

Saimaan ammattikorkeakoulu  
Tekniikka Lappeenranta  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Rakennustuotannon suuntautumisvaihtoehto

Juuso Björkman

## **Viilupuu puuelementtirakentamisessa**

Opinnäytetyö 2017

## Tiivistelmä

Juuso Björkman

Viilupuu puuelementtirakentamisessa, 47 sivua, 1 liite

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Lappeenranta

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Rakennustuotannon koulutusohjelma

Opinnäytetyö 2017

Ohjaajat: Lehtori Timo Lehtoviita, Saimaan ammattikorkeakoulu, Markus Råbergh, Sisco Oyj

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä teolliseen puurakentamiseen, tutustua käytössä oleviin puuelementtijärjestelmiin, esitellä työn tilaajan, Sisco Oyj:n, ja Metsä Wood Oy:n yhteistyössä kehittelemä EVO Wood-puuelementtijärjestelmä ja kuluvana vuonna julkaistu puukerrostalomallisto sekä tuottaa markkinointikäyttöön soveltuva esite EVO Wood-järjestelmästä.

Työn aineisto kerättiin rakennusalan kirjallisuudesta, internetistä löytyneestä materiaalista, Sisco Oyj:n pääsuunnittelijan haastatteluista, suunnitelma-asiakirjoista sekä tutustumiskäynneistä elementtitehtaalle. Opinnäytetyö käsittää teoriaosan sekä informatiivisen osan. Teoriaosassa perehdyttiin erilaisiin yleisesti käytössä oleviin puuelementtijärjestelmiin ja niiden erityispiirteisiin sekä moduulimitoituksen periaatteisiin. Informatiivisessa osassa esiteltiin EVO Wood-järjestelmä, sen kehittäneet yritykset, järjestelmässä käytetyt materiaalit, elementtituotantoa sekä alkavaa kohdetta, jossa elementtijärjestelmää käytetään. Työn liitteeksi laadittiin myös markkinointipohjainen esite EVO Wood-järjestelmästä.

Työn tuloksena saatiin markkinointikäyttöön soveltuva esite EVO Wood-järjestelmästä sekä katsaus elementtitehtaan tuotannon vaiheista, toimintatavoista ja käytetyistä materiaaleista.

Asiasanat: EVO Wood, puuelementti, LVL, puukerrostalo

## **Abstract**

Juuso Björkman

Laminated veneer lumber in wood element constructing, 47 Pages, 1 Appendix

Saimaa University of Applied Sciences

Technology Lappeenranta

Civil and Construction Engineering

Specialization in Building Production

Bachelor's Thesis 2017

Instructors: Mr Timo Lehtoviita, Lecturer, University of Applied Sciences,

Markus Råbergh, Sisco Oyj

The purpose of this Bachelor's thesis was to study wood element constructing and to introduce EVO Wood-wooden element system which was developed by Sisco Plc., the commissioner of the thesis, and Metsä Wood Ltd and produce a marketing based brochure of the system. The collection of wooden apartment building released this year was also introduced.

The material for this study was gathered from literature in construction, information found on the internet, interviews with the head designer of Sisco Plc., plan documents and visits to the element factory. The thesis covers two sections, of which the first is theory and the second is informative. The theory section introduced different commonly used wooden element systems, their special features and the principles of modular dimensioning. The informative section introduced EVO Wood-system, companies which developed it, materials used in the system, production of the elements and starting a building site which is using the element system. Also marketing based brochure was composed as an appendix of the thesis.

The result of this thesis was the marketing based brochure of EVO Wood-system and review of production phases, modes of operation and materials used in the element factory.

Keywords: EVO Wood, wood element, LVL, wooden apartment building

## Sisällys

Käsitteet.....	5
1 Johdanto.....	6
2 Puuelementtirakentaminen .....	7
2.1 Taustaa.....	7
2.2 Moduulijärjestelmä .....	8
2.2.1 Mittajärjestelmä .....	8
2.2.2 Moduulijärjestely.....	9
2.3 Puuelementtijärjestelmiä.....	11
2.3.1 Pre-cut-järjestelmä .....	11
2.3.2 Platform-runkojärjestelmä .....	12
2.3.3 Pienelementtijärjestelmä .....	13
2.3.4 Suurelementtijärjestelmä.....	14
2.3.5 Pilari-palkkijärjestelmä.....	15
2.3.6 Tilaelementtijärjestelmä.....	16
2.3.7 RunkoPES.....	18
3 Sisco Oyj.....	20
4 Kerto-tuotteet.....	21
4.1 Metsä Wood.....	21
4.2 Valmistusprosessi .....	21
4.2.1 Kerto-Q-levy .....	22
4.2.2 Kerto-T-tolppa .....	22
4.2.3 Kerto-S-palkki.....	23
5 EVO Wood.....	23
5.1 Järjestelmän kehitys .....	24
5.2 Tuotanto.....	25
5.2.1 Suurelementit .....	27
5.2.2 Kylpyhuone-moduuli.....	30
5.2.3 Ala- ja välipohjaelementit .....	31
5.2.4 Tilaelementti .....	31
5.2.5 Elementtien tuotantoprosessi .....	32
5.3 As. Oy Klaukkalan Lumikki .....	34
5.3.1 Ulkoseinäelementit .....	35
5.3.2 Ala- ja välipohjat.....	36
5.3.3 Tilaelementit ja kylpyhuonemoduuli.....	38
5.3.4 Väliseinät.....	40
5.4 Puukerrostalomallisto.....	41
6 Markkinointimateriaali .....	43
7 Päätelmät.....	44
Kuvat.....	45
Lähteet.....	46

### Liitteet

Liite 1 Esite EVO Wood-järjestelmästä

## Käsitteet

<i>LVL</i>	Laminated vaneer lumber eli viilupuu. Massiivipuusta, yleensä havupuusta, sorvatuista viiluista liimaamalla ja puristamalla yhteen valmistettu teollinen puutuote.
<i>CLT</i>	Cross laminated timber, eli ristiin liimattu massiivipuuta tai monikerroslevy. Massiivipuurakenne, joka koostuu toisiinsa nähden ristikkäin laminoituista puusaumalevyistä.
<i>Moduuli</i>	Standardoitu järjestelmän itsenäinen osa tai rakenne, jollaisista voidaan koota erilaisia kokonaisuuksia. Suunniteltu joustavaan käyttöön tai helpottamaan asennusta.
<i>Rakennuselementti</i>	Rakentamisessa käytettävä valmisosa, kuten ulkoseinä- tai lattiaelementti.
<i>Tilaelementti</i>	Rakennuselementti, jossa on valmiiksi rakennettuna vähintään ylä- ja alapohja, sekä päätyseinät. Elementissä voi olla myös sivuseinät joko osittain tai kokonaan. Elementti muodostaa itsessään tai yhdessä muiden kanssa toiminnallisen kokonaisuuden.
<i>Elementtijärjestelmä</i>	Yhteen kuuluvista ja toisiinsa liittyvistä elementeistä koostuva kokonaisuus
<i>Kantamoduuli</i>	Moduulimitoituksen perusmoduuli, jota kuvataan kirjaimella M. Sen suuruus on 100 mm.
<i>Moduulin perusmitta</i>	1M
<i>Kertomoduuli</i>	Moduulin perusmitan kerrannaisia, kuten 3M, 6M, 9M ja 12 M
<i>LTO</i>	Lämmöntalteenotto

# 1 Johdanto

Teollisen puurakentamisen suosio on selvässä nousussa ja elää Suomessa murrosvaihetta. Muissa Pohjoismaissa puurakentaminen on ollut kasvussa jo pitkään, mutta Suomi on jäänyt puurakentamisen massatuotannossa selvästi jälkeen. Mahdollisia syitä tähän on varmasti monia, yhtenä niistä voidaan kuitenkin pitää tiukkoja puurakentamista sääteleviä palo- ja rakentamismääräyksiä. Työn tilaaja Sisco Oyj on tahollaan viemässä puurakentamista eteenpäin uusien innovaatioiden avulla. Näihin kuuluu muun muassa ministeritasolla käytävä yhteistyö ja VTT:n kanssa yhteistyössä tutkittavat vaihtoehtoiset materiaalit puurakenteissa sekä niiden palotestaaminen.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on perehtyä teolliseen puurakentamiseen, tutustua käytössä oleviin puuelementtijärjestelmiin sekä esitellä EVO Wood-puuelementtijärjestelmä. Työn tilaaja on vuonna 2008 perustettu rakennuttaja- ja urakointikonsernin emoyhtiö Sisco Oyj. Konsernin kasvuvauhdin esimerkkinä tytäryhtiö Sisco Asunnot Oy on Suomen kasvuyritysten listalla sijalla 8 ja kuluvan vuoden 2017 suunniteltu asuntotuotanto kattaa noin 500 asuntoa. Opinnäytetyön ohjaajana yrityksen puolesta toimii pääsuunnittelija Markus Råbergh ja ohjaavana opettajana Timo Lehtoviita.

Työ on suunniteltu toteutettavaksi kolmessa vaiheessa, joista ensimmäinen on teoriaosuus ja se käsittelee teollista puurakentamista ja erilaisia puuelementtijärjestelmiä. Toinen vaihe on luonteeltaan informatiivinen ja sen tavoitteena on esitellä Sisco Oyj:n ja Metsä Woodin kehittämä keväällä 2017 julkaistava EVO Wood-elementtijärjestelmä, alkuvuodesta 2017 avattu Sisco Oyj:n pääkaupunki-seudulle perustama elementtitehdas sekä elementtien tuotanto- ja kokoonpanovaiheet. Lisäksi esitellään Sisco Oyj:n puukerrostalomallisto. Tässä osassa on myös tarkoitus seurata ensimmäistä uudella tuotannolla valmistetun elementtikerroksen etenemistä. Kolmannessa vaiheessa tuotetaan tilaajan pyynnöstä opinnäytetyön liitteeksi esite EVO Wood-puuelementtijärjestelmästä markkinointikäyttöön.

## 2 Puuelementtirakentaminen

Käsitteen ”elementti” yksiselitteinen määrittely on vaikeaa, samoin elementtirakentamisen alkamisajankohdan määrittely. Elementtitekniikkaa on sovellettu jo muinaisissa kulttuureissa, joista nykypäiviin on säilynyt lähinnä esivalmistetuista ”luonnonkivielementeistä”, kuten pylväistä, palkeista ja rakennuskappaleista koottuja rakennuksia. Esivalmistettua puista pylvästä tai palkkia voidaan pitää elementtinä sellaisenaan. (1, s. 11)

Hirsi on ollut eräänlainen peruselementti ominaisuuksiensa puolesta suomalaisessa puurakentamisessa: hirret muotoillaan ja esivalmistetaan, ja niistä kootaan rakennuksen kehikko puiden kaatopaikan läheisyydessä. Sen jälkeen hirret kooditetaan ja siirretään lopulliselle rakennuspaikalle, jossa rakennus kootaan lopulliseen asuunsa. (1, s.11)

Yleensä puuelementeillä tarkoitetaan kuitenkin teollisesti tai muuten esivalmistettuja kokonaisuuksia, jotka koostuvat useista eri osista. Tavanomaisia elementtiosia ovat seinät aukotuksineen. (1, s.11)

Elementtirakentaminen on osa rakennusprosessin teollistumista, jolla pyritään rationalisoimaan rakentamista siirtämällä suurin osa työstä sisälle lämpimiin, kuiviin ja valoisiin tiloihin. Tällöin mahdollistetaan optimaalinen rakennustarvikkeiden käyttö, valvottu työn suoritus, tehokas koneiden käyttö sekä tehostettu tuotannon suunnittelu. (2, s. 296–297)

### 2.1 Taustaa

Varsinainen elementtirakentaminen on tullut Suomeen lähinnä muista Pohjoismaista, erityisesti Ruotsista. Varmaa tietoa puuelementtirakentamisesta on peräisin 1800-luvulta Ruotsista ja Norjasta. Ruotsalainen majuri ja arkkitehti Fredrik Blom suunnitteli 1820-luvulla elementtirakenteisen siirrettävän kuninkaallinen huvilan, joka sijaitsee nykyään Tukholmassa. 1800-luvun lopulla norjalainen arkkitehti Kristian Thams taas kehitti jo varsinaista puutaloteollisuutta ja toimitti elementtitalojaan aina Intiaan asti. Suomesta löytyy esimerkkinä vuodelta 1891 myyntiesite, jossa tarjotaan ostettavaksi tehdasvalmisteista huvilaa. (1, s. 13; 2, s. 296)

