

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikka Lappeenranta
Rakennustekniikka
Rakennustuotanto

Jussi Haiko

Paroc Cortex One – Uuden tuulensuojatuotteen seuranta- ja vertailuraportti

Opinnäytetyö 2012

Tiivistelmä

Jussi Haiko

Paroc Cortex One – Uuden tuulensuojatuotteen seuranta- ja vertailuraportti, 31 sivua

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Lappeenranta

Rakennustekniikka

Rakennustuotanto

Opinnäytetyö 2012

Ohjaajat: Lehtori Martti Muinonen, Saimaan ammattikorkeakoulu,

tuotekehityspäällikkö Jukka Sevón, Paroc Oy Ab

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda kirjallinen raportti uuden tuotteen, Paroc Cortex Onen, tuotannosta. Raportoin tuotteen valmistuksesta kivivillatehtaalla, matkasta elementtitehtaan kautta aina rakennustyömaalle elementtien pystytykseen asti sekä tällä matkalla kohdattavista ongelmakohtista. Tavoitteena oli myös pienimuotoinen vertailu vanhaan tapaan eli toteuttaa lämmön- ja tuuleneristys erillisillä lämmöneristeillä ja tuulensuojalevyillä.

Työ on jaettu neljään osaan: tuulensuoja, Paroc ja kivivilla, Paroc Cortex One ja kustannusvertailu. Tuulensuojaosuudessa kerrotaan tuulensuojauksesta yleisesti. Paroc- ja kivivillaosuus kertoo Parocista yrityksenä ja kivivillan valmistuksesta. Paroc Cortex One sisältää tarkempaa tietoa tuotteesta ja seurantaraportin ongelmakohtineen. Kustannusvertailuosuus vertaa keskenään uuden ja vanhan tuotteen ja tavan kustannuksia.

Työ on toteutettu haastattelemalla Parocin Paraisten tehtaan työntekijöitä, Pielisen betonin Lieksan tehtaan työntekijöitä sekä Joensuun kohdetyömaan elementtitehtaan vastaavia henkilöitä. Lisäksi seurasin itse kaikkia eri työvaiheita kaikilla kolmella paikkakunnalla. Lisäksi tiedonsaannissa on käytetty eri kirjallisuutta sekä internetiä apuna. Vertailuosuus on toteutettu Parocilta ja Pielisen betonilta saaduilla hintatiedoilla sekä Ratu-korteista saaduilla tiedoilla.

Asiasanat: tuulensuoja, lämmöneriste, kivivilla, kustannusvertailu

Abstract

Jussi Haiko

Paroc Cortex One - follow up and comparison report of a new wind protection product, 31 Pages

Saimaa University of Applied Sciences

Technology Lappeenranta

Civil and Construction Engineering

Construction Management

Bachelor's Thesis 2012

Instructors: Lecturer, Martti Muinonen, Saimaa University of Applied Sciences,
Product Development Manager, Jukka Sevón, Paroc Oy Ab

The purpose of the thesis was to create a written report of the new product's, Paroc Cortex One's, first journey from the stone wool factory through prefab factory to building site and all the troubles encountered in the way. Comparison between the old way of producing thermal insulation and wind protection and the new Cortex One was made.

The thesis is divided into four sections: wind protection, Paroc and stone wool, Paroc Cortex One and comparison of costs. The first section is about the wind protection in general. The second one is about the Paroc company and about the manufacturing of stone wool. Paroc Cortex One section explains the details of the product. It also contains the follow up report and the problems that appeared. The last section is about the comparison of the costs in the new and the old products.

The information was gathered from literature, the Internet and by interviewing persons who participated in the product's manufacturing. In addition all the stages of the manufacturing were observed. The comparison part used the cost information from the factory and Ratu-cards.

Keywords: wind protection, thermal insulation, stone wool, cost comparison

Sisältö

1 Johdanto	5
1.1 Työn tausta.....	5
1.2 Työn tavoitteet ja rajaus	5
1.3 Työn rakenne	6
2 Tuulensuoja	7
3 Paroc Oy Ab.....	10
3.1 Historia	10
3.2 Kivivilla ja sen valmistus	12
3.3 Parocin tuulensuojaeristeet	14
4 Paroc Cortex One	16
4.1 Seurantaraportti.....	17
4.2 Ongelmakohdat	20
5 Kustannusvertailu	23
5.1 Paroc eXtra XS ja Paroc WPS 3n	23
5.2 Paroc Cortex One.....	24
5.3 Tulokset.....	24
6 Yhteenveto.....	26
Kuvat.....	29
Taulukot.....	30
Lähteet.....	31

1 Johdanto

1.1 Työn tausta

Opinnäytetyöni aiheena on Paroc Oy Ab:n tarve saada kirjallinen raportti uuden yhdistelmätuotteen Paroc Cortex Onen ensimmäisestä tuotantoajosta. Samalla halutaan saada raportti tuotteen kaikista vaiheista aina teräsbetoniseinäelementtien pystytykseen asti. Raportissa on myös eritelty kaikkien työvaiheiden ongelmakohdat. Samalla Paroc toivoo, että uutta tapaa vertailtaisiin vanhaan tapaan toteuttaa rakennuksen ulkoseinien eristys pehmeällä kivivillalla ja erillisellä tuulensuojalevyllä.

Alun perin tarkoitukseni oli tehdä opinnäytetyö, jonka pohjana olisi ollut kokonaan uuden lamellituotteen luominen ja sen tarvitsemat koeajot sekä laboratoriotestit. Kyseinen työ osoittautui kuitenkin paremmin suunnittelupuolen koulutukseen sopivaksi, joten mietimme yhdessä ohjaajani Jukka Sevónin kanssa minulle paremmin sopivaa aihetta, ja päädyimme tähän raporttimuotoiseen työhön. Tämä työ sopii paremmin tuotantopuolen koulutukseen, koska tässä pääsen näkemään tuotteen koko elinkaaren. Kyseisen tuotteen elinkaari käsittää kivivillatehtaalla tapahtuvan valmistuksen, elementtitehtaalla tapahtuvan eristeen asennuksen elementtiin sekä työmaalla tapahtuvan teräsbetonielementtien lopullisen paikalleen asennuksen rakennuksen ulkoseiniksi.

