

Toppinen Valtteri

ELEMENTTIRAKENTEEN KEHITTÄMINEN

ELEMENTTIRAKENTEN KEHITTÄMINEN

Toppinen Valtteri
Opinnäytetyö
Lukukausi Kevät 2016
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma, rakennesuunnittelija

Tekijä(t): Toppinen Valtteri
Opinnäytetyön nimi: Elementtirakenteen kehittäminen
Työn ohjaaja(t): Kilpinen Pekka
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: 5/2016 Sivumäärä: 27 + 1 liite

Talotehtaat käyvät kovaa kilpailua asiakkaista. Parhaiten asiakkaisiin voi vaikuttaa vastaamalla heidän tarpeisiinsa sekä panostamalla kustannustehokkuuteen, laatuun ja markkinointiin. Yksi keino pitää kustannukset matalina on kehittää talopakettien seinärakennetta.

Tavoitteena opinnäytetyössä oli kehittää lin Fasadi Oy:ssä rakennettavien talopakettien seinärakennetta kustannustehokkaammaksi. Nykyinen seinäelementtiratkaisu on toimiva, mutta seinärakenteen valmistusta on mahdollista kehittää kustannustehokkaampaan suuntaan. Hintaan voidaan vaikuttaa materiaalivalinnoilla, valmiusasteella ja toteutustavalla.

Elementtirakenteen vaihtoehtoihin ratkaisuihin perehdyttiin haastatteluiden perusteella. Haastateltavina oli lin Fasadi Oy:n myyjiä ja suunnitteluinsinöörejä. Myyjät tiesivät asiakkaiden tarpeet ja suunnitteluinsinöörit puolestaan tunsivat erilaiset rakenneratkaisut.

Haastatteluissa saatiin mielipiteitä ja ratkaisuja elementin runkoon, eristeeseen, ulkoverhoukseen sekä tuulensuoja- ja ulkoverhouslevyihin. Työssä on esitelty hyödyllisimmiksi katsotut rakenneratkaisut, joita minulle ehdotettiin. Ensimmäinen ehdotus olisi massiivipuinen elementti, jonka yksinkertainen rakenne on helppo suunnitella ja toteuttaa. Toinen ehdotus olisi runkopuun päällä olevien rimojen kääntäminen vaakasuuntaan, joka helpottaisi sisäverhouslevyjen asentamista, sekä höyrynsulkumuovin siirtäminen riman ja rungon väliin, joka toisi tilaa sähköjen asentamiselle. Kolmas ehdotus olisi SPU-levyn käyttäminen, joka keventäisi rungon paksuutta ja olisi nopea rakentaa.

Opinnäytetyön perusteella lin Fasadi Oy:llä on mahdollisuus kokeilla uusia seinärakennemalleja. Kokeilujen perusteella saadaan selville, kannattaako jatkaa vanhalla vai uudella mallilla.

Asiasanat: elementtirakenne, rakenneratkaisu, talotehdas, kustannustehokas

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Civil Engineering, Structural Engineering

Author: Valtteri Toppinen
Title of thesis: Wall Element Improvement
Supervisor: Pekka Kilpinen
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2016
Pages: 27 + 1 appendix

Housebuilding factories are competing for customers. The most effective way to affect customers is to react to customer needs. Often the price is the main thing when a customer is selecting a suitable house package to buy. One way to keep expenses low is to improve the wall structure to be more cost-effective.

The aim of this thesis is to improve the wall structure of a house package that li Fasadi Ltd, a supplier of prefabricated houses, is building. The present wall structure is working well but there is surely something to improve. Potential improvements to affect the price is to change materials, readiness state and execution.

The wall structural options were researched by interviews. The interviewees were li Fasadi Ltd's engineers and salesmen. The salesmen knew what the customers need and engineers knew the different wall structures.

The interview gave answers extensively about all the sections of the wall elements. This thesis presents a couple of structural solutions to wall structures and responds to the customers demand.

Keywords: housebuilding factory, wall structure, cost-effective, interview

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
1 JOHDANTO	6
2 PUUELEMENTTIRAKENTAMINEN	7
3 RAKENTAMISMALLI IIN FASADI OY:SSÄ	10
3.1 Elementin rakentaminen	10
3.2 Nykyisen rakennemallin hyödyt	11
3.3 Nykyisen rakennemallin kehittämistarpeet	11
4 SEINÄRAKENTEEN KEHITYSIDEOITA	13
4.1 Elementin runkorakenne	13
4.1.1 Nykyinen runkorakenne	13
4.1.2 Vaihtoehtoiset runkorakenteet	14
4.2 Elementin sisäverhouslevyt	14
4.2.1 Nykyiset sisäverhouslevyt	14
4.2.2 Vaihtoehtoiset sisäverhouslevyratkaisut	14
4.3 Elementin tuulensuojalevyt	15
4.3.1 Nykyiset tuulensuojalevyt	15
4.3.2 Vaihtoehtoiset tuulensuojalevyratkaisut	15
4.4 Elementin ulkoverhous	16
4.4.1 Nykyinen ulkoverhous	16
4.4.2 Vaihtoehtoiset ulkoverhousratkaisut	16
4.5 Rakennemallin vahvuudet	16
5 SEINÄELEMENTIN VAIHTOEHTOISIA RATKAISUMALLEJA	18
5.1 Massiivirunko	18
5.2 Runko ja vaakasuuntainen rima	19
5.3 Kevyt runko	21
6 YHTEENVETO	24
LÄHTEET	26
LIITE	

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä selvitetään lin Fasadi Oy:ssä rakennettaviin puurunkoisiin elementtiseiniin kehittämismahdollisuuksia. Tavoitteena on haastatella lin Fasadi Oy:n suunnittelijoita sekä myyjiä ja saada selville, mitä ideoita ja kehitettävää elementeissä olisi.

Opinnäytetyön tavoitteena on löytää kustannustehokas ja nykyaikainen vaihtoehto nykyisen seinäelementin rakennemallin tilalle tai rinnalle. Rakennetta olisi saatava edullisemmaksi tai helpommin toteutettavaksi laadusta tinkimättä. Jotkut rakenneratkaisut voivat olla kalliimpia, mutta nopeammin asennettavissa.

Työssä perehdytään elementtirakentamiseen ja kuvataan lin Fasadi Oy:n toimintamallia. Lisäksi käydään läpi elementtien valmistusvaiheet. Työntekijöitä haastatteleamalla pyritään löytämään uusia rakenneratkaisuja puurunkoisten elementtien kehittämiseksi.

Työn tilaajana oli lin Fasadi Oy, joka on pyrkinyt olemaan rakentamisessa ajan tasalla. Yrityksen käyttämät seinäelementit ovat nykyiselläänkin toimivia ja laadukkaita, mutta vaihtoehtoa uudenlaisiin rakennemalleihin on mietitty pidemmän aikaa.

2 PUUELEMENTTIRAKENTAMINEN

Jo muinaisissa kulttuureissa rakentamisessa on käytetty esivalmisteltuja pylväitä, palkkeja sekä muita rakennuskappaleita, niin sanottuja elementtejä. Suomessa varhaisinta elementtirakentamista on ollut hirsitalojen rakentaminen. Talojen hirret on esivalmistettu ja muotoiltu rakennuskohdetta varten etukäteen. Lopullinen hirsitalo on saatu valmiiksi kokoamalla esivalmistetut hirret järjestyksessä paikalleen. (1, s.11.)

