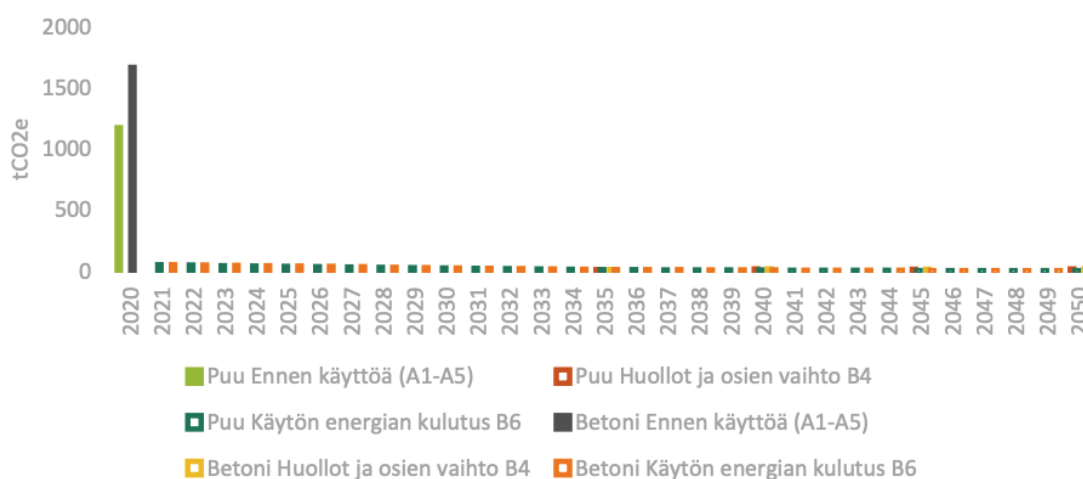
CLT-rakentaminen on merkittävästi nopeampaa verrattuna perinteisiin menetelmiin. Rakentamisaika on 30 prosenttia nopeampi, mikä alentaa huomattavasti työvoimakustannuksia ja nopeuttaa projektien valmistumista. Yhden kerroksen rakentamiseen kuluu CLT-menetelmällä vain 4–7 päivää, kun vastaava aika betonirakenteissa on 21–30 päivää. Tämä nopeus etu korostuu erityisesti suuremmissa rakennuskohteissa ja monikerroksisissa rakennuksissa (Younis & Dodoo 2022, 10.)

CLT on paloturvallinen materiaali. Se osoittaa erinomaista palonkestävyyttä ja täyttää tiukimmatkin palomääräykset. Materiaalin luonnolliset hiiltymisominaisuudet tarjoavat tehokkaan palosuojan rakenteille. Puun kosteuspuiteisuus on noin 10–12 %, ja kun puu altistuu kuumuudelle, se käy läpi lämpöhajoamisprosessin, jonka seurauksena sen pinnalle muodostuu hiilloskerros. Tämä hiiltynyt kerros toimii luonnollisena eristeenä suojaten sisempiä rakenteita ja hidastaen palon etenemistä merkittävästi. Hiiltymättömän sisemmän ytimen rakenne säilyy suhteellisen muuttumattomana, ja sen rakenteellinen lujuus ja vakaus säilyvät. Tyypillisesti puurakenne voi pysyä vakaana jopa kaksi tuntia täysin kehittyneessä

tulipalossa. Nämä ominaisuudet tekevät CLT:stä turvallisen valinnan myös korkeaan rakentamiseen (Younis & Dodoo, 2022, 10; Stora Enso, 2014.)

CLT:n ekologisuus ja ympäristöedut ovat merkittäviä rakennusalalla. Materiaali toimii tehokkaana hiilivarastona rakennuksen koko käyttöajan ajan, mikä tekee rakennuksista "hiilinieluja". Biogeeninen hiili vähentää kokonaishiilijalanjälkeä jopa 37 prosenttia, ja materiaalin ympäristövaikutus on muutenkin matala, erityisesti hiilijalanjäljen osalta. Ekologisuus on keskeinen osa CLT:n käyttöä, sillä sen valmistuksessa hyödynnetään Suomen metsissä nopeasti uusiutuvia mäntyä ja kuusta. Suomi tunnetaan kestävä metsänhoidon mallimaana, ja puun kasvu ylittää sen käytön. CLT-rakentaminen tukee kestävä kehityksen tavoitteita ja edistää rakennusalan siirtymistä kohti hiilineutraaliutta (Younis ja Dodoo, 2022, 10; Bruce-Hyrkäs ym. 2020, 40.)

Puutalo toimii hiilivarastona, ja puurakenteisten talojen hiilijalanjälki on pienempi kuin vastaavien betonirakenteisten talojen. (Puuinfo 2023.) Väitteen tueksi voidaan esittää esimerkiksi Granlund Consultingin (Bruce-Hyrkäs ym. 2020) Puuteollisuus Ry:lle tekemä Vähähiilisen puurakentamisen tiekartta -tutkimus, joka tarkasteli missä määrin puu-uudisrakentamisella voitaisiin vaikuttaa rakennusalan hiilineutraaliuden saavuttamiseen. Selvitystyön johtopäätöksenä voitiin todeta, että materiaaleilla ja suunnitteluvalinnoilla on mahdollista vähentää uudisrakentamisen hiilidioksidipäästöjä. Kuten kuvio 3 voidaan nähdä, betonirakennukseen verrattuna puurunkoinen rakennus leikkaa uudisrakennuksen elinkaaren alun hiilipiikkiä 30 %. Hiilipiikki voitaisiin lisäkerrosrakentamisella mahdollisesti jopa puolittaa. Sen lisäksi hybridiratkaisuilla, vaihtamalla osa rakennusosista puisiksi, saadaan tuotua puu betoniratkaisuihin mukaan. (Bruce-Hyrkäs ym. 2020, 15.)



Kuvio 3. Vuonna 2020 rakennettavan asuinkerrostalon elinkaari- päästöjen kehittyminen (Bruce-Hyrkäs ym. 2020, 15.)

CLT-taloissa asumismukavuus ja terveellisyys ovat korkealla tasolla. Rakennuksissa on puhdas sisäilma ja tasainen ilmankosteus, mikä edistää asukkaiden hyvinvointia. Materiaalille myönnetty vähäpäästöisen rakennusmateriaalin M1-tunnus takaa sisäilman laadun. Lisäksi CLT:n erinomaiset ääneneristysominaisuudet parantavat asumisviihtyvyyttä ja tekevät siitä hyvän valinnan terveelliseen asumiseen (Stora Enso 2014.)

CLT-rakentaminen tarjoaa merkittäviä etuja tilankäytössä. Ohuempien seinärakenteiden ansiosta asuintilaa saadaan 6–10 prosenttia enemmän verrattuna perinteisiin rakenteisiin 100 neliömetrin asunnossa. Tämä etu korostuu erityisesti verrattaessa tiiliseiniin ja mahdollistaa tehokkaamman tilankäytön sekä suuremman asuinpinta-alan samankokoisessa rakennuksessa (Stora Enso 2014.)

2.2 CLT-Rakentamisen markkinahaasteet ja tulevaisuuden näkymät

CLT-rakentamisen haasteet Suomessa muodostavat monitahoisen kokonaisuuden, joka vaatii systemaattista lähestymistapaa. Markkinatiedon ja tutkimuksen puute on merkittävä ongelma, sillä CLT:n käytöstä, sovelluksista ja tulevaisuuden kehityksestä Suomen rakennussektorilla ei ole riittävää tutkimustietoa. Tämä tietovaje vaikeuttaa materiaalin laajempaa käyttöönottoa ja kehitystä. Osaamisen epätasainen jakautuminen rakennusalan ammattilaisten keskuudessa muodostaa toisen merkittävän haasteen. Arkkitehdit tuntevat CLT:n periaatteessa hyvin, mutta heiltä puuttuu usein käytännön sovellusosaamista. Insinööreistä vain osa tuntee materiaalin kunnolla, ja rakennuttajat sekä urakoitsijat tarvitsevat huomattavasti lisätietoa materiaalin mahdollisuuksista ja rajoitteista. Tämä osaamispuute heijastuu suoraan CLT:n käytön yleistymiseen rakennusprojekteissa. Standardoinnissa on havaittu merkittäviä ongelmia. Eurokoodin ja kansallisten ohjeiden yhteensopimattomuus aiheuttaa epävarmuutta suunnittelussa ja toteutuksessa. Yhtenäisen tuotestandardin puuttuminen ja CE-merkinnän harmonisoidun tuotestandardin toimeenpanon puutteet vaikeuttavat CLT:n laajempaa käyttöönottoa ja luovat epävarmuutta markkinoille. Taloudelliset haasteet muodostavat merkittävän esteen CLT:n yleistymiselle. Kustannuskilpailukyvyyn puute ja hinnoittelun haasteet juontavat juurensa jo raaka-aineiden toimitusketjuun. Suomen riittämätön tuotantovolyymi vaikuttaa osaltaan kustannusrakenteeseen ja materiaalin saatavuuteen. Nämä taloudelliset tekijät hidastavat CLT:n laajempaa käyttöönottoa rakennusteollisuudessa. Tekniset haasteet, kuten riittämätön ääneneristyskapasiteetti ja suunnitteluosaamisen puutteet, vaativat erityistä huomiota. Nämä tekniset rajoitteet voivat vaikuttaa merkittävästi CLT:n käyttömahdollisuuksiin erilaisissa rakennuskohteissa. COVID-19-pandemia on vaikuttanut CLT-rakentamiseen sekä positiivisesti että negatiivisesti. Vaikka puutuotteiden käyttö on lisääntynyt, hintojen nousu on tuonut uusia haasteita alalle. Pandemia on myös

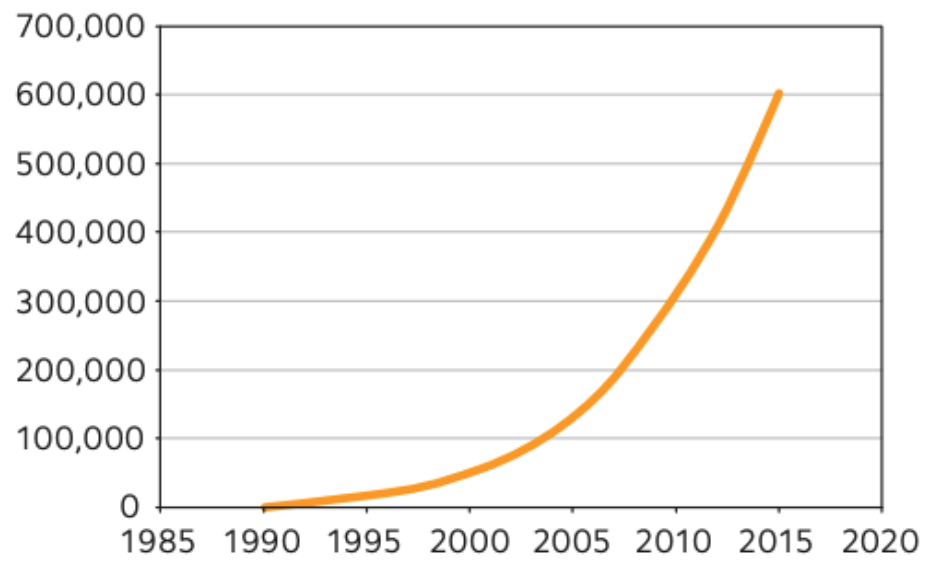
vaikuttanut rakennusalan dynamiikkaan ja materiaalivalintoihin laajemmin. (Ilgin & Karjalainen 2024, 71–76.)