1.2 Työn tavoitteet ja rajaus

Opinnäytetyöni tavoitteena on luoda raportti, josta ilmenisi uuden tuotteen valmistukseen, tuotteen asennukseen teräsbetoniseinäelementtien pintaan ja teräsbetoniseinäelementtien pystytykseen mahdollisesti liittyvät ongelmakohdat. Tavoitteena on myös vertailla vanhaa tapaa ja tuotetta uuteen tuotteeseen ja tapaan. Vanha tapa on eristää teräsbetonielementtiseinät pehmeällä kivivillalla ja erillisellä tuulensuojalevyllä, kun taas uusi tapa yhdistää vanhan tavan kerrokset yhdeksi yhtenäiseksi tuotteeksi.

Työ rajataan käsittelemään tuulensuojausta yleensä sekä yleisistä lämmöneristeistä ainoastaan Paroc Oy Ab:n tuottamia kivivillaeristeitä. Vertailu

rajataan myös uuden tuotteen ja tavan sekä vanhan tuotteen ja tavan välille. Opinnäytetyön aiheena oleva tuote soveltuu käytettäväksi tuulettuvissa teräsbetonielementtirakenteissa, jonka vuoksi muut runkorakennevaihtoehdot jätetään työstä pois.

1.3 Työn rakenne

Opinnäytetyö rakentuu kuudesta luvusta. Ensimmäisessä luvussa käyn läpi työn taustat, tavoitteet ja rajaukset sekä rakenteen.

Toisessa luvussa keskityn tuulensuojatuotteisiin ja niiden käyttötarkoituksiin.

Kolmannessa luvussa käsittelen Parocia yrityksenä ja kerron kivivillan valmistuksesta hieman tarkemmin.

Neljäs luku on opinnäytetyön pääosa, joka käsittelee Paroc Cortex One-tuotetta. Tästä luvusta löytyy tarkempi tuotteen esittely sekä tuotteen seurantaraportti ongelmakohtineen.

Viidennessä luvussa keskityn vertailemaan kahta eri tapaa toteuttaa rakennuksen tuulensuojaus ja lämmöneristys Parocin kivivillatuotteilla.

Kuudes ja viimeinen luku on yhteenveto työn sisällöstä.

2 Tuulensuoja

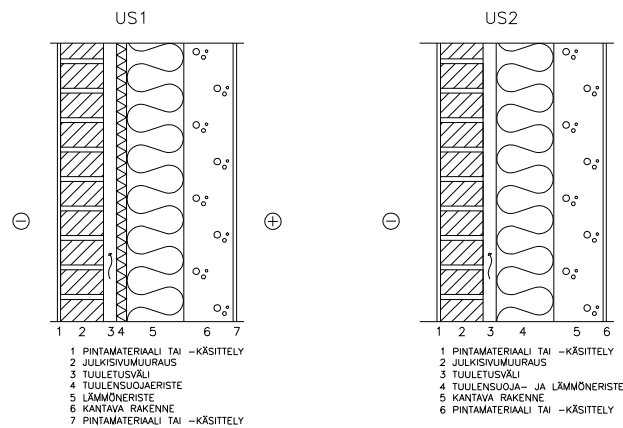
Tuulensuoja on vaipparakenteessa oleva ainekerros, jonka pääasiallinen tehtävä on estää haitallinen ilmavirtaus ulkopuolelta sisäpuoliseen rakenteen osaan ja takaisin. Tuulensuojan ilmanläpäisykerroin saa olla korkeintaan $10 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$. (C4, 2003.)

Tuulensuoja on lämmöneristyksessä kiinni oleva, kauttaaltaan eristyksen peittävä kerros, jossa ei saa olla avoimia lämmöneristykseen johtavia rakoja tai reikiä. Tiiveydestä on erityisesti huolehdittava saumoissa, seinien alareunoissa ja nurkissa sekä ikkuna- ja oviaukkojen ja muiden läpivientien pielissä. Ulkoseinien tuulensuojan yläreuna nostetaan usein yläpohjan lämmöneristyksen yläpinnan yläpuolelle suojaamaan eristyksen reunapintoja. (C4, 2003.)

Tuulensuoja sijaitsee rungossa tuulettuvan ilmaraon ja lämmöneristeen välissä. Tuulettuva ilmarako voi olla joko lievästi tuulettuva tai hyvin tuulettuva. Ilmarako on lievästi tuulettuva, kun ulkoilmaan rajoittuvien ja näin tuuletuksen mahdollistavien aukkojen pinta-ala on välillä $5\text{-}15 \text{ cm}^2/\text{m}$ pystysuorassa rakenteessa olevan pystysuoran ilmaraon pituusyksikköä kohden. Hyvin tuulettuvaan pystysuoraan ilmarakoon johtavien aukkojen yhteenlaskettu pinta-ala on yli $15 \text{ cm}^2/\text{m}$. (C4, 2003.)

Ilmaraon tehtävänä on poistaa julkisivun sisäpuolelle joko sisältä tai ulkoa tullut kosteus tai vesi virtaavan ilman avulla rakennetta vaurioittamatta. Ilmaraon suositeltu leveys on vähintään 30 mm. Ilmaraossa oikeaa leveyttä tärkeämpää on kuitenkin, että rako on avoin koko matkalta ja että se on avoin ulkoilmaan sekä ylä- että alapäästä.

Kuvasta 1 selviää hyvin, mihin kohtaan ulkoseinärakennetta tuulensuojalevy asettuu. Samoin kuvasta huomaa uuden tuulensuojatuotteen aiheuttaman eron, eli yhden rakennekerroksen puuttumisen perinteiseen rakennusmalliin verrattuna.