Nykyaikainen puutaloteollisuus alkoi varsinaisesti 1920-luvulla, jolloin se levisi Yhdysvaltojen ensimmäisten pienituotantoisten puutalotehtaiden synnyttyä takaisin Eurooppaan. Ruotsissa se saavutti vankan aseman, jossa alettiinkin kehittää massiivista, lähes täyspuista seinälevyrakennetta. 1920-luvun lopulla kaksi yrittäjää aloitti puutalojen teollisen valmistuksen myös Suomessa, mutta toiminta oli pitkään melko vaatimatonta. (1, s. 15; 2, s. 296)

Talvisodan aikaan puolustusvoimat tarvitsi käyttöönsä huomattavan määrän parakkeja tilapäismajoitusta varten. Ruotsalaiset vapaaehtoisjoukot toivat mukanaan Suomeen tullessaan parakkeja, jonka herätteenä myös Suomessa aloitettiin laajamittainen elementtien valmistuksen suunnittelu heti sodan jälkeen vuonna 1940. Tällöin luovuttiin massiivisesta lankkulevystä ja suunniteltiin puutavaraa säästävä täyteseinä-levyrakenne. Samalla pyrkimyksenä oli päästä käyttämään standardoituja osia; kaiken tehdastuotannon perusedellytyksenä on valmisteiden standardisoiminen. Taloteollisuudessa tämä tarkoittaa rakennusosien tyypittämistä siten, että niistä koottavat rakennukset voidaan suunnitella ja toteuttaa osien mittayksikön, moduulin, mukaisesti. (1, s. 15; 2, s. 296)

Sotien jälkeen elementtirakentaminen perustui pääasiallisesti tyyppitalotuotantoon, jossa vallitsevia talotyyppejä olivat ns. levytalot, jotka koottiin jo tehtaalla valmiiksi levyn muotoisiksi osiksi, kuten ulkoseinälevyiksi. Toinen yleinen tyyppi olivat solu- eli ”kennotalot”, jotka koottiin tehtaassa lopulliseen muotoonsa, suurimmat talot kuitenkin autoilla tai perävaunuilla kuljetettaviin osiin. Vuonna 1985 Suomessa rakennettiin puuelementeistä noin puolet yhden ja kahden perheen taloista. Nykyisin elementtirakennuksiin kuuluvat yleisesti seinien lisäksi valmiit kattoristikot sekä usein myös katto- ja lattiaelementit. (1, s. 17; 2, s. 296, 298)

## **2.2 Moduulijärjestelmä**

### **2.2.1 Mittajärjestelmä**

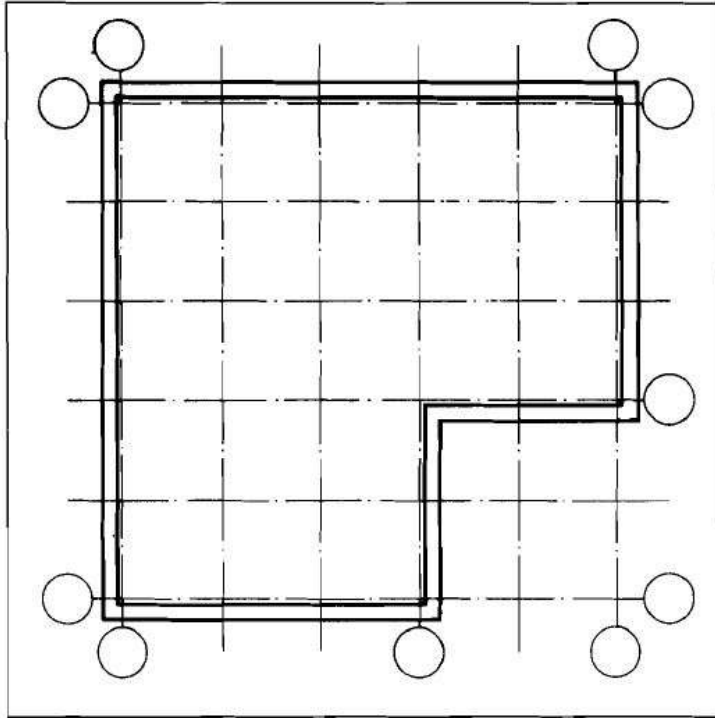
Systemaattisen ja taloudellisuuteen tähtäävän suunnittelun lähtökohta on oikein valittu mittajärjestelmä ja sen oikea käyttö. Mittajärjestelmän on sovelluttava rakennuksen toimintaan ja sen asettamiin mittavaatimuksiin sekä otettava huomioon teknisiä tekijöitä, kuten rakennusmateriaalien ja –tarvikkeiden vakiomitat.



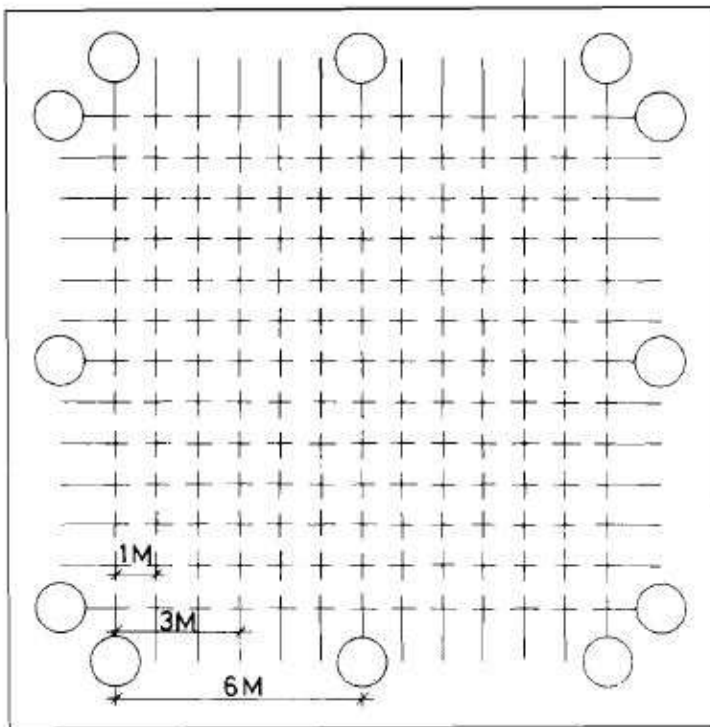
Tämä takaa riittävän mittatarkan rakennuksen, jonka ylläpito on taloudellista. (1, s. 54; 3, s. 1)

### **2.2.2 Moduulijärjestely**

Moduulimitoitusta käytettäessä rakennus ajatellaan sijoitetuksi moduuliviivojen muodostamaan suorakulmaiseen koordinaatistoon, moduuliverkkoon, jonka tasojen väli on kantamoduulin kerrannainen. Kantamoduulin suuruus on 100 mm, ja sitä merkitään kirjaimella M. Kertomoduulit ovat kantamoduulin kerrannaisia, esimerkiksi 3M, 6M, 12M ja 24M. Puuelementtien mittasuositus perustuu yleiseen moduulijärjestelyyn ja rakennusrungon mittajärjestelmästandardin suositukseen. Rakennuksen sisätila on pääsääntöisesti moduulinen (Kuva 1). Moduulijärjestelyn peruseriaatteiden mukaan esimerkiksi vaakasuuntainen moduuliverkko on rungon osalta ensisijaisesti 6M ja toissijaisesti 3M, sekä sisätilan ja aukkojen osalta ensisijaisesti 3M ja toissijaisesti 1M (Kuva 2). (1, s. 54; 2, s.298; 3, s. 4.)



Kuva 1. Rakennuksen sisätila. 2, s. 299.



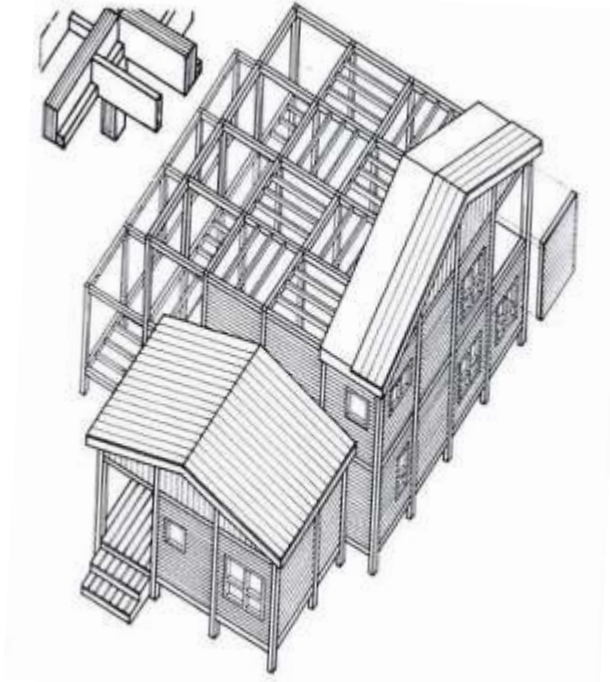
Kuva 2. Esimerkki moduulijärjestelyn peruseriaatteista. 2, s. 299.

## 2.3 Puuelementtijärjestelmiä

Järjestelmärakentamisen vakiinnuttua puutalojen tuotannossa Suomessa, käyttöön ei ole jäänyt vain yhtä tiettyä runkojärjestelmää, vaan vaihtoehtoja on useita. Runkojärjestelmän valinta tehdään aina tapauskohtaisesti ja sen valintaan voi vaikuttaa rakennusosien valmiusaste, kantava runko, rakennusaika, tarvittava kalusto, kohteen koko, käytettävissä olevat resurssit ja niin edelleen. Seuraavaksi on esitetty muutamia käytössä olevia runkojärjestelmiä. Näiden lisäksi on kehitetty erilaisia järjestelmien yhdistelmiä eli niin sanottuja hybridirakenteita.

### 2.3.1 Pre-cut-järjestelmä

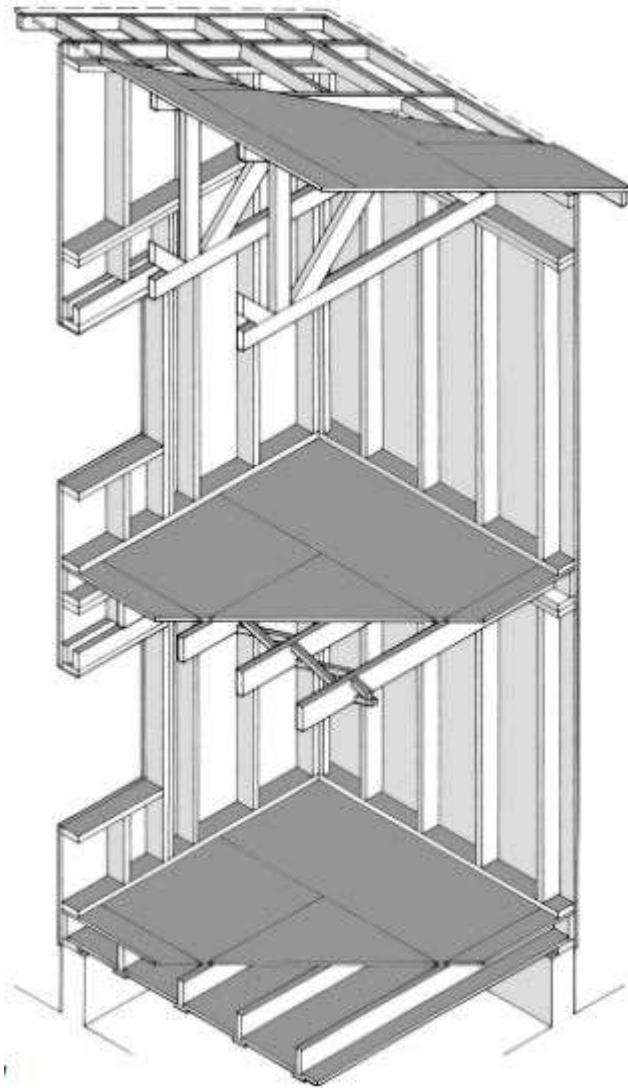
Pre-cut-järjestelmä on tehdasvalmisteinen komponenttijärjestelmä, jossa esivalmistus on kuitenkin vähäistä. Se käsittää tehtaalla määrämittaan katkotun puutavaran sekä kantarakennusosissa käytettävän määrämittaan sahatun levymateriaalin, jotka litteroidaan ja toimitetaan pakkauksissa rakennuspaikalle. Työn tuotavuuden kannalta pakkausten purkuun ja järjestelmälliseen varastointiin työmaalla tuleekin kiinnittää erityistä huomiota. Rakennukseen toimitettava puutavara on joko valmismittaista, kuten kantavan rungon osat sekä ulkoverhouslaudat, tai osittain työmaalla työstettävää tasaustavaraa, kuten väliseinien runkotolpat sekä aukkojen sisäpuoliset listat. Järjestelmä on joustavin olemassa olevista järjestelmistä ja antaa arkkitehtoniselle suunnittelulle lähes täydellisen vapauden (Kuva 3). Tehtaassa puuosat valmiiksi työstämällä päästään jopa kolmen prosentin materiaalihukkaan, kun työmaalla hukka saattaa nousta 25 prosenttiin. Varsinainen säästö saavutetaan kuitenkin työmenekissä, sillä järjestelmän taloudellisuus perustuu tarkkaan määrälaskentaan, laskettuun tarvikemenekkiin rakenteissa sekä asennustyön tehokkuuteen. Oikein tehty pre-cut-rakenne onkin huomattavasti nopeammin pystyssä kuin tavanomainen paikalla tehty rakenne. Pre-cut-järjestelmä soveltuu hyvin pientalokohteisiin sekä teollisuus-, liike- ja vapaa-ajanrakentamiseen. (1, s. 57–60; 2, s. 302)