Ilginin & Karjalaisen (2024,76–78) mukaan tulevaisuuden markkinanäkymissä korostuvat CLT:n monipuolisuus ja ympäristönäkökohtien lisäämä kysyntä. Hybridirakennusratkaisujen kehittyminen nähdään merkittävänä mahdollisuutena. Kuitenkin tuotannon rajallisuus Suomessa, rakennuskulttuurin muutostarve kestävämpään suuntaan ja kustannustehokkuuden parantaminen ovat keskeisiä haasteita, jotka vaativat ratkaisuja.

CLT on suhteellisen uusi rakennusmateriaali, ja nykyisen sukupolven CLT-rakennukset ovat ensimmäisiä laatuaan. Materiaalin pitkäaikaiskestävyydestä ja huoltotarpeista tarvitaan vielä lisää tutkimustietoa. CLT-levyjen käyttö on yleistä Keski-Euroopassa, ja myös Suomessa niiden suosio kasvaa. CLT sopii erityisesti tilaelementtien runkorakenteeksi, ja sen kilpailukyky paranee asuinrakennusten kerrosmäärän kasvaessa (Younis ja Dodoo, 2022, 8; Puuinfo 2023.)

Ilginin & Karjalaisen (2024, 99–101) mukaan, vaikka CLT-rakentaminen on Suomessa vielä suhteellisen uutta ja vain muutaman kotimaisen valmistajan varassa, kestävän kehityksen painotukset voivat lisätä kiinnostusta uusiutuviin materiaaleihin ja CLT:n hyväksyntään rakennusmarkkinoilla. Onnistuneista projekteista tehokas viestintä voi avata uusia mahdollisuuksia CLT:n suosion kasvulle.

Tulevaisuuden markkinanäkymien arvioidaan olevan lupaavat. CLT:n monipuolisuuden, kasvavan ympäristötietoisuuden ja hybridirakentamisen tekniikoiden kehityksen uskotaan avaavan uusia mahdollisuuksia. CLT:n laajemman käyttöönoton Suomen rakennusteollisuudessa todetaan edellyttävän haasteiden systemaattista ratkaisemista. (Ilgin & Karjalainen 2024, 99–101.) Kuviossa 4 nähtävissä Euroopassa CLT:n tuotantomäärän kasvun selkeä nouseva trendi. (The CLT Handbook 2019,)



Kuvio 4. CLT:n tuotantomäärät Euroopassa 1985–2020 /m3 (The CLT Handbook 2019.)

3 Tarjouslaskenta rakennusalalla

3.1 Tarjouspyynnöstä tarjouslaskentaan

Tarjouslaskenta rakennusalalla on osa kustannuslaskentaa. Enkovaaran (1999, 7) mukaan tarjouslaskenta alkaa tarjouspyynnöstä. Tarjouspyynnön vastaanotettuaan yritys arvioi, onko sillä resursseja ottaa työ hoitaakseen. Tarjouspyynnöstä selviävän työn luonteen soveltuvuutta juuri omalle yritykselle on hyvä suurpiirteittäin arvioida. Toisin sanoen sitä, että millainen rakennustapa ja työn lopputulos tarjouspyynnön lähettäjällä on mielessä. Tämä onnistuu yleensä aikaisemmin tehtyjen töiden tuomalla kokemuksella. Myös sitä on hyvä miettiä, onko ajankohta sellainen, että yrityksellä on resurssit tehdä itse tarjous, eli käydä läpi tarjouslaskennan prosessi. Jos jostain syystä tilanne on sellainen, ettei katsota olevan järkevää tai mahdollista jättää tarjouta, asia ilmoitetaan mahdollisimman nopeasti tarjouta pyytäneelle. Jos katsotaan, että tarjouksen tekemiseen on aikaa ja muitakin resursseja, otetaan tarjouspyyntö virallisesti vastaan ja aloitetaan urakan kartoittaminen ja kustannuslaskenta.

Talonrakennushankkeen kustannusten hallinta rakentuu selkeän tavoitteen asettamiseen, tulosten tarkasteluun ja jatkokäsittelyyn tehtyjen päätösten perusteella. Tämä vaatii hankkeen vaiheistamista ja kustannusten tarkastelua eri vaiheissa niin, että päätökset ohjaavat suunnittelua ja rakentamista. Kustannustarkastelu toteutetaan soveltuvilla laskentamenetelmillä, jotka selvittävät ja varmistavat etukäteen hankkeen tai sen osan taloudellisen toteuttamiskelpoisuuden. (Enkovaara ym. 1999, 7.)

Rakennusteollisuuden artikkelin (2025) mukaan rakennusalan tarjouslaskennassa on olennaista ymmärtää hankinta-asiakirjojen vaatimukset ja laatia tarjous niiden mukaisesti. Tarkka vaatimusten noudattaminen mahdollistaa tarjousten tasapuolisen vertailun etenkin julkisten hankintojen puolella. Tarjous on toimitettava määräaikaan mennessä hankintayksikön ilmoittamaan osoitteeseen. Voimassaoloaika on määriteltävä tarjouspyynnön mukaisesti, ja dokumentaatio on toimitettava vaaditulla kielellä. Urakkatarjouksen on katettava koko rakennushanke, ellei osaurakat ole sallittuja. Tekniset selvitykset ja dokumentit (henkilöstö-, kalusto- ja laadudokumentit) on toimitettava, urakan hinnoittelu on esitettävä pyydetyssä muodossa, ja urakkaehtojen on vastattava tarjouspyyntöä. Jätetty urakkatarjous on sitova, eikä sitä voi muuttaa tarjousajan päätyttyä. Epäselvät kohdat tarjouspyynnössä tulee selvittää hankintayksiköltä ennen tarjouksen jättämistä. Urakoitsijat voivat muodostaa työyhteisliittymiä tarjouksen jättämiseksi kilpailulain sallimissa rajoissa. Yhteisliittymällä tulee olla riittävät resurssit urakan toteuttamiseen, ellei ulkopuolista kapasiteettia hyödynnetä. (Rakennusteollisuus 2025.)

Projektiliiketoiminnan tarjouslaskenta edellyttää tarkkaa palvelukokonaisuuksien määrittelyä ja rajauksia. Keskeinen haaste on ostajan ja toimittajan väliset näkemyserot projektin aikana ilmenevien muutosten kustannusvastuista. Puutteellinen projektitoimituksen määrittely vaikeuttaa toimittajan hinnoittelua ja johtaa usein erimielisyyksiin. Tarjouslaskennan kehittämiseksi se tulisi integroida osaksi yrityksen tulosseurantaa, mikä mahdollistaa tehokkaamman riskienhallinnan. (Manninen 2024, 104.)

Tarjouspyyntöasiakirjojen rakenne

Rakennushankkeen aikataulun laatiminen vaatii kohteen perusteellista tuntemusta. Tarjouspyyntöasiakirjat muodostavat pohjan alustavan yleisaikataulun suunnittelulle. Tarjouspyyntöasiakirjat muodostuvat kolmesta keskeisestä osasta. Asiakirjakokonaisuuden perustana toimii tarjouspyyntökirje. Kaupalliset asiakirjat sisältävät urakkaohjelman, urakkarajaliitteen, yksikköhintaluettelon sekä tarjouslomakkeen. Nämä dokumentit määrittelevät hankkeen kaupalliset ja hallinnolliset ehdot. Tekniset asiakirjat koostuvat piirustuksista ja selostuksista, jotka määrittelevät hankkeen teknisen toteutuksen yksityiskohdat. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, 43.)

Alustava yleisaikataulu ja yleisaikataulu

Koskenvesan & Sahlstedtin (2017, 43–44) mukaan tarjouslaskennassa alustavan yleisaikataulun laatiminen on keskeistä aikasidonnaisten kustannusten määrittämiseksi. Päätoteuttaja valmistelelee tämän karkean aikataulusuunnitelman varmistakseen hankkeen toteutettavuuden rakennuttajan asettamassa aikataulussa. Tarjouslaskentavaiheessa alustavan yleisaikataulun perusteella arvioidaan hankkeen ajallinen kireystaso ja resurssitarpeet. Nämä arviot heijastuvat suoraan tarjoushintaan sisällytettäviin aikasidonnaisiin kustannuksiin, erityisesti työnjohdon ja työmaatekniikan osalta.

Yleisaikataulun ohella tarjouslaskennassa valmistellaan muut alustavat suunnitelmat, kuten henkilöstö-, hankinta- ja kalustosuunnitelmat, jotka täydentävät kustannuslaskentaa. Suunnitelmien yksityiskohtaisuus määräytyy hankekohtaisesti käytettävissä olevien laskentaresurssien puitteissa. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, 43–44.)

Sahlstedtin (2016, 6) mukaan aikataulussa on tärkeää huomioida seuraavat seikat:

- aloitus- ja lopetuspäivämäärät ovat yleensä kiinteitä
- rakennusvaiheiden kestot tulee arvioida realistisesti ennen sopimuksen tekoa
- aikataulumuutokset sopimuksen jälkeen koskevat lähinnä työjärjestystä ja vaiheiden kestoja
- välitavoitteiden sakot voivat rajoittaa myöhempiä muutosmahdollisuuksia

- mahdollisista aikataulumuutoksista ja niiden hyväksyttämismenettelystä on sovittava erikseen sopimuksessa.

3.2 Hinnoittelu

Hinnoittelu on (Järvenpää ym. 2017) mukaan liiketoiminnan kriittinen menestystekijä, jolla on suora vaikutus yrityksen taloudelliseen tulokseen. Toiminnan kannattavuus edellyttää oikeaa hinnoittelustrategiaa, sillä se määrittää yrityksen tuloksellisuuden.