Kuva 1. Tuulettuvan ulkoseinän rakenteet sekä erillisellä tuulensuojalevyllä että yhtenäisellä tuulensuoja- ja lämmöneristemateriaalilla toteutettuna

Yleisimpiä materiaaleja tuulensuojauksessa ovat erityismuovit kuten Cortex ja Tyvek, joita myös Paroc käyttää tuulensuojatuotteissaan, paperit ja erilaiset kipsi- ja puukuitulevyt, jotka on hyväksytty tuulensuojaksi. Nämä erityismuovit, kuten kaikki muutkin tuulensuojatuotteet läpäisevät niille asetetun ilmanläpäisykerroinvaatimuksen. Erityismuovit sallivat myös vesihöyryn poistumisen rakenteesta, mutta eivät laske lävitseen tuulta tai sadetta. Paperia pidetään nykyään vanhanaikaisena, sillä se on vaikea asentaa paikoilleen ja se homehtuu helposti pysyessään pitkään kosteana. Se ei myöskään ole paloteknisesti järkevin ratkaisu huonon palonkestävyytensä takia. Mineraalivillatuulensuojalevyt toimivat usein samalla lämmöneristeinä, mutta niitäkään ei voi joka paikassa käyttää. Rakennuksen runko voi kaivata esimerkiksi jäykistystä, mitä mineraalivillalevyillä ei saavuteta, vaan tarvitaan jämäkämpä tuulensuojalevy, kuten puukuitulevy. Näin ollen jokaiseen kohteeseen on valittava oma, juuri kyseiseen rakenteeseen sopiva tuulensuojaratkaisu.

Seinärakenteessa oleva tuulensuoja joutuu melkoiseen olosuhdemyllerrykseen. Auringonpaisteessa varsinkin tummapintaisen seinän sisäosat saattavat kuumentua korkeisiin lämpötiloihin. Toisaalta esimerkiksi keväällä rakenteen viileneminen voi olla seinässä, ainakin tuulensuojan syvyydellä, yllättävän nopeaa.

Koska tuulensuoja hengittävyytensä vuoksi päästää lävitseen runsaasti kosteutta, ei ole ollenkaan tavatonta, että lämpötilojen vaihdellessa rajusti tuulensuojan pintaan tiivistyy suhteellisen suuria määriä vettä. Seinään asennettu tuulensuojamateriaali näin ollen toistuvasti kostuu, kastuu ja kylmillä ilmoilla jopa jäätyy rakennuksen koko elinkaaren ajan.

Seinän sisään syntyy itse asiassa oma mikroilmastonsa, jossa kelit vaihtuvat. Olosuhteet voivat olla paljon rajummat kuin seinän toiselta puolelta tarkastellen voisi edes kuvitella. Nämä kaikki seikat yhteistyössä aiheuttavat tuulensuojamateriaaleille kovat vaatimukset, jolloin oikean tuulensuojamateriaalin valinta oikeaan runkoratkaisuun ei olekaan niin helppoa kuin voisi aluksi kuvitella. Onneksi monet tuulensuojamateriaaleja valmistavat yritykset ovat asiaan perehtyneitä ja osaavat suositella oikeaoppisesti toimivan materiaalin eri runkoratkaisuihin.

3 Paroc Oy Ab

Paroc Oy Ab on osa Paroc- konsernia, joka on nopeimmin kasvava ja kannattavin mineraalivillaeriste tuotteiden ja ratkaisujen toimittaja Euroopassa. Tuotteita ovat mm. rakennuseristeet, rakennuselementit, tekniset eristeet, laivaeristeet ja akustointituotteet. Tuotteet toimivat esimerkiksi lämpö-, ääni- ja paloeristeinä. (Paroc, 2011.)

Parocilla on tehdastoimintaa Suomen lisäksi Ruotsissa, Puolassa ja Liettuassa. Suomen tehtaat sijaitsevat Lappeenrannassa, Paraisilla ja Oulussa. Edustustoa ja myyntikonttoreita on Euroopassa 13 maassa. Liikevaihto Paroc-konsernilla vuonna 2010 oli 348 miljoonaa euroa ja henkilöstön määrä keskimäärin 1945. (Paroc, 2011.)

Parocin omistaa sijoittajat yhdessä yhtiön henkilöstön kanssa. Pääomistaja on Arcapita Bank B.S.C. (c) yhdessä muiden sijoittajien kanssa. Yhtiön henkilöstö toimii vain vähemmistöosakkaana. (Paroc, 2011.)

3.1 Historia

Kivivillan valmistus alkoi vuonna 1937 Ruotsissa. Silloin Ruotsin tehdas ei ollut vielä osa Parocia. Vuonna 1952 valmistettiin ensimmäiset kivivillat Suomessa. Lappeenranta sai kunnian olla ensimmäinen paikkakunta, jossa kivivillaa valmistettiin Suomessa. Teknisten Eristeiden ensimmäiset valmistettavat tuotteet olivat putkieristeitä. Niiden valmistaminen aloitettiin Lappeenrannassa vuonna 1957. (Paroc, General Brochure FI 2011.)

Paroc tunnetaan nykyään hyvin punaraitapakkauksista, joita näkee muun muassa rakennuksien reuna-alueilla. Punaraitapakkaukset lanseerattiin vuonna 1978. (Kuva 2.)