Yleisesti seinäelementeillä tarkoitetaan teollisesti valmiiksi rakennettua seinäkokonaisuutta. Seinissä on runko, lämmöneristeet sekä pinnoitus. Tällaisia kokonaisuuksia on havaittu olevan tarjolla muun muassa Englannissa, Ruotsissa ja Norjassa 1800-luvun alkupuolella. Suomessa ensimmäinen tehdasmainen elementtirakentaminen on tiedetty alkaneen jo ainakin vuonna 1928, kun Karjalan metsätuote Oy sekä pari muuta toiminimeä aloittivat puutalojen valmistamisen ja myymisen. (1, s.12–15.)

Talopakettien suosio suomalaisessa pientalorakentamisessa on lisääntynyt. Nykyään pientaloista 76 % toimitetaan talopaketteina ja tulevaisuudessa talopakettien edut korostuvat entisestään. Talopaketit ovat suosittuja, koska ihmiset haluavat talonsa helposti muuttovalmiina pakettina. Muina syinä talopakettien suosioon ovat nykyisten standardien tiukentumien, laatuvaatimukset ja talon kehittynyt rakenne, jotka vaativat enemmän ammatillista osaamista rakentamiselta. (2.)

Puurakentamisen nykytila on hyvä. Metsäteollisuus on merkittävässä osassa Suomen kansantaloutta ja suuri osa kotimaisista puutuotteista päätyy puurakentamiseen. Puu materiaalina on uusiutuva luonnonvara, jota Suomessa riittää runsaasti. Paperiteollisuuden alenemisen myötä puurakentamisella olisi hyvät mahdollisuudet seuraavaksi suureksi vientituotteeksi ulkomaille. Vientikohteena Venäjä olisi varteenotettava mahdollisuus sen puurakentamisen yleistymisen ja massiivisten puuvarojen vuoksi. Lisäksi suomalaisilla rakennusalan toimijoilla on Venäjällä hyvä maine. (3.)

Uutena aluevaltauksena puurakentamisessa on tuloillaan puukerrostalot, joiden määrä Suomessa on vielä vähäinen. Puukerrostalojen suhteen ollaan vielä epäileväisiä lähinnä kokemattomuuden takia. Haasteena puurakentamiselle on ennakkokäsitysten muuttaminen. Pelkona puukerrostaloissa ovat sen elinkaari, palonkestävyys, kosteusvahingot ja kokemattomuus. Lisäksi ylläpitokustannuksien uskotaan olevan korkeammat kuin betonirakentamisessa. (3; 4.)

Perinteinen talon rakentamismalli on rakentaa koko talo sen tontilla. Työmaan olosuhteet vaihtelevat eikä joka säällä tai vuodenaikana pysty rakentamaan. Elementtirakentamisella pyritään siirtämään suuri osa työvaiheista tehdasolosuhteisiin. Talon seinät tehdään elementteinä, jotka kuljetetaan myöhemmin työmaalle asennettaviksi. Elementtien rakentamistapoja sekä valmiusasteita on erilaisia. Puuelementtirakentamisessa vaihtoehtoina ovat esimerkiksi suurelementit, pienelementit ja tilaelementit. Pienelementit ovat muutaman metrin mittaisia seinäelementin pätkiä. Niitä valmistetaan yleensä roboteilla massatuotantona. Suurelementit ovat jopa yli kymmenmetrisiä elementtejä, jotka ovat pienelementtejä yksilöllisempiä. Niitä pystytään osittain valmistamaan myös roboteilla, mutta yleensä suurelementit valmistetaan käsin. Tilaelementit ovat kokonaisuuksia. Tilaelementteihin on rakennettu itse seinän lisäksi ylä- tai alapohjaa, kalusteita ja pidemmälle viimeistelyjä pintoja. (5; 1, s.63–75.)

Elementtiseinien rakentamisessa tehdasolosuhteissa on paljon etua verrattuna perinteiseen rakentamiseen. Jos seinät rakennetaan alusta loppuun työmaalla, rakentamisaika pitenee. Ulkona rakennettujen seinien eristeet ja muut alttiit pinnat altistuvat herkemmin sääolosuhteille. Rakentaminen työmaalla on siis riippuvainen myös vuodenajasta. Työasennosta ja -kohteesta riippuen laadukas ja mittatarkka rakentaminen työmaalla voi olla haastavaa. Lisäksi työskentely tehdasolosuhteissa on työturvallisempaa kuin työmaalla. Tehdasolosuhteissa rakennetut seinät pystytään rakentamaan tasaisella laadulla. Laadukas viimeistely jättää paremman kuvan tehdystä työstä. Kun eri työvaiheet on pystytty tekemään jo tehtaalla, seinien kokoaminen työmaalla jää pois valmiiden seinäele-

menttien ansiosta. Jäljelle jäävät valmiiden seinien paikalleen asennus ja viimeistely. (5.)

3 RAKENTAMISMALLI IIN FASADI OY:SSÄ

Iin Fasadi Oy rakentaa puurunkoisia suurelementtejä pientaloihin, julkisiin rakennuksiin sekä teollisuusrakennuksiin. Pientaloihin tarkoitetut talopakettit ovat Plania-talon mallistoa, jonka Iin Fasadi Oy ensin jatkomallintaa yksilöllisesti jokaiselle asiakkaalle ja sen jälkeen valmistaa elementit tontille asennettaviksi. Asiakkaalla on mahdollisuus valita avaimet käteen -talopaketti tai kevyempi versio valmiista talosta. (6; 7.)

Iin Fasadi Oy:llä elementti lähdetään rakentamaan asiakkaan tarpeesta. Etuna muihin elementtirakenteisiin talopaketteihin Iin Fasadi Oy:llä on sen elementtien muunneltavuus. Asiakas saa esittää toiveita valmiiseen Plania-talon malliin, jonka Iin Fasadi Oy toteuttaa. Jokainen elementti tehdään alusta loppuun yksilöllisesti. (7; 8.)

3.1 Elementin rakentaminen

Elementit valmistetaan Iin tehtaalla kahdessa eri hallissa. Molemmissa halleissa on sama toimintatapa. Apuna rakentamisessa käytetään kokoamispöytiä, joilla elementti pystytään rakentamaan vaakatasossa. Pöydissä on rullat, joita pitkin elementti liikkuu helposti pienellä voimalla. Pöydät kääntyvät myös pystyasentoon, mikä mahdollistaa seinän kääntämisen sisäpuolen rakentamisesta ulkopuolen rakentamiseen. (8.)