Hinnoitteluun on olemassa viisi keskeistä lähestymistapaa. Yritys voi määrittellä tuotteidensa ja palveluidensa hinnat joko kustannusten, markkinatilanteen, tavoitteiden, arvo-perusteisen tai sopimusperusteisen mallin pohjalta. Kustannuksiin pohjautuvassa mallissa hinnan perustana ovat tuotannon tai palvelun toteuttamisen todelliset kulut. Esimerkiksi markkinapohjainen hinnoittelu poikkeaa kustannusperusteisesta mallista mukautumalla vallitsevaan markkinatilanteeseen sekä kilpailijoiden hintatasoon. (Järvenpää ym. 2017, 212–213.)

Kustannusperusteinen hinnoittelu

Kustannusperusteinen hinnoittelu (cost-based pricing) perustuu tuotteen todellisiin kustannuksiin, joiden tarkka laskeminen on menetelmän luotettavuuden kannalta kriittistä. Laskentaperiaatteiden valinta vaikuttaa merkittävästi tuotekohtaisiin kustannuksiin, erityisesti kun välilliset ja kiinteät kustannukset ovat huomattavat. Hinnoitteluprosessi etenee vaiheittain: Ensin kustannukset jaotellaan välittömiin, välillisiin, muuttuviin ja kiinteisiin kustannuksiin. Seuraavaksi määritellään, mitkä kustannustyyppit sisällytetään laskelmaan ja miten välilliset kustannukset kohdistetaan tuotteille. Tuotekohtaisten kustannusten laskennan jälkeen määritellään tavoitevoitto ja mahdolliset alennukset, joiden perusteella muodostetaan lopullinen myyntihinta. Kustannusperusteisessa hinnoittelussa käytetään kahta päämenetelmää: katetuottohinnoittelua ja omakustannusarvoon perustuvaa hinnoittelua. Katetuottohinnoittelussa muuttuviin kustannuksiin lisätään katelisa kattamaan kiinteät kustannukset ja voittotavoite. Omakustannusarvohinnoittelussa kokonaiskustannuksiin lisätään voittolisä. Katelisa on tyypillisesti voittolisää suurempi, sillä sen tulee kattaa myös kiinteät kustannukset. Voittotarpeeseen vaikuttavat toimialan yleinen kannattavuus, omistajien odotukset, investointitarpeet, tuotteen elinkaari sekä kilpailutilanne. (Järvenpää ym. 2017, 215–216.)

Hinnoittelukerroin

Hinnoittelukerroin on työkalu tuotteen hinnan määrittämiseen. Se on yksinkertainen mutta tehokas menetelmä, jonka määrittelyssä on oleellista tunnistaa, sisällytetäänkö kertoimeen pelkkä voittotavoite vai myös muuttuvat ja kiinteät kustannukset. Käytännön sovelluksissa

hinnoittelukerroin mahdollistaa myyjien itsenäisen hinnoittelun sisäänostohinnan perusteella. Vastaavasti teollisuudessa ja erilaisissa yrityksissä, myynti-insinöörit voivat hyödyntää kerrointa laskiessaan tuotteen myyntihinnan välittömien työtuntien pohjalta. (Järvenpää ym. 2017, 219.)

Rakennusosalaskennan rooli hinnoittelussa

Koskenvesan ym. (2018, 42–43) mukaan rakennusosalaskenta on keskeinen menetelmä rakennushankkeiden kustannusten määrittämisessä. Sitä hyödynnetään suunnitteluvaiheessa, tarjouslaskennassa ja hankintojen vertailussa. Menetelmän perustana on rakennusosien määrien kokoaminen piirustuksista tai tietomalleista rakennusosaluetteloksi, joka sisältää tiedot määristä, rakenteista ja vaatimuksista. Kustannuslaskenta toteutetaan kertomalla rakennusosien määrät niiden yksikkökustannuksilla. Yksikkökustannukset pohjautuvat joko yleisiin lähteisiin, kuten alan kirjallisuuteen ja kustannuslaskentaohjelmistoihin, tai yritysten omiin tietokantoihin.

Menetelmän edut:

- tehokas työmäärän hallinta
- riittävä tarkkuustaso tarjouslaskentaan
- mahdollistaa vertailun vastaaviin hankkeisiin
- selkeä ja yhtenäinen dokumentaatio.

Laskennan luotettavuuden varmistamiseksi on olennaista, että yksikkökustannukset vastaavat tarkasti hinnoiteltavan rakennusosan sisältöä. Suunnitelmien tarkentuessa rakennusosa-arviota voidaan päivittää vastaamaan muuttuneita määriä ja kustannuksia. Tarjousvaiheessa käytetään usein standardoituja rakenneratkaisuja suunnitelmien mahdollisen keskeneräisyyden vuoksi. Tämä käytäntö on tehokas, sillä se mahdollistaa kustannusarvion laatimisen myös tilanteissa, joissa suunnitelmat ovat vielä kehitysvaiheessa. Rakennusosien määrittelyssä hyödynnetään vakiintuneita nimikkeistöjä kuten ”Talo 2000”, jotka tarjoavat yhtenäisen viitekehyksen rakennusosien ja työsuoritusten luokitteluun. Tämä systematisoi laskentaprosessia ja helpottaa eri hankkeiden välistä vertailua. (Koskenvesa ym. 2018, 42–43.)

Talo 2000 -nimikkeistön rakennusosien jaottelu Koskenvesa ym. (2018, 43) mukaan:

1 RAKENNUSOSAT

11 Alueosat

Alueosat käsittävät seuraavat elementit:

- 111 maaosat - maaperään liittyvät rakenteet

- 112 tuennat ja vahvistukset - rakenteelliset tukiratkaisut
- 113 päällysteet - pintarakenteet ja -materiaalit
- 114 alueen varusteet - ulkoalueiden varustelu.

12 Talo-osat

Talo-osat muodostuvat seuraavista kokonaisuuksista:

- 121 perustukset - rakennuksen perusrakenteet
- 122 alapohjat - alimman kerroksen rakenteet
- 123 runko - kantavat rakenteet
- 124 julkisivut - ulkoseinärakenteet
- 125 ulkotasot - ulkopuoliset tasorakenteet
- 126 vesikatot - yläpohjan suojarakenteet.

13 Tilaosat

Tilaosat sisältävät seuraavat elementit:

- 131 tilan jako-osat - sisätilojen jaottelurakenteet
- 132 tilapinnat - sisätilojen pintamateriaalit
- 133 tilavarusteet - sisätilojen kiinteä varustelu
- 134 muut tilaosat - täydentävät tilarakenteet
- 135 tilaelementit - valmiit tilakokonaisuudet.

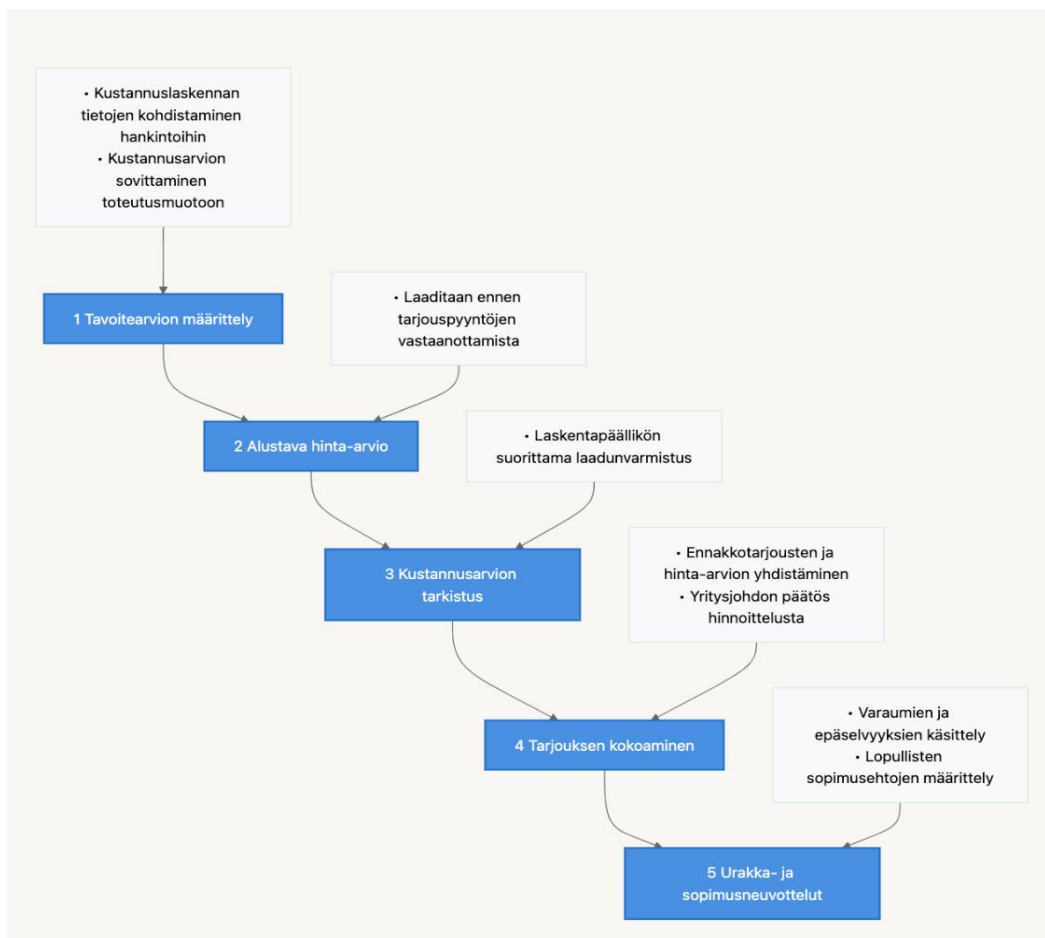
3.3 Tarjouslaskentaprosessin vaiheet

Suunnitelmat voivat olla täysin valmiit jo tarjouspyyntövaiheessa, ne voidaan viimeistellä sopimusvaiheessa, tai suunnittelu voi edetä rinnakkain toteutuksen kanssa. Kun tarjous perustuu alustaviin urakkalaskentapiirustuksiin, työpiirustusten valmistumisajankohta kirjataan piirustusaikatauluun. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, 49.)

Koskenvesan ym. (2018, 76) mukaan urakoitsijan tavoitearvio perustuu kustannus- ja tarjouslaskennan tietojen kohdistamiseen hankintojen ja tehtävien tavoitteiksi. Kustannusarvio sovitetaan valitun toteutusmuodon hankintapaketteihin, ja projektinjohtomallit toimivat työkaluna puutteellisten suunnitelmien kustannushallinnassa. Tarjouslaskennassa laaditaan ensin alustava hinta-arvio, johon myöhemmin saatuja tarjouksia verrataan. Kustannusarvion luotettavuus varmistetaan laskentapäällikön suorittamalla tarkistuksella. Lopullinen tarjoushinta muodostuu ennakkotarjousten ja tarkennetun hinta-arvion pohjalta. Yritysjohto asettaa lopullisen tarjoushinnan huomioiden hankkeen houkuttelevuuden, kilpailutilanteen ja markkinahinnan. (Koskenvesa ym. 2018 76.)