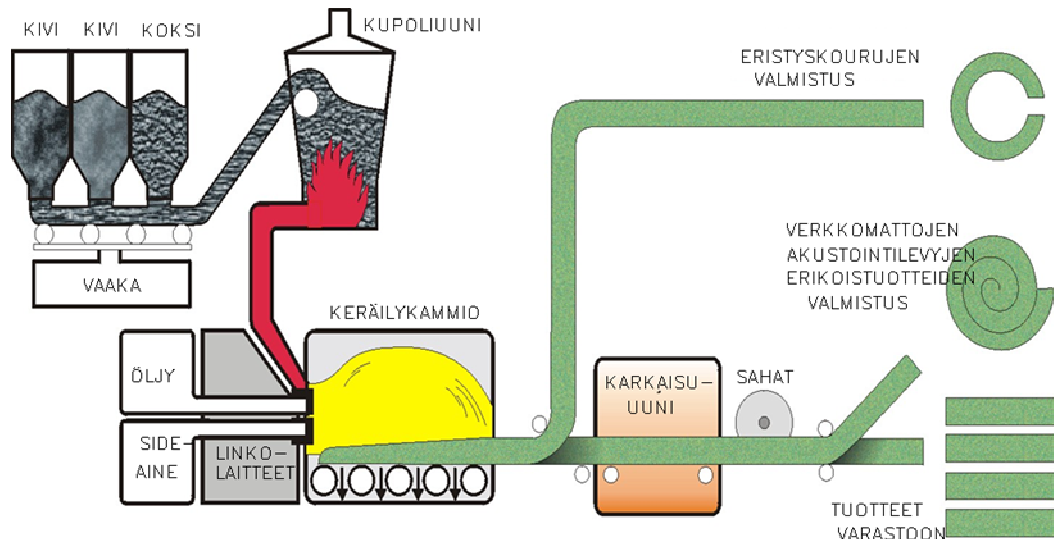
Kuva 2. Punaraita pakkaukset

Vuonna 1982 rekisteröitiin Paroc-nimi ensimmäisen kerran. Rakennuselementtien valmistaminen alkoi samalla vuosikymmenellä, vuonna 1986. Paroc saavutti myös vahvemman markkina-aseman Pohjoismaissa 1980-luvulla. (Paroc, General Brochure FI 2011.)

Paroc alkoi laajeta Baltian maihin ja Puolaan 1990-luvulla. Vuonna 1999 Paroc Group itsenäistyi, kun sijoitusyhtiö Industri Kapital osti suurimman osan Parocia. Ennen tätä Paroc oli osa Partekia. Paroc Groupin omistajuus on vaihtunut tämän jälkeen kahdesti, vuonna 2003 BA Capital Partners Europe oli suurin omistaja ja nykyinen omistaja Arcapita Bank B.S.C (c) osti suurimman osan Paroc Groupia vuonna 2006. 2000-luvulla Parocin kasvu ja kansainvälistyminen jatkuu Euroopassa. (Paroc, General Brochure FI 2011.)

3.2 Kivivilla ja sen valmistus

Kivivilla eli vuorivilla kuuluu tunnetuimpiin mineraalivilloihin yhdessä lasivillan kanssa, joka valmistetaan 70-prosenttisesti kierrätyslasista. Kuvassa 3 on hyvin pelkistetty kuva kivivillan valmistusprosessista.



Kuva 3. Kivivillan valmistusprosessi (Paroc 2011)

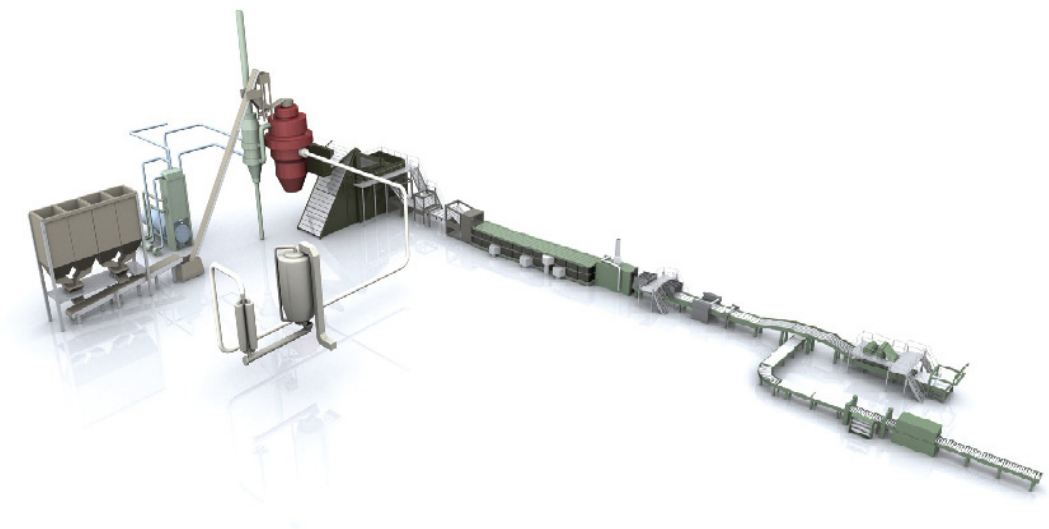
Kivivilla koostuu yli 95-prosenttisesti kivistä. Kivivillan valmistuksessa käytettyjä kivilajeja ovat muun muassa gabro, anortosiitti ja dolomiitti. Loput raaka-aineet koostuvat kovetetusta hartsista ja öljystä. (Paroc, Kivivilla 2010.)

Eri kivilajeja sekoittamalla saadaan eristekuidulle oikea koostumus. Sekoitettut kiviainekset sulatetaan uunissa joko koksen tai sähköän avulla. Uunista kivisula, jonka lämpötila voi olla jopa 1400 celsiusastetta, johdetaan nopeasti pyöriville linkokehille, josta sula keskipakoisvoiman vaikutuksesta muotoutuu eristekuiduksi. Linkouksen eli kuidutuksen yhteydessä lisätään sideainetta eli kovetettua hartsia sekä öljyä. Kuidutuksen jälkeen on ensi kertaa nähtävissä kivivillaa. Tämän jälkeen kuiduista kerätään halutun paksuinen villamatto, joka johdetaan karkaisu-uuniin, jossa lämmön aktivoima hartsi sitoo eristekuidut toisiinsa jämähäksi, kestäväksi kivivillatuotteeksi. Jos valmistetaan kivivillasta tehtyjä eristyskouruja, villamatto ohjataan ennen karkaisu-uunia erillisiin kourunvalmistuslaitteisiin, joissa on oma karkaisu-uuninsa. (Paroc, Kivivilla 2010.)