Elementin rakentaminen aloitetaan rungon kasaamisesta. Runko valmistetaan vaihtoehtoisesti paksummasta tai ohuemmasta runkorakenteesta rakennuksen tarpeen mukaan. Lämpimissä rakenteissa tarvitaan paksumpi runko lämmön säilymisen takia, kun taas kylmissä rakennuksissa paksua seinää ei tarvita. Runko kasataan valmiiksi Iin Fasadi Oy:ssä tehdyistä mittatarkoista osista tarkasti piirustuksen mukaan. Ensin tarkistetaan rungon ristimita ja osien suoruus sekä porataan reiät sähköputkien läpiviemiseksi. Kun runko on suorassa ja asennettu, seuraavaksi asennetaan ikkunat niille tarkoitettuihin aukkoihin. Ikku-

na-aukot tiivistetään villaeristeellä ja ikkunat kiinnitetään ruuveilla ikkunaukkoihin. (8.)

Elementin runko on suunniteltu niin, että villat käyvät pääasiallisesti suoraan elementtien aukkoihin. Aukkoihin, joihin villa ei suoraan käy, leikataan villa villasahalla. Villojen jälkeen elementin päälle laitetaan höyrynsulkumuovi. Muovin päälle laitetaan piirustukseen merkatut sisäpuolelle tulevat sähköputket. Viimeisenä seinän lämpimälle puolelle asennetaan sisäverhouslevy, joka kiinnitetään ruuveilla. (8.)

Seuraavaksi elementti käännetään toisinpäin. Elementtiin asennetaan ulkopuolelle tulevat sähköputket. Rungon pintaa asennetaan Gyproc-tuulensuojalevy, joka kiinnitetään joko nauloilla tai hakasilla. Gyprocin pintaan runkotolppien kohdalle asennetaan pystykoolaus ja lisätään vielä vaakakoolaus, jos ulkoverhous halutaan asentaa pystysuuntaan. Koolauksen päälle asennetaan ulkoverhouspaneeli. Ikkunoiden kohdalle asennetaan vielä vuorilaudat, ikkunapuut sekä ikkunapellit. Lopuksi elementti paketoidaan huolellisesti niin, että elementti voidaan kuljettaa vahingoittumattomana ja kuivana asennettavaksi työmaalle. (8.)

3.2 Nykyisen rakennemallin hyödyt

Nykyisen rakentamismallin suurin hyöty on elementtien muunneltavuus. Asiakas saa yksilöllisen talon, koska elementtejä ei tehdä konemaisesti massatuotantona vaan jokainen elementti tehdään yksilöllisesti piirustuksen mukaan. Kun elementtiä ruvetaan valmistamaan, elementin valmistajat saavat yksilöllisen piirustuksen jokaisesta elementistä. Työntekijät ovat ammattitaitoisia valmistamaan kaikenlaisia elementtejä. (8.)

3.3 Nykyisen rakennemallin kehittämistarpeet

Elementtien valmistusta täytyisi saada kustannustehokkaammaksi. Laatu ei saa kärsiä, mutta elementtejä tulisi saada valmistettua nopeammin ja edullisesti. Täytyisi myös miettiä, mitkä työvaiheet kannattaa tehdä linjastolla ja mitkä työ-

maalla. Työvaiheiden jättäminen pois linjastolta nopeuttaisi elementtien valmistumista. Seinärakenteen tulisi samaan aikaan olla tiivis, lämmin, kustannustehokas sekä asiakasta visuaalisesti viihdyttävä. (8.)

4 SEINÄRAKENTEEN KEHITYSIDEOITA

Opinnäytetyössä pyrittiin löytämään seinäelementille kustannustehokkaampia ratkaisumalleja haastattelemalla lin Fasadi Oy:n suunnitteluinsinöörejä sekä myyjiä. Tarkoituksena oli selvittää, mihin asiakkaat kiinnittävät huomiota tilatesaan talopaketteja ja millaisia vaihtoehtoja elementtien seinärakenteissa on.

Haastattelut pidettiin lin Fasadi Oy:n toimistolla 15.12.2015. Haastateltavina oli yhteensä 15 insinööriä ja myyjää. Jokainen haastateltava kutsuttiin yksitellen neuvotteluhuoneeseen ja kaikille esitettiin samat kysymykset. Kysymyksissä käytiin läpi kaikki seinien rakenneosat sekä muita talopaketteihin liittyviä asioita.

Haastatteluissa löydettiin monia kehittämissideoita nykyisiin seinärakenneratkaisuihin. Luvuissa 4.1 – 4.5 käydään läpi, mitä rakenneteknisiä ongelmia haastatteluissa tuli ilmi, sekä kuvataan nykyinen elementtirakenne.

4.1 Elementin runkorakenne

Tällä hetkellä lin Fasadilla tehtävät seinät ovat suurelementtejä eli seinät ovat valmiiksi tehtaalla tehtyjä noin 2 - 10 metriä pitkiä seiniä. Seinät koostuvat puurungosta, eristevillasta, ikkunoista, ovista, höyrynsulkumuovista, ulkoverhouksesta sekä ulko- ja sisäverhouslevystä. Muita mahdollisia rakentamismalleja ovat esimerkiksi Pre-cut-menetelmä, tilaelementti ja pienelementti. (8.)

Haastatteluissa kävi ilmi, että elementin runkorakenteenvalmistusta hidastivat muun muassa rungon päällä oleva rimoitus, kahden eri paksuisen villan asentaminen ja sähköjen läpivienti. Lisäksi elementistä on tehty liian yksilöity tuote. (8.)

4.1.1 Nykyinen runkorakenne

Runkorakenne tällä hetkellä koostuu 223 mm:stä runkopuusta ja sen päälle asennetusta 42 mm:stä runkorimasta. Rima on asetettu runkotolpan päälle, jotta seinä saisi lisää paksuutta. (9.)

4.1.2 Vaihtoehtoiset runkorakenteet

Haastattelussa esille tulleita vaihtoehtoisia runkorakennemalleja olivat massiivirunko, kevyempi runko ja nykyisen rungon päällä olevien rimojen kääntäminen vaakasuuntaan. Massiivirunko poistaisi rimojen tarpeen ja yksinkertaistaisi rakentamista. Kevyemmän rungon käyttöön vaadittaisiin tehokkaampaa eristystä kuten SPU-levyä. Samalla päästäisiin eroon kahden eri villakerroksen asentamisesta. Rimojen kääntäminen vaakasuuntaan helpottaisi sisäverhouslevyjien mitoittamista ja asentamista. (8.)

4.2 Elementin sisäverhouslevyt

Haastatteluissa kävi ilmi, että työtä hidastavia asioita olivat mittojen ajoittainen epäselvyys, sähköputkien asentaminen ja läpivienti ja 600 mm levyn puuttuminen valikoimasta. Haastatteluissa esille nousi myös kysymys, onko levyjen asentaminen jo tehtaalla välttämätöntä. (8.)

4.2.1 Nykyiset sisäverhouslevyt

Nykyiset sisäverhouslevyt tehdään 13 mm:n Gyproc-levystä. Levyjen saumakohtat pyritään mitoittamaan aukkojen keskelle, jotta levyjen saumahalkeamisilta vältyttäisiin. Muut kuin tehdasvalmisteiset levyn reunat viistetään sekä hiotaan saumojen kohdalta valmiiksi pintakäsittelyä varten. Levyihin kiinnitetään myös sähköputket ja rasiat, joten sähköjen asennus työmaalla sujuisi helpommin ja jättäisi laadukkaamman jäljen. Levyjen kiinnitys runkoon tapahtuu ruuveilla. (8.)