Koskenvesan ym. (2018, 76) mukaan urakkaehdolla voidaan rajata tarjouksen voimassaoloa tai sisältöä kaupallisissa asiakirjoissa, huomioiden julkisten hankintojen rajoitukset. Varauksilla voidaan selventää suunnitelmien teknisiä ristiriitaisuuksia, jotka havaitaan usein ennakkotarjousten yhteydessä. Epäselvyyksiin on pyydettävä tilaajan tulkinta määräaikaan mennessä, ja ne käsitellään urakkaneuvotteluissa.

Kuviossa 5 tiivistetään mukailleen (Koskenvesa ym. 2018, 76) tarjouksen muodostumisen prosessi.



Kuvio 5. Tarjouksen muodostamisen viisi päävaihetta (Koskenvesa ym. 2018, 76)

Ratu-kustannuslaskenta - Lisäapu rakennuskustannusten laskentaan

Rakennustiedon Ratu-kustannuslaskurin (Rakennustieto 2025) avulla saadaan ajantasaisia kustannusarvioita eri työvaiheille, kuten talonrakennusteollisuuden keskihintoja, jotka tulevat Elinkeinoelämän keskusliiton keskipalkkataulukosta.

Rakennekirjastosta löytyy valmiita malleja erilaisille rakennuksille, kuten asuintaloille ja teollisuusrakennuksille. Kirjastossa on myös valmiita malleja rakennustyömaan järjestelyille

ja teknisille laitteille. Kirjastoon voi lisätä myös omia malleja. Rakennusmateriaalien hinnat saadaan tavarantoimittajilta ja kaupoista. Työntekijöiden palkat perustuvat Rakennusteollisuuden tilastoihin. Palkkoihin lisätään myös muut kulut, kuten sosiaalikulut. Hintoja voidaan muuttaa tarpeen mukaan laskelman aikana.

Kustannuksia voidaan laskea kahdella tavalla: käyttämällä valmista mallia pohjana ja muokata sitä, tai tehdä kokonaan uuden laskelman. Materiaalien määrissä huomioidaan piirustuksista lasketut tarvikkeet sekä ylimääräinen materiaaliarve. Tiedot materiaalien menekistä saadaan Ratu-ohjeista ja materiaalien valmistajilta. Työhön kuluva aika on laskettu todellisten rakennuskohteiden perusteella. Laskelmat perustuvat ammattitaitoisten rakentajien työhön ja turvallisiin työtapoihin. Työaikoja voidaan muuttaa tarpeen mukaan laskelman aikana. (Rakennustieto 2025.)

4 Toimeksiantajan tarjouslaskenta ja sen kehittäminen

4.1 Tarjouslaskennan käytännöt

Koskisen (2024) mukaan Lahden Puurakentajat Oy:n käytäntönä on, että asiakkaalle tehdään projektin suunnittelunohjaus ennen varsinaista kokonaiskustannuslaskentaa. Suunnittelunohjaus antaa lähtötiedot tarjouslaskentaan. Tämä on osoittautunut hyväksi ja toimivaksi käytännöksi. Lahden Puurakentajat Oy on päässyt toteuttamaan noin 90 % kohteista, joihin se on tehnyt suunnittelunohjauksen ja kustannuslaskelman. Myös itse suunnittelutyö kuuluu toimenkuvaan, ja sen tekeminen asiakkaalle on välttämätöntä jokaisessa projektissa.

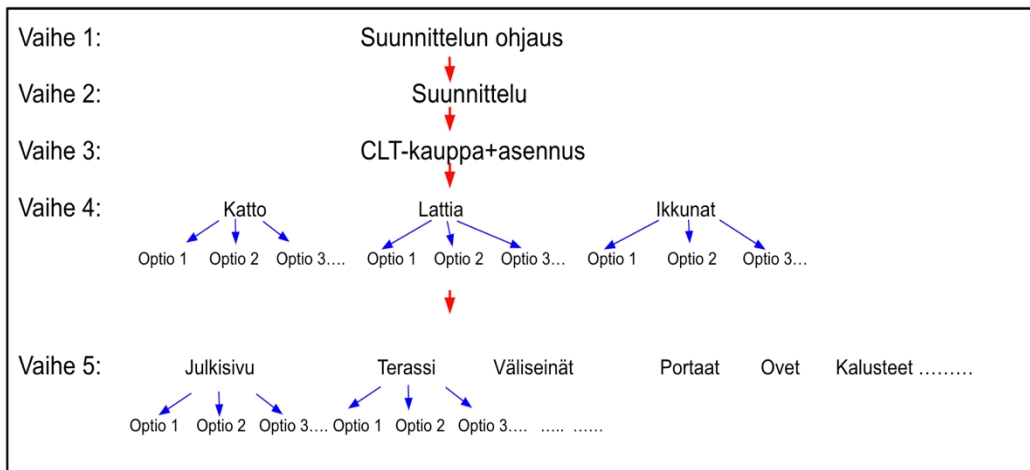
Talon rakennushankkeen onnistumiselle on edellytyksenä toimiva ja sujuva suunnittelunohjaus, sekä yhteistyö kaikessa rakennushankkeen suunnittelussa kaikkien osapuolten välillä. Eri alojen suunnittelijoita tarvitaan jo pienenkin rakennuksen rakentamisessa. Yhteyshenkilönä tilaajan, urakoitsijan, käyttäjän, ja suunnittelijoiden välillä toimii suunnittelun ohjaaja. Suunnittelun ohjauksen tarkoituksena on varmistaa, että kaikki suunnittelu toteutuu oikea-aikaisesti ja että eri alojen suunnittelijoiden välinen yhteistyö sujuu ongelmitta. Hyvin toteutetulla suunnittelun ohjauksella voidaan saada aikaan, niin materiaalivalinnoilla kuin työtaivoilla, huomattaviakin säästöjä projektin edetessä. Suunnittelunohjauksella myös varmistetaan, että kaikki tilaajan toiveet toteutuvat ja tulevat mukaan varsinaisiin suunnitelmiin.

Seuraava vaihe prosessissa on rakennuksen suunnittelu (Kuvio 6). Tässä vaiheessa tilaajan eli asiakkaan toiveet on jo huomioitu ja kirjattu ylös. Suunnitteluvaiheessa käydään lisäksi vielä keskusteluja asiakkaan kanssa kaikkien toiveiden mahdollistamiseksi sekä kaikkia tyydyttävän lopputuloksen aikaansaamiseksi. Vaikeasti toteutettavia toiveita muokataan mahdollisuuksien mukaan. CLT-taloa suunniteltaessa on sähkö- ja LVI-suunnitelmat ovat hyvä olla valmiina aikaisessa vaiheessa. Tämä siksi, että kaikki putkien uritukset ja pistorasioiden paikat työstetään suoraan elementtiin. Kolmannessa vaiheessa myydään asiakkaalle CLT-elementit ja niiden asennus. CLT-elementtien kauppa on oma erillinen vaihe myyntiprosessissa heti suunnittelun jälkeen, koska CLT:n tuotantokapasiteetti on varattava elementtien toimittajalta hyvissä ajoin.

Asiakkaalla on mahdollisuus tilata kaikki elementtien lisäksi tarvittavat rakennusosat toiseen toiselta taholta. Usein kuitenkin asiakas tilaa vähintäänkin myös katon, ikkunoiden ja välipohjan asennuksen Lahden Puurakentajilta. Tämä on asiakkaan näkökulmasta urakan hintaa ajatellen kustannustehokkaampaa, kuin se, että rakennusosat tulisivat monelta eri toimittajalta.

Vaiheessa neljä neuvotellaan juuri näiden rakennuksen osien asentamisesta, kuten kuviossa 6 nähdään. Asiakas voi siis tilata yritykseltä ns. "avaimet käteen" -periaatteella, taikka

pilkkoa urakan osiin ja käyttää useampaa toimittajaa. Tämän jälkeen neuvotellaan vielä muista urakkakokonaisuuksista (vaihe 5), joihin kuuluvat mm väliseinät, portaat, terassit, kalusteet ym. (Koskinen, V. 2024.)



Kuvio 6. Toimeksiantajan tarjousprosessi (Koskinen 2024)

Tärkeä osa Lahden Puurakentajat Oy:n toimintaa ovat optiot. Kunkin työkokonaisuuden (vaiheet 4 ja 5) tilaamisen yhteydessä asiakkaalle tarjotaan lisäoptioita. Näitä ovat kunkin rakennusosan kohdalla esim. materiaalit, maalaus- tai pintakäsittelytyöt tai LVIS-työt.

Esimerkiksi katon asennuksen tilattuaan, asiakas saa itse päättää, tilaako hän siihen myös materiaalit Lahden Puurakentajat Oy:ltä, vai järjestääkö hän itse materiaalit työmaalle asennusta varten. Halutessaan hän voi myös tilata yritykseltä kaikki kattoon tarvittavat sähköön ja ilmastointiin liittyvät tarvikkeet, sekä näiden asennuksen.

4.2 Tarjouslaskurin kehittämistarpeet ja perusominaisuudet

Tarjouslaskurin kehittämistarpeen taustalla oli CLT-rakentamisen merkittävä eroavaisuus perinteisestä rakennustavasta, eikä markkinoilla ollut saatavilla valmista ja kattavaa tarjouslaskuria. Tämän vuoksi CLT-talopaketeista ja niihin liittyvistä optioista ei pystytty tekemään riittävän tarkkoja tarjouslaskelmia.

Tarjouslaskuripohjaksi yritys valitsi Googlen Spreadsheets -verkko-ohjelman. Opinnäytetyöprosessin alkaessa rakennusosalaskurit eivät olleet vielä käyttökelpoisia tarjouslaskentaan. Rakennusosalaskuri on yksittäinen laskentataulukko Spreadsheetsissä, jolla lasketaan tarjous tietystä rakennuksen osasta.

tehostamaan Lahden Puurakentajat Oy:n tarjouslaskentaa. Se varmistaa laskennan johdonmukaisuuden ja tarkkuuden. Liikesalaisuudet on rajattu ohjeen ulkopuolelle.

Kussakin rakennusosalaskurissa on valtava määrä tietoa, jopa tuhat riviä. Myös hinnasto kaikelle rakennusmateriaalille on todella laaja. Tämän tietomäärän käsittely, siirtely ja jaottelu valmiiksi tarjoukseksi on virheille altis prosessi. Tämän takia mahdollisimman suuri osa rakennusosalaskureiden toiminnoista on pyritty automatisoimaan erilaisilla kaavoilla ja kommenoilla.

