

Jani Kiiskinen

Puukerrostalon pilari-palkkirungon rakennusprosessi

Metsä Wood Kerrostalojärjestelmä

Opinnäytetyö

Kevät 2014

Tekniikan yksikkö

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Tuotantotekniikan suuntautumisvaihtoehto



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Rakennustekniikan koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Tuotantotekniikan suuntautumisvaihtoehto

Tekijä: Jani Kiiskinen

Työn nimi: Puukerrostalon pilari-palkkirungon rakennusprosessi

Ohjaaja: Arto Saariaho

Vuosi: 2014

Sivumäärä: 49

Liitteiden lukumäärä: 11

Tämän opinnäytetyön aihe oli selvittää puukerrostalon pilari-palkkirungon rakennusprosessiin liittyviä teoriakohtia, rakennusvaiheita ja työturvallisuutta. Opinnäytetyössä selvitetään mitä runko sisältää ja kuinka rakennusosat on käytännössä rakennettu tai asennettu paikalleen. Teoriaosiossa työ tulee sisältämään tiettyjä puurungolle ominaisia erityispiirteitä sekä teknisiä vaatimuksia. Työturvallisuuteen on kiinnitetty huomiota rakennusprosesseissa Rakennustieto Oy:n ohjekorttien avulla.

Puukerrostalojen yleistymistä auttoi 2011 muutetut palomääräykset joiden mukaan voidaan suunnitella ja vastaavasti rakentaa jopa 8-kerroksisia puurunkoisia kerrostaloja. Pilari-palkkimenetelmällä toteutettu runko kuitenkin on tehokkaimmillaan 3-4 kerroksen kerrostaloissa, jonka kokoisia kerrostaloja tullaan varmasti tulevaisuudessa rakentamaan lisää esimerkiksi lähiöalueille.

Kerrostalojärjestelmä, eli pilari-palkkimenetelmällä toteutettu runko koostuu nimensä mukaisesti pilareista ja palkeista, mutta välipohjassa sekä katolla käytetyt elementit ovat isossa roolissa nopean runkovaiheen saavuttamisessa. Tehdasvalmisteiset elementtiosat takaavat tasaisen laadun sekä nopean toteutuksen.

Avainsanat: puukerrostalot, puurakenteet, runkorakenteet, rakennusjärjestys

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: Building Construction

Author: Jani Kiiskinen

Title of thesis: Building process of the pillar-column framework in multi-storey timber building

Supervisor: Arto Saariaho

Year: 2014

Number of pages: 49

Number of appendices: 11

The purpose of the thesis was to inspect multi-storey timber building's framework made with pillars and columns. In the thesis the framework is explained with both words and pictures. The thesis doesn't include wide designing of multi-storey timber building, but does point out some difficulties when using timber as framework material. Safety at work has been included in the thesis from instructional cards published by Rakennustieto Ltd.

Fire regulation standards were changed in 2011 which increased the amount of tall timber buildings were built annually. The regulations allowed to build up to eight stories high buildings.

The framework system made out of laminated veneer lumber pillars and columns is the most efficient in multi-storey buildings that are up to 4 stories high.

Multi-storey system, known also as framework constructed with pillars and columns include not only pillars and beams but also prefabricated Kerto-Ripa elements. These three major factors make the framework go smoothly because prefabricated units made in factories have high quality as default. They also make the fast framework phase possible.

Keywords: multi-storey timber buildings, woodwork, skeleton constructions, building code

SISÄLTÖ

| | |
|---|----|
| Opinnäytetyön tiivistelmä..... | 2 |
| Thesis abstract..... | 3 |
| SISÄLTÖ..... | 4 |
| Kuvio- ja taulukkoluetelo..... | 6 |
| Käytetyt termit ja lyhenteet | 7 |
| 1 JOHDANTO | 8 |
| 2 YLEISTÄ KERTOPUUSTA..... | 9 |
| 3 YLEISTÄ KERROSTALOJÄRJESTELMÄSTÄ | 11 |
| 4 TEORIAA PILARI-PALKKIRUNGOSTA | 13 |
| 4.1 Perustukset | 13 |
| 4.2 Alapohja | 13 |
| 4.3 Pilari-palkkirunko..... | 14 |
| 4.4 Välipohjat | 14 |
| 4.5 Märkätilat | 15 |
| 4.6 Yläpohja | 16 |
| 4.7 Paloturvallisuus..... | 17 |
| 4.7.1 Sprinklerijärjestelmä..... | 17 |
| 4.7.2 Kerto-Ripa-elementin paloturvallisuus | 18 |
| 4.7.3 Väliseinien paloturvallisuus..... | 19 |
| 4.8 Suurelementtijulkisivut | 20 |
| 5 TYÖTURVALLISUUS..... | 21 |
| 5.1 Ontelolaattojen asennuksen työturvallisuus | 22 |
| 5.2 Puupilarien, -palkkien ja -elementtien asennuksen työturvallisuus | 23 |
| 5.3 Henkilönostimet ja työpukit | 24 |
| 6 RAKENNUSPROSESSI..... | 25 |
| 6.1 Perustukset | 25 |
| 6.2 Alapohja | 26 |
| 6.3 Pilari-palkkirunko..... | 27 |
| 6.3.1 Pilarit..... | 27 |

| | |
|---|----|
| 6.3.2 Palkit | 28 |
| 6.4 Kattoelementit | 30 |
| 6.4.1 Välipohjaelementit..... | 31 |
| 6.4.2 Rungon suojaus säältä..... | 35 |
| 6.4.3 Kevyet suurelementtijulkisivut | 36 |
| 6.5 Parvekerakenteet | 37 |
| 6.6 Väliseinät | 38 |
| 6.6.1 Asuntojen väliset osastoivat väliseinät | 39 |
| 6.6.2 Asuntojen sisäiset väliseinät | 40 |
| 6.7 Märkätilat | 41 |
| 7 YHTEENVETO..... | 43 |
| 8 POHDINTA | 44 |
| LÄHTEET | 45 |
| LIITTEET | 49 |

Kuvio- ja taulukkoluetelo

| | |
|--|----|
| Kuvio 1. Kertopuun tuotantoprosessi | 9 |
| Kuvio 2. Kerto-Ripa-kattoelementin rakenne | 17 |
| Kuvio 3. Kuningaspaneeli julkisivuna | 20 |
| Kuvio 4. Projektiaikatauluesimerkki..... | 25 |
| Kuvio 5. Peruspulttien koron tarkistus..... | 26 |
| Kuvio 6. Ontelolaatan ja sokkelin liitos..... | 26 |
| Kuvio 7. Mastojäykisteen asennus..... | 28 |
| Kuvio 8. Välipohjapalkin asennus kulmaraudan varaan | 29 |
| Kuvio 9. Pilari-palkkirunko kattopalkkeja vaille valmis..... | 30 |
| Kuvio 10. Porras- sekä kattoelementin nosto..... | 31 |
| Kuvio 11. Kerto-Ripa-lattiaelementin nostovaihe | 32 |
| Kuvio 12. Kaivot sekä viemärit välipohjaelementissä | 33 |
| Kuvio 13. Kerto-Ripa-lattiaelementeissä on läpiviennit talotekniikkaa varten..... | 33 |
| Kuvio 14. Ilmanvaihtokojeen putkisto | 34 |
| Kuvio 15. Rakennuksen huputus (esimerkkikuva) | 35 |
| Kuvio 16. Julkisivuelementin ja Kerto-Ripalaatan välinen liitosdetalji välipohjan kohdalla | 36 |
| Kuvio 17. Suurelementin nostovaihe..... | 37 |
| Kuvio 18. Kerto-T-tolppa kaksinkertaisen seinän rankamateriaalina..... | 39 |
| Kuvio 19. Välipohjan leikkaus | 40 |
| Kuvio 20. Talotekniikan pystykuilun osastoiva seinä..... | 41 |
| Kuvio 21. Märkätilaelementin kynnydetalji | 42 |
| | |
| Taulukko 1. Pisaravertailu järjestelmien kesken | 18 |
| Taulukko 2. Palosuojattavan puurakenteen hiiltymisen alku t_{ch} erilaisilla levytyksillä | 19 |

Käytetyt termit ja lyhenteet

| | |
|------------------------------|---|
| Kertopuu | Viilupuu, joka on Metsä Woodin tavaramerkki. |
| Tuoteosakauppa | Rakentamisen toimitusmalli, jossa urakoitsija ottaa kokonaisvastuun toimittamaansa rakennusosan tai osien tuotesuunnitteluun liittyen, valmistuksesta ja asennuksesta. (Puuinfo 2011, 6) |
| Kerrostalojärjestelmä | Suurimmaksi osaksi kertopuusta koostuva puukerrostalon pilari-palkkirunkojärjestelmä. |
| Metsä Wood | Yritys, joka valmistaa puutuotteita sekä toimittaa ratkaisuja asiakkaidensa tarpeiden mukaan |
| CLT | Cross Laminated Timber, ristiinlaminoitu massiivipuulementti. |
| Puukerrostalo | Kerrostaloja, joiden kantavat rakenteet ovat pääosin puuta, sanotaan puukerrostaloiksi. (Puuinfo, [viitattu 3.4.2014]). |
| CE-merkintä | Valmistajan ilmoitus siitä, että tuote täyttää sitä koskevat Euroopan Unionin vaatimukset. |
| RT-kortti | Puolueettomista RT-ohjeista saa tietoa muun muassa sopimuksista, tehtävänjaosta, tilasuunnittelusta ja rakenteista. Mukana on yksityiskohtaisia rakenneohjeita suunnittelussa ja rakentamisessa hyödynnettäväksi. (Rakennustieto, [viitattu 3.4.2014]). |

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä perehdytään kertopuusta tehtyyn puukerrostalon pilari-palkkirunkoon, joita on toteutettu ainakin Latokartanon puukerrostalokortteliin Helsinkiin, Viikkiin vuonna 2012. Talot ovat kolmi- sekä nelikerroksisia ja jokaisessa on porraskäytävä sekä hissi. Huoneiston pinta-ala korttelissa on keskimäärin 52 neliometriä. Latokartanoon valmistettujen puukerrostalojen runkomenetelmää, pilari-palkkiratkaisua, kutsutaan Metsä Woodin Kerrostalojärjestelmäksi.

Tämä työ sisältää yhden kerrostalon rungon ja sitä edeltäviä rakennusvaiheita, joita ennen runkoa ei voi asentaa, sekä siihen liittyvien puurakenteiden rakennusprosessin tulkintaa ja pohdintaa. Työssä tuodaan esille puukerrostalolle erityisiä suunnitteluun liittyviä osakohtia, esimerkiksi välipohjien toteutus sekä taipumaan ja painumaan liittyvät haasteet ja niiden huomiointi rakennusosissa. Pää tarkoituksena kuitenkin on selvittää ja perehtyä siihen, kuinka puukerrostalon runko pilari-palkkimenetelmällä käytännössä toteutetaan työturvallisuutta noudattamalla.

Opinnäytetyön aihe saatiin vertaamalla puukerrostalojen rakennettua määrää vuosittain betoniin kerrostaloihin. Puukerrostalojen markkinaprosentti on erittäin alhainen, josta päästään pohtimaan, miksi puukerrostaloja ei rakenneta enemmän. Puuta löytyy Suomesta erittäin paljon ja uusiutuvana luonnonvarana se on ekologinen ja käytännöllinen ratkaisu kerrostalojen tuotantoon. Vuonna 2011 tulneiden uusien palomääräysten mukaan saa rakentaa jopa 8-kerroksisia puukerrostaloja. Tämä tuo uusia mahdollisuuksia suunnittelijoille, rakennuttajille sekä urakoitsijoillekin betonin sijaan.

Puu runkoratkaisuna tuo kuitenkin erilaisia haasteita rakentamiseen. Betoni on erittäin yleinen ratkaisu niin elementteinä kuin paikallavalumenetelmälläkin. Haasteet ovat kuitenkin kohteita, jotka tarvitsevat enemmän huomiota toimiakseen turvallisella ja puulle ominaisella, hyödyllisellä sekä ekologisella ominaisuudellaan.

Puu on tärkeä osa rakentamista, nykyisin myös pääraaka-aine. Puukerrostalo on aiheena ajankohtainen, koska sillä voi olla tulevaisuudessa iso rooli kasvavan tietämyksen myötä kerrostalorakentamisessa.

2 YLEISTÄ KERTOPUUSTA

Kertopuu eli viilupuu valmistetaan liimaamalla 3 mm paksuista sorvatuista havuvii- luista siten, että viilujen syysuunta on viilupuutuotteen pituussuuntaan. Viilupuun tuotanto lähtee puun katkaisusta 1,8 tai 2,5 metriä leveäksi. Katkaisusta puu ete- nee sorvaukseen, jossa sorvataan 3 mm paksuista viilua. Sorvauksen jälkeen viilut katkaistaan kuivauslaitteeseen sopivaan mittaan. Kuivauksen jälkeen viilut jatkavat ladontaan, jossa viilut ladotaan, kuumapuristetaan ja sen jälkeen sahataan pituus- ja poikkisuunnassa tilauksen mukaisiin mittoihin (Kuvio 1). Viilujen liimaus tapah- tuu säänkestävällä fenoliformaldehydiliimalla. (Metsä Wood, [viitattu 24.4.2014].)



Kuvio 1. Kertopuun tuotantoprosessi (Metsä Wood, [viitattu 24.4.2014]).

Erikoistuotteena valmistetaan myös sellaista viilupuuta, jossa osa viiluista voi olla asennettu ristiin. Viilut ovat hiomattomia ja paikkaamattomia, mutta tilauksesta voidaan valmistaa viilupuuta, jossa pintaviilut ovat valikoituja ja hiottuja. Viilupuuta on saatavilla erilaisilla pintakäsittelyillä ja myös painekyllästettynä. Viilupuun enimmäisleveys on noin 2,5 metriä ja enimmäispituus noin 25 metriä. Kertopuun etuja ovat mittatarkkuus ja suoruus. Kertopuun tyypillinen jännevälialue on 5–12 metriä. Sitä käytetään ala-, väli- ja yläpohjarakenteissa kantavina palkkeina sekä aukko- ja tukipalkkeina. Sitä käytetään myös kantavissa ja keveissä seinäraken- teissa sekä rakennuksen jäykistävinä osina. (Puuinfo, 2010.)

Metsä Wood tuottaa CE-merkittyjä Kertotuotteita jokaiseen käyttötarkoitukseen:

- Kerto-S palkin suuri jäykkyys estää haitallisen värähtelyn ala- ja välipoh- jissa pitkälläkin jänneväleillä.
- Kerto-Q toimii levynä sekä palkkina, kantavana ja jäykistäväenä rakenteena. Kerto-Q-levy yhdistettynä Kerto-S palkkeihin täyttää ääneneristysvaa- timukset ja rakenteeseen voidaan sijoittaa talotekniikan osat. Kerto-Q-

tuotetta on saatavilla myös kyllästettynä esimerkiksi siltojen ja laiturien palkkirakenteeksi.

- Kerto-T on tolpparakenne ja sitä käytetään ulko- ja väliseinien kantaviin rakenteisiin runkotolpaksi.
- Kerto-Kate on kattojen vedeneristeen alusrakenne, mutta soveltuu myös jäykistävien kattojen, seinien ja lattioiden kantavaksi levyksi.
- KertoRipa voi toimia katto- sekä lattiaelementtinä joka koostuu Kerto-Q-levyistä ylä- ja alapinnassa sekä Kerto-S-palkeista.
- Kerto QP on kattopalkki, joka soveltuu uudis- että korjauskohteisiin.
- Kerto WeatherGuard on käytännössä erikoisvahalla käsitelty Kerto-tuote. Tuotteen pinta hylkii vettä ja estää esimerkiksi turpoamisen rakennusai- kana. (Metsä Wood, [viitattu 11.3.2014].)

3 YLEISTÄ KERROSTALOJÄRJESTELMÄSTÄ

Metsä Wood Kerrostalojärjestelmä (2013, 5–6) toimitetaan tilaajalle tuoteosakauppana. Puuelementtien toimitus tuoteosakauppana lomakkeen täyttöohjeet (Puuinfo 2011, 6) selventää tuoteosakaupan olevan rakentamisen toimitusmalli, jossa urakoitsija ottaa kokonaisvastuun toimittamaansa rakennusosan tai osien tuotesuunnitteluun liittyen, valmistuksesta ja asennuksesta. Tässä tuoteosakaupassa puurakenteet suunnitellaan kohdekohtaisesti ja runko toimitetaan väli- ja yläpohjineen asennettuna ja ulkoseinän höyrynsulku tiivistettynä. Rakennusliikkeen tehtäväksi jää muu rakentaminen, jossa käytettävä kalusto on oleellisesti kevyempää kuin perinteisessä kerrostalorakentamisessa.

Kerrostalojärjestelmää varten pääurakoitsijana toimivan rakennusliikkeen ei tarvitse olla puurakentamisen erityisosaaja, sillä Metsä Woodin tuoteosakauppa käsittää puurakenteiden suunnittelun, Kerto-rungon, elementteinä toimitettavan katon, ulkoseinät ja välipohjat sekä niiden asennuksen.

Metsä Wood Kerrostalojärjestelmän lujana ytimenä on kotimaisesta kuusesta liimaamalla valmistettu Kerto-pilaripalkkirunko. Rungon jäykisteenä käytetään leveää Kerto-levyä. Kerrostalojärjestelmän välipohjat ja katto toteutetaan Kerto-Ripa-elementeillä. Elementit ovat tehdasvalmisteisia ja sisältävät lämmöneristeen, vesikatteen ja tarvittaessa myös kipsilevyn. Elementteihin voidaan tehdä tarvittavat läpiviennit jo tehtaalla, mikä säästää työmaa-aikaista työtä. Tehdas tarvitsee vain läpivientikohdan käyttötarkoituksen, suunnitelman tai detaljin, josta ilmenee läpiviennissä käytettävä putkisto, esimerkiksi viemäriputket. Näin tehdas osaa valmistaa asiakkaan tai kohteen vaatiman elementin täydellisenä. Työmaalle jää tehtäväksi vain liitokset.

Kerrostalojärjestelmän täydentävät kevytrakenteiset ulkoseinäelementit, joihin asennetaan ikkunat ja parvekeovet jo tehtaalla. Ne on mahdollista verhota Kunin-gaspaneelilla, jolla saadaan näyttävä ja miellyttävä ulkoasu. Paneeliverhous voidaan toteuttaa tehtaalla valmiiksi, mutta myös muuraus ja rappaus on mahdollista suorittaa rakennuspaikalla.

Kerrostalojärjestelmän kehityksessä on hyödynnetty vuosien kokemusta Kerto-Ripa-elementeistä, joista on toteutettu lukuisia asuin- ja toimitilarakennusten välipohjia ja kattoja.

Kertopuisen pilaripalkkirungon suuri etu kerrostaloprojektissa on sen helppo muunneltavuus. Tämä tuo joustoa suunnitteluun, sillä rakenne mahdollistaa esimerkiksi huoneistojen väliseinien muuttamisen rakennuksen elinkaaren aikana. Peruskokoonpanossa välipohjien ja pilaripalkkirungon jännevälit ovat suurimmillaan noin 7,5 metriä.