4.2.2 Vaihtoehtoiset sisäverhouslevyratkaisut

Ratkaisuna ongelmallisiin kohtiin ehdotettiin sitä, että sisäverhouslevyjien antaminen voisi olla monipuolisempaa hiemankin poikkeaviin ja vinoihin kohtiin. Työnteon vauhtia hidastaa huomattavasti, jos mitan joutuu tarkistamaan joko itse tai kävelemällä toimistoon kysymään apua.

Toinen kehitysehdotus olisi se, että sähköputkien asentaminen jätettäisiin pois. Putkien poisjättäminen nopeuttaisi sisäverhouslevyjen tekoa, eivätkä ne painaisi höyrynsulkumuovia. Yksi vaihtoehto olisi jättää sähköjen läpivienti pois. Sen sijaan sähköt voisi kiertää elementin yli. 600 mm levyjen lisääminen valikoimaan nopeuttaisi levyjen tekemistä. Jos 1 200 mm:n levy joudutaan katkaisemaan 600 mm:n pituiseksi, joudutaan levyyn tekemään viisto ja hionta. Lisäksi tehdasvalmisteinen levynsauma on helpompi kitata, minkä seurauksena asiakas saa laadukkaamman lopputuloksen.

4.3 Elementin tuulensuojalevyt

Haastatteluissa kävi ilmi, että elementtien tuulensuojalevyjen valmistamisen ja asentamisen ainut hidastava asia oli mitoituksen puutteellisuus. Myös tuulensuojalevyn materiaalin vaihtaminen nousi haastatteluissa esille. (8.)

4.3.1 Nykyiset tuulensuojalevyt

Nykyiset tuulensuojalevyt ovat yleensä 9 mm:n Gyproc-levyä. Levyt asennetaan joko nauloilla tai niiteillä kohteesta riippuen. Levyn läpi tulevien putkien tekemät aukot teipataan huolellisesti, jotta levyn ominaisuudet eivät heikkenisi. Riippuen asiakkaasta tuulensuojalevynä on käytettävissä myös 25 mm tuulileijona. (8.)

4.3.2 Vaihtoehtoiset tuulensuojalevyratkaisut

Tuulensuojalevyn asentamisen nopeuttamiseksi vaihtoehtoisena materiaalina voisi olla tuulensuojakangas, joka pyöritettäisiin rullalla elementin päälle. Kankaan jäykistysominaisuudet ovat kuitenkin heikot, joten sitä ei voi suositella SPU-levyn kanssa yhteen. Jäykistävänä tuulensuojamateriaalina voisi toimia vaneri tai puukuitulevy. Puukuitulevyn ominaisuuksien takia muut eristeet voisivat keventyä. Samalla tavalla kuin sisäverhouslevyissä myös tuulensuoja levyjen mittojen antaminen piirustuksiin voitaisiin antaa tarkemmin. (8.)

4.4 Elementin ulkoverhous

Haastatteluissa kävi ilmi, että elementtien työtä hidastavia asioita olivat ulkoverhouksen jakomerkkien määrä ja mittojen anto. Myös ulkoverhoustavaran laadussa olisi parannettavaa. (8.)

4.4.1 Nykyinen ulkoverhous

Nykyinen ulkoverhous on asiakkaan määrittämä ratkaisu. Vaihtoehtoina ovat erilaiset paneelit sekä rapattava levy. (8.)

4.4.2 Vaihtoehtoiset ulkoverhousratkaisut

Ratkaisuna ulkoverhouksen mitoittamiseen olisi korkeiden elementtien ylitysten muuttaminen kuorielementeiksi. Tämä helpottaisi elementtien kuljetusta. Ylitykset tehtäisiin muuten normaalisti, mutta sahattaisiin pois elementin yläreunan mukaan. Irrallinen kuori asennettaisiin paikoilleen vasta työmaalla. Myös jakomerkkejä ulkoverhouksen asentamiseen voisi lisätä. Asentajalla olisi mahdollisuus käyttää paneelin laadusta riippuen joko enemmän tai vähemmän merkkejä hyödyksi. Ulkoverhouksen mitat annettaisiin aina rungosta. Tämä helpottaisi asentajia varsinkin poikkeavan muotoisten aukkojen tekemiseen. (8.)

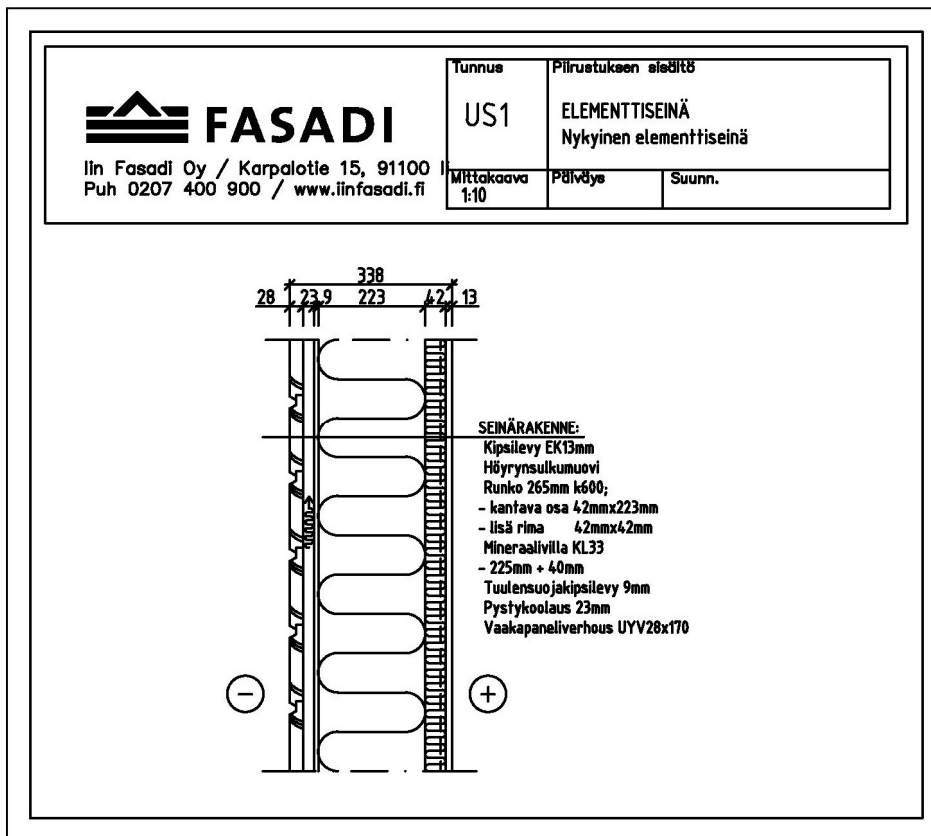
Muita kehitysideoita olisivat ulkoverhouksen tilaaminen määrämittaisena suoraan tehtaalle, jotta elementtien teko nopeutuisi. Lisäksi paneelin porrastukseen tarvittaisiin selkeämpi ohje, jotta ulkoverhouksesta saataisiin laadukkaamman näköinen. Myös ulkoverhouksen valmiusastetta voitaisiin lisätä. Esimerkiksi pintamaalaus voitaisiin tehdä jo tehtaalla. (8.)