Iso muutos tarjouslaskurin kehityksen alkuaikaan on se, että rakennuksen eri osat on jaoteltu selkeämmin omiin rakennusosalaskureihin. Tämä on selkeyttänyt huomattavasti yrityksen tarjouslaskentaa. Nyt jokaista rakennuksen osaa voidaan käsitellä erikseen omana kokonaisuutena, ja kaikilla optioilla on omat paikkansa kussakin rakennusosalaskurissa. Sarakkeissa olevan tiedon rajaaminen sekä järjestys on selkeyttänyt osalaskureita. Tiedon paikallistamista on helpottanut eri värien käyttö ja niiden määrän sopiva rajausta sarakkeissa ja solukokonaisuuksissa.

Myös erilaiset suodattimet ovat tuoneet käytettävyyteen helpotusta. Kaikissa rakennusosalaskureissa on yhdellä rivillä, laskurin yläosassa sarakkeissa F-N, erilaisia suodattimia (Kuvio 8). Nämä näkyvillä olevaa tietoa rajaavat toiminnot helpottavat tietomassan käsittelyä sekä nopeuttavat yksittäisten työvaiheiden, jonkun tietyn materiaalin tai rakenteenosan tarkastelua. Suodattimilla laskuriin saa jäämään näkyviin esimerkiksi:

- työt
- materiaalit
- jo tarjotut työt / materiaalit
- tietty rakennuksen osa, johon työ / materiaali kohdistuu
- työt / materiaalit, jotka kuuluvat päätarjoukseen
- työt / materiaalit, jotka tarjotaan optiona.
- eri optiot, yleensä näitä 1–5 kpl yhtä rakennuksen osaa kohden
- materiaalit, jotka on lisätty jo materiaalitilaus-laskuriin
- pysyvät / pois jätettävät työt / materiaalit
- tietyn tavarantoimittajan materiaalit
- kuuluuko materiaali mihin kategoriaan (kiinnike, puutavara ym.).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	§	RIVI PÄIVITETTÄVÄ	TARJOTTU/L											
2		PÄIVITETTY												
3		JÄLKITARJOTTAVA	JÄLKI TARJOI											
4		EI TARJOTA/EI TULE												
5		Lisätyö 9.10.												
6		Muutostyöt 30.10.												
7														
8						TARJOUS	TARJOTTU= T/Tarjouksen num.	RAKENNUKSEN OSA	OPTIO	VIETY ALAS MATERIAALEIHIN= S	EI TULE = E PYSYVÄ=P	TOIMITTAJA	OSA ALUE (TYÖ, MATERIAALI)	KATEGORIA (KIINNIKE, RAUTAKAUP
9														
76														
77								RAKENNUKSEN OSA		VIETY ALAS = S	EI TULE = E		OSA ALUE	KATEGORIA

Kuvio 8. Suodatimet sarakkeissa F-N, rivillä 77 (Koskinen 2024)

Tämän ”suodatinosion” jälkeen rivin soluissa ovat otsikot tuotteille, hinnoille ja luvuille, jotka ovat oleellisia tarjouksen laskemisessa. Kuten alla kuvioissa 9 ja 10 kuvataan, näissä soluissa ovat tiedot

- työvaiheesta/materiaalista
- niihin kohdistuvista huomioista
- tietyn työvaiheen tai materiaalin määrä ja sen yksikkö
- verollinen kokonaishinta sisältäen katteen
- veroton kokonaishinta sisältäen katteen
- veroton kappalehintaa
- kappalehinnan yksikkö
- verollinen kappalehintaa
- verollisen kappalehinnan yksikkö
- työn veroton kokonaiskustannus
- katekerroin
- hallityön hinta
- hallityön hinnan yksikkö
- kateprosentti
- kuhunkin työvaiheeseen käytettävä yhteistuntimäärä.

Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	
TÄHÄN RIVILLE HINNOITELLAAN								
					ALV	1,255	%	
						38	€/h	
	HALLI TYÖHINTA, (ALV 0%, ei katetta)							
Yksikköhi nta		KPL hinta		Kok. hinta				
ALV 0%, ei katetta	Yksikkö	SIS ALV 25	Yksikkö	ALV 0% ei katetta	Kerroin	Oma yksikköhinta ALV 25,5% (sis. kate)	yks	

Kuvio 12. Hallityön hinta (Koskinen 2024)

AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR
OPTIO 1 MONIKERROSLEVYTT (LEVYTT JA TYÖSTÖT)										
OPTIO 2 MATERIAALIT (PUUTAVARA JA KIINNIKEET)										
OPTIO 3 LISÄTYÖT (LVIS TYÖT JA MATERIAALIT)										
OPTIO 4 PINTAKÄSITTELYTYÖT										
OPTIO 5 PINTAKÄSITTELYAINEET										
LIT:	TUNNIT									
	Stark JM/m2 hylvyn pää									
	KPL Hinta Alv 25,5%	yksikkö		TARJOUKSEMME ON:				Ost o	Myyn ti	Huomiot
							(AL V 0% ei	(ALV 0% ei katett al)		

Kuvio 13. Optiot sekä hintoja (Koskinen 2024)

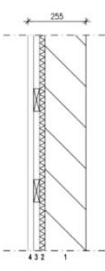
4.4 Tarjouksen muodostaminen laskurilla

4.4.1 Työvaiheiden tuominen rakennekuvista laskuriin

Tarjouslaskenta aloitetaan rakennekuvien huolellisella analysoinnilla. Työvaiheet tunnisteetaan kuvista ja siirretään laskuriin suoritusjärjestyksessä. Jokainen työvaihe kirjataan omalle rivilleen tuotesarakkeeseen.

Käytännön kokemus työmaalta on välttämätöntä työvaiheiden tunnistamisessa. Rakennekuvista ja detaljeista on havaittava kaikki tarvittavat työvaiheet. Nykyisissä rakennekuvissa olevat materiaaliluettelot helpottavat tätä työvaihetta.

Jos työvaiheeseen liittyy erityisiä huomioita (esim. kiinnitystapa, pintakäsittely, koolausväli tai tärkeät mitat), ne kirjataan huomiot-sarakkeeseen. Kuviossa 14 nähdään esimerkki rakennekuvasta ja siitä laskuriin siirrettävistä tiedoista, kuten OSB-levyn käyttö tuulensuoja-levynä.

LOHDEN PLU RAKENTAJAT		RAKENNETYYPPI	US1
Mittakaava 1:10		Ulkoseinä, rakennetyyppi	
			
1.	180 mm CLT 180 mm		
2.	25 mm Tuulensuojalevy		
3.	25 mm Vaakakoodaus 25x100x400		
4.	25 mm Ulkoverhoitus AFRK. mukaan		
TYÖ	PUU	OSB-levy, tiilladonta saumat limittäin, kantosuunta poikittain palkkeihin nähden	1 m2
MATERIAAL		OSB-LEVY 18X1200X2700 MM	
MATERIAAL		Runkonaula 90 mm (520 kpl)	Naulakiinnitys k200

Kuvio 14. Työvaiheen tuominen rakennekuvasta (Koskinen 2024)

Työmäärän arviointi on keskeinen osa työvaiheiden määrittelyä. Arviointi perustuu työhön kuluvaan aikaan ja asennettavaan neliömäärään. Jokaisen työvaiheen kulku ja kesto arvioidaan, huomioiden mahdolliset haasteet. Esimerkiksi levyn kiinnityksessä huomioidaan tarvittavien ruuvien määrä ja kiinnitykseen kuluva aika. Työn kokonaiskesto lasketaan kertomalla yksittäisen työvaiheen kesto asennettavalla kokonaismäärällä.

Määrät kirjataan kuvion 15 mukaisesti S-sarakkeeseen ("Neliöt / määrät"). Viereiseen sarakkeeseen merkitään käytetty mittayksikkö (esim. jm tai m²).

Jos oikeaa tuotetta ei löydy Materiaalihinnastosta, tuote on luotava ja lisättävä hinnastoon. Tämä tapahtuu kuvion 17 osoittamalla tavalla: (1) siirtymällä Materiaalihinnastoon, (2) kirjoittamalla tuotteen nimi ja oikeat mitat, (3) lisäämällä oikea juoksumetrihinta, ja sen jälkeen lisäämällä koko hinnasto uudestaan rakennusosalaskuriin.

101	PUUTAV	PALKIT JA PILARIT		0		0,0		0,00 €	0,00 €				
102	PUUTAV	Liimapalkkien rahti sis myös kuorman purkukustannukset	Kuorman max pituus 12m	0	kpl	0,0	kpl	0,00 €	0,00 €			240,00	€/kpl
103	PUUTAV												
104	PUUTAV	90x225 Liimapuu		0	jm	0,0	jm	0,00 €	0,00 €			16,00	€/jm
105	PUUTAV	90x315 Liimapuu		0	jm	0,0	jm	0,00 €	0,00 €			22,40	€/jm
106	PUUTAV	115x270 Liimapuu		0	jm	0,0	jm	0,00 €	0,00 €			24,53	€/jm
107	PUUTAV	140x405 Liimapuu		0	jm	0,0	jm	0,00 €	0,00 €			49,72	€/jm
108	PUUTAV	140x540 Liimapuu (12m)		0	jm	0,0	jm	0,00 €	0,00 €			59,72	€/jm
109	PUUTAV	140x540 Liimapuu		0	jm	0,0	jm	0,00 €	0,00 €			59,72	€/jm
110	PUUTAV												
111	PUUTAV												
112	PUUTAV												
113	PUUTAV			0		0,0		0,00 €	0,00 €				
114	PUUTAV	140x140 liimapuutolppa	6m kankia xx/kpl (ARVIO 20KPL 2m kankia) ja	0	jm	0,0	jm	0,00 €	0,00 €			15,48	€/jm

MATERIAALI HINNASTO TYÖ B. CLT HINNASTO monikerroslevy hinnasto C. TYÖMAAN YLEISKULUT O. SUUNNITTELU 1. CLT MASSAT

Kuvio 17. Uuden tuotteen lisääminen hinnastoon (Koskinen 2024)

Materiaalien lisäämisessä rakennusosalaskureihin on muistettava myös kiinnikkeet (ruuvit, naulat ja niitit), jotta jokaisen työvaiheen kustannuksista saadaan mahdollisimman todennukainen kuva. Kuviossa 18 esitetään rakennusosalaskuriin lisättyjä materiaaleja rakennuskuvan mukaisesti.