Muuntojoustavuus toimii taloudellisena esimerkiksi asuntojen yhdistämisessä. Näin ollen märkätilan LVI-tekniikat pysyvät ennallaan, eikä kattaviin purkutöihin ja muutoksiin tarvitse lähteä. Osastoivien väliseinien siirtäminen muuttamalla huoneiston kokonaispinta-alaa vain suuremmaksi voi koitua seinän toisella puolella sijaitsevasta huoneen käyttötarkoituksesta riippuen kalliiksi ratkaisuksi.

Erilaisille puukerrostalojärjestelmille yhteistä on kuormitusten määrittäminen sekä murto- ja käyttörajatilareunaehdot. Eroja löytyy kantavia seiniä käyttämällä ja pilari-palkkijärjestelmän välillä rakennesuunnitteluun liittyen useallakin osa-alueella.

Pilari-palkkijärjestelmän pääpiirteitä ovat:

- kuormien jakautuminen selkeää, pilarit avaintekijänä
- erittäin pieni puun painuma, kertopuu sekä yhdenpituiset pilarit.

Kantavia seiniä käyttäen eroja löytyy:

- kuormien jakautuminen monimutkaisempaa, paljon rakennekerroksia (Huom. ei koske CLT-menetelmää)
- pienet liitosvoimat, paljon jakautumisvaihtoehtoja
- puun painuma suurempi kuin pilari-palkkirunkoa käyttäen, jolloin asennuksissa tulee jättää painumavara. (Salonen 2012, 11).

4 TEORIAA PILARI-PALKKIRUNGOSTA

Latokartanon korttelissa käytetty kerrostalojärjestelmä korjaa osan puukerrostaloille kriittisistä rakenneosista itse pilari-palkkimenetelmän hyödyllisyydellä sekä sertifioiduilla elementeillä eli Kerto-Ripa-tuotteilla, joita on käytetty kohteessa kattoelementtinä sekä välipohjissa lattiaelementtinä.

4.1 Perustukset

Perustustapa, jonka pääurakoitsija valitsee, on täysin tapauskohtainen. Tuoteosa-kaupan ulkopuolelle kuuluva perustusten teko on myös täysin pääurakoitsijan vastuulla. Latokartanon kerrostaloissa on käytetty jatkuvaa anturaa (Kuvio 4). Parvekkeet toteutetaan omalle perustukselle tukeutuvana pilarianturoita ja peruspilareita käyttäen. Painumat tulee ottaa huomioon perustuksissa, että parvekerakenteiden ja rakennuksen välillä ei tulisi tasoeroja.

Puukerrostalo, jossa ei ole kellarikerrosta, voidaan yleensä perustaa matalan anturaperustuksen varaan. On huomattava, että puukerrostalon paino on vain noin viidesosa vastaavan betonitalon painosta. Tämän vuoksi puukerrostalo voidaan joissakin tapauksissa perustaa maanvaraisille anturoille myös sellaisella maaperällä, jolla betonirunkoinen rakennus vaatisi paalutuksen. Routivalla maaperällä matalaan perustettaessa on huolehdittava riittävästä routasuojauksesta. (Karjalainen, Heikkilä, Koiso-Kanttila & Kilpeläinen 1997).

4.2 Alapohja

Elementteihin perustuvassa puukerrostalossa on järkevintä käyttää elementtivalmisteista alapohjaa työkokonaisuuden nopeuttamiseksi. Ontelolaattoja käytettäessä etuna on nopeus ja ontelolaattojen asennusta seuraavaa työvaihetta voi ruveta osittain jo aloittamaan. Ontelolaatta-alapohjaa tehdessä tulee huomioida rakennusosien liittymäkohtien kylmäsillat, esimerkiksi sokkelin aiheuttama kylmäsilta. Ontelolaattojen päälle tulee asentaa ennen lämmöneristeitä laakerikerroksena

toimiva rakenne, kuten tasoitushiekka (Liite 3). Lämmöneristyslevyjen saumat tuulee limittää haitallisten kylmäsiltojen estämiseksi.

Suomen rakentamismääräyskokoelma D3 (2012, 13) määrittelee lämpimän tilan alapohjan U-arvoksi eli lämmönläpäisykertoimeksi, $0,17 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, mikäli kyseessä on ryömintätilaan rajoittuva alapohja.

4.3 Pilari-palkkirunko

Pilari-palkkirunko on kevyt ratkaisu kaikenlaiseen rakentamiseen. Pilareiden ollessa yhdenpituisia katolle asti, kuormat jakautuvat kerroksista pilareita pitkin perustuksiin eikä painumakaan ole vaarana. Laskennallisesti painumana voidaan käyttää 1 mm/kerros . Pystykuormien siirtyessä puun syiden pituussuunnassa kosteusmuodonmuutokset ovat pieniä. (Metsä Wood, [viitattu 26.4.2014]).

4.4 Välipohjat

Välipohjilla on monia erilaisia vaikutuksia puukerrostalon kokonaisuuteen. Jäykkyys sekä ääneneristävyys ovat yksiä tärkeimpiä viihtyvyyden kannalta. Viikin kohdessa välipohjina toimivat Kerto-Ripa-lattiaelementit.

Kerto-Ripa[®]-elementillä rakennettaessa välipohja saadaan nopeasti valmiiksi työturvalliseksi tasoksi. Elementti koostuu rakenteellisesti yhteen liimatuista Kerto-Q-levyistä ja Kerto-S-rivoista. Elementin etuna on keveys ja sillä saavutetaan pidemmät jännevälit perinteisen palkkirakenteen rakennekorkeudella. (Metsä Wood, [viitattu 26.4.2014]).

RT-kortti 82-10852 (2005, 5 kuva 2) linjaa pinnassa olevan rakennuslevyn, tässä tapauksessa Kerto-Ripa-elementtien pinnassa olevan Kerto-Q-levyn toimivan elementin jäykistävänä levynä, ilman- ja höyrynsulkuna sekä runkovaiheen työskentelytasona. Äänen sivutiesiirtymän ehkäisemiseksi levy katkaistaan huoneistojen välisen seinän kohdalla. Kerrostalojärjestelmän Kerto-Ripa-elementit ulottuvat kuitenkin vain osastoittain palkkien väliin ja elementit ovat korkealaatuisia tehdasvalmisteisia osia, jolloin levyä ei tarvitse erikseen enää katkoa.

Optimoituna liittorakenteena ripalaatalla saavutetaan suurempi taivutuskestävyys ja jäykkyys kuin perinteisellä palkkirakenteella. (Metsä Wood, [viitattu 11.3.2014].) Liittorakenteinen välipohja tarkoittaa ohuen betonikerroksen käyttöä ripalaatan päällä. Betoni eristää ääntä yhdessä askeläänieristeen kanssa sekä antaa liittorakenteelle enemmän jäykkyyttä ja estää haitallisen värähtelyn.

Metsä Woodin [viitattu 11.3.2014] mukaan Kerto-Ripa-lattiaelementti täyttää yhdessä alakatto- ja lattiapintaverhosten kanssa huoneistojen väliset, Suomen rakentamismääräyskokoelman (C1 1998, 5) määrittämät vaatimukset askeläänitasolle $L'_{n,w} \leq 53$ dB ja ilmaäänien eristävyydelle $R'_w \geq 55$ dB.

Saavuttaakseen aiemmin mainitut ilmaäänien eristävyyden $L'_{n,w}$ sekä askeläänieristävyyden R'_w , välipohja tulee viimeistellä ala- sekä yläpuolisilta pinnoiltaan. Ripalaatan alapuolelle tulee kaksi palokipsilevyä, jotka toimivat myös rakenteen ääniteknisenä massana. Palokipsilevyjen sekä ripalaatan välissä toimii jousiranka ääneneristeenä. Jousiranka asennetaan ripalaatan alapintaan asennettuihin lautoihin. Tätä lautojen tuomaa tilaa kutsutaan installaatiotilaksi, jossa mahtuu kuljetamaan sprinklerijärjestelmän putkiston sekä sähköjohdot. Ripalaatan päälle tulee askeläänieristevilla ja sen päälle kipsivalu lattialämmityksen kanssa (Liite 4).

4.5 Märkätilat

Latokartanon pilari-palkkirunkoisissa puukerrostaloissa kylpyhuoneet on toteutettu elementteinä porrashuoneen yhteyteen, jolloin ne täyttävät useimmat märkätilaan liittyvät ongelmakohdat. Puukerrostalon LVI-teknisissä suunnitteluohjeissa (Puuinfo 2014) esitetään, että märkätilaelementtien sijoitus systemaattisesti porrashuoneen vastaiselle seinälle tuo kolme etua:

- lyhyet putkivedot
- putkien kytkentä suoraan pystyhormiin
- viemärimelun haittojen vähentäminen.

Esimerkiksi viemäreiden ja vesiputkien liitokset ja läpiviennit ripalaattojen kanssa vaativat huomiota suunnittelijalta sekä asennusurakoitsijalta. Tilaelementin tehtaalla tehdyssä lattiavalussa toteutettu viemäriputkisto on tilaelementin alapinnassa

ulokkeena betonisen suojakerroksen kanssa. Välipohjassa märkätilaelementin alla oleva ripalaatta tarvitsee vain yläpinnassa olevaan Kerto-Q-levyyn uran tilaelementin talotekniikkaa varten (Liite 5). Kylpyhuone-elementtejä varten olevat varaukset ripalaatoissa on tarkastettava viimeistään kylpyhuone-elementtien vastaanoton yhteydessä. Pesukoneiden käyttö tilaelementeissä voi aiheuttaa mahdollista tärinää ja ääntä. Nämä eristetään kantautumasta viereisiin huoneisiin käyttämällä irrotuskaistaa ja tärinäeristimiä märkäelementin jaloissa. Irrotuskaista jätetään tilaelementin ja ripalaatan päälle tulevan pintavalun väliin (Kuvio 21). Tärinäeristimet toimivat tilaelementin tukipisteinä ripalaattaan (Kuvio 21).

4.6 Yläpohja

Metsä Woodin kattoratkaisu on tilaajan valinnan mukaan elementtirakenne tuoteosatoimituksena tai palkkirakenne paikalla rakentamassa. Elementit toimitetaan vesikaite valmiiksi tehtaalla asennettuna ja työmaalle jää tehtäväksi elementtien välisen sauman hitsaus umpeen, joka kuuluu tuoteosakauppaan. Saumat hitsataan elementeissä valmiiksi olevan ylimääräisen kumibitumikermin avulla limittäin (Kuvio 2). Kerto-Ripa-kattoratkaisulla rakennettaessa rakennuksen yläpohja saadaan kerralla valmiiksi. Kerto-Ripa-kattoelementin merkittävä etu rakentajalle on, että rakennus voidaan toteuttaa vähemmällä pilareilla, kannattajilla ja rakenteiden liitoksilla. Tästä on erityistä hyötyä heikosti kantavalla maapohjalla.

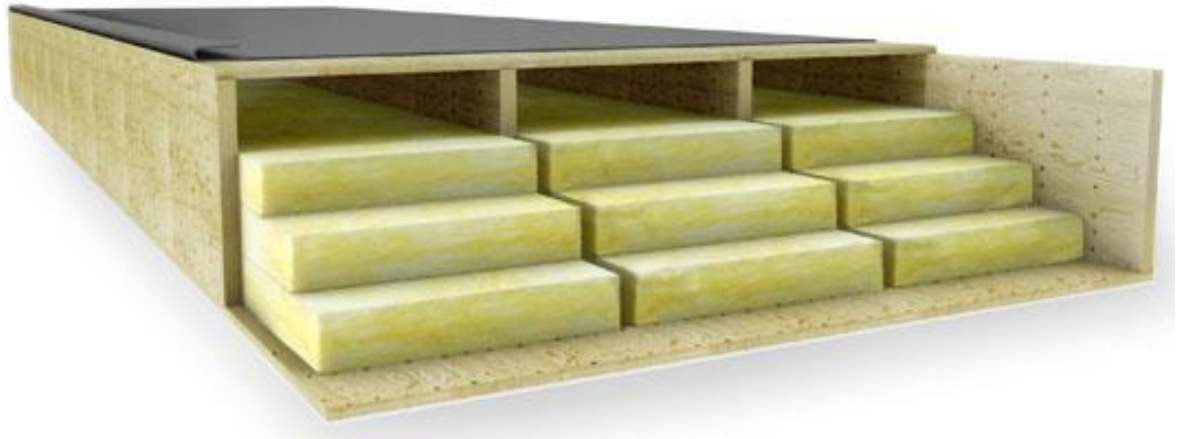
Ripalaatta katossa tarvitsee läpivientejä kuten välipohjassakin. Kaikista aukoista tehdään detaljit joista selviävät aukon tiedot ja sen reunan toteutus, että nähdään, toteutuuko paloturvallisuus (Liite 9).

Ripalaatan koko voidaan suunnitella rakennuksen mukaan. Maksimikoot ovat 24 m x 1,8 m tai 20 m x 2,5 m. Elementti soveltuu jopa 18 metrin jännevälille yksiaukoisena. (Metsä Wood, [viitattu 25.4.2014].)

Kerto-Ripa-kattoelementtien ääneneristävyyksiluvut ovat:

- $R_w = 52$ dB
- Lentomelua vastaan $R_w+C = 51$ dB
- Liikennemelua vastaan $R_w+C_{tr} = 49$ dB

Yläpohjan lämmönläpäisykerroimen (U-arvo) vertailuarvo lämpimissä tiloissa on $0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$. Kerto-Ripa-kattoelementissä on 450 mm mineraalivillaa, jonka $\lambda \leq 0,035 \text{ W/mK}$. (Metsä Wood, [viitattu 26.4.2014]).



Kuvio 2. Kerto-Ripa-kattoelementin rakenne (Metsä Wood, [viitattu 25.4.2014]).

4.7 Paloturvallisuus

Päällimmäinen ajatus puukerrostaloasumiseen liittyen on paloturvallisuus. Paloturvallisuusratkaisujen jatkuvan kehityksen johdosta puukerrostalo on paloturvallisempi vuosi vuodelta.




4.7.1 Sprinklerijärjestelmä

Metsä Woodin kerrostalojärjestelmässä on käytetty automaattista sprinklausjärjestelmää, joka perustuu vesisumuun. Palontorjuntajärjestelmän ensisijainen tarkoitus on hallita, rajata ja supistaa tulipaloja. Korkeapaineella vesisumua tuottava järjestelmä perustuu kolmeen vaikutukseen. Vesisumuun perustuvassa sammutusjärjestelmässä vesi hajotetaan korkealla paineella hienojakoiseksi sumuksi. Pienet pisarat maksimoivat veden sammutustehokkuuden, jolloin tarvittavat vesimäärät ovat huomattavasti pienempiä perinteisiin järjestelmiin verrattuna. Vesisumu katkaisee lämpösäteilyn, höyrystyessään sumu sitoo lämpöenergiaa ja höyrystyessä vesi laajenee 1700-kertaiseksi syrjäyttäen palotilasta happea ja edistäen tulipalon sammumista. Olennaisimmat erot vesisumuun perustuvalla palosuojajärjestelmällä

perinteiseen sprinklausjärjestelmään verrattuna ovat veden käyttömäärät, putkistojen koko ja järjestelmän rakentaminen. Vesisumuun perustuva järjestelmä käyttää vettä vain kymmenen prosenttia perinteiseen järjestelmään verrattuna, jolloin sen aiheuttamat toiminnan keskeytysvahingot ovat merkittävästi pienempiä. (Puuinfo, [viitattu 25.4.2014]).

Vesisumun palontorjuntaominaisuudet ovat verrattavissa mikropisaroiden kokoja-kaumaan, pisaroiden määrään sekä tulipaloon tunkeutumiskykyyn (Taulukko 1).

Taulukko 1. Pesaravertailu järjestelmien kesken (Marioff 2009, 22).

| | Tyypillinen pisara-kokojakauma (mm) | Pisaroiden määrä vesilitrassa | Pisaroiden pinta-ala (m ²) |
|--|-------------------------------------|---|--|
|  Perinteinen sprinkleri | 1...5 | 15 000 - 2 milj. | 1...6 |
|  Matalapaine-vesisumu | 0.2...1 | 2 milj. - 250 milj. | 6...30 |
|  HI-FOG | 0.025...0.2 | 250 milj. - 150 mrd. erinomainen jäähdytyskyky | 30...250 lämpösäätelyn tehokas pysäytys |

4.7.2 Kerto-Ripa-elementin paloturvallisuus

Välipohja on testattu palonkestokokeella VTT:llä:

- 0–30 min: Alapuolinen kipsilevytys suojaa rakennetta 30 minuuttia hiiltymiseltä
- 30–70 min: Kotelolaatan alalaippa ja kivivilla suojaavat palolta 70 minuuttiin asti
- 70–90 min: Rivat alkavat hiiltä, rakenteeseen alkaa tulla muodonmuutoksia (Metsä Wood, [viitattu 26.4.2014]).

Alapinnassa F-tyyppin 15 mm paksuinen kipsilevy ja 25 mm Kerto-Q-levy suojaavat jäännöspoikkileikkausta hiiltymiseltä 60 minuutin ajan. Lämmöneristeenä käytettävä mineraalivilla vielä suojaa ripojen kylkiä palotilanteessa. Rakenne täyttää P1-paloluokan rakennusten yläpohjavaatimukset sekä P2-paloluokan rakennusten (palokuorma < 600 MJ/m²) välipohjavaatimukset. (Metsä Wood, [viitattu

26.4.2014]). Lisäksi yhtenäinen sisäkattopinta tuo edun sprinklausjärjestelmälle, näin ollen sprinklaukselle ei tule katvealueita.

4.7.3 Väliseinien paloturvallisuus

Paloturvallisuutta varmistaa myös palosuojaus rakenteissa. Huoneistojen väliset osastoivat väliseinät ovat kaksirunkoisia, joiden palosuojaava levytys on toteutettu kaksoispalokipsilevyratkaisulla. Kahden palokipsilevyn yhdistelmällä saavutetaan yli 60 minuutin palosuoja puurungolle (Taulukko 1). Palotilanteessa, palosuojalevyjen murruttua, puun ympärille alkaa muodostua hiiltynyt kerros, joka suojaa kuormaa kantavaa keskiosaa ja ehkäisee palkin lisäpalamista. Väliseinien runkona toimivan kertopuun hiiltymisnopeus on noin 0,7 mm/min, joten se itsessään toimii jo paloturvallisena ratkaisuna.