4.5 Rakennemallin vahvuudet

Nykyisissä elementeissä on paljon hyvää. Koko talopaketti lähdetään tekemään asiakkaan tarpeesta. Asiakas saa valita itselle mieleisen talopaketin joko Plania-talojen valmiista talokirjastosta tai vaatia itselle kokonaan uuden suunnitelman. Myös valmiiden talomallienkin muokkaaminen onnistuu, joten asiakas saa itselleen sellaisen talon kuin haluaa. (8.)

Kolminkertaisen suojauksen ansiosta elementit pysyvät kuivina ja vahingoittumattomina kuljetuksen ajan tehtaalta työmaalle. Elementtien laatu on merkkinoiden huipputasoa. Seinärakenteeksi asiakas voi valita normaalin standardit täyttävän seinän tai paksumman passiivirakenteen. Seinäeristeen voi valita kivivillasta, ekovillasta tai lasivillasta. Elementteihin asennetaan erikseen tuet jalkalistoille ja kalusteille. Sisäverhouslevyjen asentaminen ruuveilla mahdollistaa levyjen irrottamisen rikkomatta levyä, eivätkä ruuvit pääse nousemaan pois paikoiltaan naulojen tapaan. Lisäksi elementtien ääni- ja paloeristävydet ovat määräysten mukaiset. (8.)

Kuvassa 1 näkyy Iin Fasadi Oy:n käyttämän seinäelementin poikkileikkaus.



KUVA 1. Iin Fasadi Oy:n käyttämän seinäelementin poikkileikkaus (9)

5 SEINÄELEMENTIN VAIHTOEHTOISIA RATKAISUMALLEJA

lin Fasadi Oy:llä pidetyissä haastatteluissa saatiin selville kehitysehdotuksia, joista keskeisimmät esitellään luvuissa 5.1–5.3. Ehdotuksista on myös pinta-puolisesti käsitelty se, miten valmistaminen, kustannukset, jäykistäminen ja rakennefysikaalisuus käyttäytyvät kussakin rakennemallissa.

5.1 Massiivirunko

Ensimmäinen vaihtoehtoinen rakennemalli olisi massiivirunko. Massiivirungon paksuus olisi niin paksu, että riman tarve rungosta jäisi pois. Näin rungon kokoaminen nopeutuisi huomattavasti. Haittapuolena olisi massiivipuun hinta. (8.)

Uudessa massiivirunkoisessa mallissa elementin runko kasattaisiin 265 mm:stä puusta. Eristeenä toimisivat 140 mm:n ja 125 mm:n mineraalivillat. Rungon ulkopinnassa olisi 9 mm:n Gyproc tuulensuojalevy, 23 mm:n pystykoolaus ja ulkoverhoilu. Rungon sisäpuolella olisi höyrynsulkumuovi ja 13 mm:n sisäverhouslevy. Osien valmistajien tarvitsisi työstää runkopuuksi ainoastaan yksi 265 mm:n runkopuu entisen 223 mm rungon ja 42 mm riman sijaan.

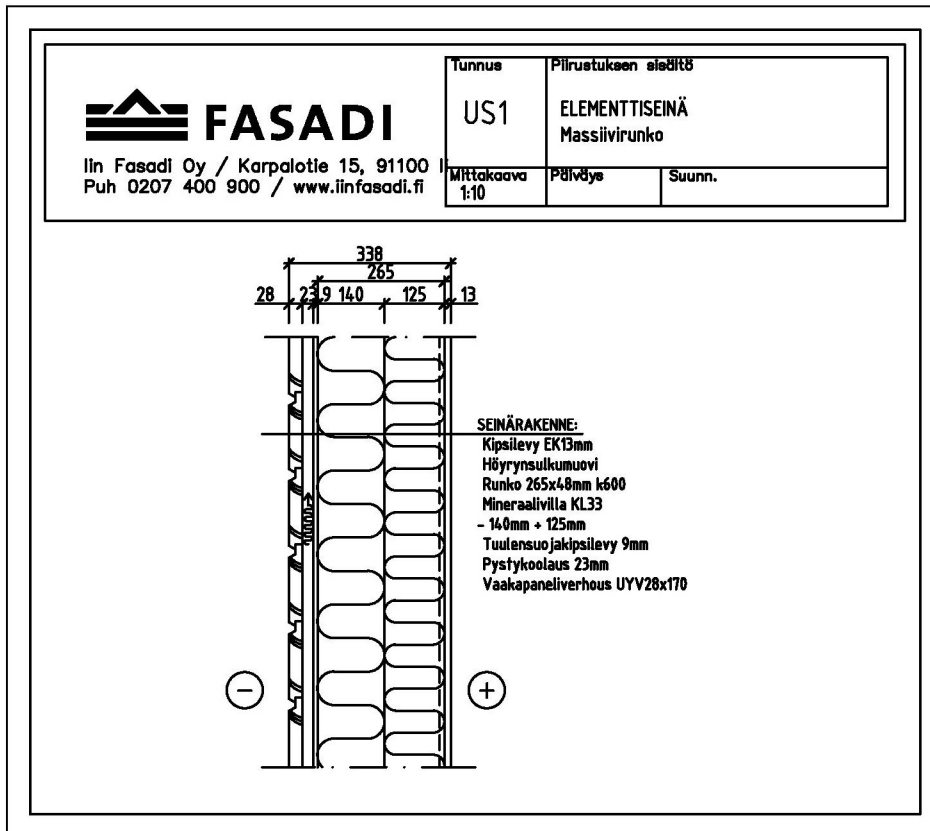
Koska massiivirungon käyttäminen olisi kalliimpaa kuin kapea runko ja rima – yhdistelmä ja muulla tavoin materiaalit elementissä olisivat samat kuin nykyisessäkin elementissä, säästöjä ei materiaalikustannuksissa tulisi. Säästöjä massiivirungon käytössä tulisi rakenteen yksinkertaisuudesta. Rakentaminen ja osien tekeminen olisi nopeampaa, koska runko valmistettaisiin yhdestä puusta. Lisäksi yksinkertainen rakenne olisi helpompi suunnitella.

Massiivirungon jäykistysominaisuudet olisivat vähintäänkin yhtä hyvät kuin nykyisessä seinärakenteessa. Jäykistäminen olisi helppo toteuttaa, koska elementin jäykistävät levyt pystyttäisiin asentamaan suoraan runkoon.

Massiivirunkoisen elementin eristevillat olisivat yhteispaksuudeltaan yhtä paksut kuin nykyisessäkin rakenteessa, joten lämmöneristävyys olisi vähintään yhtä hyvä kuin nyt. Kun höyrynsulkumuovi olisi heti sisäverhouslevyn takana, koste-

us ei pääse tiivistymään seinän sisälle. Riskinä kuitenkin olisi taulukoukkujen muoviin tekemät reiät, jotka altistaisivat seinäeristeen homeelle. Yleisesti massiivirungon ominaisuudet toimisivat jäykistävänä ja kuorman kannattajana, kuten aiemmassakin rakennetyypissä. (13.)

Kuvassa 2 näkyy ehdotetun massiivirunkoisen seinän poikkileikkaus.