Eristeet sahataan määrämittäisiksi ja tarvittaessa uritetaan, pinnoitetaan tai pontataan. Ennen sahausta määrämittäisiin tapahtuu myös mahdollinen tuulensuojapinnoitteen asennus kivivillalevyn pintaan kuumatelojen avulla. Sahausten jälkeen eristeet pakataan levypaketeiksi, lavapakkauksiksi tai mattorulliksi odottelemaan kuljetusta asiakkaiden varastoihin. (Paroc, Kivivilla 2010.)

Tärkeimmät Parocin tuottamat tuoteryhmät ovat pehmeät rakennuseristeet, tuulensuojaeristeet, puhallusvilla, muut irtoeristeet, elementtiseristeet, rappausaluseristeet, askeläänieristeet, kattoeristeet, palosuojaeristeet ja akustointituotteet (Paroc, Kivivilla 2010).

Alla olevassa kuvassa 4 on vielä tuotantoprosessi todenmukaisemmalla kuvalla, miltä linjasto oikeasti näyttää.



Kuva 4. Kivivillan tuotantoprosessi (Paroc 2011)

Kivivillan hyvä eristävyys perustuu sen tiheään kuiturakenteen sitomaan, paikallaan pysyvään ilmaan. Villan tilavuudesta on ilmaa 92 – 99 % tuotteesta riippuen. (Paroc, Kivivilla 2010.)

Kuvasta 5 näkee, kuinka kivivillakuidut linkouksen jäljiltä asettuvat täysin sattumanvaraisesti ja näin mahdollistavat seisovan ilman jäämisen tuotteeseen.



Kuva 5. Makrokuva kivivillan kuiturakenteesta (Jukka Sevon 2012)

3.3 Parocin tuulensuojaeristeet

Paroc tuottaa tällä hetkellä kahdeksaa erilaista tuulensuojaeristettä, joista uusin eli Paroc Cortex One ei ole vielä markkinoilla. Tuotteissa käytetään tuulensuojapinnoitteena joko Tyvek-tuulensuojapinnoitetta tai uusimmissa eli Cortex-tuotteissa palamatonta Cortex-tuulensuojapinnoitetta. Pinnoitteiden alla olevissa kivivillalevyissä ei ole eroja vaan ne kaikki valmistetaan samoista, jo aiemmin mainituista raaka-aineista kuin muutkin Parocin kivivillatuotteet.

Tuotteiden käyttökohteita ovat tuotteen mukaan joko ulkoseinät, yläpohjat tai tuulettuvat alapohjat. Paroc Renova n sopii ulkoseinien lisäeristykseksi.

Taulukossa 1 on esitelty Parocin tuulensuojaeristeiden koot ja käytetyt tuulensuojapinnoitteet.

	Leveys x pituus	Paksuus	Pinnoite
Paroc WPS 1n	870 x 1170 mm	150, 175, 200 mm	Tyvek®
Paroc WPS 3n	1200 x 1800 mm	30 mm	Tyvek®
Paroc WPS 3nj	1200 x 1800 mm	40, 55 mm	Tyvek®
Paroc WPS 3nt	1200 x 3000 mm	55 mm	Tyvek® ja lasikuitu
Paroc WPB 3n	1200 x 1800 mm	30 mm	Tyvek®
Paroc Renova n	1200 x 1800 mm	70, 100, 125 mm	Tyvek®
Paroc Cortex	1200 x 1800 mm	30, 50, 70 mm	Cortex
Paroc Cortex One	Vielä avoinna, pilottihankkeessa 600 x 1500 mm	Vielä avoinna, pilottihankkeessa 225 mm	Cortex

Taulukko 1. Parocin tuottamat tuulensuojaeristeet.

4 Paroc Cortex One

Paroc Cortex Onessa yhdistyvät perinteinen pehmeä kivivillaeriste ja erillinen tuulensuojakankaalla pinnoitettu kivivillalevy eli tuulensuojalevy yhdeksi yhtenäiseksi tuotteeksi. Tuote muodostuu Parocin tuottamasta kivivillasta, joka päällystetään palamattomalla, tuulta ja sadetta pitävällä Cortex-pinnoitteella, jolloin saadaan yhtenäinen sekä lämpöä, tuulta, ääntä että paloa eristävä tuote. Cortex One soveltuu käytettäväksi betonielementtirakennusten tuuletettuihin julkisivuihin. Tuote sallii vesihöyryn poistumisen rakennuksesta ja se ylittää P1- ja P2-luokan rakennusten paloturvallisuusvaateet kuulumalla paloluokkaan A2-s1, d0. Tuotteen λ_{D} on 0,033 W/mK ja esimerkiksi 180 millimetrin paksuisella Cortex One eristeellä ja 150 millimetrin paksuisella kantavalla teräsbetonirungolla päästään U-arvoon 0,173 W/m²K.

Tuote voidaan asentaa jo elementtitehtaalla elementtien pintaan ja näin säästytään työmaalla monelta eri työvaiheelta. Tämä mahdollistaa myös sen, että rakennukseen saadaan lämpö päälle nopeammin elementtien asennuksen jälkeen kuin vanhalla tekniikalla, jossa eristys tapahtuu vasta työmaalla suorittaen.

Kuvasta 6 huomaa hyvin Cortex Onen edun perinteiseen työmaalla tapahtuvaan eristämiseen verrattuna. Vaikka runko ei ole kokonaisuudessaan vielä pystyssä, on lämmöneristys valmiina jo alusta alkaen. Heti ikkunoiden ja ovien asennuksen jälkeen voidaan laittaa rakennukseen lämpö päälle. Myöskään pehmeän villan kastumista ei tarvitse pelätä, koska Cortex One toimii myös sään suojana koko rakentamisen ajan ja avoimet sivut ja päällisosat on suojattu jo tehtaalla lähtiessä sääsuojamuovilla.



Kuva 6. Kohdekerrostalon ensimmäisen ja toisen kerroksen teräsbetoniseinäelementit tuulensuojaeristysineen asennettuina.