Taulukko 2. Palosuojattavan puurakenteen hiiltymisen alku t_{ch} erilaisilla levytyksillä (Puuinfo, [viitattu 25.4.2014]).

| PALOSUOJAUKSEEN KÄYTETTÄVÄ TUOTE | | PILARI TAI PALKKI | SEINÄ ^{a)} | VÄLIPOHJA ^{a)} |
|--|---------------------|-------------------|----------------------|-------------------------|
| Sauma ≤ 2 mm | Paksuus [d] | t_{ch} | t_{ch} | t_{ch} |
| Kipsilevy (EN 520) (Tyyppi H) | 9 mm | 11 min | 10 min | - |
| Kipsilevy (EN 520) (Tyyppi A) | 13 mm | 22 min | 15 min | 10 min |
| Palokipsilevy (EN 520) (Tyyppi F) | 15 mm | 28 min | 20 min | 15 min |
| 2x Kipsilevy (EN 520) (Tyyppi H) | 9 mm + 9 mm | 23 min | - | - |
| 2x Kipsilevy (EN 520) (Tyyppi A) | 13 mm + 13 mm | 40 min | 40 min | 30 min |
| 2x Palokipsilevy (EN 520) (Tyyppi F) | 15 mm + 15 mm | 61 min | ≥ 60 min | 60 min |
| Kipsilevy (EN 520) + Palokipsilevy ^{b)} (EN 520) (Tyyppi F) | 13 mm + 15 mm | 46 min | 55 min | 40 min |
| Puulevy (EN 313-1, EN 309, EN 316, EN 300) + Kipsilevy ^{b)} (EN 520) (Tyyppi A) | 12 mm + 13 mm | - | 40 min ^{c)} | 30 min |
| Puulevy (EN 313-1, EN 309, EN 316, EN 300) + Palokipsilevy ^{b)} (EN 520) (Tyyppi F) | 12 mm + 15 mm | - | 55 min ^{c)} | 40 min |

^{a)} Rankarakenne, jonka ontelotila voi olla eristeellä täytetty tai eristeetön.

^{b)} Kyseinen levy palon puolella.

^{c)} Mikäli puulevy on paksumpi kuin 12 mm, voidaan arvoa korottaa määrällä $\Delta t = (d - 12 \text{ mm}) / \beta_0$.

P1-luokan rakennuksissa rakennuksen kantavuuden on säilyttävä myös jäähtymisvaiheessa. Kerto-runkoiset kattoelementit ja liimapuurunko täyttävät P1-luokan rakennuksen vaatimukset ja ovat palonkestoluokassa R60, ks. kohta 4.7.2. (Metsä Wood, [viitattu 11.3.2014]).

4.8 Suurelementtijulkisivut

Latokartanossa on käytetty tehdastekoisia suurelementtejä, joita hyödyntäessä säästää aikaa ja rahaa. Suurelementit ovat ulkoverhottuja tehtaalla valmiiksi ja ulkoverhous on liimapuupalkista sahattu järeä 42 mm paksu ja 31 cm korkea Kuningaspaneeli. Paneeli toimii hyvin niin lähimittakaavassa kosketusetäisyydellä kuin suurimittakaavaisena kaupunkirakentamisen julkisivuverhoiluna. (Metsä Wood, [viitattu 22.4.2014].)

Kuningaspaneeli valmistetaan halkaistusta liimapuupalkista. Liimapuu on monipuolinen ja kehittynyt materiaali puurakentamiseen, sen valmistukseen käytetään lujuuslajiteltua kuusisahatavaraa. Kuningaspaneeli koostuu höylätyistä toisiinsa liimatuista syynsuuntaisista lamelleista. Liimana Kuningaspaneelissa käytetään vaaleaa säänkestävää melamiiniliimaa. Järeällä Kuningaspaneelilla saadaan jopa 12-metristä yhtämittaista kieroutumatonta seinäpintaa nopeasti ja kustannustehokkaasti. Kuningaspaneeli säilyttää ulkonäkönsä, muotonsa ja mittansa paremmin kuin perinteinen panelointi. (Metsä Wood, [viitattu 28.3.2014]).



Kuvio 3. Kuningaspaneeli julkisivuna (Metsä Wood, [viitattu 25.4.2014]).

5 TYÖTURVALLISUUS

Turvallisuuden varmistaminen on osa rakennushankkeen normaalia toimintaa. Laki velvoittaa yritykset ja työmaat huolehtimaan toimintansa turvallisuudesta. Aluesuunnitelma on kirjallinen esitys siitä, miten työmaatoiminnot sijoitetaan rakennuspaikalla. Aluesuunnitelmaa ylläpidetään hankkeen edetessä ja siitä tulostetaan yksityiskohtaiset suunnitelmat rakentamisen eri vaiheita ja tehtäviä varten. Aluesuunnitelma toimii työ- ja turvallisuusjärjestelyjen tiedotusvälineenä hankkeessa toimiville. (Ratu C2-0299 2007, 2.)

Tapaturmat aiheuttavat paljon kustannuksia, joten turvallisen toiminnan varmistaminen on mahdollisuus alentaa hankkeen kustannuksia ja parantaa yrityksen kilpailukykyä. Hyvä turvallisuustaso vaikuttaa myös myönteisesti henkilöstön sitoutumiseen, työilmapiiriin sekä tuotannon laadun paranemiseen. Inhimillisestikin ajateltuna turvallinen työskentely on ainoa vaihtoehto. Kukaan ei halua tehdä työtä, jossa on mahdollisuus joutua tapaturmaan. (Ratu KI-6020 2010, 20).

Työturvallisuuslain RT STM-21543 (2013, 1) selostaa, että tämän lain tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja työolosuhteita työntekijöiden työkyvyn turvaamiseksi ja ylläpitämiseksi sekä ennalta ehkäistä ja torjua työtapaturmia, ammattitauteja ja muita työstä ja työympäristöstä johtuvia työntekijöiden fyysisiä ja henkisiä haittoja.

Rakennustyömaalla suoritetaan turvallisuuden seuranta viikoittain. Turvallisuustason seuraaminen ja edistäminen perustuu havainnoinnin kautta ilmenneiden puutteiden korjaukseen. Talonrakennustyömaan työturvallisuutta havainnoidaan TR-mittarin avulla. TR-mittari on työturvallisuuden havainnointimenetelmä, jolla saadaan työmaan työturvallisuuden taso selville. TR-mittaus tehdään kiertämällä sovittu reitti työmaalla ja merkitsemällä lomakkeeseen oikein/väärin havainnot tukkimiehen kirjanpidolla. (Työterveyslaitos 2013).

5.1 Ontelolaattojen asennuksen työturvallisuus

Betonielementtirakentamisessa on lukumääräisesti pienempi työtaturmariski. Vakavien tapaturmien osuus on kuitenkin suurempi. Yleisimpiä tapaturmien syitä elementtirakentamisessa ovat puutteet nostotöissä, puutteellinen tuenta sekä virheellinen varastointi ja kuljetus.

Ratu KI-6020 (2010, 110) ohjeistaa betonielementtien asennustyöntekijöitä vaarojen poistamisella ja työturvallisuuden parantamisella seuraavasti:

- Noudata elementtien asennussuunnitelmaa ja työmaan putoamissuojasuunnitelmaa.
- Tarkista elementtien merkinnät (kokonaispaino, painopiste), erityisohjeet yli 1000 kg elementeistä.
- Varastoi elementit vain niille suunnitellulle paikalle, jonka maapohjan kantavuus on varmistettu. Varmista elementtien riittävä tuenta.
- Ontelolaatat nostetaan suoraan kuormasta tai välivarastosta asennusjärjestyksen mukaisesti. Nostosakset kiinnitetään elementtiin keskeisesti niin, että laatan pään ja nostolaitteen välinen vapaa väli on vähintään 200 millimetriä. Nostaessa ontelolaattaa käytettävä aina varmuusketjua. Kavennetut laatat nostetaan tehtaalla esiasennettujen nostolenkkien avulla.
- Asennustyön aikana henkilöiden liikkuminen nostoreittien alla estetään ja nostot tehdään vapaan alueen kautta.
- Nosturinkuljettajalla ja asentajilla on oltava esteetön näköyhteys tai häiriötön puheyhteys. Nostoja ohjataan käsimerkein, jotka kuljettajan ja merkinantajan on tunnettava. Elementtien siirroissa käytetään tarvittaessa ohjauksohjeita.
- Kiinnitä jatkuvasti huomiota nostoapuvälineiden kuntoon (käyttöönotto tarkastus) ja huolehdi, ettei sallittuja enimmäiskuormia ylitetä.
- Huolehdi kulkureittien ja työkohteen riittävästä valaistuksesta ja siisteydestä.
- Huolehdi, ettei nostoapuvälineitä irroteta ennen kuin elementit on lopullisesti kiinnitetty tai asennusaikainen tuenta on riittävä.
- Huolehdi, että laattaelementeissä olevat aukot suojataan välittömästi kaihteilla tai riittävän lujalla kannella.

5.2 Puupilarien, -palkkien ja -elementtien asennuksen työturvallisuus

Puurunkotöistä koosteena tehty Ratu-kortti (51-0260, 4) esittää alustavan työturvallisuuden edistämisen tapahtuvan aloituspalaverin lisäksi myös tarkistamalla, että runkotyötä edeltävät rakenteet ovat suunnitelmien mukaiset, tarkastetut ja hyväksytyt. Työturvallisuutta lisää myös asennettavien materiaalien ja asennukseen käytettävän kaluston tarkastus, joka suoritetaan ennen työn aloitusta. Työryhmä perehdytetään työkohteeseen ja asennusmenetelmiin. Työryhmälle selvitetään varmistamismenetelmät sekä kohde- ja tuotekohtaiset työturvallisuustoimet. Lisäksi kohteen vastaanottotarkastuksessa tulee merkitä ylös mahdolliset virheet ja puutteet, jotka myös korjataan ennen töiden aloittamista.

Puurunkotyön Ratu-kortti (51-0260, 5) linjaa seuraavat työturvallisuuteen liittyvät asiat:

- Nostoalue erotetaan muusta työmaasta esimerkiksi lippusiimalla, jolloin ulkopuolisten liikkuminen nostoalueella estyy. Nostojen aikana on nostoalueella liikkuminen kielletty.
- Elementtejä nostaessa käytetään apuna ohjausköyttä. Nostoissa otetaan huomioon nostohetkellä vallitsevat sääolosuhteet esim. tuuli-, lumi-, lämpötila-, sade- yms. olosuhteet.
- Puutavaraa tai -elementtejä vastaanottaessa tarkistetaan toimituksen sisältö, materiaalin kunto sekä suunnitelmien- ja sopimuksenmukaisuus. Esimerkiksi pilareissa tulee olla reiät nostoja varten.
- Puuelementit tulee sijoittaa mahdolliseen välivarastoon asennusjärjestys huomioon ottaen ja tuetaan valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Henkilökohtaisia suojaimia tulee käyttää aina, kun on vaara, että asentajaan voi kohdistua kolhaisuja tai iskuja. Näitä suojaimia ovat esimerkiksi suojakypärä, turvakengät, kuulosuojaimet melutason ylittäessä 85dB sekä silmäsuojaimet työskennellessä. (Ratu 51-0260, 11). Työtasoja käytettäessä niiden tulee olla oikeankorkuisia ja tukevia. Nostoissa ja siirroissa käytetään apuna nostokoukkuja ja -hihnoja sekä nostoapuvälineitä. Telineillä ja nostolaitteissa tehtävässä työssä noudatetaan telinetyöstä ja henkilönostoista annettuja turvallisuusohjeita. Ensiapua varten työmaalla tulee olla vähintään yksi ensiavun antamiseen perehdytet-

ty henkilö, parit mahdollisen tapaturman uhrin siirtoa varten sekä ensiapuvälineet ja hoitoon sopiva huonetila. Työmaa pidetään siistinä, pakkaus- sekä muut työnai- kaiset jätteet lajitellaan ja siirretään jätelavoille ja -astioihin sitä mukaa, kun jätettä syntyy. (mts. 25).

5.3 Henkilönostimet ja työpukit

Henkilönostovälineinä käytetään akkukäyttöisiä nostureita (Liite 7) sekä työpukke- ja. Nostimet on helpointa vuokrata, koska laitteet tulee huoltaa työturvallisuuden mukaisesti sekä tarkastukseen tarvitsee sertifioidun tarkastajan suorittaman tar- kastuksen. Kohteessa välipohjaelementtejä asentaessa on käytetty henkilönostin- ta, saksilavanostinta, jonka kanssa on helppo liikkua ontelolaataston päällä (Kuvio 11). Turvallisinta saksilavanostimissa on pitää turvalajaita, joita varten saksila- voissa on kiinnityslenkit korin rakenteessa. Ylemmissä kerroksissa käytetään työ- pukkeja tai siirreltäviä ja paikalleen lukittavia telineitä.

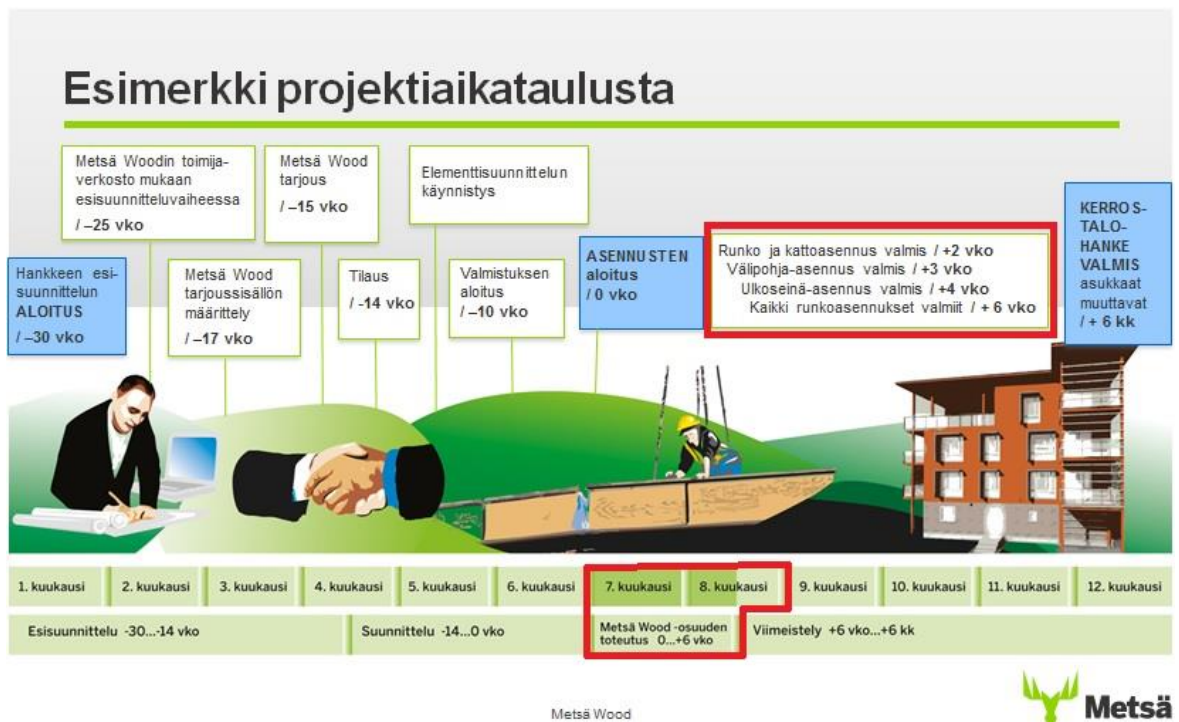
Työpukkeja varten on tehty määräykset, joita noudattaen työpukki täyttää työtur- vallisuusvaatimukset. Työpukin maksimikorkeus on 2 metriä sekä yli 0,5 metriä korkeat työpukit on varustettava kiinteillä, vaakatasossa olevilla askelmilla. Askel- mien syvyys on oltava vähintään 50 mm, leveys vähintään 300 mm ja askelmaväli enintään 300 mm. Työpukin korkeuden ollessa alle metrin työtason leveys tulee olla vähintään 0,3 metriä. Työpukin korkeuden ollessa yli metrin ja sallitun kahden metrin välissä, työtason leveyden tulee olla vähintään 0,4 metriä. (Työterveyslai- tos, 2010).

Rakennuksen ulkopuolelta tehtäviä asennuksia ja henkilönostoja tarvitaan yläpoh- japalkkeja kiinnitettäessä, kattoelementtivaiheessa sekä sääsuojauksessa. Näissä vaiheissa käytetään kuukulkijaa, jonka ominaisuutena on vertikaalinoston lisäksi toimivuus myös sivuttaissuunnassa. Kuukulkijan isot pyörät sopivat epätasaiselle alustalle toisin kuin saksilavanostin, joka tarvitsee täysin painumattoman, kovan ja suoran alustan. Kuukulkijan koria voidaan kääntää puomista, mikä edesauttaa ah- taissa tiloissa työskentelyä. Kuukulkijassa on lainmukaisesti pakollista käyttää tur- vavaljaita, joita varten löytyy kiinnityslenkki kuukulkijan korin rakenteesta.

6 RAKENNUSPROSESSI

Tähän osaan sisältyy karkeat tiedot Latokartanoon valmistettuun puukerrostalon pilari-palkkirungon rakennusprosessista. Prosessiin on sisällytetty myös tuoteosakaupan ulkopuolelle jäävät perustukset ja alapohja. Ne kuuluvat osaksi työtä koska nämä ovat rungon pystytystä edeltäviä työvaiheita, eikä ilman niitä runkoa pystyisi asentamaan.

Tuoteosakaupan elementtikokonaisuuden toimitus ja sen asennus on toteutettavissa kuudessa viikossa. Esimerkki tuoteosakaupan projekti aikataulusta, jossa työvaiheiden kesto on esitetty viikkoyksikössä, toteutui Latokartanon kerrostalojen kohdalla (Kuvio 4). Käytännössä tuoteosakaupan urakkaraja alkaa sokkelin peruspulteista ja loppuu ulkovaipan tiivistykseen.



Kuvio 4. Projekti aikatauluesimerkki (Metsä Wood, [viitattu 26.4.2014]).

6.1 Perustukset

Perustus kuuluu pääurakoitsijalle, ei kerrostalojärjestelmän tuoteosakauppaan. Pääurakoitsija voi valita joko paikalla valettavan jatkuvan anturan ja sokkelin, tai

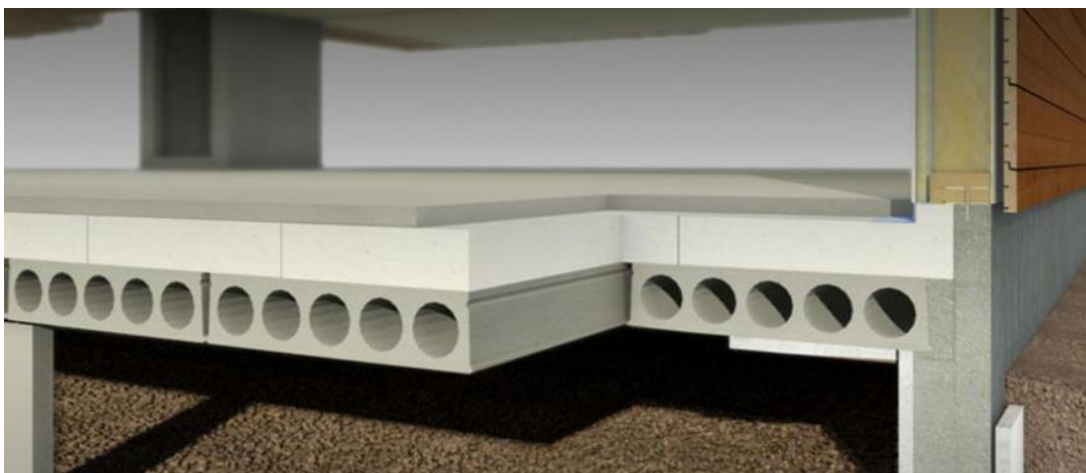
vaihtoehtoisesti anturalaatikot ja sokkelielementit. Perustus toteutettiin paikallavalusokkelilla ja jatkuvalla anturalla. Pilariparvekkeita varten sokkelin ulkopuolelle tulee pilarianturat sekä peruspilarit paikallavaluna toteutettuna. Perustuksissa kiinnitetään erityistä huomiota kertopilareita varten olevien pulttiryhmien koron sekä sijainnin tarkkuuteen (Kuvio 5).