KUVA 2. Massiivirunkoinen seinärakenne

5.2 Runko ja vaakasuuntainen rima

Toinen vaihtoehto olisi kääntää nykyisessä rakennemallissa rungon päällä olevat rimat vaakasuuntaan. Samalla höyrynsulkumuovi siirrettäisiin rungon ja rimman väliin ja 40 mm:n villakerros sijoitettaisiin höyrynsulkumuovin päälle. (8.)

Elementin runko valmistettaisiin 42x223 mm:stä kantavasta osasta ja 42x42mm:stä rimasta. Eristeenä toimisivat 225 mm:n ja 40 mm:n mineraalivillat. Rungon ulkopinnassa olisi 9 mm:n Gyproc tuulensuojalevy, 23 mm:n pystykoo-

laus ja ulkoverhoilu. Rungon sisäpuolella olisi 13 mm:n sisäverhouslevy, 42x42 mm:n rima ja höyrynsulkumuovi. Sisäpuolella olevat 42x42 mm:set rimat asennettaisiin vaakasuuntaan 600 mm:n jaolla. Pystysuuntaan, kantavien runkotolppien kohdalle jäävät aukot täytettäisiin vakiomittaisilla rimoilla. Höyrynsulkumuovi sijoitettaisiin kantavan 223 mm:sen rungon ja 42 mm:sen riman väliin.

Höyrynsulkumuovin siirtäminen rungon ja riman väliin vapauttaisi tilaa sähköjen asentamiselle ja estäisi taulukoukujen reikien teon muoviin. Etuna tässä tavassa olisi myös se, että sisäverhouslevyt voitaisiin mitoittaa ja asentaa helpommin. Nykyisessä rakenteessa sisäverhouslevyjen saumakohdat sijoitetaan ikkunoiden ja aukkojen keskelle saumahalkeamien estämiseksi. Nyt levyjen halkaisemisen tarve vähenisi, koska levyt kiinnitettäisiin vaakasuunnassa oleviin rimoihin. Levyt voisivat alkaa ja päättyä aukkojen vierestä, jolloin saumahalkeamia aukkojen reunakohtiin ei syntyisi. Lisäksi sähköjen vienti olisi helpompaa. Putket ja rasiat eivät enää painautuisi höyrynsulkumuovia vasten.

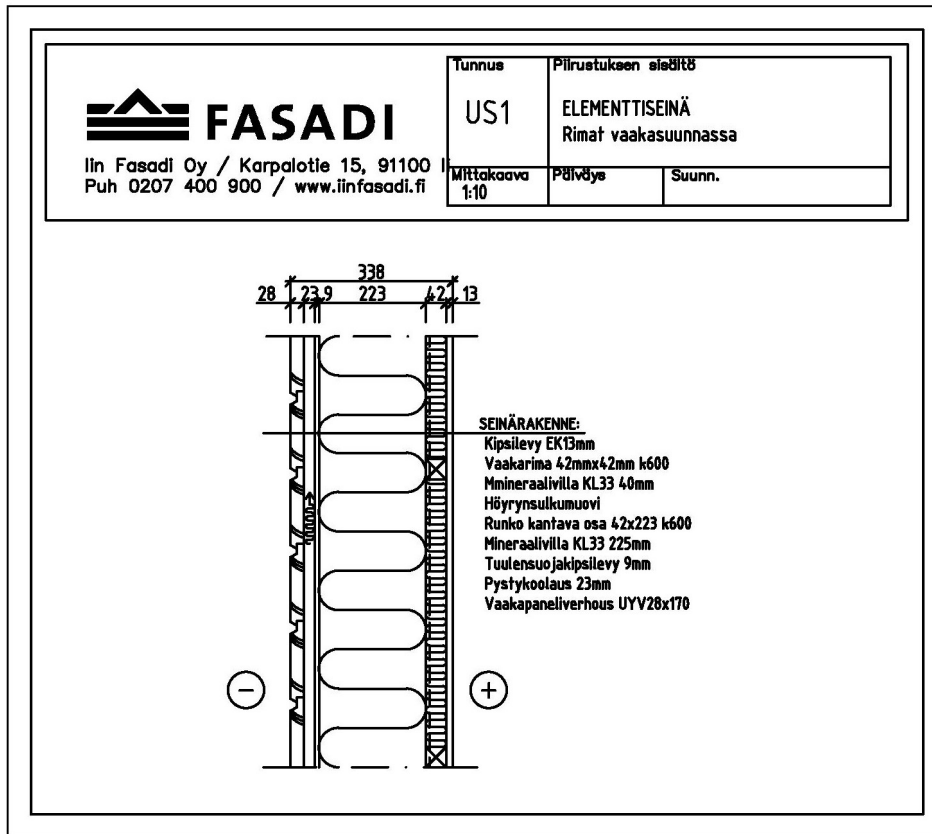
Säästöjä materiaalikustannuksissa ei juuri tulisi, sillä uuden elementin materiaalit olisivat lähes samat kuin nykyisessä elementissä. Vaakasuuntaisten rimojen asennus tapahtuisi täysimittaisilla rimoilla, joten osantekijöiden tehtäväksi rimojen osalta jäisi vakiomittaisten pystyrimapätkien teko. Säästöjä voisi tulla elementin valmistuksen helpottumisen myötä, sillä levyjen halkaisujen määrä vähenisi ja putkien asennukselle jäisi enemmän tilaa.

Käytettäessä vaakasuuntaisia rimoja niiden väliin pystysuunnassa tulisi asentaa pystyrimat jäykistysominaisuuksien säilyttämiseksi. Ilman pystysuuntaista rimaa sisäverhouslevy ei jäykistäisi tarpeeksi runkoa. Puuinfon internetsivuilla olevasta levyjäykisteen mitoitusohjelmasta ilmenee, että sisäverhouslevyn kiinnittäminen pelkästään vaakasuuntaisesti pienentää huomattavasti levyn jäykistysominaisuuksia. (11.)

Elementin rakennetta muutettaessa elementti muuttuisi rakennefysikaalisilta ominaisuuksiltaan höyrynsulkumuovin ja 42 mm riman osalta. Vaakasuuntaisten rimojen lisäksi pystysuuntaan asennetut rimat säilyttäisivät sisäverhouksella

tapahtuvan levyjäykistyksen. Höyrinsulkumuovin siirtyessä 223 mm rungon ja 42 mm riman väliin kosteuden mahdollinen tiivistyminen tapahtuisi sisempänä seinärakennetta. Kosteaa sisäilmaa altistaisi 40 mm villan, riman ja sisäverhouslevyn pahvin homekasvustolle. Tästä johtuen rakennusvaiheessa olisi tärkeää huolehtia riittävästä tuuletuksesta. (13.)

Kuvassa 3 näkyy ehdotettu seinärakenne, jossa rima asetettu vaakasuuntaan.



KUVA 3. Seinärakenne 338 mm, jossa 42x42 mm:n rima vaakasuunnassa

5.3 Kevyt runko

Kolmas vaihtoehto olisi SPU-levyn käyttö seinän lämpimällä puolella. Runko voisi olla kevyempi eli 150 mm paksu eikä rimoja tällöin tarvitsisi. SPU-levyn tiiveys poistaisi myös höyrinsulkumuovin tarpeellisuuden. (8.)