Kuva 3. Pre-cut-järjestelmä. 2, s. 302.

### 2.3.2 Platform-runkojärjestelmä

Kantavaseinäisen puurankarakenteisen Platform-järjestelmän keskeinen ajatus on pystyrungon katkaisu välipohjien kohdalla. Talo rakennetaan kerroksittain siten, että ala- ja välipohjat levytetään jäykistävillä rakennuslevyillä, jonka jälkeen ne toimivat työalustoina, joissa seinät kootaan vaakatasossa ja nostetaan pystyyn (Kuva 4). Idea on, että rungon perusosat ja näiden liitokset on vakioitu, jonka ansiosta voidaan käyttää valmiiksi mitaansa katkottua puutavaraa. Etuina järjestelmässä onkin helposti tehtävät liitokset, esivalmisteisten rungon osien työstötarpeen vähäisyys sekä telineiden ja raskaan nostokaluston vähäinen tarve. Myös rungon eri kerrosten muodostaessa oman runkokokonaisuutensa, puun kosteusvaikutuksista johtuvien rakenteiden mittamuutosten hallinta helpottuu. Platform-järjestelmä soveltuu pääosin pientaloille mutta myös puukerrostalorakentamiseen. Järjestelmää voidaan soveltaa sekä elementti- että paikallarakentamiseen. (1, s. 61; 9, s. 10–13)

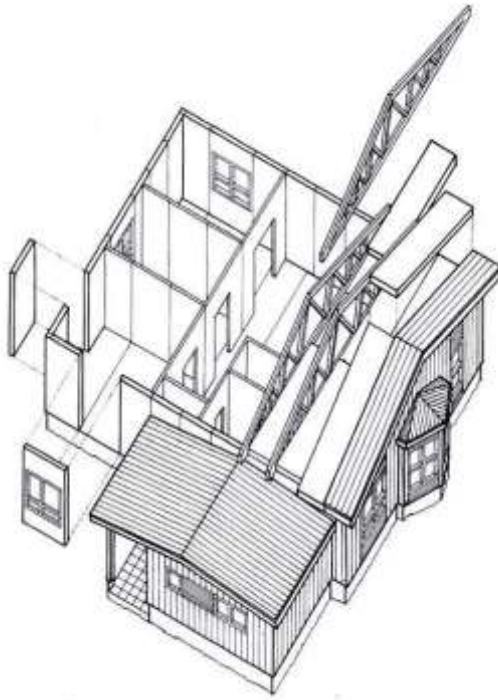


Kuva 4. Platform-runko ristikkorakenteisella yläpohjalla. 9, s. 13.

### 2.3.3 Pienelementtijärjestelmä

Pienelementtijärjestelmässä rakennuksen ulkoseinät, lattia- ja kattorakenteet sekä väliseinät kootaan pienelementeistä (Kuva 5). Useimmiten järjestelmän rakennusosatoimitukseen kuuluu ulkoseinät, kantavat väliseinät ja esivalmistetut kattoristikot. Järjestelmän lähtökohtana on, että elementit voidaan asentaa miesvoimin, ja kahden miehen työryhmä kykeneekin pystyttämään rakennuksen ilman nosturin apua. Elementtien enimmäisleveys on lähtökohtaisesti 1200 mm mutta kevyemmät rakenteet voivat olla leveydeltään 2400 mm tai jopa vielä leveämpiä. Elementtien leveys on yleensä 3M-moduulissa. Etuina on elementtien keveyden ja lisäksi suuri pohjaratkaisujen ja julkisivusuunnitelun vapaus pienelläkin ele-

menttivalikoimalla sekä suuri oman työn käyttömahdollisuus. Epäkohdaksi voidaan mainita suuri elementtisaumojen lukumäärä ja niiden tiivistystarpeet. Pienementtijärjestelmä on pientaloissa yleisimmin käytetty järjestelmä mutta sitä sovelletaan myös erilaisissa hallirakenteissa.

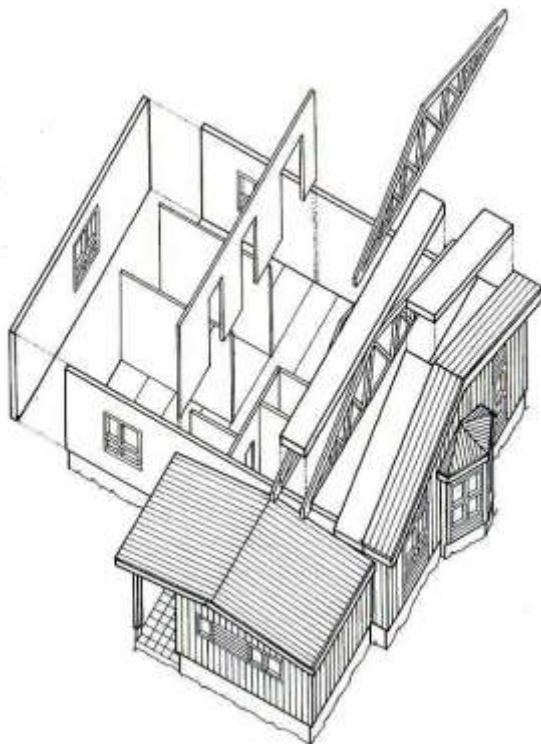


Kuva 5. Pienementtijärjestelmä. 2, s. 302.

### 2.3.4 Suurelementtijärjestelmä

Suurelementillä tarkoitetaan eri valmiusasteista koko seinän suuruista elementtiä. Suurelementtirakentamisessa rakennuksen ulko- ja väliseinät, mahdollisesti alapohjat, välipohjat ja yläpohjat sekä esimerkiksi päätykolmiot kootaan suurelementeistä. Ulkoseinäelementit ovat yleensä seinän pituisia 14 metriin saakka ja korkeudeltaan huoneen korkuisia. Ylä-, väli- ja alapohjaelementit voivat suurimmillaan olla 18-22 metrisiä, mutta tavallisesti runkosyvyyden mittaisia eli noin 10 metriä pitkiä ja 2400 mm leveitä. Suunnittelumoduuli suurelementtijärjestelmällä on tyypillisesti 3M. Yksittäinen suurelementti saattaa painaa jopa 3,5-4 tonnia, joten pienementteihin verrattuna erona on lähes poikkeuksetta tarvittava nosturi elementtien painon ja koon vuoksi. Suurin ero kuitenkin on tehdastoimitusten valmiusasteessa; ulkoseinät ovat yleensä ulkopuolelta lähes valmiiksi viimeisteltyjä

ulkoverhouksineen, ikkunoineen ja listoineen sekä sähköputkituksineen. Pientalon elementtien asennusaika kohteesta ja valmiusasteesta riippuen ulkopuoli viimeisteltynä on karkeasti noin työviikon mittainen. Asennetun kohteen valmiusaste voi vaihdella 20-50 prosentin välillä. Haasteena on korkean valmiusasteen, ja tämän vuoksi yleensä asiakaskohtaisesti yksilöidyn elementin, ja elementin koon takia varastoon rakentaminen ei ole yleensä mahdollista tai kannattavaa. Yleisimpiä käyttökohteita suurelementtijärjestelmällä on pientalot (Kuva 6) ja rivitalot. Myös erilaisten teollisuus-, tuotanto-, myymälä- ja koulurakennusten ulkoseininä käytetään suurelementtirakenteita. (1, s. 68–73; 2, s. 303–304)

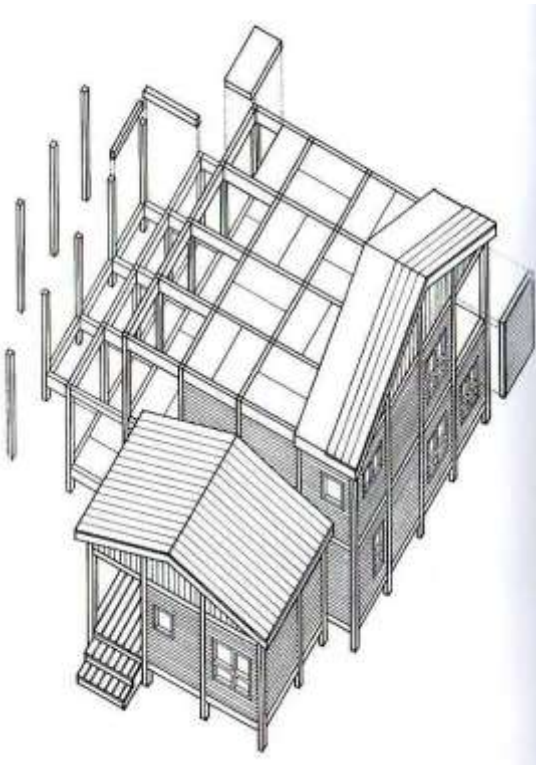


Kuva 6. Suurelementtijärjestelmä. 2, s. 304.

### **2.3.5 Pilari-palkkijärjestelmä**

Pilari-palkkijärjestelmä perustuu puisista, yleensä liimapuisista, pilareista ja palkeista muodostuvaan kantavaan runkoon, jonka varaan ylä-, ja välipohjaelementit sekä ulkoseinäelementit asennetaan (Kuva 7). Runko sijoittuu käytettävien elementtienkin koon määrittelevään, yleensä 12M:n kerrannaisten muodostamaan moduuliverkoston. Kattoelementit asennetaan tehdasvalmisteisten kattopalkkien varaan rakennuspaikalla. Järjestelmä on joustava runkoruudun moduulin

kerrannaisten ansiosta ja tämä tekee mahdolliset laajennukset jälkeenpäin mahdollisiksi. Tällä voidaankin päästä sadasta lattianeliöstä yli 10 000 lattianeliöön. Pilarien sijoittelu voi toisaalta olla myös pohjaratkaisun suunnittelua rajoittava tekijä. Normaalisti tilojen vapaa korkeus voi olla neljästä metristä jopa kymmeneen metriin ja pisimmät jännevälit jopa sataan metriin. Tämän ansiosta teollisuustilat ovat suurin pilaripalkki-järjestelmän käyttäjäryhmä. Järjestelmä sopii myös pientaloihin sekä puukerrostaloihin. (1, s. 77–81; 2, s. 304–305)



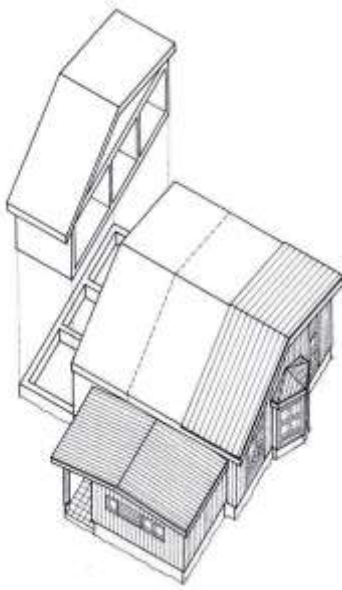
Kuva 7. Pilari-palkkijärjestelmä. 2, s. 304.