Kuvio 5. Peruspulttien koron tarkistus (Metsä Wood, [viitattu 19.3.2014]).

6.2 Alapohja

Alapohjan työvaihe kuuluu pääurakoitsijalle kuten perustuksetkin. Tuoteosakauppa alkaa peruspultteihin asennettavista mastojäykisteistä. Alapohja koostuu ontelolaatoista, jotka tukeutuvat sokkelin varauksiin ontelolaattoja varten.



Kuvio 6. Ontelolaatan ja sokkelin liitos (Metsä Wood, [viitattu 24.4.2014]).

Ontelolaattojen saumavalu aloitetaan mahdollisimman pian laattojen ollessa asennettuna paikalleen, jopa ontelolaattoja asentaessa. Ontelolaattoja ei saa kuormittaa ennen kuin ontelolaatat on saumavalettu ja annettu kuivua yhtenäiseksi laataksi. Ontelolaattojen ollessa valmiina tuoteosakauppana toimitettava runkojärjestelmä voidaan aloittaa.

Ontelolaattojen yhteydessä asennetaan myös hissikuilu, joka koostuu betonielementeistä. Hissikuiluelementit itsessään toimivat äänieristeenä, kun hissikuilun liitokset ja muut raot on viimeistely eli juotosvalettu tai massattu tiiviisti kiinni. Näin estetään äänen kulkeutuminen ilmataskuja pitkin. Jokaisessa kerroksessa hissikuilussa on kolme seinäelementtiä, sivut ja takaseinä sekä välipohjan kohdalla on palkki hissien sisäänkäynnin kynnyksenä. Kuilun huippu ja pohja on toteutettu kuppielementeillä. Kuilua asennettaessa jokaisen välipohjan tuntumaan asennetaan työtaso, joka estää myöhemmässä vaiheessa kuiluun putoamisen sekä helpottaa kuilun elementtien asennusta ja saumausta.

6.3 Pilari-palkkirunko

Perustusten sekä alapohjan ollessa valmiita siirrytään prosessin seuraavaan osaan, kertopuiseen runkovaiheeseen. Rungon asennus lähtee pilareista, joiden jälkeen asennetaan palkit sekä kattoelementit. Kattoelementtien jälkeen asennetaan välipohjaelementit, jonka jälkeen rakennus suojataan huputtamalla. Huputus suojaa runkoa säältä, kosteudelta sekä tuulen vaikutukselta kerroksissa tehtäviin töihin, esimerkiksi taloteknisiin asennuksiin.

6.3.1 Pilarit

Alapohjan ontelolaattojen asennuksen jälkeen asennetaan yläpohjaan asti yltävät kertopuusta tehdyt pilarit. Pilareista osa on mastojäykisteitä, jotka ovat paljon massiivisempia kertolevyiksi kutsuttuja rakennusosia. Mastojäykisteitä on jokaisella sivulla yksi, lähes poikkeuksetta seinälinjan keskikohdalla. Mastojäykisteitä on vielä hissikuilun läheisyydessä sekä keskellä rakennusta. Mastojäykisteet ovat noin viisi kertaa leveämpiä muihin pilareihin verrattuna.



Kuvio 7. Mastojäkisteen asennus
(Metsä Wood, [viitattu 19.3.2014]).

Pilareiden asennus tapahtuu peruspultteihin pilareiden alapäähän tehtävän, 20–40 mm paksun teräslevyn liimapuuruuvauksen avulla (Kuvio 7, Liite 11). Teräslevyn mitat ja paksuus määräytyvät pilarille tulevan kuormituksen mukaan. Liitoksen vaatima asennusvaraus on noin 100 millimetriä. Palosuojaus matalaprofiilisessa teräslevyliitoksessa tulee tehdä esiin jääville teräsosille. (Liite 11). Pilarin liitos alapuolisiin osiin viimeistellään juotosvalulla ennen kuin pilareita kuormitetaan. Pilarin alapää tulee suojata kosteuden kulun katkaisevalla materiaalilla, esimerkiksi kumi-bitumikermillä. Pilarit tuetaan vinotuvin alapuoliseen rakenteeseen, tässä tapauksessa ontelolaattaan tai perustukseen.

Pilareille voidaan toteuttaa WeatherGuard-käsittely rakennusaikaisen kosteuden ja turpoamisen estämiseksi. Käytännössä WeatherGuard-käsittely toimii antaen käyttökohteelle pinnan, joka hylkii vettä. WeatherGuard-käsittely tehdään tehtaalla.

6.3.2 Palkit

Palkit asennetaan pilarien väliin massiivisten kulmalevyjen avulla. Kulmaraudan keskellä on poikittainen levy, jota varten palkin päässä on lovi, johon palkki laskeaan (Kuvio 8). Palkki ruuvataan kulmaraudan poikkilevyyn, joka on palkin lovessa estämässä palkin sivuttaisliikkeet. Kulmarauta on palkin levyinen ja kulmaraudan

ulokeosa on tarpeeksi pitkä, ettei palkin päähän pääse syntymään muodonmuutoksia.



Kuvio 8. Välipohjapalkin asennus kulmaraudan varaan (Metsä Wood, [viitattu 24.4.2014]).

Yläpohjaan tulevat, pilarien päissä oleviin varauksiin asennettavat palkit ovat massiivisempia kuin välipohjissa olevat palkit.

Osa välipohjan palkeista, joiden varaan Kerto-Ripa-laatta lasketaan, tarvitsee lisätukea esimerkiksi palkin pituuden tai erityisen kuormituksen takia. Näiden palkkien alle tulee tukipilari, jonka yläpäässä on T-mallinen metallilevy, joka tukee palkkia molempiin suuntiin pilarin omaa leveyttä enemmän välttämällä pistemäisen sekä palkin muotoon ja ulkonäköön vaikuttavan puristuksen (Kuvio 11).

Kokonaisuus, joka syntyy palkeista ja pilareista, tuetaan vielä väliaikaisesti vaakajäkisteillä rakennuksen nurkissa välipohjapalkkeihin kiinnitettynä (Kuvio 9). Tämä varmistaa, että runko ei pääse muuttamaan muotoaan.



Kuvio 9. Pilari-palkkirunko kattopalkkeja vaille valmis (Metsä Wood, [viitattu 19.3.2014]).

6.4 Kattoelementit

Kerto-Ripa-elementti asennetaan katolle eri tavalla verrattuna välipohjiin. Ripa-elementti nostetaan yksinkertaisesti kattopalkkien päälle. Elementeissä on itsessään tuuletusraot sekä räystäään muodostava lipa molemmissa elementin päädissä (Kuvio 10).

Kattoelementit kiinnitetään sivusaumassa toisiinsa kiinni ristiinruuvaamalla 35 asteen kulmassa, 60 millimetrin päästä elementin reunasta k600:n jaolla (Liite 1). Kattoelementin päädyt kiinnitetään puuruuveilla kattopalkkeihin (Liite 2). Liitteissä 1 ja 2 olevissa detaljeissa ei ole tuuletusrimoitusta tai vesikatetta, kuten kattoelementin nostokuvassa on (Kuvio 10). Elementissä on vesikate työmaalle toimitettaessa, elementeissä on ylimääräinen huopakaistale työmaalle jäävää hitsausta varten.

Porraselementit asennetaan ennen porraselementtien päälle tulevia kattoelementtejä, koska katon umpeutuessa porraselementit tulisi nostaa ja työntää jollakin vaikeammalla tavalla pilarien ja palkkien välistä kerroksiin. Puiset porraselementit asennetaan nousevaksi hissikuilun eteen.



Kuvio 10. Porras- sekä kattoelementin nosto (Puuinfo, [viitattu 31.3.2014]).

6.4.1 Välipohjaelementit

Välipohjana toimivat Kerto-Ripa-laatat nostetaan yläpinnassa olevan Kerto-Q-levyn, elementin päissä olevien ylitysten varaan. (Metsä Wood 2013, 7).

Kerto-Ripa-lattiaelementit voidaan kiinnittää monella eri tavalla, pääasiallisesti ruuvaamalla vinosti noin 35 asteen kulmassa elementin kansilevynä toimivasta Kerto-Q-levystä viereisen elementin reunimmaiseen ripaan (Liite 9). Välipohjaelementit voidaan nostaa keveyden ansiosta kuorma-auton integroidulla kappaletavarano-
nosturilla. Tällä ratkaisulla saat toimituksen sekä nosturin samanaikaisesti.



Kuvio 11. Kerto-Ripa-lattiaelementin nostovaihe (Metsä Wood, [viitattu 22.3.2014]).

Kerto-Ripa-elementeissä on tehtaalla valmiiksi tehdyt reiät LVIS- sekä sprinkleritekniikka niin vaakataso- kuin pystykuilukuljetusta varten (Kuvio 11 ja 13 sekä Liite 10). Ne elementit, joissa kuljetetaan LVIS- tai sprinkleritekniikkaa tuodaan alapuoli avonaisena, eli niissä ei ole tehdasasennettua eristettä, laudoitusta, jousirankaa tai kipsilevytystä (Kuvio 11, 12, 13). Työmaalla asennetaan yksi ääneneristekerros, jolloin ripojen väliin jää vielä tilaa LVIS- ja sprinkleritekniikan asentamiseen vaakatasoon (Kuvio 13).

Märkätilaelementeistä tulevat viemäriiitokset välipohjaan suoritetaan alapuolisesti ripalaattoihin ja viemärien kaadot toteutetaan kiinnittämällä putket kannattimilla ripalaatan yläpinnan Kerto-Q-levyyn (Kuvio 12). Kannattimet on varustettu kumisella kontaktipinnalla putkea vasten, jolloin putken kiinnityskohta on ääni- ja värähelyeristetty.



Kuvio 12. Kaivot sekä viemärit välipohjaelementissä (Metsä Wood, [viitattu 26.4.2014]).

Välipohjaelementeissä viedään pystykuilut keskitetysti, esimerkiksi porraskäytävän yhteyteen, ettei reikiä olisi joka puolella heikentämässä rakennetta niin ääneneristyksellisesti kuin lujuudellisestikin. Nämä pystykuiluja varten olevat tehtaalla valmistetut reiät on myös peitetty valmiiksi turvallisuussyistä tehtaalla (Kuvio 11). Reiän väliaikaispeittona toimivan kansilevyn tulee olla tarpeeksi vahva levy, että se kestää esimerkiksi päältä kävelemisen heilahtamatta tai muuten aiheuttamalla työturvallisuusriskejä.



Kuvio 13. Kerto-Ripa-lattiaelementeissä on läpiviennit talotekniikkaa varten (Metsä Wood, [viitattu 3.4.2014]).

Ilmanvaihtoputkisto välipohjissa on keskitetty kylpyhuonetilaelementin sisällä olevaan huoneistokohtaiseen ilmanvaihtokojeeseen (Kuvio 14). Muissa tiloissa ilman-

vaihtoputkisto koteloidaan tai sijoitetaan alaslaskettuun kattoon. Tilaelementin yläpuolella on reilusti tilaa kojeen vaatimalle putkistoryhmälle. Ilmanvaihtoputki tulee eristää, mikäli kyseessä on poistoputki, joka on yhteydessä ulkoilmaan. Lämmöneristeen lisäksi käyttötarkoituksia ovat muun muassa kondenssi-, palo-, ja ääneneristys.



Kuvio 14. Ilmanvaihtokojeen putkisto (Metsä Wood, [viitattu 26.4.2014]).

Työmukavuutta sekä työturvallisuutta voi lisätä asentamalla ulkoseinäelementtejä jo ennen välipohjavaihetta tai samanaikaisestikin toimimaan tuulen suojana. Ulkoseinäelementtien asentamisessa ensin on kuitenkin riskejä, esimerkiksi valmiiksi asennettu ulkoseinäelementti voi mahdollisesti vaurioitua välipohjaelementin noston yhteydessä.

Välipohjan ripalaattoihin tehtävät ripustukset suositellaan tehtäväksi jalkaruuveilla, joissa 8 mm tai 10 mm kierretangot. Nämä soveltuvat palokipsilevyn kanssa käytettäväksi, koska ruuvin jalkaosa antaa ruuvin tekemälle reiälle tiiviin lopputuloksen. Jalkaruuvien liitintyyppinä toimii esimerkiksi Würthin Wümax Vertigo -ruuvi, jonka koko on 6,5x70 mm, kierreosaa n. 50 mm. Tämän ruuviliitoksen sallittu ripustuskuorma on 100 kg/ruuvi. Minimietäisyys välipohjaelementin reunasta on 25 mm sekä ruuviväli vähintään 65 mm. Ruuvit kannattaa jättää paikoilleen, vaikka ripustuksia poistettaisiin. Näin ruuvien kohta säilyy tiiviinä. Jos kuitenkin ruuvien poistaa, reikä tulee tiivistää tiivistysmassalla, jolloin elementin höyrytiiviyys varmistuu. (Metsä Wood, [viitattu 26.4.2014]).

6.4.2 Rungon suojaus säältä

Välipohjan asennuksen jälkeen toteutetaan tuoteosakauppaan kuuluva rakennuksen täyshuputus. Huputus aloitetaan välittömästi välipohjan asennusvaiheen jälkeen, ellei jopa hieman yläpohjavaiheen aikaankin, mikäli sää sitä siinä vaiheessa vaatii. Vaikka runko onkin käsitelty kosteutta hylkivällä aineella (WeatherGuard), kosteuden pääsy runkoon on estettävä täydellisen lopputuloksen saavuttamiseksi.

Huputus on periaatteessa rakennuksen suojausta suojamuoveilla, jotka peittävät rungon mahdollisimman hyvin haitalliselta kosteudelta. Suojamuovit ulottuvat kat-topalkeista perustuksiin. Jos elementtiasennusta jatketaan heti välipohjan jälkeen seuraavaan osioon, julkisivuelementteihin, suojausta ei kannata turhaan laittaa julkisivuasennuksen tielle.



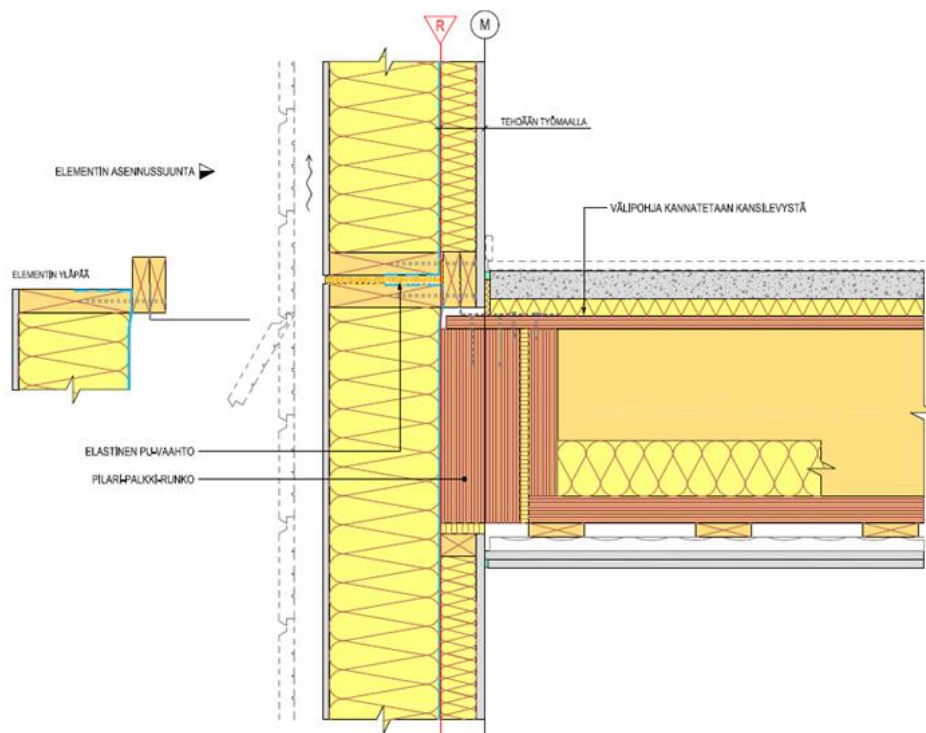
Kuvio 15. Rakennuksen huputus (esimerkkikuva)
(Metsä Wood, [viitattu 22.4.2014]).

Suojaus tapahtuu turvallisesti siihen tarkoitettuja nostimia käyttäen sekä rauhoittamalla työskentelyalueen ympäristö suojausta varten. Mikäli suojausta kiinnitetään samanaikaisesti välipohjaelementtien nosto- ja asennusprosessin kanssa, erityistä huomiota tulee kiinnittää työturvallisuuteen. Kuukulkijaa muovituksessa käytettäessä tulee varoa välipohjaelementtien nostoa ja pyöritystä paikalleen. Kuukulkija toimii ilman tukijalkoja, joten sillä voi ajaa korin ollessa ylhäällä. Muovi-

tus pyritään tekemään mahdollisimman yhdessä osassa pystysuunnassa estämään tuulen aiheuttamat repeytymät. Muovien repeytymisen estämiseksi suoja-
muovit kiinnitetään ruuvaamalla lautoja kerroksittain pilareihin ja palkkeihin (Kuvio 15). Ruuvien sijasta voi käyttää naulojakin, mutta lautakiinnityksen maksimoimiseksi kiinnike tulee laittaa kantaa myöten lautaan kiinni, eikä naulaa ole tällöin aivan niin helppo ottaa irti. Pelkät ruuvit tai naulat eivät pidättele muovia tuulen paineen alaisena.

6.4.3 Kevyet suurelementtijulkisivut

Suurelementtien asennus tapahtuu nostamalla ajoneuvonosturilla elementti paikalleen, riippuen työn alla olevasta kerroksesta, joko sokkelin (Kuvio 6) tai edellisen kerroksen julkisivuelementin päälle (Kuvio 16). Elementtien kiinnitys tapahtuu ruuvein elementin yläpäässä olevien kiinnityskappaleiden avulla. Maantasossa oleva elementti kiinnitetään normaalin alajuoksun tapaan sokkelin päälle. Sokkelin päälle asentaessa tulee huomioida, että riittäväksi alajuoksun tiivisteeksi luokiteltu solumuovi tai bitumikaista on estämässä elementin puuosien kontaktin sokkeliin.



Kuvio 16. Julkisivuelementin ja Kerto-Ripalaatan välinen liitosdetalji välipohjan kohdalla (Metsä Wood, [viitattu 24.4.2014]).



Kuvio 17. Suurelementin nostovaihe (Metsä Wood, [viitattu 31.3.2014]).