YP1		TYÖ											
YP1		TYÖ	DET 08 ja 09, Palkki										
	Puuri	Materiaalit	PUL 140x540 Liimapuu		1,0	jm							
			C24 48x148 Mitallistettu										
			6x140										
			6x140										
			25mm havuvaneri										
			6x120										

Kuvio 18. Rakennusmateriaaleja lisättyä rakennusosalaskuriin (Koskinen 2024)

4.4.4 Rakennusosalaskurien toiminnan tarkistus, taulukoiden muotoilu

Kun työvaiheet, työn määrät, materiaalit ja hinnat on syötetty rakennusosalaskuriin, tarkistetaan vaiheessa 4, että kaavat toimivat. On varmistettava, että oikea kaava on kopioitu jokaisen sarakkeen jokaiseen soluun viimeiselle riville asti, pois lukien otsikkorivit.

Kun rakennusosalaskuriin lisätään rivejä, ei kaava kopioitu automaattisesti sarakkeen uuteen soluun. Tämä johtuu Google Sheetsin ominaisuuksista. "ArrayFormula"-kaavan avulla lisätessä uuden rivin, sarakkeissa olevat kaavat saisi kopioitua automaattisesti aina uuteen soluun.

Haasteena tässä on se, että ArrayFormula-kaavaa sovelletaan sarakkeen kaikkiin soluihin. Osalaskureissa sarakkeissa on myös otsikoita, jolloin ArrayFormula-kaava kirjoittaisi näiden otsikotietojen päälle. Google Sheetsistä saattaisi löytyä tähän sopiva poissulkeva kaava, mutta tämän opinnäytetyön puitteissa ongelmaan ei ollut mahdollista perehtyä tarkemmin. Asian selvittämistä jatketaan myöhemmin.

4.4.5 Tietojen yhtenäistäminen ja viimeistely

Vaiheessa 5 keskitytään tarjouslaskurin tietojen oikeellisuuden ja yhtenäisyyden varmistamiseen, mikä on kriittistä tilausvirheiden välttämiseksi. Tarkistus aloitetaan työ- ja materiaalirivien oikeinkirjoituksesta ja yhtenäisestä kirjoitustavasta.

Eryistä huomiota kiinnitetään välilyönteihin ja yhdyssanoihin, sillä Google Sheets tulkitsee esimerkiksi "Runkonaula 90 mm" ja "Runkonaula 90mm" eri tuotteiksi. Koska useampi henkilö saattaa muokata samaa osalaskuria, kirjoitustavoissa voi olla eroja. Ohjelman "Työkalu"-valikosta löytyvällä oikeinkirjoituksen tarkistus -toiminnolla sanat voidaan helposti yhtenäistää.

Suodatinsarakkeiden merkinnät systematisoidaan seuraavasti:

- osa-alue-sarakkeeseen M merkitään selkeästi "TYÖ" tai "MATERIAALI"
→ tämä helpottaa työn ja materiaalien erottelua sekä kustannuslaskentaa
- kategoriasarakkeeseen määritellään materiaalin tyyppi:
PUUTAVARA: kaikki puupohjaiset rakennusmateriaalit
KIINNIKE: naulat, ruuvit ja muut kiinnitystarvikkeet
RAUTAKAUPPA: muut rakennusmateriaalit ja tarvikkeet.

Lisäksi tarkistetaan ja päivitetään muut oleelliset suodatintiedot:

- työvaiheiden kuuluminen päätilaukseen tai optioihin
- tavarantoimittajatiedot ja toimitusajat

4.4.6 Urakan kuvauksen lisääminen

Kuudennessa vaiheessa rakennusosalaskurin yläosaan, työ- ja materiaalilistan yläpuolelle, kirjataan kuvaus urakasta. Kuviossa 23 esitetään, miten kuvauksessa vastataan keskeisiin kysymyksiin: "Miksi työ kannattaa tehdä elementoituna hallissa?" ja "Mitä lisäarvoa asiakas tästä saa?" Kuvaus tiivistää selkeästi, mitä työtä tarjouksen loppusumma sisältää, miksi työ tehdään valitulla tavalla ja miten se toteutetaan. Tämä kuvaus siirtyy sellaisenaan tarjouksen ensimmäiselle sivulle asiakkaan nähtäväksi.

Väliseinän rakentaminen elementeiksi	
Valmistamme väliseinän rungon, villoitamme ja levytämme sen toiselta puolelta valmiiksi halliolosuhteissa. Tämä nopeuttaa asennusta huomattavasti. Lisäksi, jos tarkat sähkösuunnitelmat ovat valmiina voimme asentaa sähköasiat ja putkitukset elementteihin paikalleen. Tämän lisäksi tarjoamme lisäoptiona seinien toisen puolen levytyksen työmaalla. Materiaalit tarjotaan erikseen.	
YHTEENSÄ Alv.24%:	15 901,51 €

Kuvio 23. Kuvaus työstä (Koskinen 2024)

Kun työ tehdään kuivissa halliolosuhteissa, kuvauksessa voidaan verrata sen etuja ja kustannuksia työmaalla tehtäviin vastaaviin työvaiheisiin. Kuviossa 24 esitetään tästä esimerkki.

	Vastaava rakenne
Katon Runko elementoituna	Päätalon Katon runko, 1 pieni erkkeri ja 1 iso erkkeri (24860 euroa)
Valmistamme katon valmiiksi moduuleiksi. Näin vältetään ylimääräisiltä nosturin vuokratuloilta, koska jokaista palkkia, ristikköä tai osaa ei tarvitse nostaa erikseen nosturilla katolle. Tarjous pitää sisällään projektinjohdon sekä kattorakenteiden- ja räystäiden teon. Katto rakennetaan pintamateriaalin asennusta vaille valmiiksi ja pressutetaan sääsuojaan. Kokonaisuus sisältää hallin/(työmaan) siivouskulut sekä jätteiden poisviennit.	<i>Katon valmistus kattovasoista alushuovalle sisältää palkistojen asennuksen, hengittävän aluskatteen asennuksen, harjatuuletuksen rungon rakentamisen, korotuspuiden asennuksen, ilmanvaihtoreikien tekemisen poikasiin ja erkkeriiden korotuspuihin, katon levytyksen, alushuovan asennuksen, sekä räystäsrunkorakenteet koko kattoon.</i>
Monikerroslevy katto	"Kattopanelointi" (14983 euroa)
Oma kattorakenteemme valmistetaan siten, että sisäpuolen pintamateriaali kiinnitetään jo tehtaalla moduuleihin. Tällöin ei tarvita telineitä "kattopaneelien" asennukseen. Kattoon ei tule vuotavia saumoja, vaan massiivipuulevy tekee rakenteesta ilmatiiviin. Myös kaikki läpiviennit päästään tiivistämään suoraan massiivi puulevyyn.	<i>Sisältää höyrynsulkupahvien asennuksen, höyrynsulun teippauksen, ristikkolauksen sekä kattojen paneloinnin. Tarjous koskee kaikkia yläkerran tiloja, myös WC:tä ja erkkeriä. (Tarjous sisältää "panelointiin" tarvittavat telineet rakennuksen sisälle, hallin (työmaan) siivouskulut, sekä jätteiden poisviennin.)</i>
Listaton ratkaisu	"Listoitus" (4368 euroa)
Kattorakenteet eivät vaadi yleensä listoituksia. Tapa, jolla kaikki rakenteet liittyvät toisiinsa, mahdollistaa listojen poisjättämisen. Tämä tekee rakenteista myös erittäin ilmatiiviin.	<i>Listoitukset kaikissa CLT:N ja kattomateriaalin liittymäkohdissa. Myös WC ja erkkerit. (Tarjous sisältää "listoitukseen" tarvittavat telineet rakennuksen sisälle) Hallin (työmaan) siivouskulut ja jätteiden poisvient.</i>
YHTEENSÄ Alv.24%:	26 388,50 €

Kuvio 24. Työvaiheiden kuvaus sekä hallissa että työmaalla tehtyinä asiakkaan vertailtavaksi (Koskinen 2024)

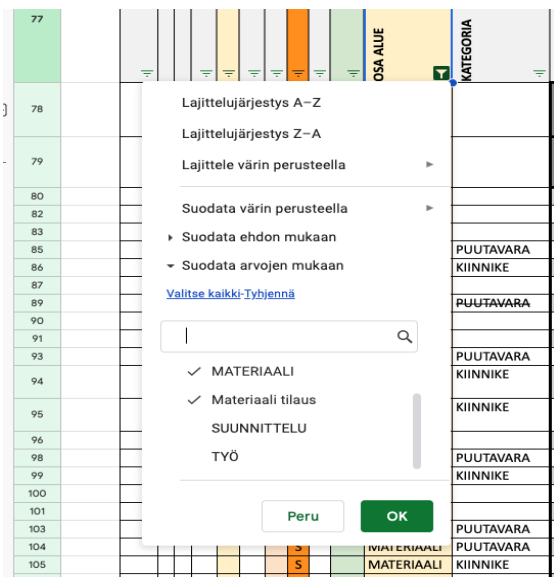
4.4.7 Materiaalimäärät

Vaiheessa 7 lisätään materiaaliriveille määrät. Kuviossa 25 nähdään, että materiaalien määrä on laskurissa sama kuin työn määrä. Soluun tulee kaava, joka kopioi ylemmän solun tiedon, jolloin työn määrän muutokset päivittyvät automaattisesti myös materiaalin määrään. Kiinnikkeiden (ruuvit, niitit ja naulat) määrä arvioidaan rakennekuvan ja työn tuottaman kokemuksen perusteella

121									
122		TYÖ		Pitkien vinoreivien asennus		36,00	jm	36,00	jm
123		MATERIAALI	PUUTAVARA	25x100 sahatavara PL/VL		36,00	jm	=S122	jm
124		MATERIAALI	KIINNIKE	Runkonaula 90 mm (520 kpl)		0,83	pkt	0,83	pkt
125									

Kuvio 25. Materiaalin määrä työvaiheessa (Koskinen 2024)

Materiaalimäärien syöttämisen jälkeen koostetaan vaiheessa 8 kaikista rakennusosan materiaaleista tilaus. Materiaalitilaus-lista sijaitsee rakennusosalaskurin alapuolella ja sisältyy suodatukseen, mikä mahdollistaa tarkkojen materiaalmäärien listauksen. Koostaminen aloitetaan suodattamalla Osa-alue-sarakkeesta näkyviin kuvion 26 mukaisesti "materiaali" ja "materiaalitilaus".