### 2.3.6 Tilaelementtijärjestelmä

Tilaelementtijärjestelmässä rakennuksen valmiita esivalmistettuja osia kutsutaan tilaelementeiksi, jotka toisiinsa liittämällä muodostavat valmiin rakennuksen. Tilaelementti sisältää yleensä seinät, katon ja lattian sekä tekniset asennukset, ja siinä on monesti myös valmiiksi asennetut kiintokalusteet sekä pinnoitteet. Tilaelementti voi olla esimerkiksi runkosyvyyden mittainen viipalemainen osa rakennusta kattoineen (Kuva 8), rakennuksen sisään asennettava itsenäinen rakennusosa (Kuva 9), kuten esimerkiksi kylpyhuone-elementti, tai yksinkertaisimmil-



laan jopa kokonainen rakennus (Kuva 10). Järjestelmässä työmaavaihe on erittäin nopea, ainoastaan maatyöt johdotuksineen ja viemärointeineen, perustukset, elementtien paikalleen asennus, niiden välisen tekniikan liitokset sekä kunnallistekniset liitokset jää työmaan tehtäväksi. Tämän ansiosta rakennusaika lyhenee huomattavasti. Sisällä tehtaassa valmistettaessa paremmat työskentelyolosuhteet verrattuna ulkona rakentamiseen, materiaalien varastointi sekä toimintojen keskittäminen nopeuttavat rakentamista ja parantavat työn laatua. Edellisten lisäksi tehokas tilaelementtirakentaminen edellyttää valmistajalta vakiointia esimerkiksi rakenteiden, liittymädetaljien sekä asuntotyyppien osalta. Järjestelmän suurin epäkohta on tilaelementtien kuljetuksesta aiheutuvat haasteet. Tilaelementin suurin koko määräytyykin yleensä leveyttä, korkeutta ja pituutta koskevien kuljetusrajoitusten ja käytössä olevan kaluston mukaan. Yleensä tilaelementit ovat leveydeltään 2,5–3,5 metrisiä, pituudeltaan 7-10 metrisiä ja korkeudeltaan enintään 4 metrisiä. Koon lisäksi järjestelmän ongelmia muun muassa ovat kuljetuksen kalleus, siirtoja varten vaadittava kalusto sekä siirroista aiheutuvat rasitukset ja niiden huomioonottaminen jo suunnitteluvaiheessa. Tilaelementtijärjestelmä soveltuu hyvin pientaloihin, yksi- ja kaksikerroksisiin rivitaloihin, työmaa-asuntoloihin sekä tilapäiskouluihin. Näiden lisäksi esimerkiksi Ruotsissa tilaelementtitekniikka on jo vakiintunut tapa rakentaa puukerrostaloja. (1, s. 74–76; 2, s. 305–306)



Kuva 8. Viipalemainen tilaelementti. 2, s. 305.



Kuva 9. Itsenäinen rakennusosa, kylpyhuone-elementti. [www.elementtisuunnittelu.fi](http://www.elementtisuunnittelu.fi).



Kuva 10. Yksittäinen tilaelementti-rakennus. [www.konttivinkki.fi](http://www.konttivinkki.fi)

### 2.3.7 RunkoPES

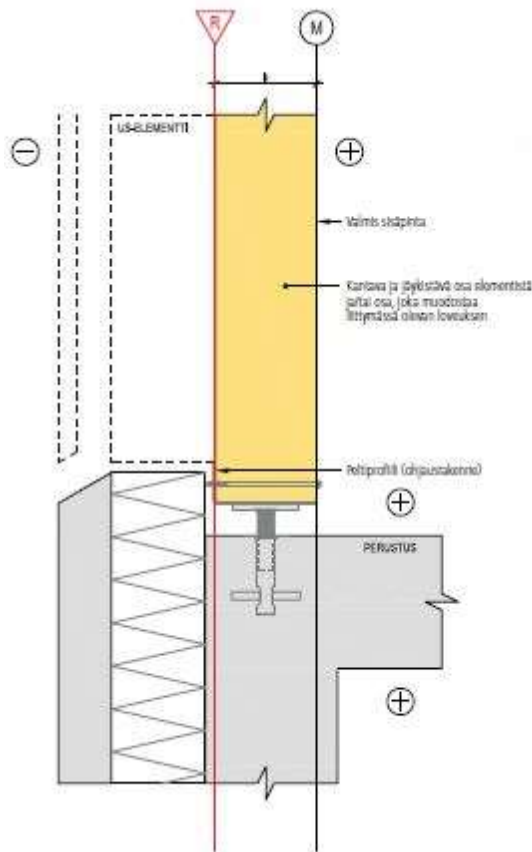
RunkoPES eli puuelementtirakentamisen teollisuusstandardi on osa vuonna 2010 aloitettua Finnwood Research Oy:n Teollisen puuelementtirakentamisen

tutkimushanketta. Ensimmäinen RunkoPES julkaistiin vuonna 2012 ja uusin versio RunkoPES 2.0 on julkaistu vuonna 2014. RunkoPES on kohdistettu ensijaisesti suurelementteihin, mutta sitä voidaan soveltaa myös ei-kantavissa rakenteissa ja tilaelementeissä. BES eli Betoni Elementti Systeemi-järjestelmä standardisoi 1970-luvulla betonielementit ja niiden liitosdetaljit siten, että urakoitsijat pystyivät kilpailuttamaan ja hankkimaan valmisosia samaan rakennukseen useilta eri toimittajilta, sekä antoi suunnittelijoille suuria vaihtelumahdollisuuksia pohjaratkaisuille. Hyvät kokemukset BES-järjestelmästä johtivat vastaavan järjestelmän kehittämiseen myös puurakentamisessa. (4; 5)

RunkoPES:n tarkoituksena on vakioida puuelementtirakentamista asuntotuotannossa, tehostaa puualan kilpailukykyä ja toimia lähtökohtana puuelementtirakentamisen tutkimukselle sekä yritysکوhtaisille ratkaisuille. Se vakioi muun muassa rakennepaksuudet, liittymien geometrian sekä moduuliviivaston sijainnin. Järjestelmä mahdollistaa suunnittelun yhtenäisiä ja yleisesti hyväksytyjä periaatteita noudattaen tietämättä, kuka rakennuksen toteuttaa ja kenen ratkaisuja siinä käytetään. (4; 6, s.1)

### **Moduuliviivastot ja moduulijärjestely**

RunkoPES sisältää kaksi moduuliviivastoa, arkkitehtisuunnittelijan käyttöön tarkoitettu M-moduuli sekä rakennesuunnittelijan ja työmaan käyttöön tarkoitettu R-moduuli. M-moduuliviivasto sijaitsee ulkoseinissä elementin sisäpinnassa, joka mahdollistaa moduuliviivaston paikallaan pysymisen ulkoseinäelementin paksuuden muuttuessa, ja väliseinissä elementin keskellä. M-moduulista voidaan suoraan päätellä tilamitoituksen määräysten mukaisuus, määrittää pinta-alat sekä käyttää sitä lähtötietona esimerkiksi kalusteiden mitoituksessa. R-viivasto sijaitsee kantavissa ulkoseinissä elementin kantavan osan ulkopinnassa ja väliseinissä elementin keskellä (Kuva 11). (7, s.1; 8, s. 8-10)



Kuva 11. Moduuliviivastojen M ja R sijainti. 5, s.8.

### 3 Sisco Oyj

Opinnäytetyön tilaaja Sisco Oyj on perustettu vuonna 2008 ja toimii Sisco-konsernin emoyhtiönä. Alkuvuosina Siscon pääasiallinen tavoite oli julkiselle puolelle ja isoille rakennusliikkeille urakoiminen, jonka jälkeen vuonna 2011 alkaneen oman asuntotuotannon suunnittelun tuloksena yrityksen ensimmäinen puuelementtikohde valmistui vuonna 2012.

Tällä hetkellä konserni rakennuttaa sekä urakoi pääkaupunkiseudulla ja sen kehyskunnissa tarkoituksenaan tuottaa kohtuuhintaisia omistus- ja vuokra-asuntoja puu pääasiallisena rakennusmateriaalina. Sisco Oyj:n tytäryhtiö Sisco Asunnot Oy toimii rakennuttajana ja pääurakoitsijana konsernin vapaarahoitteisissa asuntokohteissa sekä yrityksen toisen tytäryhtiön, Sisco Vuokra-Asunnot Oy:n, vuokra-asuntokohteissa. Vuoden 2016 lopulla konserni kasvoi puuelementtituotannosta vastaavalla Sisco EvoTec Oy:llä.

Vuoden 2016 loppuun mennessä Sisco-konserni oli rakennuttanut kaikkiaan noin 500 asuntoa. Vuonna 2015 Sisco Oyj:n liikevaihto oli noin 25 miljoonaa euroa ja sen odotetaan tuplaantuvan vuonna 2017, kun suunniteltu asuntotuotanto tälle vuodelle käsittää 500:sta jopa 700:an asuntoon. Osa kuluvan vuoden asuntotuotantoa käsittää Uudessakaupungissa, Raumalla ja Laitilassa ARA:n kanssa yhteistyössä alkavan projektin, jossa rakennetaan kyseisille paikkakunnille yhteensä 500 asuntoa autoteollisuuden työntekijöille. Projekti alkaa Uudenkaupungin osalta kesällä 2017, Raumalla loppuvuodesta 2017 ja Laitilassa alkuvuodesta 2018.

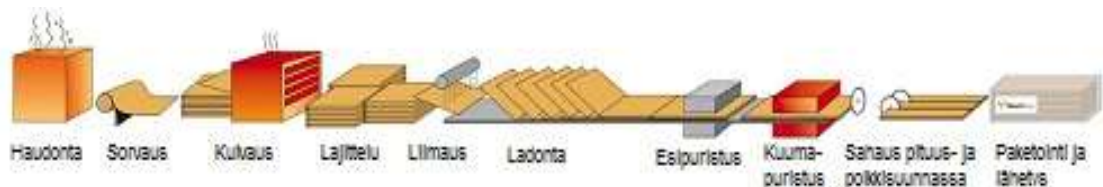
## 4 Kerto-tuotteet

### 4.1 Metsä Wood

Metsä Wood on osa metsäteollisuudessa toimivaa Metsä Group-konsernia, jonka juuret ovat 1900-luvun Suomessa. Nykyisin Metsä Groupilla on toimintaa 30 eri maassa ja tuotantoa seitsemässä, ja sen liiketoimintaan kuuluu erilaiset paperit, sellu, kartonki, puunhankinta ja metsäpalvelut sekä puutuotteet, joista viimeisestä vastaa Metsä Wood. Metsä Woodilla on henkilöstöä noin 1500 ja liikevaihto on noin 0,5 miljardia euroa. Sahatavaran ja vanerin lisäksi Metsä Woodin tärkeimpiä tuotteita ovat Kerto-tuotteet, joista osaa käsitellään tässä osiossa. (10;11)