Suurelementtien yksi eduista, kustannustehokkuus, johtuu työmaalla tapahtuvasta nopeasta asennusprosessista. Kun normaalisti paikalla tehtävä julkisivu veisi viikkoja ja laatu voisi olla epätasaisempaa kuin tehdään sisäoloissa tuotettu, suurelementtien nosto ja asennus sekä ulkoverhouksen viimeistelevät osuudet vievät vain viikon. Suurelementtejä käytettäessä säästetään aikaa aukkojenkin suhteen, kun ei tarvitse asentaa ikkunoita työmaalla.

6.5 Parvekerakenteet

Parvekkeet kuuluvat tuoteosakauppaan ja niitä lähdetään asentamaan sisätöiden jälkeen, koska mahdolliset nostot on helpompi tehdä suoraan ovista tai ikkunoista etteivät parvekerakenteet vaurioituisi. Nostoja valmiin ikkunan tai oven kohdalta kuitenkin tulee tehdä harkiten, etteivät nekkään vaurioidu. Parvekkeet on toteutettu pilariparvekkeen muodossa. Parvekkeen jokaisessa kulmassa on pilari, jonka kautta päällekkäisten parvekkeiden kuormat johdetaan perustuksiin ja sitä kautta maaperään. Pilarien päissä on rakennuksen suuntaiset palkit, joiden päällä on poikittaiset palkit, jotka kantavat kyllästetyn Kerto-Q-levyn (Kuvio 3). Levy tulee kallistaa esimerkiksi korokerimoilla tai palkkien viistoudella antaen riittävän laskun vedelle laskeutua parvekkeen reunassa sijaitsevaan vesikouruun. Kerto-Q-levyn

päälle on asennettu vesieriste, joka takaa veden esteettömän valumisen kouruun. Vesieristeen päälle asennetaan puuritiä jonka läpi vesi pääsee valumaan vesieristeelle.

RT-ohjekortti Parvekerakenteista (86-10563 1995, 8) linjaa, että ulokeparveke suositellaan aina tehtäväksi vedeneristettynä. Lisäksi vedeneristetty parveketaso tehdään esimerkiksi pontatusta vanerilevystä (vähimmäispaksuus 15 mm, kun palkkijako k600) tai muusta ulkokäyttöön tarkoitettusta rakennuslevystä, joka päällystetään vedeneristeellä, esimerkiksi eristyskermillä. Vedeneristeen tulee kestää parvekkeeseen kohdistuvat säärasitukset ja lämpötilanvaihtelut. Varsinaiseksi kuluspinnaksi sijoitetaan vedeneristeen päälle irrotettavat puuritiät. Alusjuoksut voidaan muotoilla siten, että ritilä asettuu vaakasuoraan.

6.6 Väliseinät

Väliseinien teko kuuluu pääurakoitsijan tehtäviin. Väliseinissä on tärkeintä huomioida ääneneristävyys sekä paloturvallisuus. Kerrostalojärjestelmän väliseinät ovat kevyitä, ei-kantavia väliseinärakenteita. Tämä avaa ovet monelle saneerausratkaisulle tai jopa asunnon laajentamiselle.

Koska kantavia väliseiniä ei ole, huoneistojen välisiä seiniä on helppo muuttaa rakennuksen elinkaaren aikana. Rakennejärjestelmä tarjoaa hyvän muuntojoustavuuden. (Puuinfo, [viitattu 3.4.2014]).

Levyseinän äänieristys riippuu seinän kummallakin puolen olevien levyjen määrästä, tukirakenteen tukien mitoista, siitä onko käytössä yksin- vai kaksinkertainen tukirunko sekä tyhjän tilan eristävydestä. Mitä enemmän ja mitä painavampia levyjä käytetään, sen parempi on eristysteho (Liite 7). Tukirungon tukien suurempi koko lisää äänieristystä, kaksinkertainen runko eristää paremmin ääntä kuin yksinkertainen ja tyhjän tilan eristys parantaa ääneneristystä erityisesti kaksinkertaisten tukirakenteiden yhteydessä. Seinässä, jonka äänieristys on erittäin hyvä, kipsilevyt on sijoitettu kaksinkertaisen runkorakenteen molemmin puolin, ja runkorakenteen tyhjä tila on eristetty mineraalivillalla. (Knauf 2011 b.)

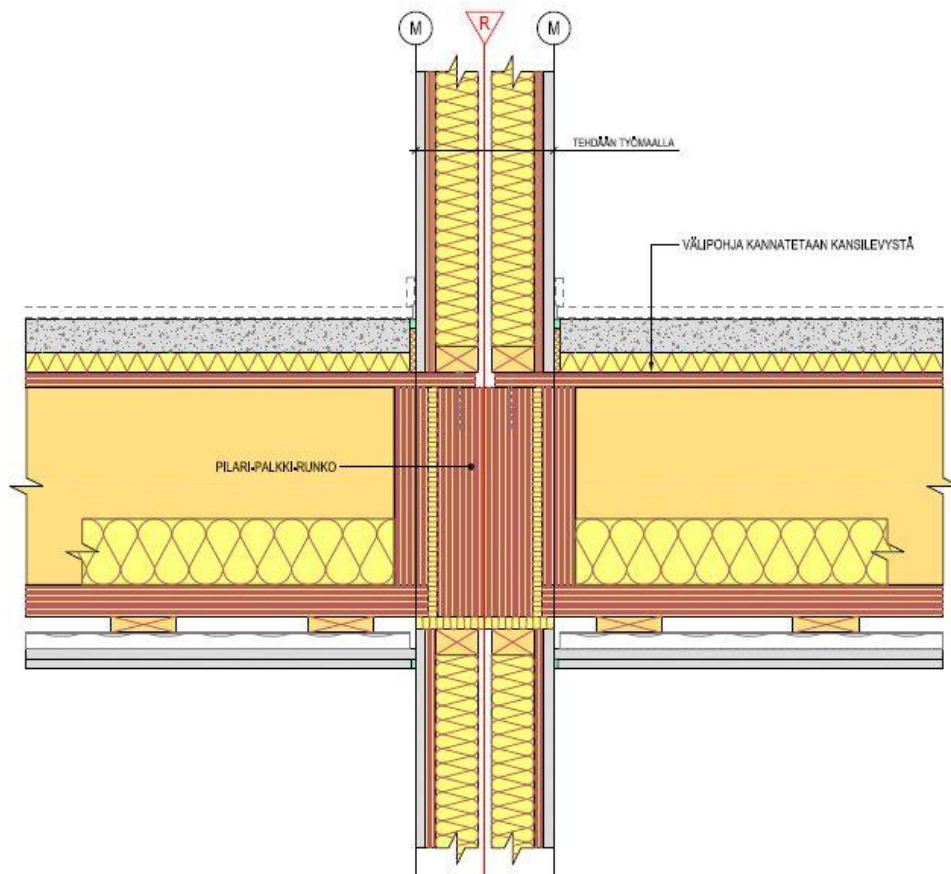
6.6.1 Asuntojen väliset osastoivat väliseinät

Osastoivat väliseinät ovat tuplarungollisia, mittatarkoista Kerto-T-tolpista tehtyjä väliseiniä. Kahden vierekkäisen seinän teossa tulee huomioida tolppajako, toisen seinän tolppien tulisi olla keskellä toisen seinän tolppaväliä (Kuvio 18).



Kuvio 18. Kerto-T-tolppa kaksinkertaisen seinän rankamateriaalina (Metsä Wood, [viitattu 3.4.2014]).

Liitäntöjen on oltava tiiviitä savukaasuja vastaan. Koska ei voida tietää, kumpi puoli joutuu palon kohteeksi, liitännät tulee tiivistää rakenteen molemmin puolin. Jos muuta ei mainita, tiivistyksessä käytetään palonkestävää tiivistysmassaa. (Knauf 2011 a.)



Kuvio 19. Välipohjan leikkaus
(Metsä Wood, [viitattu 3.4.2014]).

Huoneistojen välisessä seinässä sähköasennuksen suositellaan tehtäväksi palo- ja ääniteknisistä syistä pinta-asennuksena (Puuinfo, [viitattu 26.4.2014]).

Kaksirunkoisella seinällä ilmaääneneristysluku R'_w on 55 dB (Liite 6).

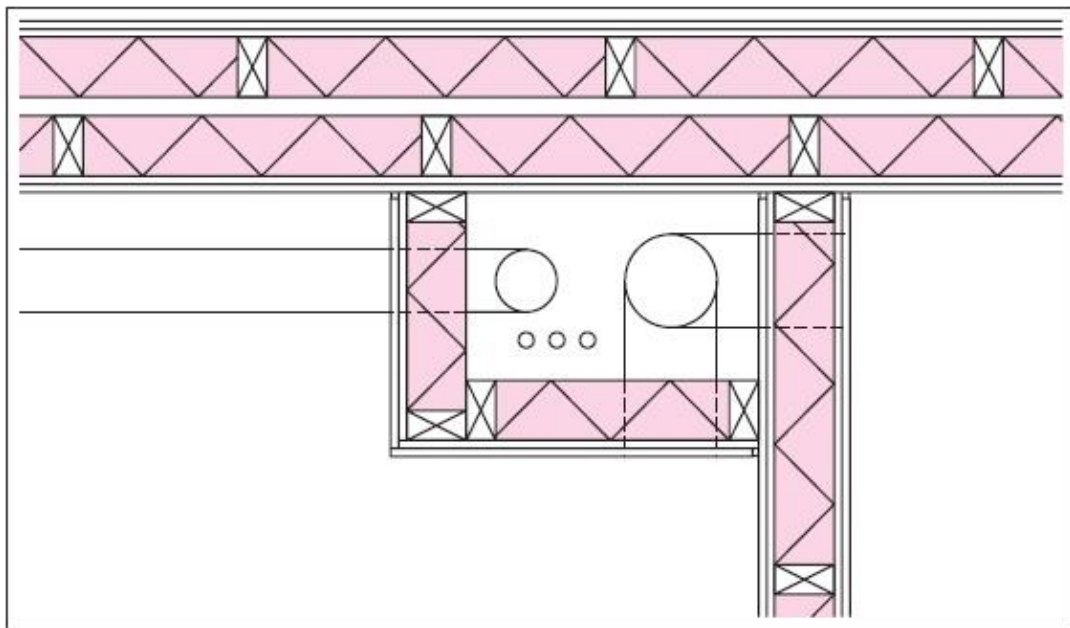
6.6.2 Asuntojen sisäiset väliseinät

Asuntojen sisäisiä huoneita erottavat väliseinät koostuvat myös Kerto-T-tolpista. Asunnon sisäiset väliseinät koostuvat yksinkertaisesta kipsilevystä molemmin puolin yksinkertaista Kerto-T-rankaa.

Runkojaon mitta tolppien keskeltä keskelle on 600 mm eli k600. Laatoitettavissa seinissä, mikäli niissä ei käytetä erikoiskovaa EK-Gyproc -levyä, on jakoa tihennettävä 300 tai 400 mm:iin. Runkotolpituksessa on muistettava myös mahdolliset lisä-

tuennat pesualtalle ja muille seinään kiinnitettävälle raskaille esineille. (Rakentaja 2006.)

Talotekniikkaa varten olevat nousukuilut voidaan tehdä puurakenteisina osastoivi- en väliseinärakenteiden tapaan (Kuvio 20). Osastoivaan kUILUUN sijoitettu ilman- vaihtokanava ei tarvitse erillistä paloeristystä. Nousuviemärit tehdään joko muovi- putkista varustettuna palo- ja äänieristein tai valurautaputkista. Valurautaputket eivät edellytä erillistä palo- tai äänieristystä. (RT 82-10838 2005, 19).



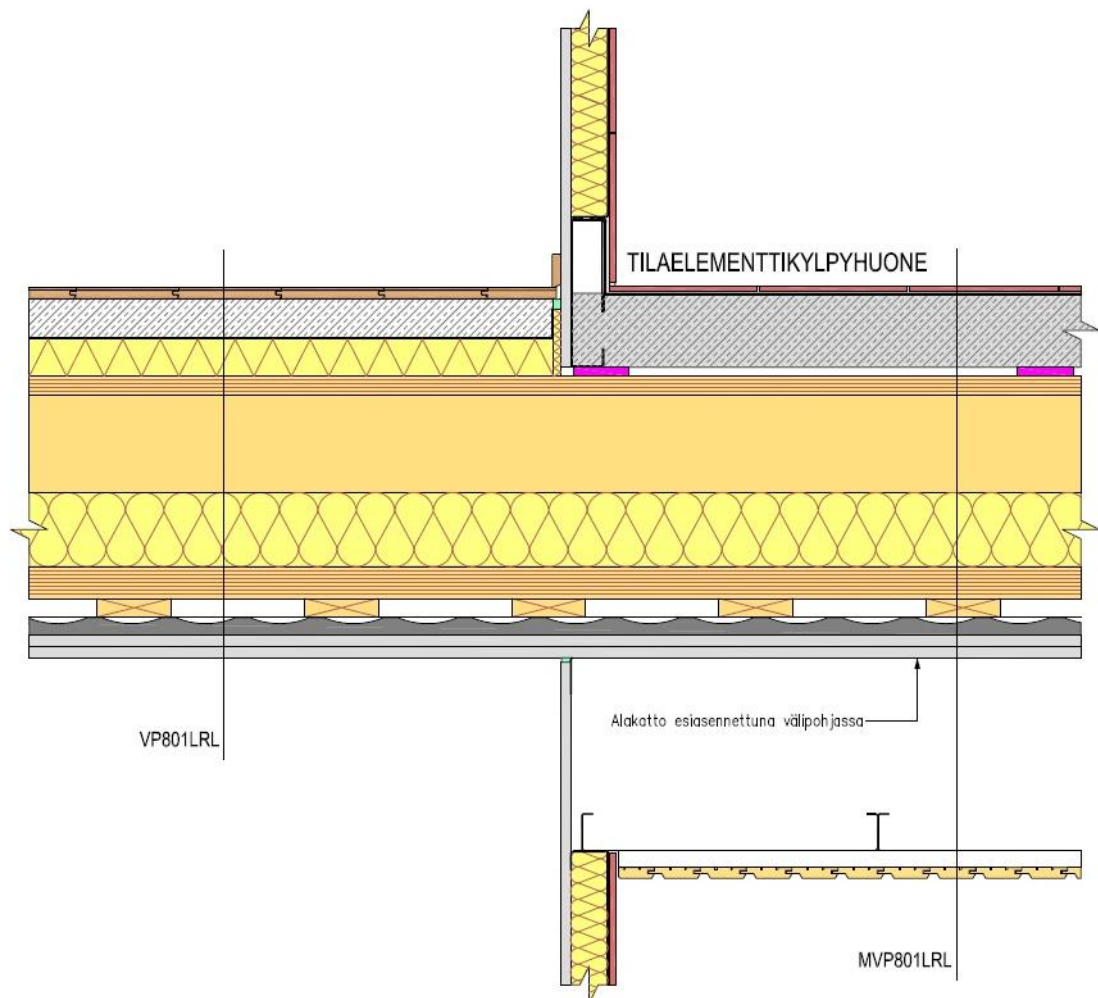
Kuvio 20. Talotekniikan pystykuilun osastoiva seinä (RT 82-10838 2005, 19).

6.7 Märkätilat

Tilaelementtien asennus kuuluu pääurakoitsijalle, jonka tulee kiinnittää huomiota esimerkiksi tilaelementtiä seuraavana olevan tilan tekemiseen. Märkätilan ympärillä tilojen lattia tasataan tilaelementin valmiin lattiapinnan tasoon. Tämä estää huoneiden tasoerot ja näin ollen nostaa viihtyvyyttä (Kuvio 21).

Kylpyhuonetilaelementit nostetaan ennen julkisivuelementtejä rakennuksen sivusta kerroksiin. Kerroksissa ne voidaan siirtää paikalleen pumppukärriä apuna käyttäen.

Tilaelementti on käytännössä huone, jossa on jo kalusteet sekä pintamateriaalit valmiiksi tehtaalla asennettuna. Työmaalle jää tehtäväksi vain kytkennät ja tilaelementtiin liittyvät valmistelut. Viemärit ohjataan tehtaalla esivalmistettuihin ripa-laattassa olevia pystykuiluja varten tehtyihin läpivientireikiin (Kuvio 10). Kerrostalojärjestelmän märkätilojen yläpuolella välipohjana toimivien Kerto-Ripa-laattojen alapuoliset rakenteet ja pintamateriaalit asennetaan työmaalla ääneneristävyyden saavuttamiseksi.



Kuvio 21. Märkätilaelementin kynnyksdetalji (Puuinfo, [viitattu 22.4.2014]).

7 YHTEENVETO

Puu on luonnollinen ja teknisesti kilpailukykyinen materiaali. Se soveltuu vastuulliseen ja ympäristöä säästävään yhdyskuntasuunnitteluun, rakentamiseen, asumiseen ja sisustamiseen. Monipuolisuutensa ansiosta se sopii käytettäväksi niin asuinrakentamisessa kuin liike-, teollisuus- ja julkisrakentamisessakin. (Metsä Wood, [viitattu 22.4.2014]).

Viikin puukerrostalokorttelin suunnittelu käynnistyi ajanjaksona, jossa puisten asuinrakennusten suunnittelu ja rakentaminen oli jäänyt merkittävästi jälkeen keski- ja pohjois-eurooppalaisesta kehityksestä. Arkkitehtisuunnittelulle asetettiin kaksi päätavoitetta. Hankkeella tuli osoittaa, että puukerrostalorakentaminen on kilpailukykyistä perinteiseen betonielementtirakentamiseen verrattuna. Toisaalta puukorttelin tuli myös vakuuttaa investoijat ja asuntojen ostajat/vuokraajat siitä, että puukerrostalokortteli tarjoaa puitteet viihtyisälle ja kodikkaalle asumiselle. Puukerrostalojen rakentaminen on ollut kasvussa jo useamman vuoden ja kasvu tulee jatkumaankin. (Metsä Wood, [viitattu 22.4.2014]).

Kerrostalojärjestelmän materiaalin, puun, yleinen etu on keveys. Perustukset ovat pienemmät kuin betonirunkoisessa kerrostalossa ja näin ollen siinä säästää aikaa ja rahaa. Eikä asennuksia tai huoltotöitä varten tarvitse olla järeimmästä päästä olevaa kalustoa. Kerrostalojärjestelmän yleisenä etuna taas on runkovaiheen nopeus. Yhden Latokartanon kerrostalon runkovaiheen teossa pilarien asennuksesta ulkovaipan tiivistykseen vie noin kaksi viikkoa (Koskinen 2014). Elementtiteollisuuden hyötynä on tasainen ja dokumentoitu laatu.

Kerrostalojärjestelmän etu, muuntojoustavuus tarkoittaa käytännössä sitä, että kun kantavia seiniä ei ole, kerrokset voi suunnitella täysin erilaisiksi. Ainoa rajaava tekijä on jakavan ja osastoivan liikenteen tilat. Jakavan liikenteen tiloiksi luokitellaan käytävät ja osastoivan liikenteen tilaksi porrashuoneet. Asuntoja ei voida laajentaa käytävälle eikä LVI-tekniikan päälle, ainakaan taloudellisella ja pienimuotoisella saneerauksella. Asuntoja voidaan myös yhdistää rakennuksen elinkaaren aikana, jolloin LVI-tekniikan voi jättää uusien rakenteiden alle.