4.1 Seurantareportti

Paroc Cortex Onen ensimmäinen tuotantoajo tapahtui Paraisten tehtaalla 21.9.2011. Mukana seuraamassa oli minun lisäksi opinnäytetyöni ohjaaja Jukka Sevón Parocin Paraisten tehtaalta. Koska tuote koostuu paksusta kivivillalevystä, joka päällystetään tuulensuojapinnoitteella, ei tuotannossa ollut suuria ongelmia. Tuotteen perusraaka-aineen ollessa samaa kuin lähes kaikissa muissakin Parocin tuottamissa eristeissä, joten ainoa ero aiemmin tuotannossa olleisiin tuulensuojatuotteisiin löytyy vain pinnoitteesta, eikä se näin ollen aiheuttanut kummoisia muutoksia tuotantoprosessiin. Tarkempi erittely eri ongelmakohtista tulee myöhemmin tässä työssä.

Seurantamatkani jatkui 5.10.2011, kun vierailimme Jukka Sevónin ja Parocin myyntipuolen aluepäällikkö Ari Kampmanin kanssa ensin Pielisen betonin tehtaalla Lieksassa. Siellä näimme valmiita ulkoseinäelementtejä sekä kuinka elementin valmistus käytännössä tapahtuu. Oppaanamme Lieksan tehtaalla

toimi Pielisen betonin Ilmo Väätäinen, joka vastaa Lieksan tehtaan toiminnasta. Häneltä sain paljon käytännön tietoa betonielementtien valmistamisesta ja betonirakentamisesta ylipäänsä. Kuvassa 7 eristelevy on asennettu valetun elementin pintaan ja vuorossa on sekä 320 mm pitkien villanaulojen että ramlojen eli tiilisiteiden asennus. Vaikka sementtiliima on eristeen varsinainen kiinnitystapa elementin pintaan, niin villanaulojen tarkoitus on varmistaa eristeen kiinnittyminen elementin pintaan varsinkin aukkojen, kuten ikkunoiden ympärillä, sekä elementin reuna-alueilla. Tiilisiteitä tuli elementtiin 4 kpl/m² ja villanauloja myös 4 kpl/m² tai enemmän riippuen elementin muodosta ja aukkojen määrästä. Kuvassa 8 on valmiita elementtejä odottamassa kuljetusta tehtaalta Joensuun työmaalle. Kuvassa näkyy myös, kuinka kaikki elementin saumat on teipattu ilma- ja vesivuotojen minimoimiseksi sekä elementin yläpintaan asennettu sään suojamuovi.



Kuva 7. Villanaulojen ja ramlojen asennus elementtitehtaalla.



Kuva 8. Valmiita teräsbetoniseinäelementtejä eristyksineen elementtitehtaan välivarastossa.

Samana päivänä vierailimme vielä Joensuussa As Oy Suvikujan työmaalla, joka on Paroc Cortex Onen pilottikohde. Urakoitsijana toimii Rakennusliike Purmonen Oy ja vastaavana mestarina toimii Seppo Lasanen. Hän kertoi, kuinka kohde oli edennyt ja kuinka uusi tuote oli toiminut. Kiitosta tuote sai nimenomaan siitä, että lämmöt rakennukseen on mahdollista saada päälle nopeammin kuin vanhalla tavalla toteutettuna. Varsinkin talveä vasten rakennettaessa siitä on erittäin paljon hyötyä urakoitsijalle muun muassa nopeuttaen runkovaiheen töitä sekä aikaistaen sisävalmistusvaiheen aloitusta.

Tein vielä yksin seurantamatkan Lieksan elementtitehtaalalle ja Joensuun työmaalle 24.10.2011, jotta saisin kuvia ja kokemuksia tuotteesta kun rakentaminen oli pidemmällä. Lieksan tehtaalla ei ollut ilmennyt mitään uusia ongelmia ja suurimmat vanhatkin ongelmat olivat kadonneet. Myöskään työmaalla ei ollut mitään uusia ongelmia ilmennyt vaan kohde edistyi hyvää

vauhtia. Kuvassa 9, joka on otettu 1.2.2012, kohde on saavuttanut harjakorkeutensa.



Kuva 9. Seurantakohde harjakorkeudessa. (Jukka Sevón 2012)

4.2 Ongelmakohdat

Kuten aina uuden tuotteen kanssa myös Paroc Cortex Onen kanssa ilmeni muutamia ongelmakohtia. Parocin Paraisten tehtaalla suurimmat ongelmat ilmenivät tuotteen pakkauksessa. Tuotannossa olleen levykoon 600 mm x 1500 mm pakkaaminen ei onnistunut tuotantolinjan pakkaus koneilla, vaan tuote jouduttiin lopulta pakkaamaan kokonaan käsin. Jos tuotteen olisi voinut tehdä koossa 1200 mm x 1500 mm, olisi pakkaus onnistunut koneellisesti, mutta kyseinen levykoko ei käynyt elementtitehtaalle, koska se olisi tarkoittanut elementtitehtaalle enemmän eristeen paloitlemista ja mahdollisesti suuriakin hukkapaloja.

Muut Paraisten tehtaalla ilmenevät ongelmakohdat liittyivät Cortex-pinnoitteeseen. Itse pinnoite repeää helposti eikä jousta juuri yhtään verrattuna

Tyvek-pinnoitteeseen, jota käytetään muissa Parocin tuulensuojatuotteissa. Juuri tämän takia valmis tuote ei kestä taivutusta, vaan pinnoite irtoaa, jos tuotetta alkaa taivuttaa. Myös itse tuotannossa pitää olla varovainen käytettävien paineiden kanssa. Kun pinnoite painetaan kiinni villalevyyn kuumatelalla, niin liian suuri paine kuumatelalla irrottaa jo kiinnitetyn pinnoitteen villalevystä. Myös vastaavasti liian pieni paine ei paina pinnoitetta kiinni tarpeeksi lujasti, vaan se irtoaa pienimmästäkin kosketuksesta.