### 4.2 Valmistusprosessi

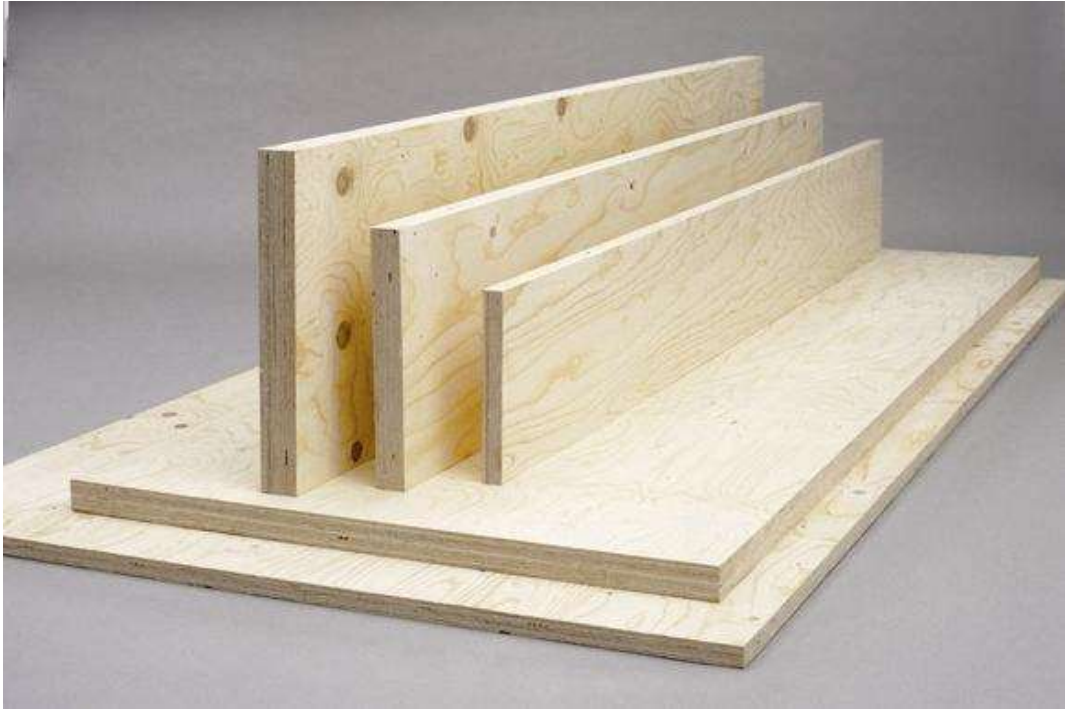
Metsä Woodin Kerto-tuotteet ovat viilupuisia (LVL) palkki- ja levytuotteita. LVL-tuotteet liimataan ja kuumapuristetaan yhteen havupuusta sorvaamalla saaduista viiluista, jonka jälkeen ne sahataan haluttuun muotoon (12). (Kuva 12)



Kuva 12. Kerto-tuotteiden valmistusprosessi. <http://www.metsawood.com/fi/tuotteet/kerto/Pages/Kerto.aspx>.

#### 4.2.1 Kerto-Q-levy

Mittatarkkaa Kerto-Q-levyä voidaan käyttää kantavana ja jäykistävänä levyrakenteena katossa, lattiassa tai seinässä. Sen poikittainen lujuus ja jäykkyys perustuvat levyn ristirakenteessa oleviin poikittaisiin viiluihin. Lähtökohtaisesti Kerto-Q-levy toimitetaan 900,1200, 1800 ja 2500 mm levyisinä ja 27–69 mm paksuina (Kuva 13). (13)



Kuva 13. Eripaksuisia Kerto-Q-levyjä. <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/styles/adaptive/public/content/products/1621/kertopuu2.jpg?itok=cGvkbUmr>.

#### 4.2.2 Kerto-T-tolppa

Kieroutumaton ja rakenteellisesti suurijäykkyyksinen Kerto-T-tolppa on tarkoitettu runkotolpaksi ulko- ja väliseinien kantaviin rakenteisiin sekä kevyiden seinien rangaksi. (Kuva 14) Kerto-T:ssä viilukerrosten syysuunta on aina Kerto-Q:hun poiketen pitkittäinen. Kerto-T toimitetaan määrämittaisena aina 8500 mm asti. Sen paksuus ja leveys jälleenmyyjillä on 39x66 mm ja 39x92 mm, mutta kokoja on mahdollista tilata myös paksuudelta 45 mm asti ja leveydeltään 200 mm asti. (14)





Kuva 14. Kerto-T seinärankana. <http://www.metsawood.com/Lists/Carousel/Kerto-T-lvl-wall-stud-new/data1/images/kertotlwlwallstud1.jpg>.

#### 4.2.3 Kerto-S-palkki

Kerto-S-palkki on ominaisuuksiltaan luja, kevyt ja helposti työstettävä sekä sen suuri jäykkyys mahdollistaa riittävän vähäisen värähtelyn pitkilläkin jänneväleillä. Sen käyttökohteita ovat esimerkiksi ala- ja välipohjapalkit, aukko- ja tukipalkit sekä kattopalkit, jotka voidaan jättää näkyviin näyttävyyttä haettaessa (Kuva 15). Kerto-S-palkki voidaan toimittaa jopa 25 m pituisena, sen leveys vaihtelee 27-75 mm välillä sekä korkeus 200-600 mm välillä. (15)



Kuva 15. Kerto-S kattopalkkirakenteena.

## 5 EVO Wood

EVO Wood on opinnäytetyön tilaajan, Sisco Oyj:n, ja Metsä Wood Oy:n yhteistyössä kehittelemä massiivipuomodulijärjestelmä. Järjestelmää sovellettiin ensimmäistä kertaa Siscon omaperusteisiin asuntokohteisiin vuonna 2016, jolloin suurelementtitoimituksista vastasi Omatalo Oy:n talotehdas Sonkajärveltä. Siscon omaan tuotantoon kuului asuntoihin asennettavat kylpyhuonemuodulit.

Järjestelmällä tuotettujen asuntojen suunniteltujen tulevien kohteiden määrän kasvettua riittävästi, Sisco päätyi keskittämään toimintaansa ja investoimaan omiin tuotantotiloihinsa logistisesti keskeiselle alueelle Vantaan Hakkilaan. Elementtituotanto siirtyi ala- ja välipohjia lukuun ottamatta kokonaan Siscon alaisuuteen. Kylpyhuonemuodulien tuotanto siirrettiin, sekä suur- ja tilaelementtien valmistus aloitettiin uudessa tehtaassa maaliskuussa 2017. Hakkilan tehtaan avajaisien yhteydessä maaliskuun lopussa 2017 EVO Wood-järjestelmä julkaistaan virallisesti ja sen ensimmäiset elementit on määrä asentaa huhtikuussa. Tällöin myös puukerrostalorakentamiseen tähtäävä Sisco julkaisee kolmen eri version puukerrostalomallistonsa.

## **5.1 Järjestelmän kehitys**

Järjestelmän ytimenä toimii massiivipuiset Kerto LVL-tuotteet, kuten levyt, palkit ja tolpat. Näiden ympärille kehitetyt elementit valmistetaan valvotuissa tehdasoloissa ulko- ja sisäpintoja myöten valmiiksi suurelementeiksi, joissa myös ikkunat ja ovet ovat valmiiksi asennettuina. Kohteesta riippuen suurelementit joko toimitetaan suoraan kohteeseen ja asennetaan paikan päällä osa kerrallaan, tai ne kootaan tehtaassa valmiiksi moduulisiksi tilaelementeiksi, jotka kohteeseen saapuessaan ovat valmiita rakennuksen osia.

Järjestelmällä on rakennettu pääasiallisesti rivi-, luhti- ja pientaloja, mutta tulevaisuudessa järjestelmä tähtää myös moduuliajatteluun perustuvaan puukerrostalorakentamiseen. Maaliskuun lopulla julkaistavan puukerrostalomalliston ensimmäiset kohteet on suunniteltu alkavaksi kesällä 2017.

Teollinen massatuotanto mahdollistaa elementtien nopean valmistuksen, joka voidaan aloittaa jo kohteen pohja- ja perustustöiden ollessa käynnissä. Tämä itsessään nopeuttaa kohteen läpimenoaikaa huomattavasti verrattuna siihen, että rungon pystytys aloitettaisiin vasta perustusten valmistuttua. Tehdasoloissa työskenneltäessä, ja sinne keskitetyksi tilattavan puutavaran sekä Kerto-tuotteiden mittatarkkuuden vuoksi puutuotteista syntyvä materiaalihukka saadaan minimoitua.



EVO Wood-järjestelmässä on pyritty myös ekologisuuteen. Rakenteissa runko-materiaalina käytetyn puun lisäksi eristeenä käytetään puukuitueristettä ja seinä-rakenteet ovat toteutettu ilman höyrynsulkumuovia. Jokaiseen kohteeseen asen-netaan myös aurinkoenergiaa keräävät aurinkosähköpaneelit rakennusten ka-toille.

Järjestelmässä käytetyssä ilmanvaihtojärjestelmässä tuloilma otetaan huonekoh-taisesti karmiventtiileistä ja saunan lauteiden alta tuloilmapatterista. Poistoilma-venttiilit sijaitsevat wc:ssä ja saunassa. Keittiön liesituuletin toimii ilmanvaihtoko-neena, jonka kautta poistoilma kulkee LTO-patterin läpi. Talteen otettu lämpö siir-retään tekniseen tilaan ja käytetään käyttöveden lämmitykseen.

Järjestelmällä pyritään tuottamaan kohtuuhintaisia asuntoja ja mahdollistamaan kalliina pidetty puukerrostaloasuminen suuremmalle kuluttajakunnalle. Arvioitu kustannustehokkuus perustuu avaimet käteen-ajatukseseen, jossa rakennuksista tehdään yksilöllisiä ainoastaan julkisivuilla, muuten moduulien on tarkoitus pysyä mahdollisimman samanlaisina monistettavuudesta saatavan tehokkuuden myötä.

## **5.2 Tuotanto**

Vuoden 2017 maaliskuussa elementtituotanto siirtyi Sisco Oyj:n alaisuuteen ala- ja välipohjaelementtejä lukuun ottamatta noin 9000 m<sup>2</sup>:n tuotantotiloihin Vantaan Hakkilaan, jossa työskentelee noin 100 työntekijää. Tehdas muodostuu suur- ja tilaelementtien kokoonpanolinjastosta (Kuva 16) ja niiden varastointitilasta, kyl-pyhuonemuodulien kokoonpanotilasta (Kuva 17), materiaalivarastosta sekä keit-tiö- ja kylpyhuonekalusteiden kokoonpanotilasta sekä varastosta (Kuva 18). Tuo-tanto-osiossa esitellään suurelementeistä seinä-, väli- ja alapohjien sekä kylpy-huone-moduulin ja tilaelementin tuotantoa.



Kuva 16. Elementtien kokoonpanolinjasto.



Kuva 17. Kylpyhuonemoduulien kokoonpanotila.



Kuva 18. Kalusteiden kokoonpano- ja varastotila.

### 5.2.1 Suurelementit

EVO Woodin seinäelementtituotanto alkaa linjastolla tehtaalle toimitetun Kerto-Q-levyn päältä. Levyt toimitetaan tehtaalle aliurakoitsijan kautta, joka tekee levyyn tarvittavat muutokset asennuksen nopeuttamiseksi. Näihin mahdollisiin muutoksiin kuuluu levyn pituuden jatkaminen suunnitellun elementin mittaiseksi kahden levyn jiiriliitoksella, joka liimataan ja prässätään yhteen. Lisäksi levyyn lovetaan 2 millimetrin urat suunnitelmien mukaisesti runkopuiden kohdalle, jolloin runkopuiden sijainteja ei tarvitse erikseen mitata (Kuva 19). Runko asennetaan Kerto-Q-levyn päälle sekä tehdään tarvittavat aukot sähköputkituksille ja sijoitetaan sähköputket rungon sisään.



Kuva 19. Valmiiksi lovettu Kerto-Q-levy.

Rungon valmistuttua elementti siirretään eristysvaiheeseen, jossa eristepuhalluskoneeseen syötettyjen arvojen, kuten eristetiheyden, runkovälin ja mahdollisten elementissä olevien aukkojen, mukaan kone puhalttaa puukuitueristeet elementtiin (Kuva 20). Tässä vaiheessa asennetaan tarvittavat sähköputkitukset.



Kuva 20. Eristepuhalluskone takana ja osittain puhallettu suurelementti edessä.



Seuraavaksi elementtiin asennetaan seinätyypistä riippuen esimerkiksi kipsilevy ja arkkitehtisuunnitelman mukainen pintakäsittely, tai tuulensuojalevytys, koolaus ja julkisivupaneeli (Kuva 21).