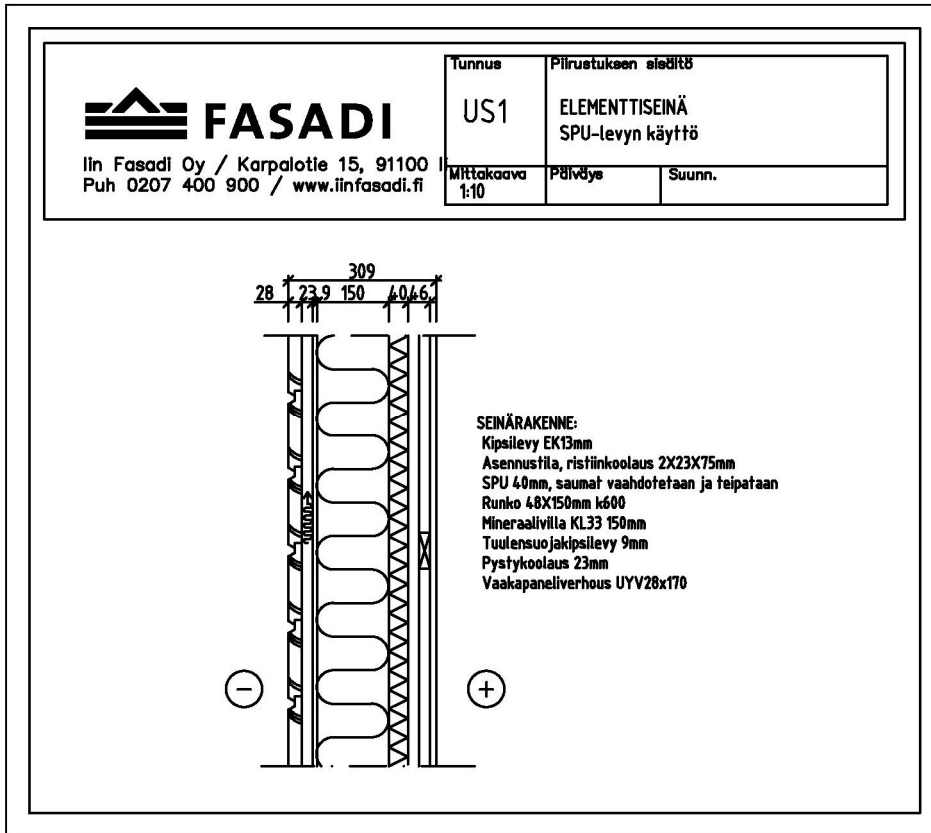
Elementin runko valmistettaisiin 48x150 mm:stä runkokuusta. Eristeenä toimisi 150 mm:n mineraalivilla ja 40 mm:n SPU-levy. Rungon ulkopinnassa olisi 9 mm:n Gyproc-tuulensuojalevy, 23 mm:n pystykoolaus ja ulkoverhoilu. Rungon sisäpuolella olisi 13 mm:n sisäverhouslevy, 2x23x75 mm:n ristiin koolaus ja 40 mm:n SPU-levy. SPU-levyt asennettaisiin runkotolppien päälle ruuvikiinnityksellä. Levyjen saumat ja kiinnitysaukot vaahdotettaisiin yhteen ja päälle laitettaisiin teippaus. SPU-levyn ja sisäverhouslevyn väliin jäänyt tila estäisi kiinnityskoukkuja tekemästä reikää SPU-levyyn sekä mahdollistaisi sähköjen vetämisen kyseisessä tilassa. (10.)

Kapeampi seinärakenne toisi kustannussäästöjä elementtien kuljetuksessa. Materiaalina SPU-levyn käyttö olisi kalliimpaa. Toisaalta asennusvaiheesta jäisi pois rimojen sekä höyrynsulkumuovien asentaminen, mikä nopeuttaisi työskentelyä. Sisäverhouslevyjen mitoittaminen ja asennus olisi helpompaa, koska levyjen saumakohtien repeämistä ei tarvitsisi pelätä. Myös sähköjen asennus helpottuisi SPU-levyn ja sisäverhouslevyn välisen ristikoolauksen jättämisen asennustilan ansiosta.

Aiemmin seinien jäykistyksenä toiminut sisäverhouslevy ei olisi jäykistävänä elementtinä. Jäykistys tapahtuisi joko jäykemmällä tuulensuojalevyllä ja/tai rungon sisään tehdyllä jäykistysvinosidonnalla.

SPU-levyn hyvästä lämmöneristävydestä johtuen elementin rungon rakenne voisi keventyä 150 mm:iin. Levyn tiiveyden ansiosta myös höyrynsulkumuovien käyttö jäisi pois. Riskinä olisi kosteuden tiivistyminen SPU-levyn lämpimälle puolelle eli sisäverhouslevyn pahviin ja koolauksiin. Homekasvuston estämiseksi olisi rakennusvaiheessa huolehdittava riittävästä tuuletuksesta. VTT:ltä saadun lausunnon mukaan SPU-levy on todettu rakennusfysikaalisuudeltaan toimiviksi ja turvalliseksi ratkaisuksi. (12;13.)

Kuvassa 4 näkyy ehdotettu seinärakenne, jossa käytetty SPU-levyä.



KUVA 4. Seinärakenne 309 mm, jossa käytetään 40 mm:stä SPU-levyä

6 YHTEENVETO

Elementtirakentaminen yleistyy koko ajan. Suuret tehtaot pystyvät tekemään seinäelementtejä linjastolla nopeaan tahtiin. Jos tehtaalla on tietty standardi, on seinät mahdollista tehdä roboteilla. Pienemmillä talotehtailla ei välttämättä ole robotteja, mutta niillä on mahdollisuus muunnella seinäelementtiä jokaisen asiakkaan toivomuksien mukaan.

lin Fasadi Oy on tähän asti pystynyt kilpailukykyiseen hintaan tavoittamaan asiakkaita laadukkailla talopaketeilla, mutta kehityksessä on pysyttävä mukana. Elementtejä pitäisi pystyä tekemään nopeammin, jotta kustannukset pysyisivät pienempinä. Lisäksi seinärakenteet ja määräykset kehittyvät kokoajan eikä vanhalla seinämallilla voi jatkaa ikuisuuksiin.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää lin Fasadi Oy:llä rakennettavien seinäelementtien rakennetta kustannustehokkaammaksi ja nykyaikaisemmaksi. Tehtävänä oli tutustua nykyiseen rakenteeseen ja haastatella lin Fasadi Oy:n insinöörejä sekä myyjiä. Haastattelujen perusteella koottiin muutama kokonaisuus rakennevaihtoehdoista, jotka olisivat nykyaikaisempia ja kustannustehokkaampia.

Haastattelut onnistuivat hyvin, koska jokaisella haastateltavalla oli jokin idea tai näkemys siitä, miten elementtiä voisi kehittää. Tuli ilmi, että SPU-levyn käyttö seinän lämpimällä puolella on yleistynyt ja havaittu toimivaksi ratkaisuksi. Seinärakenteeseen kaivattiin myös yksinkertaistusta. Yksinkertaisempia rakenteita on nopeampi valmistaa ja seinien suunnittelukin onnistuisi helpommin.