8 POHDINTA

Mielestäni puukerrostalorakentamiselle tulisi antaa enemmänkin sijaa asunto-markkinoilla. Vielä niin urakoitsijoilla kuin suunnittelijoillakin on epävarmuutta, joka estää puukerrostalotuotannon räjähdysmäisen nousun. Toisaalta betoni on tuttu, paljon käytetty ja turvallinen raaka-aine, joka murentaa puun asemaa kerrostaloteollisuudessa. Olemassa on kuitenkin yrityksiä, jotka ajavat puun yleistymistä kerrostalon runkomateriaalina eteenpäin esimerkin omaisella tyyllillä.

Työssä käsittelemäni pilari-palkkirunkojärjestelmä luo pienyrittäjällekkin mahdollisuudet edistää puukerrostalorakentamista. Mielestäni kyseessä on nopea ja helppo ratkaisu kerrostalorakentamiseen. Hinta jäi täysin Metsä Woodin tietoon, mutta veikkaisin, että kyseessä on jossakin määrin kalliimpi ratkaisu, koska kyseessä on niin pienestä tuotantomäärästä, että kysyntää ei ole tarpeeksi hintojen pudottamisen edellyttämiseksi. Mielestäni kilpailukykyä kuitenkin tuo rungon keveys, jossa säästytään massiivisilta perustuksilta sekä rungon koostuminen elementeistä takaa nopean runkovaiheen, jossa säästää työkustannuksissa. Keveyden ansiosta voi käyttää pienempää huolto- ja asennuskalustoakin, missä nostokapasiteetti on vain tarpeeksi korkealle. Kehittelyä vaatisi järjestelmän käyttäminen kaupunkien keskustoissa. Jos pilari-palkkirunko on tehokkaimmillaan 3–4-kerroksisena ja kaupungin ruutukaavan linjaus edellyttää esimerkiksi 5–6-kerroksista, täytyisi miettiä mitä tulisi kehittää, että pilari-palkkirunkoa voitaisiin viedä CLT-kerrostalojen kaltaisesti 8-kerroksiseksi. Tässä kuitenkin on potentiaalia lähiöiden asuntotehokkuuden maksimoimiseksi. Esimerkiksi kaupungit, joilla on huutava pula opiskelija-asunnoista, mielestäni nopein ja ekologisin ratkaisu olisi juurikin tämä.

Rakentaminen puusta on kiinnostanut minua jo pitkään. Puun kanssa on miellyttävämpi työskennellä, josta sain idean lähteä selvittämään hieman puukerrostalon runkomenetelmää opinnäytetyön muodossa sekä perehtymään paljon puukerrostaloihin liittyvään kirjallisuuteen ja verkkosivustoihin. Näistä lähteistä löytyi myös paljon erilaisiakin puukerrostaloon liittyviä runkovaihtoehtoja, esimerkkinä CLT-menetelmä sekä paikalla rakennettu platform-menetelmä. Opinnäytetyö osoitti, että uusia menetelmiä otettaessa käyttöön tulee siitä pitkäksi aikaa opittavaa. Puukerrostalo tulee vain kohdata rohkeasti ja oppia kokemuksen myötä.

LÄHTEET

- Karjalainen, M., Heikkilä, J., Koiso-Kanttila, J. & Kilpeläinen, M. 1997. Suomalainen puukerrostalo. [Verkkosivu]. [Viitattu 11.3.2014]. Saatavana: <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/puuktal2.html>
- Knauf. 2011 a. Rakenteet ja palo. Palonsuojalevyllä KPS 15 levytetyt rakenteet [Verkkosivusto]. [Viitattu 3.4.2014]. Saatavana: <http://www.knauf.fi/rakennusfysiikka/palo/rakenteet-ja-palo>
- Knauf. 2011 b. Rakenteet ja ääni. Levyseinän äänieristys. [Verkkosivusto]. [Viitattu 3.4.2014]. Saatavana: <http://www.knauf.fi/rakennusfysiikka/%C3%A4%C3%A4ni/rakenteet-ja-%C3%A4%C3%A4ni>
- Knauf. Ei päivystä. Ääneneristys ja palonsuojaus. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 26.4.2014]. Saatavana: http://www.knauf.fi/sites/default/files/esite_manual_5_aanipalo.pdf
- Koskinen, S. xxx.xxx@xxx.fi 30.1.2014. Metsä Wood kerrostalojärjestelmän aineistoa. [Henkilökohtainen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Jani Kiiskinen. [Viitattu 19.3.2014].
- Marioff. 2009. HI-FOG-järjestelmät rakennuksissa. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 26.4.2014]. Saatavana: http://www2.marioff.com/media/brochures/de_DE/localized-brochures/files/86844557996792439/default/2400B-FI%20HI-FOG%20systems%20for%20buildings.%20Finnish.pdf
- Metsä Wood. Ei päivystä. Vastuullisuus. Ekotehokkaat tuotteet. [Verkkosivu]. [Viitattu 22.4.2014]. Saatavana: <http://metsawood.fi/yritys/Vastuullisuus/ekotehokkaatuotteet/Pages/Default.aspx>
- Metsä Wood. Ei päivystä. Kerto-esite. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 11.3.2014]. Saatavana: <http://www.metsawood.com/materialarchive/MaterialArchive/MW-Kerto-FI-2012.pdf>
- Metsä Wood. Ei päivystä. Lattiat. [Verkkosivu]. [Viitattu 26.4.2014]. Saatavana: <http://www.metsawood.fi/ammattirakentaminen/pages/lattiat.aspx>
- Metsä Wood. 2012. Kerto-käsikirja. Valmistus. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 24.4.2014]. Saatavana: <http://www.metsawood.com/materialarchive/MaterialArchive/Kerto-kasikirja-Valmistus.pdf>

- Metsä Wood. 2013. Metsä Wood Kerrostalojärjestelmä. [Verkkójulkaisu]. [Viitattu 31.3.2014]. Saatavana: <http://issuu.com/metsagroup/docs/metsawood-kerrostalojarj-2013-low>
- Metsä Wood. 2012. Metsä Wood järjestelmät rakentamiseen. Puun hidas hiiltymisen suoja palotilanteessa. [Verkkójulkaisu]. [Viitattu 11.3.2014]. Saatavana: <http://www.metsawood.com/materialarchive/MaterialArchive/MW-jarjestelmat-2012.pdf>
- Metsä Wood. Ei päivystä. Mittakaavaltaan inhimilliset puukerrostalot. [Verkkosivu]. [Viitattu 22.4.2014]. Saatavana: <http://metsawood.fi/ammattirakentaminen/kerrostalojarjestelma/Pages/Mittakaa-valtaaninhimillisetpuukerrostalot.aspx>
- Metsä Wood. Ei päivystä. Katot. Kerto-Ripa-kattoelementti. [Verkkosivu]. [Viitattu 25.4.2014]. Saatavana: <http://www.metsawood.fi/ammattirakentaminen/katto/kattoelementit/Pages/Kerto-Ripa-kattoelementti.aspx>
- Metsä Wood. Ei päivystä. Kuningaspaneeli. [Verkkosivu]. [Viitattu 28.3.2014]. Saatavana: <http://www.metsawood.fi/tuotteet/liimapuu/pages/kuningaspaneeli.aspx>
- Metsä Wood. Ei päivystä. Puukerrostalojen kortteli. [Verkkosivu]. [Viitattu 25.4.2014]. Saatavana: <http://www.metsawood.fi/ammattirakentaminen/referenssit/Pages/Viikinpuukerrostalot.aspx>
- Puuinfo. 2010. Hyvä tietää puusta. [Verkkójulkaisu]. [Viitattu 28.3.2014]. Saatavana: <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/info/puuinfon-julkaisut-kuluttajille/hyvatietapuusta.pdf>
- Puuinfo. 2012. Pilarin alapään liimaruuviliitos. [Verkkójulkaisu]. [Viitattu 27.4.2014]. Saatavana: <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/pilarin-alapaan-liimaruuviliitos/pilarinalapaanliimaruuviliitos.pdf>
- Puuinfo. Ei päivystä. Puukerrostalo. Pilari-palkkijärjestelmä. [Verkkójulkaisu]. [Viitattu 3.4.2014]. Saatavana: <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/info/puukerrostalot/puukerrostalo.pdf>
- Puuinfo. 2013. Puurakenteen palomitoitus. [Verkkójulkaisu]. [Viitattu 25.4.2014]. Saatavana: <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/puurakenteen-palomitoitus/puurakenteenpalomitoitus.pdf>

- Puuinfo. 2014. RunkoPES 2.0. Mallikerrostalon vesi- ja viemärintisuunnitelma. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 25.4.2014]. Saatavana: http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/runkopes-20/vesi- ja viemarointisuunnitelma_0.pdf
- Puuinfo. 2004. Ääneneristys puutalossa. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 26.4.2014]. Saatavana: <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/aaneneristys-puutalossa/koko-ohje.pdf>
- Rakentaja. 2006. Puurakenteiset väliseinät. [Verkkosivusto]. [Viitattu 3.4.2014]. Saatavana: http://www.rakentaja.fi/artikkelit/791/puurakenteiset_valiseinat.htm#.Uz1rvleqboM
- Ratu 51-0260. 2004. Puurunkotyö, kooste. Helsinki: Rakennustieto.
- Ratu C2-0299. 2007. Rakennustyömaan aluesuunnittelu. Helsinki: Rakennustieto.
- Ratu KI-6020. 2011. Talonrakentamisen tuotantotekniikka. Helsinki: Rakennustieto.
- RT 82-10852. 2005. Puurakenteinen pienkerrostalo. Helsinki: Rakennustieto.
- RT 88-10743. 2001. Puuportaat. Helsinki: Rakennustieto.
- RT STM-21543. 2013. Työturvallisuuslaki. Suomensäädöskokoelma 738/2002. – lisälehti, seurattu säädökseen 364/2013 asti. Helsinki: Rakennustieto.
- Salonen, H. 2012. Puukerrostalon suunnittelu eurokoodeilla. Eurokoodiseminaari 2012. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 8.5.2014]. Saatavana: <http://www.eurocodes.fi/Koulutus%20ja%20tapahtumat/2012%20seminaari/15%20Salonen.pdf>
- Suomen RakMK C1. 1998. Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa. Määräykset ja ohjeet. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 8.5.2014]. Saatavana: <http://www.finlex.fi/data/normit/1917-c1.pdf>
- Suomen RakMK D3. 2012. Rakennusten energiatehokkuus. Määräykset ja ohjeet. Rakennuksen lämpöhäviöt. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 25.4.2014]. Saatavana: http://www.finlex.fi/data/normit/37188-D3-2012_Suomi.pdf
- Työterveyslaitos. 2010. Putoamissuojaus, telineet ja työtasot. Työpukit ja pukkiteelineet. [Verkkosivu]. [Viitattu 26.4.2014]. Saatavana: <http://www.ttl.fi/fi/toimialat/rakennus/turvapakki/putoamissuojaus/pukit/sivut/default.aspx>

Työterveyslaitos. 2013. TR-mittauksen toteutus. [Verkkosivu]. [Viitattu 8.5.2014].
Saatavana:
http://www.ttl.fi/fi/tyoturvaluus_ ja_ riskien_ hallinta/ tapaturmien_ ehkaisy/ tyoturvaluus_ allisuus_ den_ edistamiskeinoja/ tr_ tuoteperhe/ tr_ mittauksen_ toteutus/ sivut/ default.aspx

VTT. 2013. Kerto-Ripa-elementtien Eurooppalainen tekninen hyväksyntä (ETA).
[Verkojulkaisu]. [Viitattu 26.4.2014]. Saatavana:
http://www.vttexpertservices.fi/certifications/european_technical_approvals.jsp

LIITTEET

Liite 1. 113-01 Sivusauma. Kerto-Ripa-kattoelementti 2013

Liite 2. 114-01 Kattoelementin ruuvaus yläpuolelta kertosuurunkoon 2013

Liite 3. RT AP 409 Ontelolaatta, ryömintätila ja yläpuolinen lämmoneriste 2010

Liite 4. Välipohjadetalji, ripalaatta 2013

Liite 5. Märkätilävälipohjadetalji, tilaelementtiratkaisu 2013

Liite 6. Osastoivan väliseinän ääneneristävyys

Liite 7. Väliseinien ilmaneristävyyslukuja

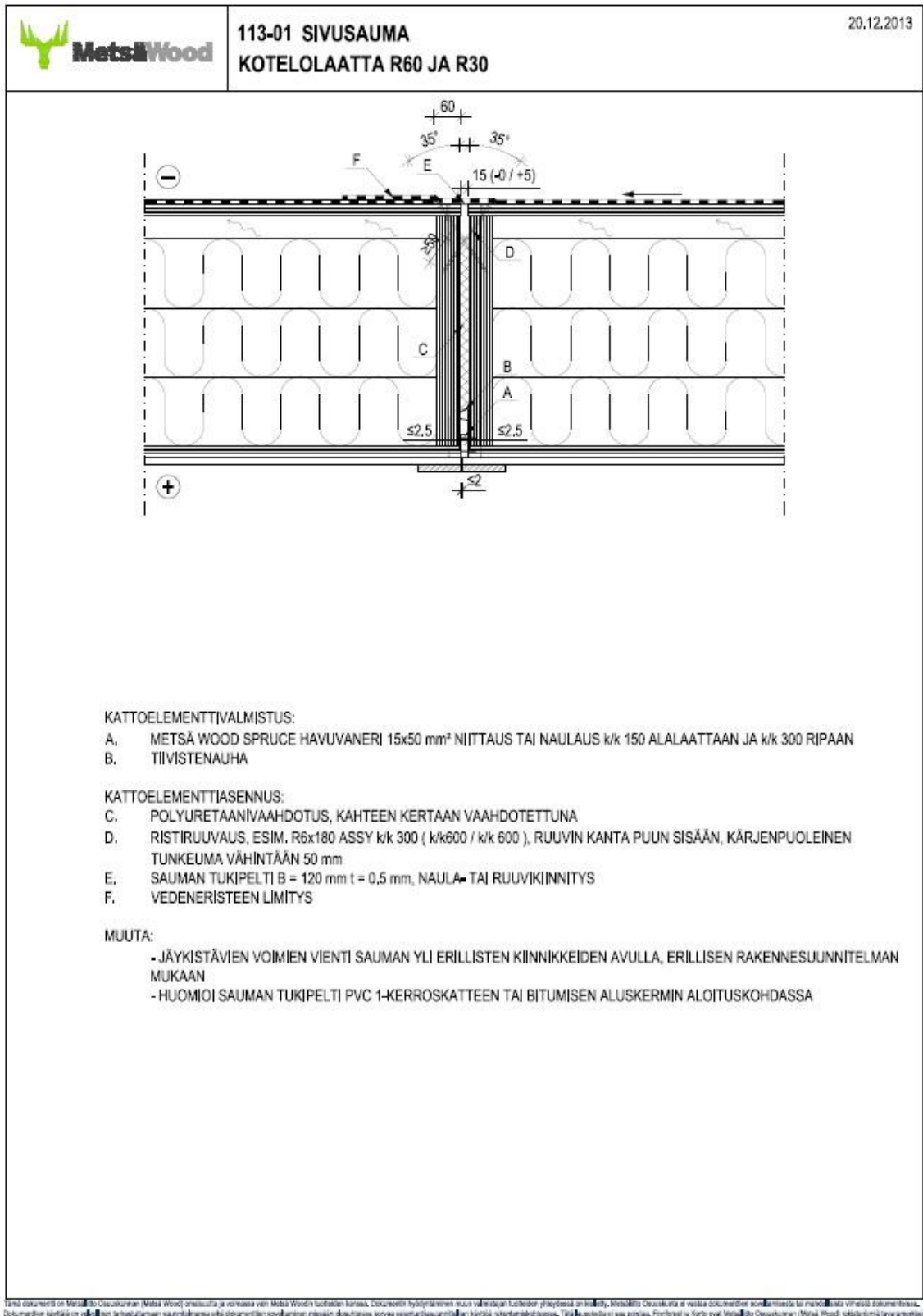
Liite 8. Ratu KI-6006 Rakennuskoneiden käyttöturvallisuus. Henkilönostin 2012

Liite 9. VTT:n tyypilliset Kerto-Ripa-elementtien keskenäiset kiinnitysmenetelmät 2013

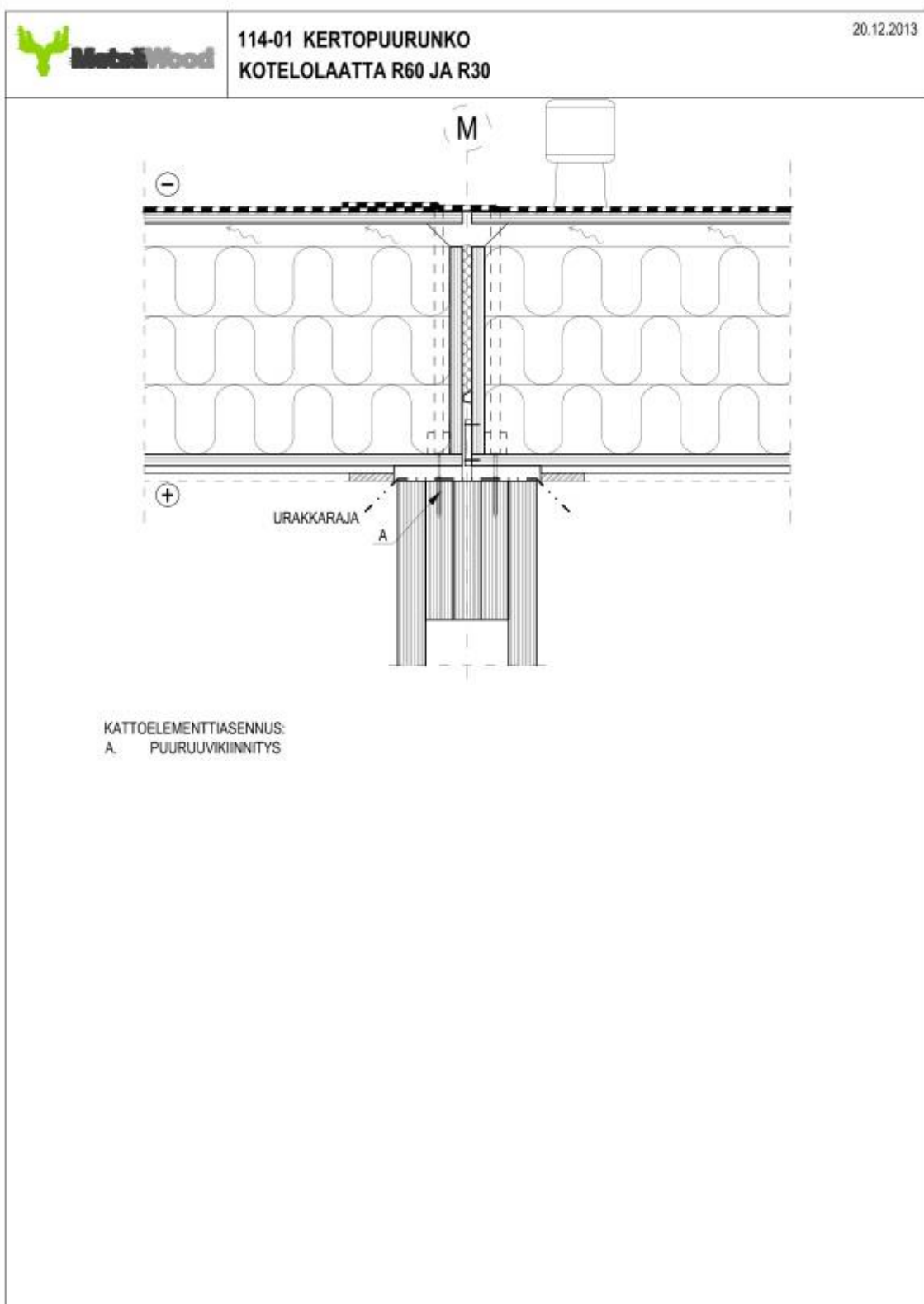
Liite 10. Savunpoistoluukun läpivienti Kerto-Ripa kattoelementissä 2013

Liite 11. Pilarin alapään liimaruuviliitos 2012

LIITE 1. 113-01 Sivusauma. Kerto-Ripa-kattoelementti 2013



LIITE 2. 114-01 Kattoelementin ruuvaus kertopuurunkoon 2013



Tämä dokumentti on Metsäliitto Osaustuksen (Metsä Wood) omaisuus ja sen sisältö on Metsä Woodin tuotteen osana. Dokumentin sisältöä ei saa kopioida, jäljentää tai levittää ilman Metsäliitto Osaustuksen kirjallista lupaa. Dokumentin käyttö on sallittua vain sen tarkoituksenaan suunnitellussa käytössä. Tämä asiakirja ei saa korvata ProfiFin ja Kerto oval Metsäliitto Osaustuksen (Metsä Wood) valmistamia laitteita.