Parocin tuotanto- ja laatuteknikko Petri Kujalan mukaan lisäämällä kivivillan tiheyttä tai lisäämällä kivivillan sideainetta pinnoite voitaisiin saada kestävästi kiinni paremmin. Yhtenä vaihtoehtona voisi olla myös aluskankaan poisto itse pinnoitteen ja villalevyn välistä. (Kujala, 2011.)

Pielisen betonin Lieksan elementtitehtaalla tuotteesta ei tullut suurempia ongelmia esille. Aluksi ongelmana oli saumausteippien tartunnan puute, mutta asia selvisi, kun ilmeni, että aluksi käytössä oli väärä teippilaji. Kyseinen teippi oli tarkoitettu Tyvek-pinnoitteelle eikä Cortex-pinnoitteelle. Kun vaihdettiin oikea teippi käyttöön, niin ongelmat hävisivät heti.

Toinen, tosin melko pieni eikä suoraan Parociin vaikuttava ongelma, joka ilmeni elementtitehtaalla, oli Ilmo Väätäisen mukaan elementtien kuljetus työmaalle. Elementtien kokonaispaksuuden vuoksi kuormiin ei saatu tarpeeksi painoa, ellei ulkoseinäelementtien kanssa saanut samaan kuormaan eristämättömiä elementtejä. Myös elementtien lastaamisessa tuli olla tarkkana, jotta pinnoitteet eivät kärsisi lastauksen tai kuljetuksen aikana. (Väätäinen, 2011.)

Työmaalla ilmeni sama ongelma kuin jo aiemmin elementtitehtaalla eli saumausteipit. Koska ensimmäisen ja osittain myös toisen kerroksen elementit oli jo ehditty asentaa paikalleen ennen kuin teippiongelma ratkesi, jouduttiin työmaalla teippaamaan kaikki siihen mennessä asennettujen elementtien saumat uudestaan. Tämä tietenkin aiheutti lisäkustannuksia, mutta onneksi asia selvisi näinkin aikaisessa vaiheessa. Kuvasta 10 näkee, kuinka väärä teippi ei ole kestänyt kiinni pinnoitteessa. Myös tuulensuojapinnoite oli irronnut paikoitellen eristeestä, mutta ei niin suurissa määrin, etteikö sitä pystyisi työmaalla korjaamaan.



Kuva 10. Irronnut saumausteippi

Työmaan vastaava mestari Seppo Lasanen kertoi haastattelussa myös, että villaa on jouduttu sahaamaan, jotta elementit saataisiin paikalleen kiinni sokkeliin (Lasanen, 2011). Oliko vika elementtitehtaan toimittamissa elementeissä vai olivatko elementtitehtaalte menneet suunnitelmat pielessä, sitä ei vielä minun vieraillessani työmaalla tiedetty. Myös elementtiasentaja Veijo Murtonen valitteli samaa asiaa, kun haastattelin häntä uuden tuotteen asennukseen liittyvistä asioista ja ongelmista. Hän myös sanoi, että tietenkin joutuu olemaan hieman varovaisempi kyseisiä elementtejä asentaessa, koska niissä on eristeet valmiiksi kiinni ja varsin herkästi vaurioituva tuulensuojapinnoite, mutta mitään suurta haittaa ei asiasta kuulemma ole. Pientä spekulatiota oli siitä, tulisiko vanhalla tavalla tehtynä parempaa jälkeä, varsinkin talvea vasten, mutta ihan hyvin tämä uusikin tuote tuntui toimivan. Ainakin säästyy yhdeltä työvaiheelta työmaalla. (Murtonen, 2011.)

5 Kustannusvertailu

Kustannusvertailuosuudessa verrataan kahden eri rungon eristyksen toteutustavan kustannuksia. Vertailu keskittyy uuden, Cortex Onella toteutetun eristyksen, ja vanhan, pehmeällä villalla ja erillisellä tuulensuojalevyllä toteutetun eristyksen kustannuksiin. Vertailussa otetaan huomioon 150 mm paksun betonielementin hinta Pielisen betonin antamien hintatietojen mukaan eristeellä tai ilman. Eristeiden ja tiilisteiden hinnat on otettu Parocin hinnastosta sekä eristeen asennuksesta koituvat kustannukset työmaalle eli rakennusmiesten palkat ja työmäärät on laskettu Ratun mukaisesti. Kustannukset lasketaan yhden neliömetrin alueelta. Tiilien hintaa tai asennuskustannuksia ei ole otettu huomioon tarkastelussa, kuten ei myöskään elementtien asennuksesta koituvia kustannuksia.

5.1 Paroc eXtra XS ja Paroc WPS 3n

Laskennassa on käytetty Parocin hinnaston mukaisia hintoja 175 mm paksulle Paroc eXtra XS eristeelle ja 55 mm paksulle Paroc WPS 3n tuulensuojalevyille. Näin ollen saadaan 230 mm paksu eristekerros, joka on lähellä pilottihankkeessa ollutta Paroc Cortex One–eristeen 225 mm:n paksuutta.

Rakennusmiesten työmenekki Ratun mukaan on 0,21 tth/m², kun eristys toteutetaan kahtena kerroksena kiinnikkeiden läpi toteutettuna. (Ratu 61-0300 Lämmöneristys.)

Kustannukset

Ohessa on eritelty lämmöneristyksen ja tuulensuojauksen hinnat eri rakennusosineen ja niiden asentamisesta aiheutuvat kustannukset, kun eristys ja tuulensuojaus toteutetaan kahdella eri tuotteella.

- betonielementti 150 mm, 110 €/m²
- Paroc eXtra XS 175 mm, 12,30 €/m²
- Paroc WPS 3n 55 mm, 15,35 €/m²

- tiiliside 4 kpl/m², 1,75 €/kpl
- rakennusmiehen keskipalkka 13 €/h

Yhteensä yhdelle neliömetrille tulee hintaa 147,40 €.

5.2 Paroc Cortex One

Uuden eristeen ja betonielementin yhdistetty hinta on saatu suoraan Pielisen betonilta, joten eri osien erittelyä ei tarvita. Hinta on täysin asennusvalmiin eristetyn ja tuulensuojatun elementin hinta kokonaisuudessaan.