Haastatteluissa havaittiin myös, että kustannustehokkuuteen pystyy vaikuttamaan seinärakenteen valmiusasteella. Seinien valmistaminen linjastolla nopeutuisi, jos osa työtehtävistä tehtäisiin vasta työmaalla. Esimerkiksi sähköjohdot, ikkunat ja ovet olisi mahdollista asentaa myöhemmässä vaiheessa. Haastatteluissa myös pohdittiin, tulisiko halvemmaksi toimittaa ne vasta työmaalle. Asian

selvittämiseksi täytyisi laskea, kumpi tulee edullisemmaksi tehtaalle, elementin seisominen tehtaalla vai työmaalla.

Opinnäytetyön perusteella Iin Fasadi Oy:llä on mahdollisuus kokeilla uusia seinärakennemalleja. Esimerkiksi SPU-levyn materiaali on kalliimpaa mutta yksinkertaisemman rakenteen ansiosta rakentaminen nopeutuu. Kokeilujen perusteella saadaan selville, kannattaako jatkaa vanhalla vai uudella mallilla. Iin Fasadi Oy:n vastuulle jää myös seinän jäykisteen laskeminen ja muiden rakennusmääräysten täyttyminen sekä kustannusten tarkistaminen.

LÄHTEET

1. Laitinen, Eero 1995. Teollinen puurakentaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy.
2. Pientaloteollisuus. Saatavissa: <http://www.pientaloteollisuus.fi/fin/etusivu/>. Hakupäivä 27.1.2016.
3. Haapio, Appu 2013. Puurakentamisen tulevaisuuden näkymät. Espoo: VTT Technology. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2013/T141.pdf>. Hakupäivä 21.3.2016.
4. Puurakentamisen asema ja mahdollisuudet suomessa. Puuinfo Oy. Saatavissa: <http://www.puuinfo.fi/node/1652>. Hakupäivä 22.3.2016.
5. Avoin puurakennusjärjestelmä. Puuinfo Oy. Saatavissa: <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohje-et/avoin-puurakennusjarjestelma-elementtirakenteet/elementtirakenteet.pdf>. Hakupäivä 8.3.2016.
6. Iin Fasadi. Saatavissa: <http://www.iinfasadi.fi/etusivu.html>. Hakupäivä 18.1.2016.
7. Planiatalo. Saatavissa: <http://www.planiatalo.fi/fi/miksi-planiatalo/laadukas-talopaketti/>. Hakupäivä 18.1.2016.
8. Liukko, Marko - Huhtakangas, Marko - Autio, Arto - Majasalmi, Juha – Sipola, Tapio - Sydänmetsä, Jukka - Seppänen, Pekka - Kankaala, Esa - Seppänen, Ari - Tolonen, Juha - Ervasti, Jarkko - Karsikas, Teijo - Lehtola, Jukka - Jakku, Jari - Junes, Arto 2015. Elementtirakenteen kehittäminen, Iin Fasadi. Haastattelu 15.12.2015.
9. Seinärakenteen leikkauskuva 2015. Iin Fasadi Oy. Sähköpostiviesti. Vastaaantottaja: Valtteri Toppinen. 15.12.2015.

10. SPU eristeiden kiinnittäminen. SPU Oy. Saatavissa:
<http://spu.studio.crasman.fi/pub/Website+material/PDF+and+other+files/Own+instructions%2C+manuals%2C+brochures%2C+material/105+-+SPU+Eristeiden+kiinnitysohje>. Hakupäivä 8.4.2016.
11. Levyjäykisteen mitoitusohjelma 2015. Puuinfo Oy. Saatavissa:
<http://www.puuinfo.fi/mitoitusohjelmat/levyj%C3%A4ykisteen-mitoitusohjelma>. Hakupäivä 8.4.2016.
12. SPU passiivitalo suunnitteluohjeet 2011. SPU Systems Oy. Saatavissa:
http://spu.studio.crasman.fi/pub/Website+material/PDF+and+other+files/Own+instructions,+manuals,+brochures,+material/SPU_Passiivitalo_suunnitteluohje.pdf. Hakupäivä 12.4.2016.
13. Illikainen, Kimmo 2016. Lehtori, Oulun ammattikorkeakoulu. Keskustelu
13.4.2016

KYSYMYKSIÄ HAASTATTELUA VARTEN

Olen tekemässä opinnäytetyötä lin Fasadille aiheesta Elementtirakenteen kehittäminen. Tavoitteenani on kehittää elementtirakennetta tai -rakentamista. Tulen haastattelemaan lin Fasadin suunnittelijoita ja muuta henkilökuntaa lähiaikoina. Tässä kysymyksiä joihin pyydän teitä miettimään etukäteen vastauksia. Tarkoituksena olisi tiedustella onko teillä herännyt **kehittämisisideaa, puutteita tai jotain lisättävää nykyiseen rakennemalliin, kun tavoitteena on aikaan saada säästöjä kuluissa tai laadukkaampaa rakentamista. Lisäksi millä keinoin elementtejä saataisiin tuotettua enemmän/nopeammin.**

Elementin runkorakenne

Onko runkorakenteessa kehitettävää?

Minkälaisia vaihtoehtoja runkorakenteen suunnittelussa on?

Oletko huomannut puutteita nykyisessä tavassa suunnitella runkorakenteita?

Onko mielessäsi ideoita kustannustehokkaampaan ratkaisuun?

Elementin sisäverhouslevyt

Onko sisäverhouslevyjen mitoituksessa kehitettävää?

Minkälaisia vaihtoehtoja sisäverhouslevyjen mitoituksen suunnittelussa on?

Oletko huomannut puutteita nykyisessä tavassa suunnitella sisäverhouslevyjen mitoitusta?

Onko mielessäsi ideoita kustannustehokkaampaan ratkaisuun?

Elementin tuulensuojalevyt

Onko tuulensuojalevyjen mitoituksessa kehitettävää?

Minkälaisia vaihtoehtoja tuulensuolevyjen mitoituksen suunnittelussa on?

Oletko huomannut puutteita nykyisessä tavassa suunnitella tuulensuolevyjen mitoitusta?

Onko mielessäsi ideoita kustannustehokkaampaan ratkaisuun?

Elementin ulkoverhous

Onko ulkoverhouksen mitoittamisessa kehitettävää?

Minkälaisia vaihtoehtoja ulkoverhouksen suunnittelussa on?

Oletko huomannut puutteita nykyisessä tavassa suunnitella ulkoverhousta?

Onko mielessäsi ideoita kustannustehokkaampaan ratkaisuun?

Muita kysymyksiä

Mitkä asiat ovat nykyisen rakennemallin vahvuudet?

Oletko huomannut että kilpailevilla toimittajilla olisi parempia/kustannustehokkaampia rakenneratkaisuja?

Tekisitkö jotakin toisin?

Miten paljon asiakkaita on kiinnostanut talojen lämmönläpäisykerroin?

Onko jokin asia mikä asiakkaita on erityisesti kiinnostanut nykyisessä rakennemallissa?

Yhteistyöterveisin

Valtteri Toppinen

valtteri_toppinen@yahoo.com