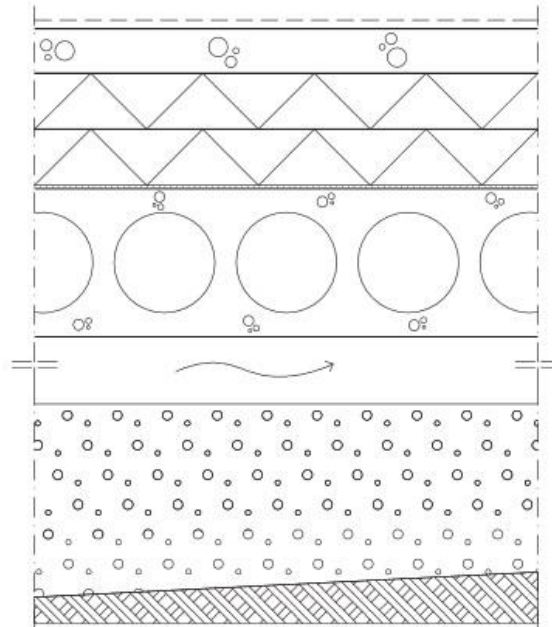
LIITE 3. RT AP 409 Ontelolaatta, ryömintätila 2010

RT 83-11009

ohjeet - 12

| | | |
|---------------|--|-----------|
| Rakennuskohde | Ontelolaatta, ryömintätila Yläpuolinen lämmöneriste Teräsbetoninen pintalaatta | RT AP 409 |
| Suunnittelija | | AP |

Mittakaava 1:10



Rakennekerrokset:

| | |
|----------|---|
| ≥ 80 mm | Lattianpäällyste ja pintakäsittely huoneselosteen mukaan Teräsbetonilaatta, by 45 luokka käyttötarkoituksen mukaan, pintahierto Suodatinkangas, saumat limitetty ja teipattu |
| 200 mm | Lämmöneriste, polystyreeni, $\lambda_{Design}=0,036$ W/mK Tasoitushiekka |
| ≥ 800 mm | Kantava rakenne rakennesuunnitelman mukaan, ontelolaatta Ryömintätila, tuuletusaukkojen määrä 4..8 % ryömintätilan pinta-alasta |
| ≥ 300 mm | Salaojituseros, raekoko $\varnothing 6..32$ mm Suodatinkangas, käyttöluokka N2, savi- ja siltimaililla Perus- tai täyttömaa pohjarakennesuunnitelman mukaan, kallistus salaojiin vähintään 1:50 |

Ohjeet:

Betonilaatan pintahierto lattianpäällysteen mukaan.

Rakennusosien liittymissä otetaan huomioon mahdolliset sokkelien ja kantavien seinien aiheuttamat kylmäsilat.

Lämmöneristyslevyjen saumat limitetään.

Putkistojen kohdalla ryömintätilan korkeus vähintään 1200 mm.


Ks. myös taulukko 1.

Ominaisuudet:

Paloluokka vähintään REI 60 ontelolaatan voimassa olevien tuotehyväksyntäpäätösten mukaan.
Lämmönläpäisykerroin $U = 0,17$ W/m²K

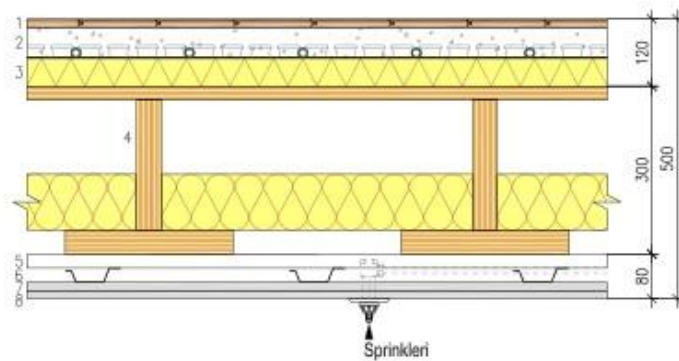
1221 Alapohjalaatat

LIITE 4. Välipohjadetalji, ripalaatta 2013

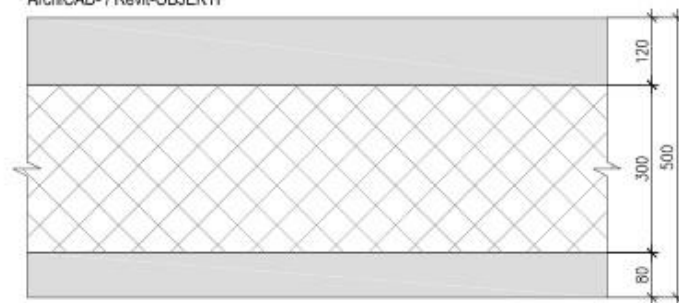
| | | |
|---|---|---------------|
|  | PROJEKTI | TUNNUS |
| | RunkoPES 2.0 | VP801LRL |
| | SISÄLTÖ | PROJEKTIN No. |
| | Välipohja / P2-paloluokan asuinrakennus | |
| | Paloteknisesti 3...8 krs. | |
| | PVM: | MITTAKAAVA: |
| | 31.12.2013 | 1:10 |

Mittamalla saavutettavat ominaisuudet
 REI 60
 K₁₀ / EI 15 / K₃₀ / EI 30
 R_w ≥ 55
 U_{1,w} ≤ 53
 L ≤ 6

| SUOJAVEHOUKSEN TOTEUTUS | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| SUOJAVEHOUKSLUOKKA | K ₁₀ / EI 15 | K ₃₀ / EI 30 |
| RAKENNEKERROS (mm) | 7 tgl 8 | 2, 7+8 |




ArchICAD- / Revit-OBJEKTI



| NRO | TARKOITUS | TUOTE | MITTA [mm] |
|-----|---|---|------------|
| 1 | Lattipinnaite | Parketti ARK mukaan | 15 |
| 2* | Palosuojaus (A2-s1, d0)/Lattialämmitys Valusuoja/Lämmitysputkien kiinnitys | Kipsivalu RAK mukaan Asennuslevy | 55 |
| 3 | Ääneneristys (A2-s1, d0) | Askelääneneristevilla | 50 |
| 4 | Kantava rakenne Ääneneristys (A2-s1, d0) | Ripalaatta RAK mukaan Mineraalivilla | 300 100 |
| 5 | Installaatiotila/Alakaton kannatus | Puurangat k400 | 25 |
| 6 | Ääneneristys/Alakaton kannatus | Akustiset jousirangat k400 | 25 |
| 7* | Palosuojaus (A2-s1, d0) | Palokipsilevy | 15 |
| 8* | Palosuojaus (A2-s1, d0)/Sisäverho | Palokipsilevy | 15 |

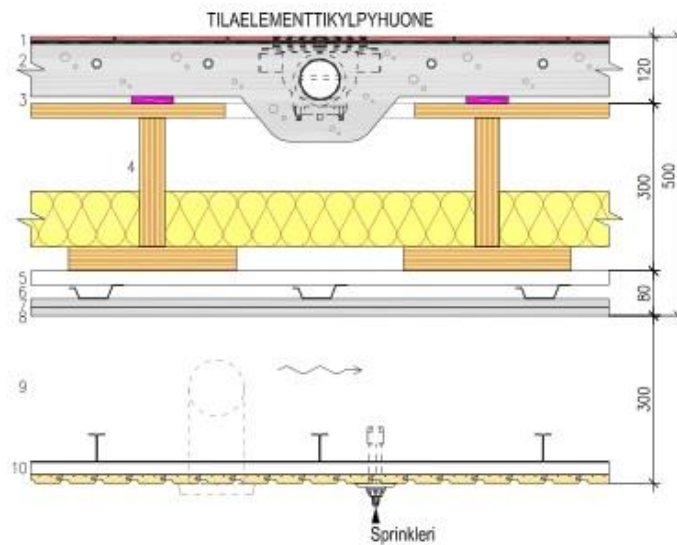
*) Taimi myös rakenteen ääniteknisenä massana

LIITE 5. Märkätilävälipohjadetaj, tilaelementtiratkaisu 2013

| | | |
|---|--|--------------|
|  | PROJEKTI | TUNNUS |
| | RunkoPES 2.0 | MVP801LRL |
| | SISÄLTÖ | PROJEKTIN No |
| | Märkätilävälipohja / P2-paloluokan asuinrakennus | |
| | Paloteknisesti 3...8 krs. | PVM |
| | | 31.12.2013 |
| | | MITTAKAAVA |
| | | 1:10 |

Määriteltävät saavutettavat ominaisuudet
 REI 60
 K₁₀ / EI 15 / K₃₀ / EI 30
 R_w ≥ 55
 U_{tr,w} ≤ 53
 L ≤ 6

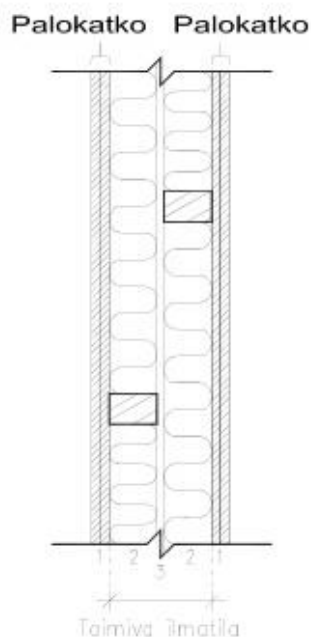
| SUOJAVEIKOUKSEN TOTEUTUS | | |
|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| SUOJAVEIKOUKSLUOKKA | K ₁₀ / EI 15 | K ₃₀ / EI 30 |
| RAKENNEKERROS (mm) | 7 tai 8 | 2, 7-8 |



| NRO | TARKOITUS | TUOTE | MITTA [mm] |
|-----|---|---|------------|
| 1 | Lattianpinnoite/Vedeneristys | Keraamiset laatat ARK mukaan Vedeneristysjärjestelmä | 10 |
| 2* | Palosuojaus (A2-s1, d0)/Lattialämmitys/ Kaadot/Kantava rakenne | Betonelementti RAK mukaan | ≥ 80 |
| 3 | Ääneneristys | Tärinäeristimet RAK mukaan | 12 |
| 4 | Kantava rakenne Ääneneristys (A2-s1, d0) | Ripalaatta RAK mukaan Mineraalivilla | 300 100 |
| 5 | Installaatiotila/Alakaton kannatus | Puurangat k400 | 25 |
| 6 | Ääneneristys/Alakaton kannatus | Akustiset jousirangat k400 | 25 |
| 7* | Palosuojaus (A2-s1, d0) | Palokipsilevy | 15 |
| 8* | Palosuojaus (A2-s1, d0) | Palokipsilevy | 15 |
| 9 | Installaatiotila | RAK mukaan | |
| 10 | Ilman- ja höyrynsulku/Sisäverhoaus | Tilaelementin mukaan | |

*) Toimii myös rakenteen ääniteknisenä massana

LIITE 6. Osastoivan väliseinän ääneneristävyys



1. Rakennuslevy¹⁾, paino $\geq 9 \text{ kg/m}^2$, esimerkiksi kipsikartonkilevy ($t \geq 13 \text{ mm}$).
Rakennuslevy¹⁾, paino $\geq 9 \text{ kg/m}^2$, esimerkiksi kipsikartonkilevy ($t \geq 13 \text{ mm}$).
Rakennuslevyn tyyppiin ja levykerrosten määrään vaikuttaa myös palotekniikka.
2. Runkotolpat 45x70, asennetaan runkopuoliskoilla eri kohtiin, k-jako enintään 600 mm.
Mineraalivillalevy ($t \geq 70 \text{ mm}$).
3. Rako runkojen välissä ($t \geq 5 \text{ mm}$).

Ilmaääneneristysluku $R'_w \geq 55 \text{ dB}$














Alla olevassa taulukossa on esitetty seinän ilmaääneneristävyyteen vaikuttavia tekijöitä. Niiden avulla ei kuitenkaan voida muokata yllä esitettyä dB-arvoa.

| Ilmaääneneristyslukuun vaikuttavia tekijöitä | | |
|--|---|----------|
| Muutettava tekijä | Muutos | Parannus |
| Seinälevytyksen paino | $18 \text{ kg/m}^2 \rightarrow 25 \text{ kg/m}^2$ | 1...2 dB |
| Ilmatilan paksuus ²⁾ | $145 \text{ mm} \rightarrow 300 \text{ mm}$ | 1...2 dB |

¹⁾ Päällekkäisten levyjen saumat limitetään eri tolppien kohdalle tai levytyksen alla tulee käyttää ilmansulkupaperia. Levykerroksia ei saa liimata toisiinsa.

²⁾ Toimivan ilmatilan paksuus tulee olla vähintään 145 mm.

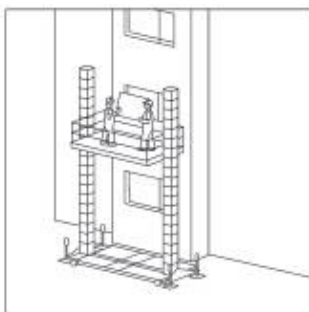
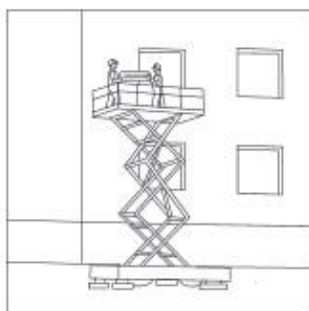
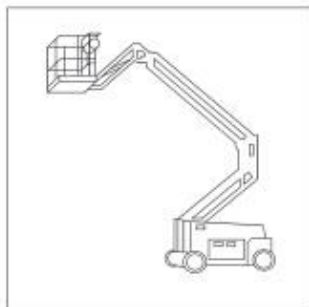
LIITE 7. Väliseinien ilmasteneristyslukuja

| PUURUNKO | Rakennekuvaus 1) | R' w dB | R' w dB (sivutiä estetty) |
|---|---------------------------|---------|------------------------------|
|  | ET600 66/66 /A M0 | 25 | |
|  | ET600 66/66 /AA M0 | 27 | 30 |
|  | ET600 66/66 A/A M0 | 30 | 32 |
|  | ET600 66/66 AA/AA M0 | 35 | |
|  | ET600 95/95 AA/AA M0 | 35 | 40 |
|  | Z T600 95/66 AA/AA M0 | 40 | |
|  | ET600 66/66 A/A M50 | 35 | |
|  | ET600 95/95 A/A M95 | 35 | |
|  | ET600 66/66 AA/AA M50 | 40 | |
|  | ET600 95/95 AA/AA M70 | 44 | |
|  | Z T600 95/66 AA/AA M70 | 48 | |
|  | D T600 66/66 AA/AA M140 | 55 | 60 |
|  | D R600 66/66 AAA/AAA M140 | 60 | 65 |

LIITE 8. Ratu KI-6006 Rakennuskoneiden käyttöturvallisuus. Henkilönostin 2012

72

Henkilönostin



Teknistä tietoa henkilönostimista

| | |
|-------------------|---|
| Mallit | nivelpuominostin teleskooppiuominostin saksilava |
| Toiminta | mastolla tai mastoilla varustettu nostolava mekaaninen hydraulinen |
| Käyttövoima | sähkövirta (220 V / 380 V) akku |
| Vakiolisälaitteet | polttomoottori sähköpistorasia nostokorissa erilaiset nostokorityypit valinnaisia |
| Lisävarusteet | paineilman tai hydraulikan ulosotto nostokorissa moottorikäyttöinen nostolaitteen siirtolaite ajokytkimet myös nostokorista |

Käyttöalue

- soveltuvat henkilönostoihin erilaisissa asennus- ja rakennustöissä.

Hankinta ja käyttöönotto

- hankinnan yhteydessä varmistetaan, että henkilönostin on suunniteltu ja valmistettu henkilönostotyötä varten
- käyttöönottotarkastus (ensimmäinen tarkastus) on tehty
- määräaikaistarkastuksesta on kulunut alle vuosi (kilpi/pöytäkirja)
- käyttöönottotarkastus työmaalla (pystytystarkastus) on tehty
- nostimen mukana on käyttö-, huolto- ja turvallisuusohjeet
- ennen nostimen käyttöönottoa käyttäjälle
- selvitetään nostimen oikea käyttö ja tyypillisimmät käyttövirheet
- käydään läpi käyttö- ja turvallisuusohjeet
- nostintyyppi valitaan tehtävän työn, nostimen liikealueen ja alustan (kaltevuus, tasaisuus, lujuus) perusteella
- käyttöönotettaessa
- suunnitellaan etukäteen nostotyö, nostopaikat ja nostosuunnat
- nostimen pystytysalusta tasoitetaan ja vahvistetaan tarvittaessa, ota huomioon, että tukijalka saattaa lävistää asfaltin
- nostin siirretään paikoilleen ja asetetaan tuet tai tukijalat sekä tukien aluslevyt sekä varmistetaan nostimen pysty- ja vaakasuoruus
- nostimen ja työalueen alapuolinen alue erotetaan muusta työmaasta lippusii- man, suoja-aidan tai puomien avulla sekä varoituskilvillä "Varo, nostotyö käynnissä".