Kuva 21. Julkisivupanelointia.

Tämän jälkeen elementit nostetaan pystyyn ja niihin asennetaan mahdolliset ikkunat ja ovet sekä niiden listoitukset (Kuva 22). Myös sisäpuolen verhous asennetaan elementin pystyyn nostamisen jälkeen.



Kuva 22. Ovien ja ikkunoiden asennus.

### 5.2.2 Kylpyhuone-moduuli

Kylpyhuone-moduuli on itsenäinen asunnon sisään asennettava valmis kokonaisuus, jonka sisäpuolella on kylpyhuone, sauna ja wc kaikki materiaalit ja talotekniikka valmiiksi moduuliin asennettuina. Kylpyhuoneen seinien ulkopuolelle moduuliin on sijoitettu tekninen tila, atk-kaappi sekä ryhmäkeskus, jotka moduulin paikalleen asennuksen jälkeen liitetään rakennuksen muuhun talotekniikkaan. Lisäksi seinien ulkopuolelle on asennettu täysin valmis keittiö.

Kylpyhuone-moduulin kokoonpano tapahtuu Vantaan elementtitehtaassa, mistä se kuljetetaan työmaalle. Monivaiheinen kokoonpanotyö (Kuva 23) käsittää rungon valmistuksen, viemärikoteloinnin, vesieristystyöt, lämmöneristystyöt, taloteknisten laitteiden asennukset, pintamateriaalien asennukset, saunan lauteiden ja kiukaan asennustyöt sekä keittiön ja wc:n kalustustyöt.



Kuva 23. Eri rakennusvaiheessa olevia kylpyhuone-elementtejä.

Kylpyhuone-elementin vaakaviemäröinti on toteutettu erillisellä moduulin lattiarakenteen alapuolisella koteloinnilla, joka osuu paikoilleen asennettaessa alapohjaan toteutettuun aukkoon. Tämä ansiosta moduulin ja ympäröivien huoneiden välille ei synny korkoeroa. Vaakaviemäri liittyy moduulin teknisessä tilassa viemärin pystylinjaan.

### 5.2.3 Ala- ja välipohjaelementit

Ala- ja välipohjaelementit valmistetaan LapWall Oy:n tehtaalla Pälkäneellä, mistä ne kohteesta riippuen kuljetetaan joko suoraan työmaalle, jos kyseessä on suurelementtiasennus, tai Siscon elementtitehtaalle Vantaalle tilaelementtien koostamista varten.

### 5.2.4 Tilaelementti

Tilaelementin valmistus tapahtuu Vantaan elementtitehtaalle LapWallin tehtaalta toimitetun ala- tai välipohjan saavuttua. Modulaarisesti rakennettavilla tilaelementeillä vaihtelevuus toteutuu ainoastaan sen rakennukseen sijoittumisen, eli sen sisään sijoitettavan kylpyhuone-moduulin sijainnan ja sitä ympäröivien seinien, perusteella mutta muuten ovat lähtökohtaisesti aina samankokoisia. Seinävaihtoehtoina ovat joko ulko- tai huoneistojen väliset seinät. Valmiin tilaelementin mitat ovat seinien paksuudesta riippuen noin 8550x4300x2300 mm.

Valmis kylpyhuone-moduuli nostetaan alapohjan päälle ja kiinnitetään alapohjaan. Seuraavaksi linjastolta valmistuneet ulko- ja huoneistojen väliset seinät asennetaan alapohjaan ja toisiinsa kiinni sekä sähköt kaapeloidaan suunnitelmien mukaisesti moduulin ryhmäkeskuksesta paikoilleen. Tämän jälkeen asennetaan pinta-materiaalit ja tilaelementti kalustetaan (Kuva 24). Tilaelementin ja kylpyhuonemoduulin väliin jää noin 250 mm asennustila, jonka päälle ennen seuraavaa välipohjaa tai kattorakennetta moduulin katoksi asennetaan palo-osastoinnista riippuen 27-57 mm paksu Kerto-Q-levy. Muualla tilaelementissä huonekorkeus on asennustilan verran moduulia korkeampi, poikkeuksena katon koolaus ja mdf-panelointi.



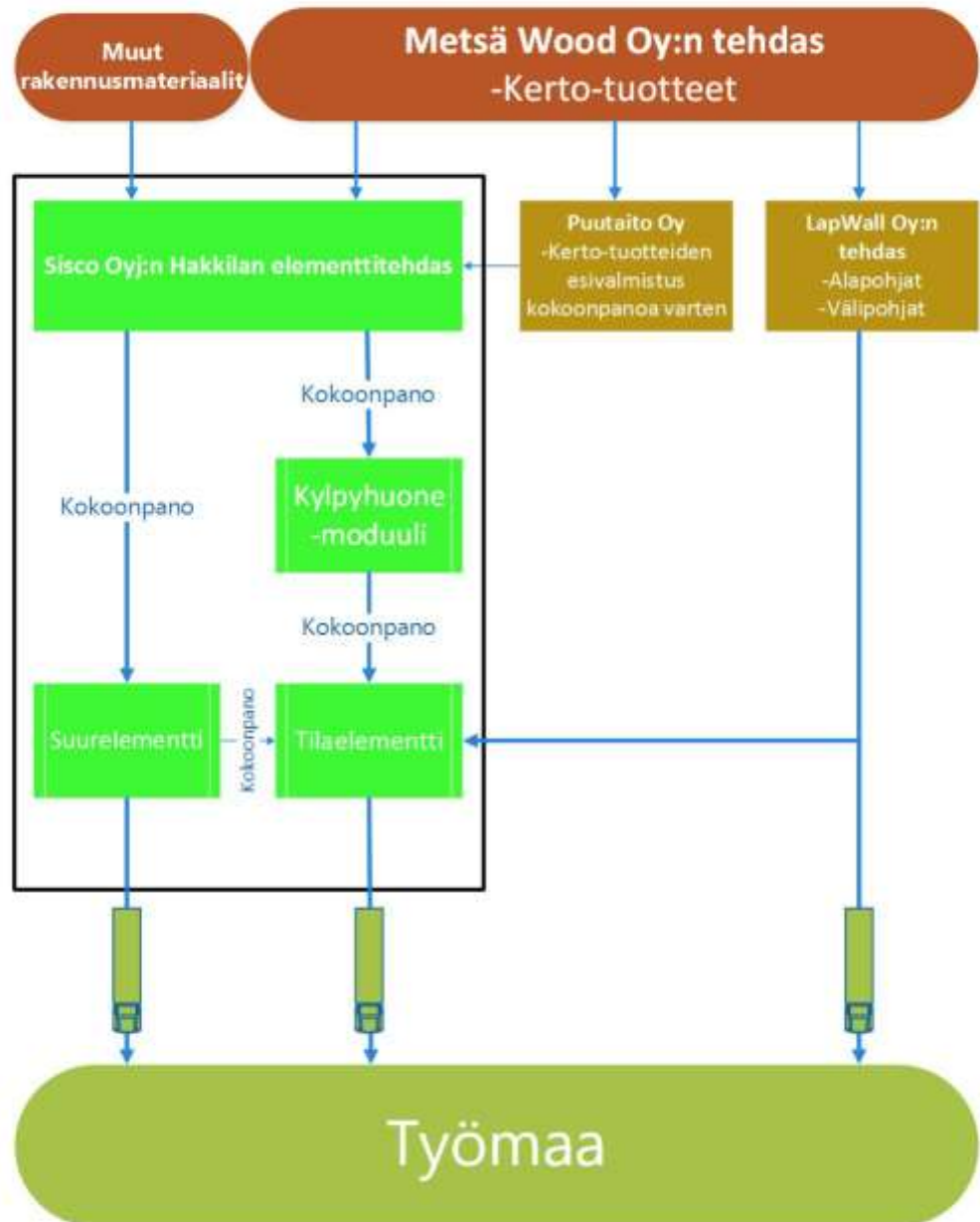
Kuva 24. Eri rakennusvaiheessa olevia tilaelementtejä.

### **5.2.5 Elementtien tuotantoprosessi**

Elementtien tuotantoprosessin eri vaiheet on esitetty alla olevassa kaaviossa (Kuva 25).



# ELEMENTTIEN TUOTANTOPROSESSI



Kuva 25. Elementtien tuotantoprosessikaavio.

### 5.3 As. Oy Klaukkalan Lumikki

Edellisen osion kuvissa esiintyvät ensimmäiset uuden tehtaan valmistamat tilaja suurelementit on määrä asentaa huhtikuussa 2017 Nurmijärven Klaukkalaan. As. Oy Klaukkalan Lumikki on kahdesta vierekkäisestä tontista koostuva kokonaisuus, jonka yhteispinta-ala on noin 7300 m<sup>2</sup>. Alueelle rakennetaan viisi kaksikerroksista luhtitaloa, joissa on yhteensä 24 asuntoa, yksi kuuden asunnon rivitalo sekä kahdeksan erillispientaloa. Asunnot ovat numeroitu järjestykseen 1-38 ja numeroiden edessä on kirjain rakennuksen tunnuksena kirjaimin A-N. Toisessa vaiheessa alue laajenee uudella asunto-osakeyhtiöllä, johon rakentuu yhteensä 54 asuntoa (Kuva 26).



Kuva 26. As. Oy Klaukkalan Lumikki ja as. Oy Klaukkalan Unelias asemakuva.

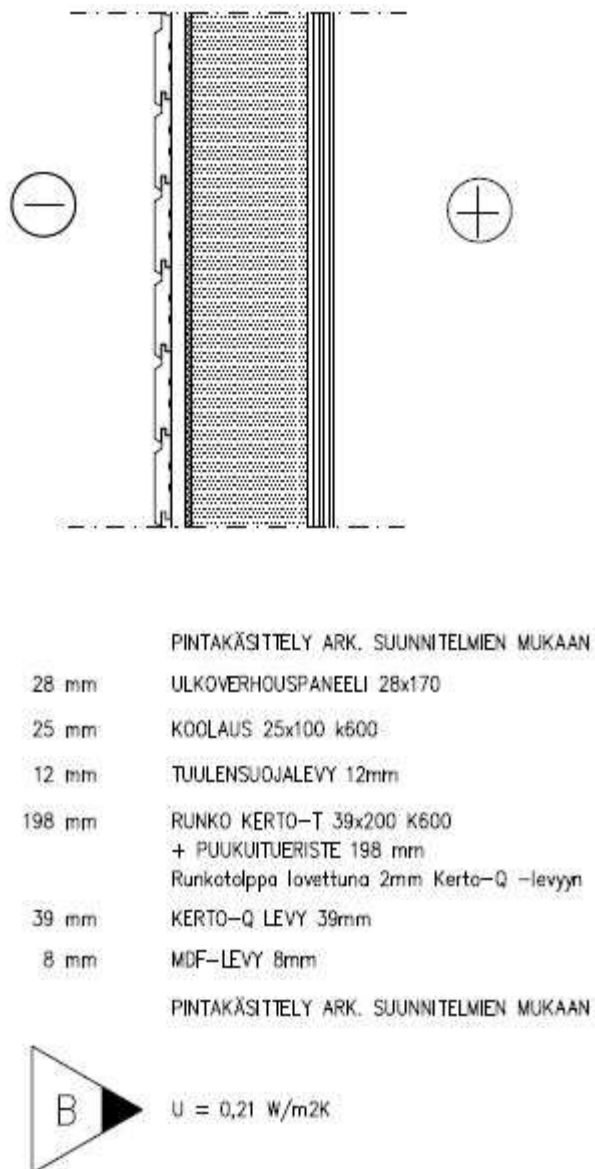
Tarkoituksena on seurata kohteen etenemistä elementtien valmistuksen, elementtiasennuksien ja ilmenevien ongelmien osalta sekä esitellä joitain kohteessa käytettävien elementtien rakenneleikkauksia. Työmaavaiheen seuraaminen jää

todennäköisesti vähäiseksi tai kokonaan pois tästä osasta opinnäytetyön valmistamis-aikataulun ja elementtiasennuksen myöhäisen aloituksen vuoksi.