Kuvio 26. Materiaalien suodatus (Koskinen 2024)

sta	umer	Materiaali tilaus	PUUTAVARA								
						0,00	jm	0,00 €	0,00 €		
sta	umer	Materiaali tilaus	PUUTAVARA	22x100 sahatavara		63,00	jm	52,08 €	42,00 €		
sta	umer	Materiaali tilaus	PUUTAVARA	25x100 sahatavara PL/VL		0,00	jm	0,00 €	0,00 €		
list	umer	Materiaali tilaus	PUUTAVARA	C24 48x48 mitallistettu		61,60	jm	80,20 €	64,68 €		
list	umer	Materiaali tilaus	PUUTAVARA	C24 48x73 mitallistettu		15,00	jm	37,20 €	30,00 €		
list	umer	Materiaali tilaus	PUUTAVARA	C24 48x98 mitallistettu		125,02	jm	335,89 €	270,58 €		
list	umer	Materiaali tilaus	PUUTAVARA	C24 48x123 mitallistettu		0,00	jm	0,00 €	0,00 €		
list	umer	Materiaali tilaus	PUUTAVARA	C24 48x148 Mitallistettu		5775	jm	14,73 €	49,74 €		
list	umer	Materiaali tilaus	PUUTAVARA	C24 48x198 Mitallistettu					238,57 €		
lumar	lumar	lumar	lumar	lumar							

0. SUUNNITTELU ▾ 1. CLT MASSAT ▾ 3. IKKUNAT ▾ 4. CLT:n Viimeistely ▾ 5.A PULPETTI KATTO L ▾ 5.B HARJAKATTO KATTO ▾ 6. VÄLIP. TAI/

Kuvio 28. Materiaalihävikki (Koskinen 2024)

4.4.9 Kaavojen tarkistus

Kunkin rakenneosalaskurin viimeisen rivin jälkeen on yhteenveto-osio, jossa näkyvät olennaisimmat luvut. Tässä osiossa havaitaan myös mahdolliset virheet laskurin kaavoissa. Kuviossa 29 on esimerkki tällaisesta tilanteesta, jossa Google Sheets ilmoittaa kaavan virheestä merkinnällä "#DIV/0!".

YHTEENSÄ:	#DIV/0!	#DIV/0!				549,00	€
KERROIN SUUNNITTELU:		1	kpl	kattojen määrä/suun.vaikeus		#DIV/0!	=0
YHTEENSÄ KERROIN:	#DIV/0!	#DIV/0!				#DIV/0!	
						#DIV/0!	
						Ostohinta yhteensä ALV 0%	#DIV/0!
Myyntihinta yhteensä Alv 25,5%:		#DIV/0!				Myyntihinta yhteensä Alv 0%:	#DIV/0!
Kate euroina (alv 25,5%):		#DIV/0!				Kate euroina (ilman alv):	#DIV/0!
TÄMÄ LUKU OLTAVA SAMAN KUIN LOPPUSUMMA							
Hinta yhteensä SIS. ALV. 25,5%		#DIV/0!				Kate:	#DIV/0! %

Kuvio 29. Virhe kaavassa -ilmoitus (Koskinen 2024)

Kuvion 30 oikeassa reunassa on kaksi viimeistä saraketta, joissa sijaitsevat tarkistussolut ilmoituksella "277 = 0". Ensimmäisessä tarkistussolussa oleva kaava laskee saman asian kahdella eri tavalla, mikä mahdollistaa virheiden nopean havaitsemisen. Tarkistussolun kaava on

$$\frac{\text{katteeton hinta}}{\text{katekerroin}} \times \text{alv } 1,255 - \text{katteellinen hinta} \times \text{alv } 1,255 = 0 \quad (2)$$

YHTEENSÄ:	831,34 €	670,44 €						759,87 €
								277 =0
								3 796 €
						Ostohinta yhteensä ALV 0%		
Myyntihinta yhteensä Alv 24%:		7 392 €				Myyntihinta yhteensä Alv 0%:		5 962 €
Kate euroina (alv 24%):						Kate euroina (ilman alv):		
TÄMÄ LUKU OLTAVA SAMA KUIN LOPPUSUMMA								
Hinta yhteensä SIS. ALV. 24%		7 392 €				Kate:		%

Kuvio 30. Tarkistusolut, jossain luvussa virhe (Koskinen 2024)

Jälkimmäisessä solussa oleva nolla on käsin syötetty, muuttumaton luku, ja ensimmäisessä solussa kaava. Kun kaikki luvut ovat oikein, kaavan laskutoimituksen tulos on nolla, ja soluissa näkyvillä merkintä "0=0", kuten kuviossa 31 esitetään.

YHTEENSÄ:	861,24 €	686,25 €						549,00 €
KERROIN SUUNNITTELU:		1	kpl	kattojen määrä/suun.vaikeus				0 =0
YHTEENSÄ KERROIN:	0,00 €	0,00 €						0,00
								5 995 €
						Ostohinta yhteensä ALV 0%		
Myyntihinta yhteensä Alv 25,5%:		9 405 €				Myyntihinta yhteensä Alv 0%:		7 494 €
Kate euroina (alv 25,5%):		1 881 €				Kate euroina (ilman alv):		1 499 €
TÄMÄ LUKU OLTAVA SAMA KUIN LOPPUSUMMA								
Hinta yhteensä SIS. ALV. 25,5%		9 197 €				Kate:	20	%

Kuvio 31. Tarkistussolut, kaikki luvut oikein (Koskinen 2024)

4.4.10 Muut tarjouslaskurista saatavat dokumentit

Tarjoukseen tulee paljon tietoa suoraan rakennusosalaskureista. Tarjouksen etusivulle tulee laskurin yläosasta kuvioissa 32 ja 33 nähtävä kunkin osion työnkuvaus, eri

rakennusosien hinnat sekä koko projektin yhteishinta. Esimerkkinä on otteita kattojen rakentamisen tarjouksesta.



Asiakkaan tiedot:

Nimi: XXXX XXXXX XXXXXX
Sähköposti: XXX XXXX@XXX.XX
Puhelinnumero: XXX XXX XXXX
Osoite: XXXXX

Kohteen lisätiedot:

Sijainti: XXXXXXXX
Kohteen tyyppi: Uudiskohde, Omakotitalo
Kerrosten lkm: 1
Lisätiedot: Runkomateriaali CLT

Kiitämme mielenkiinnostanne Lahden Puurakentajien palveluita kohtaan. Tarjoamme Teille ratkaisut kohteeseen seuraavasti:

Katon Runko elementoituna	
Valmistamme katon valmiiksi moduuleiksi. Näin vältytään ylimääräisiltä nosturivuokrauskuluilta, koska jokaista palkkia, ristikköä tai osaa ei tarvitse nostaa erikseen nosturilla katolle. Tarjous pitää sisällään projektinjohdon, sekä kattorakenteiden- ja räystäiden teon. Katto rakennetaan pintamateriaalin asennusta vaille valmiiksi, ja pressutetaan sääsuojaan. Kokonaisuus sisältää hallin/(työmaan) siivouskulut, sekä jätteiden poisviennit.	
Ylösnostot	
Teemme räystäiden alle ylösnostot mahdollisimman valmiiksi. Tämä vähentää telinetyötä huomattavasti työmaalla ja rakenteet pysyvät säältä suojassa.	
Monikerroslevykatto	
Oma kattorakenteemme valmistetaan siten, että sisäpuolen pintamateriaali kiinnitetään jo tehtaalla moduuleihin. Tällöin ei tarvita telineitä "kattopaneelien" asennukseen. Kattoon ei tule vuotavia saumoja, vaan massiivipuulevy tekee rakenteesta ilmatiiviin. Myös kaikki läpiviennit päästään tiivistämään suoraan massiivipuulevyyn.	
Listaton ratkaisu	
Kattorakenteet eivät vaadi yleensä listoituksia. Tapa, jolla kaikki rakenteet liittyvät toisiinsa, mahdollistaa listojen poisjättämisen. Tämä tekee rakenteista myös erittäin ilmatiiviin. Tästä tulee lisäksi huomattava kustannussäästö koska katon listoittaminen on aikaa vievä vaihe rakennushankkeessa.	
Päärakennus Katto ja sisäpuolen panelointi	11 796,05 €
Päärakennus räystäät ja ylösnostot	8 328,95 €
YHTEENSÄ Alv.25,5%:	20 124,99 €

Kuvio 32 työnkuvaus ja hintoja tarjouksen etusivulle (Koskinen 2024)



OPTIO: VARASTON KATTO	
Varaston Katto	1 341,20 €
Varaston räystäät, välikatto ja ylösnostot	3 046,89 €
YHTEENSÄ Alv.25,5%:	4 388,09 €

YHTEENSÄ KAIKKI (PÄÄTALON JA VARASTON KATTO) Alv.25,5%:	24 513,08 €
--	--------------------

OPTIO 1 MONIKERROSLEVYTT (LEVYTT JA TYÖSTÖT)	16 475,86 €
OPTIO 2 A MATERIAALIT (PUUTAVARA JA KIINNIKKEET) Pääntalon katto, huom tässä myös varaston ristikot. (sis 10% alennuksen)	11 952,78 €
OPTIO 2 B MATERIAALIT (PUUTAVARA JA KIINNIKKEET) Varaston katto (sis 10% alennuksen)	5 060,28 €
OPTIO 3 LISÄTYÖT (LVIS TYÖT JA MATERIAALIT)	1 858,14 €
OPTIO 4 PINTAKÄSITTELYTYÖT	859,06 €
OPTIO 5 PINTAKÄSITTELYAINEET	TARJOTAAN MÄÄRÄLASKENNAN JÄLKEEN
OPTIO 6 VILLAPUHALLUS	TARJOTAAN MÄÄRÄLASKENNAN JÄLKEEN
YHTEENSÄ KAIKKI OPTIOT Alv.25,5%:	36 206,12 €

Muutostyöt Päärakennus	
Katon rakentaminen lisä-/muutostyöt	
YHTEENSÄ Alv 25,5%:	

YHTEENSÄ KAIKKI (PYSTYTYS JA OPTIOT) Alv.25,5%:	60 719,20 €
--	--------------------

Kuvio 33. optioiden hintoja tarjouksen etusivulle (Koskinen 2024)

Tarjouksen kolmannella sivulla esitetään rakennusosalaskurista saatavat yksityiskohtaiset työ- ja materiaalihinnat. Tämä antaa asiakkaalle tarkan erittelyn kokonaishinnasta. Sarakkeet O–R muodostavat asiakkaalle toimitettavan tarjouksen osan, kuten kuviossa 34 nähdään. Sama dokumentti toimii myös asentajien työmaaohjeena.

Kaikki alla esitetyt työvaiheet tulee tehdä halli olosuhteissa.

Tarjous on kokonaisuus ja siitä ei voi jättää osa-alueita pois. Materiaalit tarjotaan erikseen. Yliviivatut asiat ei kuulu tarjoukseen. Tarjousta täydennetään kun tuotanto suunnitelmat saadaan tehtyä.