Käyttö

- kokeile laitteen toiminta ja varmista varsinkin kylmänä ja sateisena päivänä koekäytöllä jarrujen ja varoituslaitteiden toiminta
- älä käytä ja siirrä nostinta kaltevalla tai epätasaisella alustalla, varmista sallittu kaltevuus kone- ja laitekohtaisesti
- nostoreitit ja työalueet suunnitellaan etukäteen ja nostinta siirretään riittävän usein työn aikana
- nostoreittien suunnittelussa otetaan huomioon työmaan ilmajohdot, rakennuksen ulokkeet yms.
- nostinta ei saa ajaa rakenteisiin kiinni eikä yli sallitun liikealueen
- tarkista nostimen nostokyky, älä ylikuormita nostinta
- nostinta ohjataan alustasta ja/tai nostokorista
- nostimen tuennan tulee säilyä vakaana koko noston ja työskentelyn ajan
- kaatumisvaara tulee erityisesti ottaa huomioon lastattaessa koriin rakennustarvikkeita noston aikana esimerkiksi ikkunasta tai parvekkeelta
- nostimen ja työskentelyalueen alla ei saa liikkua ulkopuolisia henkilöitä
- työskentelyalue pidetään siistinä ja järjestyksessä
- tarkista työympäristön turvallisuus ennen nostimen tai nostokorin siirtoa
- noston aikana ei saa poistua nostokorista
- nostokorista poistutaan pääsääntöisesti sen ollessa ala-asennossa
- nostokorin kantelelle kipeäminen, nostokorista kurotteleminen ja työpukkien tai tikkaiden käyttö nostokorissa työn aikana on ehdottomasti kielletty
- työntekijän putoamissuojaus varmistetaan turvaväljällä.

Suoja- ja varotoimet**Suojalaitteet**

- rajakatkaisin, joka estää nostimen ajamisen liian korkealle tai liiaksi sivulle
- ylikuormitussuoja, joka estää ylikuormitetun laitteen liikkeellelähdön
- varalaskujärjestelmä, joka mahdollistaa nostimen laskemisen alas moottorin sammuttua
- suojaeristetty kori
- työlavaan tai -koriin kiinnitetty kuormakilpi.

Varmistukset ja varotoimet**Ennen käyttöä**

- selvitetään työalue ja nostimen liikealue
- tarkistetaan nostimen tuenta
- tarkistus-, huolto- yms. töissä nostin lasketaan alas, moottori sammutetaan ja irrotetaan pois sähköverkosta.

Käytön aikana

- noudatetaan laitevalmistajan käyttö- ja turvallisuusohjeita
- tarkkaillaan alustan tasaisuuden säilymistä ja tuennan vakavuutta
- nostokoria ei saa ajaa liikealueen ulkopuolelle
- materiaaleja nostettaessa ja työskenneltäessä nostolava ja -kori kuormataan tasaisesti niin, että nostimen vakavuus säilyy koko noston ja työn ajan.

Käytön jälkeen

- irrotetaan sähköliitäntäjohto
- tarkistetaan nostimen kunto
- kuljettamista ja siirtoa varten nostin asennetaan kuljetusasentoon.

Toiminta häiriötilanteessa**Nostimen pysähtyminen kesken noston**

- laske nostokori tai -lava hätälaskujärjestelmän avulla maahan
- estä nostimen käyttö
- tarkista
 - rajakatkaisimien kunto
 - sähkölaitteiden kunto ja toiminta
 - sähköliitäntäjohtojen ja pistokkeiden kunto ja liitokset
 - suojalaitteiden kunto ja toiminta
 - hydraulikkajärjestelmän kunto, toiminta ja hydraulikkaöljyn määrä
 - nostolavan alusta ja tuenta.

Nostokori tai -lava ei nouse

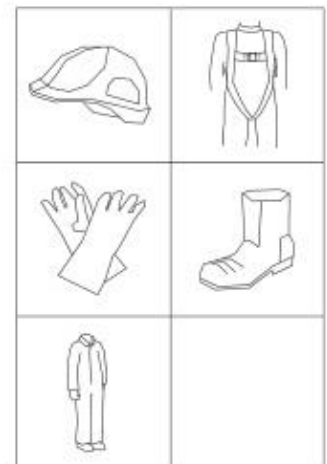
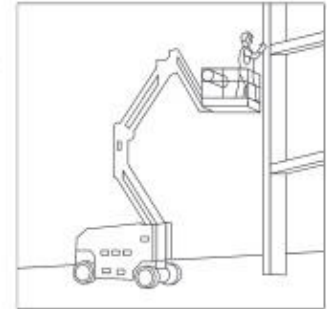
- tarkista edellisten lisäksi
 - kuorman määrä ja tasapaino, ei ylikuormaa
 - suojalaitteiden ja varokkeiden kunto ja toiminta
 - hallintalaitteiden kunto ja toiminta.

Henkilökohtaiset suojaimet

- nostolavalla työskenneltäessä käytetään tehtävän työn edellyttämiä henkilökohtaisia suojaimia
- turvavaljaat ja -köysi.

Huolto

- nostin huolletaan laitevalmistajan huolto-ohjeiden mukaisesti
- suojalaitteiden, sähkölaitteiden ja -liitäntäjohtojen, akkujen ja hydraulikan kunto ja toiminta tarkistetaan säännöllisesti vähintään kerran viikossa
- hitsausliitosten, nivelten ja tukijalkojen kunto ja toiminta tarkistetaan silmämääräisesti säännöllisesti vähintään kerran viikossa
- vähintään kerran vuodessa tehtävän määräaikaishuollon ja aina korjausten jälkeen nostin tarkastetaan, ja tarkastuksesta laaditaan tarkastuspöytäkirja.



LIITE 9. VTT:n tyypilliset Kerto-Ripa-elementtien keskenäiset kiinnitysmenetelmät 2013

Page 16 of European Technical Approval ETA-07/0029, February 15, 2013

4 Typical connections between Kerto Ripa Elements

Kerto Ripa Elements are normally connected to each other with mechanical fasteners. Diagonal screwing is recommended. Kerto Ripa Elements shall be designed in such a way that width and thickness changes due to moisture content variation do not cause harmful stresses in the structures. Special attention shall be paid to the design of joints.

Kerto Ripa Elements may be top slab supported. Design guide for top slab supported Kerto Ripa Elements is provided by the ETA holder.

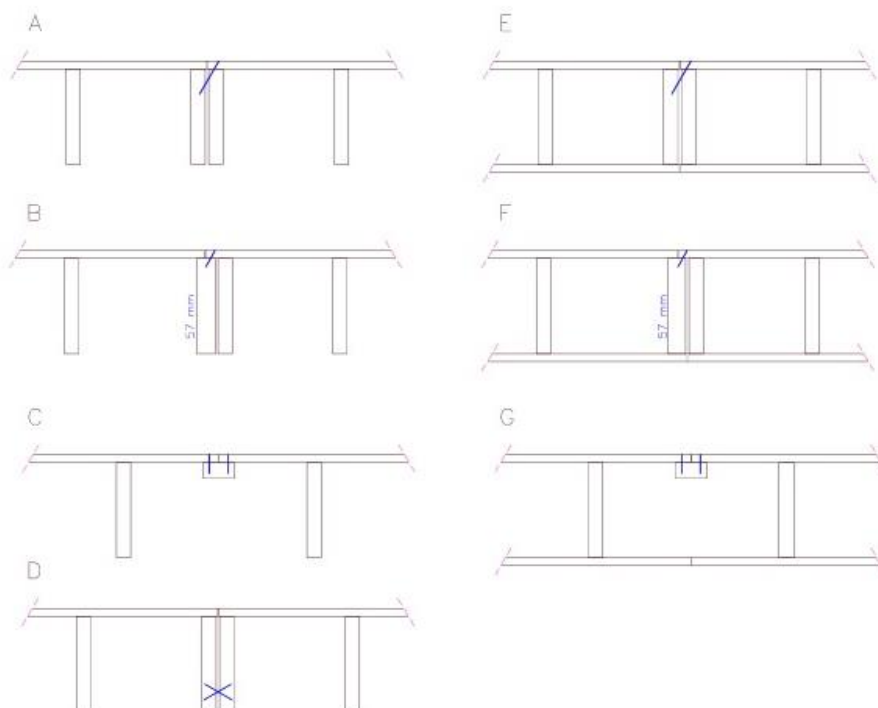
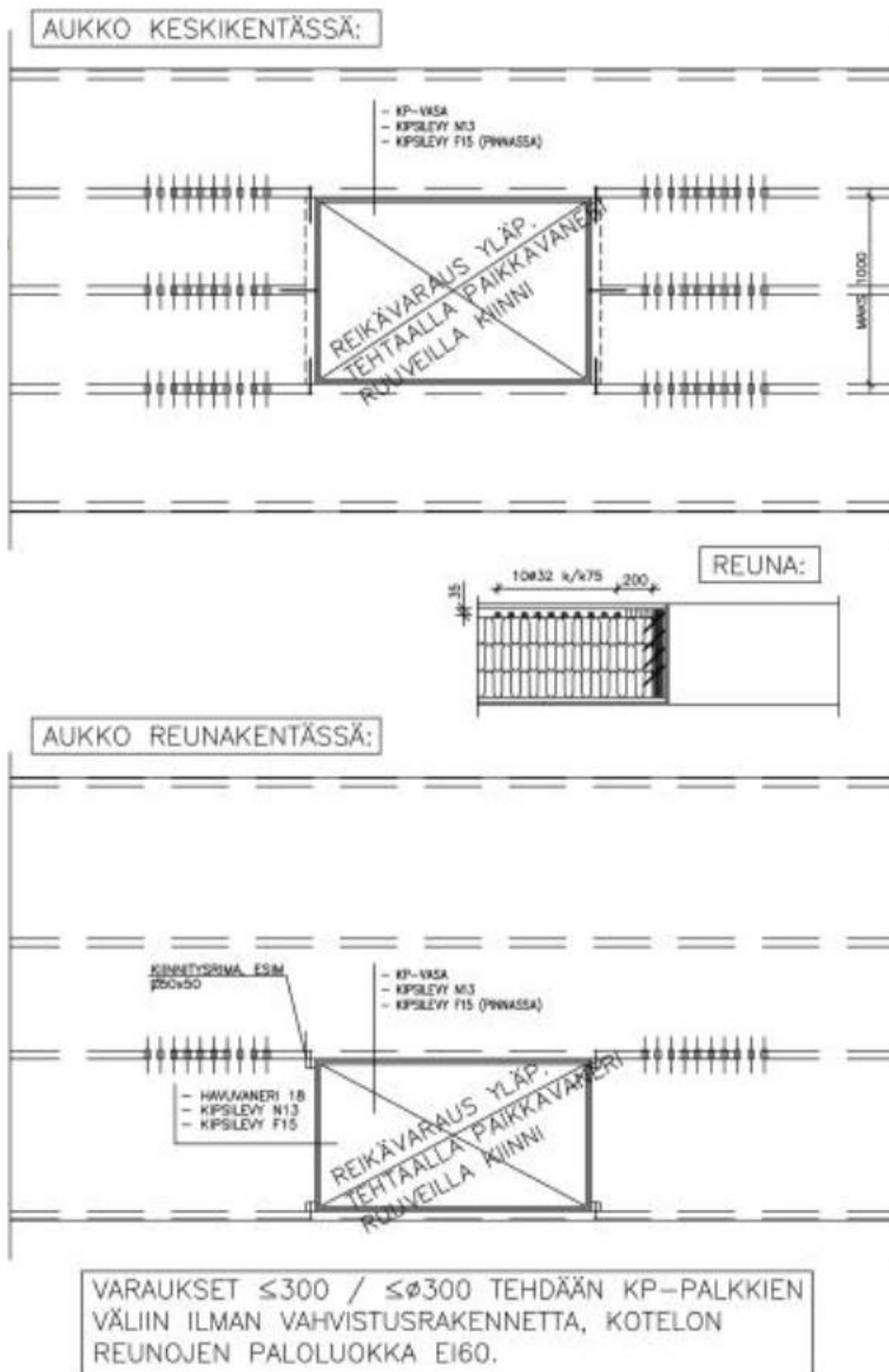


Figure 1-2: Principal drawing of connections between Kerto Ripa Elements.

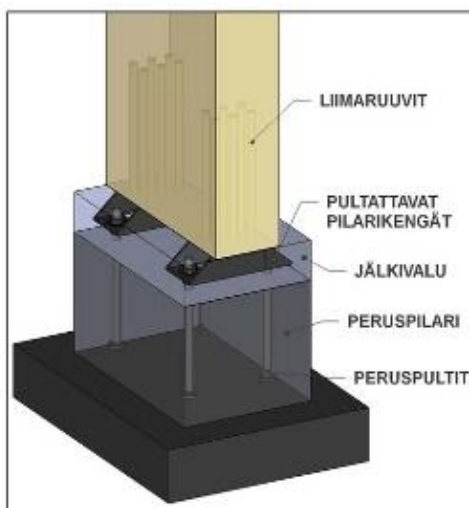
LIITE 10. Savunpoistoluukun läpivienti Kerto-Ripa-kattoelementissä 2013



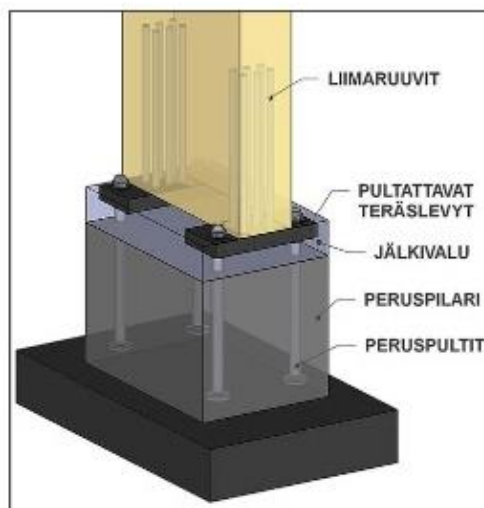
LIITE 11. Pilarin alapään liimaruuviliitos 2012

Peruspultteihin pultattava pilarikengä on 100–150 mm korkea hitsaamalla koottu liitososa, joka kiinnitetään ylälaipastaan pilarin alapäähän ja alalaipoistaan peruspultteihin. Yhdessä pilarissa käytetään kahta pilarikengää. Pilarikengän materiaali-paksuudet ja hitsit on mitoitettava kestämään liitoksessa vaikuttavia kuormituksia. Liitososan vaatima asennusvaraus on noin 200 mm. Liitostyyppin etuna on kokonaan jälkivalun sisään piiloon jäävät liitososat. Siistin ulkonäön ja hyvän palonkeston vuoksi pultattavat pilarikengät ovat nykyisin yleisimmän liimaruuviliitoksessa käytettäviä liitososia.

Peruspultteihin pultattava lattateräslevy on 20–40 mm paksu suora teräslevy, joka kiinnitetään liimaruuveilla pilarin alapintaan. Yhdessä pilarissa voidaan käyttää yhtä koko pilarin levyistä tai kahta pienempää teräslevyä. Levy kiinnitetään peruspultteihin pulttikiinnityksellä. Levyn mitat ja paksuus määräytyvät pilarin mittojen ja liitoksen kuormitusten mukaan. Liitoksen vaatima asennusvaraus on noin 100 mm. Lattateräslevy on pilarikengää edullisempi vaihtoehto, mutta liitoksen käyttöä rajoittaa valmiissa liitoksessa jälkivalun päälle esiin jäävät kiinnitysmutterit ja peruspulttien päät.

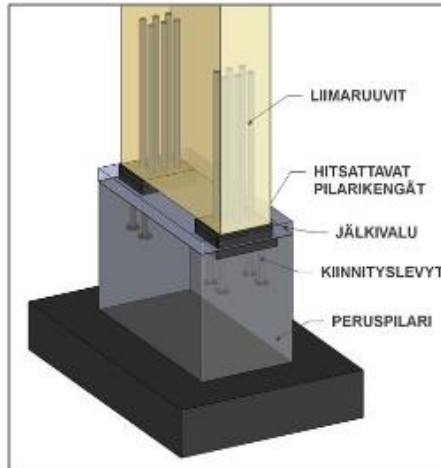


Kuva 2. Periaatekuva pulttavasta pilarikengäliitoksesta



Kuva 3. Periaatekuva pulttavasta teräslevyliitoksesta

Kiinnityslevyihin hitsattava pilarikengä koostuu hitsaamalla ja kiinnitetään liimaruuveilla pilarin alapintaan. Osa koostuu pilarin alapintaa vasten olevasta levystä ja levyn reunoihin hitsattavista matalista seinämistä. Yhdessä liitoksessa voidaan käyttää joko yhtä koko pilarin alapinnan kokoista tai kahta pienempää pilarikengää. Pilarin kiinnitetään pilarikengän seinämistä peruspilarin yläpinnassa oleviin kiinnityslevyihin hitsaamalla. Hitsit sekä liitososien mitat on mitoitettava tapauskohtaisesti. Hitsiliitoksen vuoksi liitostyyppin vaatima asennusvaraus on vain noin 50 mm. Myös peruspilariin upotettavat kiinnityslevyt ovat matalampia kuin peruspilarit, joten peruspilarista voidaan tehdä matalampi. Hitsattavan liitoksen toteutus työmaalla on pulttikiinnitystä hankalampi ja pilarin asennon säätömahdollisuudet ovat huonommat, minkä vuoksi hitsattavien pilarikengien käyttö on melko vähäistä.



Kuva 4. Periaatekuva hitsattavasta pilarikengästä



Kuva 5. Liimaruuviliitos pillossa valmiin lattiapinnan alla

Palo- ja kosteussuojaus

Liimaruuviliitoksella on hyvä palonkesto liimapuupilarin ja jälkivalun sisällä olevien liitososien vuoksi. Liitostyyppi täyttääkin yleensä vaaditut palonkestovaatimukset ilman erillistä palosuojausta. Poikkeuksena ovat pulttavassa teräslevyliitoksessa esille jäävät teräsosat, jotka voidaan joutua palosuojaamaan.

Liitoksessa on huomioitava kosteussuojaus ja kosteuden kapillaarinen nousu peruspilarissa. Pilarin alapää on suojattava kosteuden kulun katkaisevalla materiaalilla kuten kumibitumikermillä ja puu on käsiteltävä puunsuoja-aineella. Myös liitoksen korot on suunniteltava siten, että lattialla mahdollisesti oleva kosteus ei pääse vaikuttamaan puupilarin ja pilarin kuivuminen on mahdollista.

Liitoksen käytettävyys ja ulkonäkö

Liimaruuviliitos on ulkonäköllisesti siisti pilarin sisällä pillossa olevien liitososien vuoksi. Liitoksen toteutuksessa on ulkonäön osalta huomioitava kuitenkin myös valmiin lattiapinnan ja pilarin liitos. Liitoksen korot on suunniteltava siten, että valmis lattiapinta liittyy siististi pilarin tai liitoskohta saadaan peitettyä lattialistalla. Lattian pintaan jääviä peruspultin päitä ja muttereita on vältettävä.

Ulkonäkötekijöiden, helpon asennuksen ja hyvän palonkeston vuoksi liimaruuviliitos on nykyisin selvästi yleisin jäykän pilarin alapääliitoksen liitostyyppi. Liitososista käytetään eniten peruspultteihin liitettäviä pilarikengä. Pilarikengät valmistetaan liimapuuvalmistajien antamien mittojen mukaan, joten vaaditun asennusvarauksen korkeudessa ja kiinnitysmoiteissa on vaihtelua liimapuuvalmistajasta riippuen.