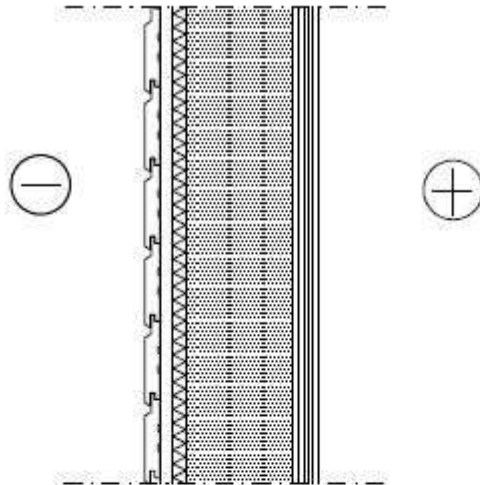
Luvuissa 5.3.1-5.3.4 esitellään As. Oy Klaukkalan Lumikin rakenneleikkauspäristuksia.

### 5.3.1 Ulkoseinäelementit

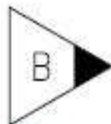
Kohteessa käytetään viittä eri ulkoseinärakennetta, joista tähän on valittu kaksi kappaletta (Kuva 27, Kuva 28).



Kuva 27. Ulkoseinä yleensä.



	PINTAKÄSITTELY ARK. SUUNNITELMIEN MUKAAN
28 mm	ULKOVERHOUSPANEELI 28x170
25 mm	KOOLAUS 25x100 k600
25 mm	TUULENSUOJALEVY 25mm
198 mm	RUNKO KERTO-T 39x200 K600 + PUUKUITUERISTE 198 mm Runkotolppa lovettona 2mm Kerto-Q -levyyn
39 mm	KERTO-Q LEVY 39mm
8 mm	MDF-LEVY 8mm
	PINTAKÄSITTELY ARK. SUUNNITELMIEN MUKAAN
	PALOLUOKKA EI30

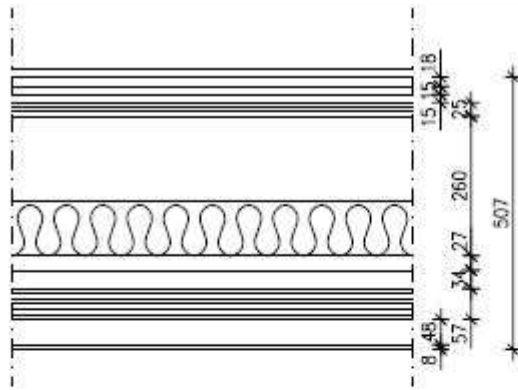


$U = 0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$

Kuva 28. Osastoiva ulkoseinä.

### 5.3.2 Ala- ja välipohjat

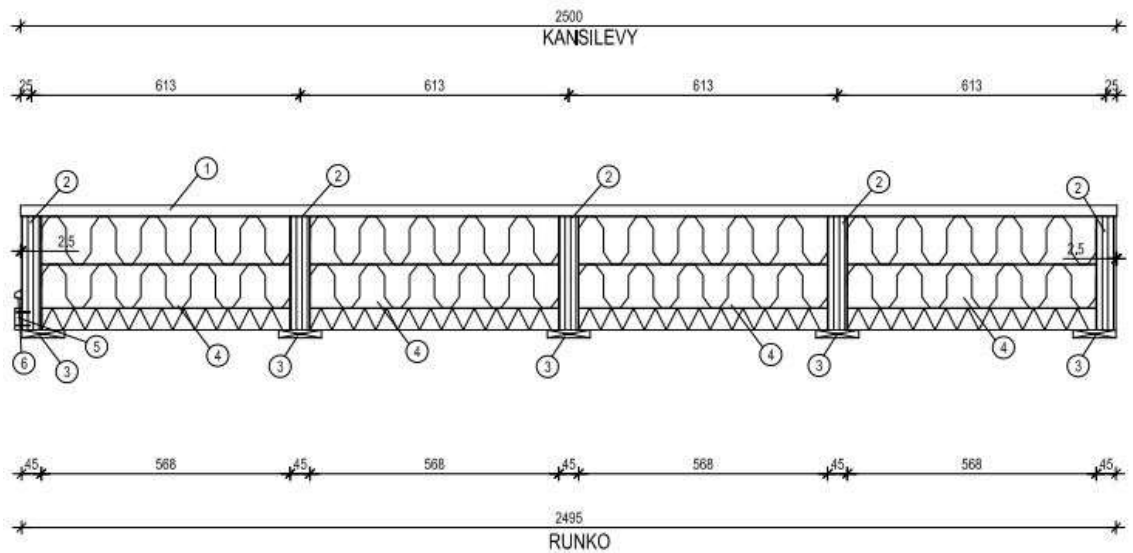
Rakenneleikkauksia ala- ja välipohjarakenteista (Kuva 29, Kuva 30).



PINTAMATERIAALI ARK. SUUNNITELMIEN MUKAAN		} METSÄWOODIN VÄLIPOHJAELEMENTTI
18 mm	RIGIDUR H GFH 18 Kultuvahvistelevy	
30 mm	GYPROC GL 15 Lapikas 2 kpl	
25 mm	KERTO-Q LEVY 25 mm	
260 mm	KERTO-S 45x260 RIVAT + MINERAALIVILLA 100 mm	
27 mm	KERTO-Q ALALAIPPA 27 mm	
34 mm	ILMARAKO 34mm	
57 mm	KERTO-Q LEVY 57 mm	
48 mm	KOOLAUS 48x48 K300	
8 mm	MDF-PANEELI	
PINTAMATERIAALI / -KÄSITTELY ARK. SUUNNITELMIEN MUKAAN		

PALOLUOKKA REI30

Kuva 29. Väliohja.



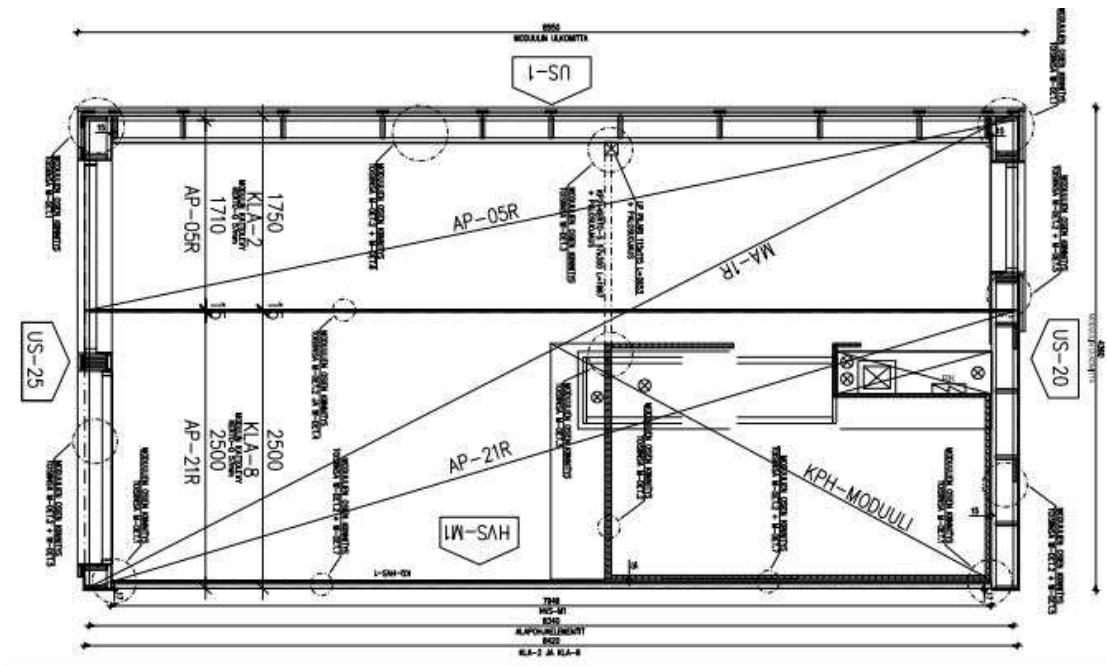
1. Kerto-Q ylälaatta 25mm (rakenteellisesti liimattu)
2. Kerto-S rivat 45x260, mineraalivilla 210mm + tuulensuojavilla 50mm
3. Villankannatuslaudat ST 18x98 AB
4. Välijäykiste Kerto-S 45x210/257
5. Vanerikaista 12x50
6. EPDM-tiiviste 25x40

U-arvo 0,17 W/(m<sup>2</sup>K)

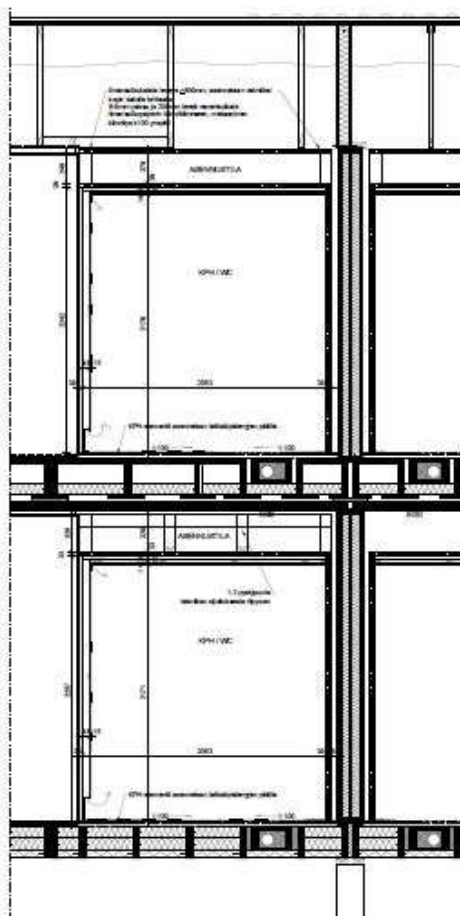
Kuva 30. Alapohja.

### 5.3.3 Tilaelementit ja kylpyhuonemoduuli

Luhtitalot L23-28 ja N33-38 toteutetaan modulaarisesti tilaelementeillä. Tilaelementin ja kylpyhuonemoduulin pohjapiirustus (Kuva 31) sekä leikkaus (Kuva 32).



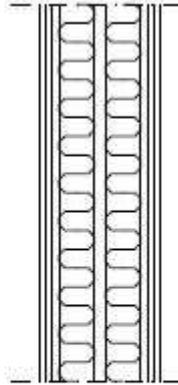
Kuva 31. Tilaelementin pohjapiirustus.



Kuva 32. Tilaelementin ja kylpyhuonemoduulin leikkauspiirustus.

### 5.3.4 Väliseinät

Väliseinätyypeistä seuraavaksi esitetään rakenneleikkaus huoneistojen välisestä väliseinästä suurelementti- sekä tilaelementtirakennusta (Kuva 33, Kuva 34). Molemmat rakenteet ovat paloluokiltaan REI30.



PINTAMATERIAALI / -KÄSITTELY  
ARK. SUUNNITELMIEN MUKAAN

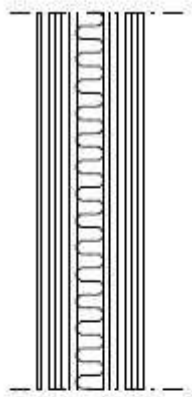
8 mm	MDF-LEVY 8 mm
26 mm	2kpl KIPSILEVY 13mm
66 mm	RUNKO 39x66 + PAROC EXTRA 70mm
20 mm	20mm RUNKOVÄLI
66 mm	RUNKO 39x66 + PAROC EXTRA 70mm
26 mm	2kpl KIPSILEVY 13mm
8 mm	MDF-LEVY 8 mm

PINTAMATERIAALI / -KÄSITTELY  
ARK. SUUNNITELMIEN MUKAAN

PALOLUOKKA EI30

Kuva 33. Huoneistojen välinen väliseinä, suurelementti.