1. Päärakennuksen katon rakentaminen Hirvelä YP1	HUOMIOT	Neliöt/ määrt	yksikkö
OSB-levy 18mm	Kattolevyn asennus	88	m2
Korokelankku 48x148	Katkonta mittaan / asettelu	88	m2
Räystäillä poikasten muotoilu. <u>Kevennyksien</u> tekeminen.	Ei sis. vasojen tai poikasten pintakäsittelyä.	32	kpl
Hengittävä aluskate esim. Tyvek Pro asennus	Aluskatteen asennus	88	m2
Kattoristikot	asennus	21	kpl
Kulmarauta 90x90x65	Ristikoihin kulmarautojen asennus valmiiksi (4kpl/palkki)	84	kpl
<u>Räystäälle 18mm</u> Havuvaneri	Avoräystään vanerointi, Ei sis. vasojen ja räystäslautojen pintakäsittelyä.	39,5	jm
Räystään kulmat		4	kpl
Sivuräystäälle poikasiin ilmanvaihto reiät tuuletukselle.		13,5	JM
Mitallistettu 48x98	<u>Väljen kapulointi</u> sivuräystäät	13,5	JM
<u>Hyönteisverkkojen</u> asennus	Sivuräystäiden tuuletusrakoon	13,5	JM
Tippapellin asennus ja <u>sidospellin</u> asennus	Alaräystäälle Tyvekin alle ja pelti päälle.	13,0	JM
	<u>Väljen kapulointi</u> alaräystä		JM

Kuvio 34. Tarjouksen sivu 3, osalaskurin sarakkeet O-R (Koskinen 2024)

CLT ELEMENTIT	HUOMIOT	Brutto Neliö määrä (sis. nestaus hukka)	Yksikkö	Netto Neliö määrä	yksikkö	Hinta Alv 25,5%	Hinta Alv 0%			ALV 0%, ei katetta
CLT180, VI/NVI	PÄÄRAKENNUS (ULKOSEINÄT)	113,31	m2	107,91	m2				161,55	
CLT90, VI/VI	PÄÄRAKENNUS (VÄLISEINÄT)	23,44	m2	22,32	m2					
CLT90, VI/NVI		0,00	m2	0,00	m2	- €	- €			
CLT120, VI/NVI		0,00	m2	0,00	m2	- €	- €			
CLT240, VI/VI		0,00	m2	0,00	m2	- €	- €			
CLT120, VI/VI		0,00	m2	0,00	m2	- €	- €			
CLT180, VI/VI		0,00	m2	0,00	m2	- €	- €			
CLT kokonaismäärät lasketussa tarjouksessa (m3):		0,00	m3							

Kuvio 36. CLT-elementtilaskuri ja alusvetovalikko (Koskinen 2024)

5 Yhteenveto ja pohdinta

Tämän opinnäytetyön aikana toimeksiantajan tarjouslaskuri saatiin kehitettyä niin, että rakennusosalaskurit integroituivat yrityksen päivittäiseen käyttöön. Tarjouslaskurista saatiin selkeämpi, ja sen seurauksena helppokäyttöisempi. Rakenneosalaskureihin saatiin luotua kaavoja, jotka vähentävät virheiden määrää tarjouksen laskemisessa. Laskureita ja niiden toimintaa myös yhdenmukaistettiin. Kehitystyön jälkeen tarjouksen laskemiseen kuluu nyt vähemmän aikaa, kuin ennen tätä prosessia.

Toimeksiantajan (Koskinen 2025) mukaan opinnäytetyöprosessin aikana saatiin rakennettua tukeva pohja toimivalle laskurille CLT-talopakettien kustannusten laskentaan. Tarjouslaskuria tullaan jatkossa kehittämään ja toiveena olisi hyödyntää erilaisia markkinatyökaluja laskennan tukena.

Suomen rakennusmarkkinoiden tarjouslaskennan apuväline Rakennustiedon Kustannuslaskuri tarjoaa melko selkeän ja yksinkertaisen tavan laskea kustannuksia eri työvaiheille. Lahden Puurakentajat Oy:n konseptiin laskuri ei kuitenkaan sovellu, sillä CLT-rakentaminen poikkeaa merkittävästi perinteisestä rankarunkorakentamisesta. Ratu-kustannuslaskuria voitaisiin käyttää esim. alapohjan tai rankarunkoisten väliseinien tarjouksissa, eli ns. perinteisissä rankarunkoisen talon rakennusosissa. Nämä ovat kuitenkin vain pieni osa koko projektia ja on lopulta nopeampaa laskea myös ne itse kehitetyllä rakennusosalaskurilla.

Tarjouslaskennan kehittäminen voisi olla yrityksen kannattavuuden ja tehokkuuden kannalta erityisen tärkeää, sillä CLT-rakentamisen tulevaisuudennäkymät ovat lupaavat. Materiaalin käyttö yleistyy jatkuvasti sekä Keski-Euroopassa että Suomessa, ja CLT on osoittautunut erityisen kilpailukykyiseksi tilaelementtien runkorakenteissa ja korkeammassa asuinrakennuksissa (Younis ja Dodoo, 2022, 8; Puuinfo 2023). Tehokas tarjouslaskenta tukee kilpailukykyä tällä kasvavalla markkinalla.

Kasvava kiinnostus kestävään kehitykseen lisää uusiutuvien materiaalien ja CLT:n hyväksyntää markkinoilla (Ilgin & Karjalainen 2024, 99–101), mikä korostaa tarvetta ajankäyttöä tehostavalle tarjouslaskennalle. Vaikka materiaalin pitkäaikaiskestävyydestä tarvitaan vielä lisää tutkimustietoa, CLT:n monipuolisuus ja hybridirakentamisen tekniikoiden kehitys luovat uusia mahdollisuuksia, joihin voidaan vastata kehittyneemmällä tarjouslaskentajärjestelmällä. CLT:n laajempi materiaalikäyttö Suomen rakennusteollisuudessa edellyttää haasteiden systemaattista ratkaisemista (Ilgin & Karjalainen 2024, 99–101), ja tehokas CLT-talopakettien tarjouslaskenta on yksi keskeinen osa tätä kehitystä.

Tehokas rakennusosalaskenta on merkittävä osa toimeksiantajan kannattavuuden varmistamista, joten rakennusosalaskentaan panostaminen jatkossa esimerkiksi tekoälyä hyödyntäen voisi tehostaa jo ennestään toimivaksi havaittua rakennusosalaskuria.

Lähteet

Bruce-Hyrkäs, T., Nykter, U. Ruoho, E. & Viitala, A. 2020. Vähähiilisen puurakentamisen tiekartta. Puutuoteteollisuus Ry: Granlund Consulting Oy. Viitattu 11.12.2024. Saatavissa https://puutuoteteollisuus.fi/images/puufaktaa/ymparisto-kiertotalous-yms/V%C3%A4h%C3%A4hiilisen%20puurakentamisen%20tiekartta_loppuraportti_final.pdf

Enkovaara, E., Haveri, H. & Jeskanen P. 1999. Rakennushankkeen kustannuslaskenta. 4., muuttamaton painos. Saarijärvi: Gummerus Kirjapaino Oy.

Finnlog. 2024. CLT:n kehitys. Viitattu 11.12.2024. Saatavissa <https://finnlog.fi/tekniset-tiedot/tietoa-clt-talosta/clt-kehitys/>

Hoisko. 2024. Yritystarina. Viitattu 22.3.2024. Saatavissa <https://hoisko.fi/hoisko/yritystarina/>

Ilgın, H. E., & Karjalainen, M. 2024. Insights from Finnish Experts on the Construction Practices and Future Prospects of Cross-Laminated Timber (CLT). Forests. E-pub. Tampere: Tampere University. Viitattu 4.1.2025. Saatavissa <https://doi.org/10.3390/f15010031>

Järvenpää, M., Länsiluoto, A. & Partanen V. 2017. Talousohjaus ja kustannuslaskenta. 2.–4. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy. Viitattu 30.12.2024. Saatavissa <https://www.ellibslibrary.com/book/978-952-63-2005-2>

Koskenvesa, A. & Sahlstedt, S. 2017. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. 3. tarkistettu painos. Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS sr. Rakennustieto Oy: Helsinki. Viitattu 2.1.2025. Saatavissa <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.saimia.fi/api/content/22792#page=4>

Koskenvesa, A., Sahlstedt, S., Mäki, T. & Lahtinen, M. 2018. Rakennushankkeen kustannushallinta. Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS sr. Rakennustieto Oy: Helsinki. Viitattu 2.1.2025. Saatavissa <https://www.ellibslibrary.com/book/9789522672919>

Koskinen, V. 2024. Toimitusjohtaja. Lahden Puurakentajat Oy. Puhelinhaastattelu

Manninen, V. 2025. Toimitusjohtaja. Crosslam. Sähköposti 03.03.2025

Swedish Wood. 2019. The CLT Handbook CLT structures – facts and planning. Saatavissa <https://www.swedishwood.com/siteassets/5-publikationer/pdf/clt-handbook-2019-eng-m-svensk-standard-2019-2022.pdf>

Manninen, J. 2024. Yrityksen taloudellinen johtaminen muutosdraivereilla. Helsinki: BoD - Books on Demand.

Puuinfo 2023. Monikerroslevy (CLT). Puutieto. Insinööripuutuotteet. Viitattu 11.12.2024. Saatavissa <https://puuinfo.fi/puutieto/insinoorituotteet/monikerroslevy-clt/>

Rakennusteollisuus 2025. Tarjouksen tekeminen. Viitattu 2.1.2025. Saatavissa <https://rt.fi/jasenille/sopimus-ja-lakiasiat/hankintalaki-julkiset-hankinnat/tarjouksen-tekeminen/>

Rakennustieto 2025. Ratu-kustannuslaskenta. Avoin kustannustieto päätösten tueksi. Rakennustieto Oy: Helsinki. Viitattu 6.1.2025. Saatavissa <https://tilaukset.rakennustieto.fi/kustannuslaskenta/kl-lisenssi>

Roche, D.J. 2023. The Architect's Newspaper. Cross-laminated timber (CLT) turns 100. A Centennial Affair: AN Media Group. Viitattu 11.12.2024. Saatavissa <https://www.archpaper.com/2023/08/cross-laminated-timber-clt-turns-100/>

Sahlstedt, S. 2016. Rakennushankkeen kesto ja aikataulut. Talonrakennushankkeen Kulku. RT 10-11225: Mittaviiva Oy. Viitattu 6.1.2025. Saatavissa <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.saimia.fi/api/content/8467#page=1>

Stora Enso. 2014. Stora Enso CLT. Puu – maailman vanhin ja myös modernein rakennusmateriaali. Viitattu 22.11.2024. Saatavissa https://www.storaenso.com/-/media/Documents/Download-center/Documents/Product-brochures/Wood-products/CLT-Imagebrochure_final-2016-04-25_FI-WEB.pdf

Younis, A. & Doodoo, A. 2022. Cross-laminated timber for building construction: A life-cycle-assessment overview. Journal of Building Engineering. Volume 52. Viitattu 4.1.2025. Saatavissa <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710222004958?via%3Dihub>