PINTAMATERIAALI / -KÄSITTELY ARK. SUUNNITELMIEN MUKAAN	
8 mm	MDF-LEVY 8 mm
26 mm	2kpl KIPSILEVY 13mm
39 mm	KERTO-Q LEVY 39mm
50 mm	PAROC eXtra 50 mm (TAI VASTAAVA ERISTE)
39 mm	KERTO-Q LEVY 39mm
26 mm	2kpl KIPSILEVY 13mm
8 mm	MDF-LEVY 8 mm
PINTAMATERIAALI / -KÄSITTELY ARK. SUUNNITELMIEN MUKAAN	

PALOLUOKKA EI30

Kuva 34. Huoneistojen välinen väliseinä, tilaelementti.

#### 5.4 Puukerrostalomallisto

Sisco Oyj:n tehtaan avajaisissa julkistettiin EVO Wood-järjestelmällä toteutettava kolmen eri tyyppin puukerrostalomallisto. Kerrostalotyypit kulkevat nimille Pino, Pinkka ja Pakka (Kuva 35, Kuva 36, Kuva 37).



Kuva 35. Pino-kerrostalotyyppi.



Kuva 36. Pinkka-kerrostalotyyppi.



Kuva 37. Pakka-kerrostalotyyppi.

## 6 Markkinointimateriaali

Osana työtä tilaajalle tuotetaan markkinointipohjainen esite EVO-Wood-järjestelmästä, joka tulee liitteeksi opinnäytetyöhön. Aluksi tarkoituksena oli myös tuottaa samasta aiheesta powerpoint-esitys, mutta tilaajan kanssa keskusteltua siitä lopulta luovuttiin.

Markkinointimateriaalin työstäminen alkoi opinnäytetyön aloituspalaverissa, jossa sovittiin materiaalin reunaehdoja ja jatko työn etenemiselle. Tällöin päätettiin tulokseen, jossa valmiin työn liitteeksi tuotetaan RT-tuotekortti-tyyppinen esite, sekä tarkoituksena oli myös tuottaa samasta aiheesta powerpoint-esitys, mutta tilaajan kanssa keskusteltua siitä lopulta luovuttiin.

Kaksi viikkoa aloituspalaverin jälkeen sovittiin tapaaminen Sisco Oyj:n markkinointipäällikön kanssa, jossa käytiin läpi esiteen tavoitteita, kohderyhmää, keskeisiä esitteessä esiintyviä asioita sekä asioita, mitä ei tule tuoda esille. Tästä alkoi esitteen konkreettinen työstäminen.

Asiaa mietittyäni päätin pyytää konsultaatiota tuttavaltani, joka on graafinen suunnittelija, liittyen esitteen ulkomuotoon ja esitteessä esitettävien asioiden sijoitteluun. Pääsimme pian yhteisymmärrykseen esitteen tavoitteista ja teimme yhdessä ensimmäisen version esitteestä. Esite lähetettiin Sisco Oyj:n markkinointipäällikölle, joka hyväksyi esitteen. Esite lisättiin opinnäytetyön liitteeksi.

## **7 Päätelmät**

Teolliselle puurakentamiselle ja puukerrostaloasumiselle on selkeästi kysyntää Suomessa, mutta sen kasvua jarruttavat monet eri tekijät. Tiukat määräykset ja kalliina pidetty puu rakennusmateriaalina, verrattuna esimerkiksi betoniin, eivät edesauta puurakentamisen kehittymistä. Näitä haasteita ratkaisemassa olevat yritykset sekä alalla toimivien tahojen yhteistyö ja halu kehittää alaa tulevat olemaan avainasemassa kun lopullinen murros teollisessa puurakentamisessa tapahtuu. Puurakentamisella on tänä päivänä selvää potentiaalia, niin asumismukavuutensa, kuluttajien arvojen kuin materiaalin saatavuuden ansiosta. Yhteis- ja kehitystyön avulla voidaan saavuttaa kohtuuhintainen puukerrostalotuotanto sekä -asuminen ja tehdä siitä kilpailukykyinen vaihtoehto markkinoille.

EVO Wood-järjestelmän osuus jäi hieman vajaaksi kun tarkoitetun kohteen seuraaminen ei onnistunut aikataulujen vuoksi. EVO Woodin elementtituotannon keskeinen paikka on mielestäni yksi suuri syy järjestelmällä tuotettavien kohteiden mahdolliseen onnistumiseen. Lisäksi pitkään tehty kehitystyö muiden toimijoiden kanssa, oikeat tavarantoimittajat, tarkkaan suunnitellut logistiset ratkaisut, ammattitaitoinen urakointi sekä pätevä projektinjohto tulevat olemaan keskeisissä rooleissa kun järjestelmällä tuotettuja kerrostaloja aletaan rakentamaan.

Työn tavoitteena oli myös tuottaa esite markkinointia varten. Tässä osiossa haasteita tuotti markkinointipuolen tietämyksen vähäisyys sekä graafisen puolen osaamattomuus, mihin sain loppujen lopuksi hieman apua ulkopuolelta. Esite saatiin kuitenkin tehtyä mutta auki jäi vielä, tuleeko se käyttöön sellaisenaan, ja lostetaanko siitä parempaa versiota vai käytetäänkö sitä lainkaan missään muodossa.

## Kuvat

- Kuva 1. Rakennuksen sisäpuoli, s. 10
- Kuva 2. Esimerkki moduulijärjestelyn peruseriaaateista, s. 10
- Kuva 3. Moduuliviivastojen M ja R sijainti, s. 12
- Kuva 4. Pre-cut-järjestelmä, s. 13
- Kuva 5. Platform-runko ristikkorakenteisella yläpohjalla, s. 15
- Kuva 6. Pienelementtijärjestelmä, s. 16
- Kuva 7. Suurelementtijärjestelmä, s. 17
- Kuva 8. Pilari-palkkijärjestelmä, s. 18
- Kuva 9. Viipalemainen tilaelementti, s. 19
- Kuva 10. Itsenäinen rakennusosa, kylpyhuone-elementti, s. 20
- Kuva 11. Yksittäinen tilaelementti-rakennus, s. 20
- Kuva 12. Kerto-tuotteiden valmistusprosessi, s. 22
- Kuva 13. Eripaksuisia Kerto-Q-levyjä, s. 22
- Kuva 14. Kerto-T seinärunkana, s. 23
- Kuva 15. Kerto-S kattopalkkirakenteena, s. 24
- Kuva 16. Elementtien kokoonpanolinjasto, s. 27
- Kuva 17. Kylpyhuonemoduulien kokoonpanotila, s. 27
- Kuva 18. Kalusteiden kokoonpano- ja varastotila, s. 28
- Kuva 19. Valmiiksi lovettu Kerto-Q-levy, s. 29
- Kuva 20. Eristepuhalluskone takana ja osittain puhallettu suurelementti edessä, s. 29
- Kuva 21. Julkisivupanelointia, s. 30
- Kuva 22. Ovien ja ikkunoiden asennus, s. 31
- Kuva 23. Eri rakennusvaiheessa olevia kylpyhuone-elementtejä, s. 32
- Kuva 24. Eri rakennusvaiheessa olevia tilaelementtejä, s. 33
- Kuva 25. Elementtien tuotantoprosessikaavio, s.34
- Kuva 26. As. Oy Klaukkalan Lumikki ja as. Oy Klaukkalan Unelias asemakuva, s. 35
- Kuva 27. Ulkoseinä yleensä, s. 36
- Kuva 28. Osastoiva ulkoseinä, s. 37
- Kuva 29. Välipohja, s. 38
- Kuva 30. Alapohja, s. 39
- Kuva 31. Tilaelementin pohjapiirustus, s. 40
- Kuva 32. Tilaelementin ja kylpyhuonemoduulin leikkauspiirustus, s. 40
- Kuva 33. Huoneistojen välinen väliseinä, suurelementti, s. 41
- Kuva 34. Huoneistojen välinen väliseinä, tilaelementti, s. 42
- Kuva 35. Pino-kerrostalotyyppi., s. 43
- Kuva 36. Pinkka-kerrostalotyyppi., s. 43
- Kuva 37. Pakka-kerrostalotyyppi., s. 44

## Lähteet

1. Siikanen, U. 1995. Teollinen puurakentaminen. Rakennustieto Oy.
2. Siikanen U. 2008. Puurakentaminen. Rakennustieto Oy.
3. RT 03-10525. 1993. Rakennusten ja rakennusosien mittajärjestely. Ohjekortti.
4. RunkoPES – Teollisen puuelementtirakentamisen avoin standardi. 2010. Puuinfo. <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/info/puusuomi/RunkoPES.pdf>. Luettu 2.3.2017.
5. Puurakentamisen merkittävä puute poistuu: Alalle vihdoin yhteneväinen avoin standardi. 2012. <http://www.puuinfo.fi/tiedote/puurakentamisen-merkitt%C3%A4v%C3%A4-puute-poistuu-alalle-vihdoin-yhten%C3%A4inen-avoin-standardi>. Puuinfo Oy. Luettu 2.3.2017
6. RunkoPES 2.0, osa 0: Sisältö. 2013. [http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/runkopes-20/runkopes\\_2.0\\_osa\\_0\\_sisalto.pdf](http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/runkopes-20/runkopes_2.0_osa_0_sisalto.pdf). Puuinfo Oy. Luettu 2.3.2017.
7. RunkoPES 2.0, osa 1: Moduuliviivastot. 2013. [http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/runkopes-20/runkopes\\_2.0\\_osa\\_1\\_moduuliviivastot.pdf](http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/runkopes-20/runkopes_2.0_osa_1_moduuliviivastot.pdf). Puuinfo Oy. Luettu 2.3.2017.
8. RunkoPES 1.0 - Puuelementtirakentamisen uusi avoin teollisuusstandardi. 2012. Puuinfo Oy.
9. Viljakainen M. 1999. Platform pientalo-opas. Puuinfo Oy. Luettu 2.3.2017.
10. Metsä Group 80 vuotta suomalaisen puun asialla. <http://www.metsawood.com/fi/media/videot/Pages/Metsa-group-80-vuotta.aspx>. Luettu 25.4.2017
11. Metsä Wood yritys. <http://www.metsawood.com/fi/yritys/Pages/Yritys.aspx>. Metsä Wood Oy. Luettu 25.4.2017.
12. Kerto. 2016. <http://www.metsawood.com/fi/tuotteet/kerto/Pages/Kerto.aspx>. Metsä Wood Oy. Luettu 25.4.2017.
13. Kerto-Q. <http://www.metsawood.com/fi/tuotteet/kerto/Pages/Kerto-Q.aspx>. Metsä Wood Oy. Luettu 25.4.2017.
14. Kerto-T. <http://www.metsawood.com/fi/tuotteet/kerto/Pages/Kerto-T.aspx>. Metsä Wood Oy. Luettu 25.4.2017.

15. Kerto-S. <http://www.metsawood.com/fi/tuotteet/kerto/Pages/Kerto-S.aspx>.  
Metsä Wood Oy. Luettu 25.4.2017.



# EVO-Wood puuelementtijärjestelmä

## Moduulirakentaminen

Jonoon, riviin tai pinoksi. Puumoduulirakentamisen monimuotoisuuden rajoina ovat ainoastaan tontin koko ja rakentamismääräykset.

## Perinnemateriaalina kotimainen puu

Puurunkoinen, puukuitueristetty, hengittävä muoviton rakenne takaa asumisviihtyvyydeltään modernin rintamamiestalon hengen.

Materiaalien lisäksi jokaisen Sisco-kodin katolle asennettava aurinkosähköä keräävä paneelijärjestelmä ovat askel entistä ekologisempaa ja kuluttuja-arvoja läheisempää rakentamista.

Think different. Build smart.



Sisco Oyj:n puukerrostalomallisto on nyt julkaistu, katso lisää <http://sisco.fi/puukerrostalot/>



### Metsä Woodin massiivipuiset KERTO®-tuotteet

Lujien ja mittatarkkojen Kerto® LVL-tuotteiden ympärille kehitetyt ja tehdasoloissa valmistetut elementit ovat varma ratkaisu teollisen elementtituotannon ytimenä.

Avaimet käteen-periaatteella valmistetut asunnot sekä teollisen rakentamisen monistettavuudesta saatava kustannushyöty ja laatu on loistava mahdollisuus kuntien ja kaupunkien asuntotuotantoon.

Tästä esimerkkinä vuosina 2017-2018 Vakka-Suomeen valmistuu noin 500 asuntoa autoteollisuuden työntekijöille.