- betonielementti 150 mm + Paroc Cortex One 225 mm sis. tiilisiteet, 135 €/m²

Yhteensä yhdelle neliömetrille tulee hintaa 135 €.

5.3 Tulokset

Pelkästään eristeiden ja elementtien listahintoja laskettaessa uusi rakenne tulee reilun kymmenen euroa halvemmaksi neliometriä kohden kuin vanha, kahdella kerroksella toteutettu rakenne. Rakennusliikkeet kuitenkin saavat erisuuruisia tarjouksia eristeiden toimittajilta, joten lopullinen hinta rakenteelle voi olla hyvinkin paljon pienempi kuin tässä vertailussa laskemalla saatu. Samoin eri rakennusmiesten palkat voivat vaihdella paljonkin kokemuksesta riippuen.

Paroc Cortex Onen hintaan joutuu aina lisäämään korjauskustannukset, jos ja kun pinnoitetta joudutaan paikkaamaan tai kiinnittämään takaisin eristeen pintaan. Nämä toki ovat pieniä kustannuksia ajateltuna yhden neliömetrin aluetta, mutta kuitenkin koko rakennuksen mittakaavassa niitä voi tulla jo huomattava määrä. Toki samoja korjauksia voi joutua tekemään myös erillisen tuulensuojalevyn kanssa. Koska Paroc Cortex One on vasta tulossa markkinoille ja tässä kyseessä oli pilottihanke, voi myös valmiiksi eristetyn elementin hinta tulla muuttumaan nyt annetuista hintatiedoista.

Lopullisena yhteenvetona tästä kustannusvertailusta voidaan sanoa, että lopullinen hintaero näiden kahden eri tavalla toteutetun rakenteen välillä ei tule käytännössä olemaan kovinkaan suuri. Niinpä se on lopulta tilaajasta kiinni, haluaako eristyksen toteutettavaksi työmaalla, vai tilaako eristeen valmiina

kiinni elementissä. Jos tilaa elementin valmiilla eristyksellä ja tuulensuojauksella varustettuna, säästyy toki yhdeltä työvaiheelta työmaalla. Samalla saa valmiiksi säältä suojatun rakenteen, joka ei kastu missään rakennusvaiheessa eikä näin ollen altistu kosteusvaurioille läheskään siinä määrin kuin vanha, vasta työmaalla eristetty rakenne.

6 Yhteenveto

Työn tavoitteena oli luoda kirjallinen raportti uuden tuotteen tuomista ongelmista ja kokemuksista kivivillatehtaan tuotantolinjalta aina rakennustyömaalla tapahtuvaan elementtien pystytykseen asti. Samalla pääsin tutustumaan erittäin läheltä koko prosessiin kivivillan valmistuksesta lähtien, elementtitehtaan kautta aina työmaalle asti eli tuotteen lopulliseen sijoituskohteeseen.

Kuten aina uuden tuotteen kanssa toimittaessa ei kaikki mene kerralla kuntoon. Niin kävi myös Paroc Cortex Onen kanssa, mutta onneksi mitään kovin suuria ongelmia ei ilmennyt, vaan tuote on käytännössä valmis markkinoille ja täysimittaiseen tuotantoon.

Parocin puolella suurimmat ongelmat olivat tuotteen pakkauksessa ja pinnoitteen kiinnityksen kanssa. Villalevyn kokoa muuttamalla pakkausongelmasta päästäisiin eroon heti, mutta myös elementtitehtaita on kuunneltava levyn kokoa valittaessa. Kuten jo aiemmin tuli ilmi, isompi levykoko aiheuttaa enemmän hukkaa elementtitehtailla eikä siksi ole heidän kannalta ajateltuna oikea ratkaisu. Yhteisellä suunnittelulla voitaisiin päästä molempia osapuolia parhaiten palvelevaan kustannustehokkaaseen ratkaisuun.

Pinnoitteen kiinnitykseen liittyvässä ongelmassa asia voidaan ratkaista prosessin jatkuvalla seurannalla ja sitä kautta oikeiden paineiden löytymisellä. Operaattoreiden on oltava jatkuvasti tarkkana ja muutettava paineita aina pinnoitteen huonosti kiinnittyessä. Kun oikeat paineet löytyvät, pinnoite pysyy myös kiinni villalevyssä.

Elementtitehtaalla suurin ongelma oli saumausteipin tartunnan puute, mutta se asia ratkesi oikean teippilaadun löytymisen jälkeen. Kuljetukseen liittyvässä ongelmassa Paroc tuskin pystyy asiaan vaikuttamaan, mutta kehittämällä elementtitehtaan omaa kuljetuskalustoa ja organisoimalla kuljetusten aikatauluja voitaisiin paino-ongelmasta mahdollisesti päästä eroon.

Kohdetyömaalla olivat myös ongelmana teippaukset, mutta myös siellä asia ratkesi samoin kuin elementtitehtaalla eli oikean teippilaadun löytymisellä. Tosin saumojen uudelleenteippaus ensimmäisen ja osin myös toisen kerroksen osalta

aiheutti hieman lisätyötä urakoitsijalle. Myös pinnoitteen paikkaukset ja uudelleen kiinnittämiset aiheuttivat lisätöitä työmaalla. Sama ongelma tosin esiintyy kaikkien pinnoitettujen eristeiden kanssa, olivat ne sitten jo elementtitehtaalla asennettuja eristeitä tai vasta työmaalla asennettavia, joten se ei ollut uudesta tuotteesta johtuva ongelma.

Kustannusvertailussa havaittiin, että listahinnoilla laskettuna uusi tapa eli yhdistelmätuote tulee halvemmaksi toteuttaa kuin vanha tapa toteuttaa eristys kahdella eri kerroksella vasta työmaalla. Tosin listahinnat eivät ole niitä hintoja, joita rakennusliikkeet maksavat eristeistä vaan he saavat aina erisuuruisia tarjouksia eristeistä tilausmäärästä riippuen. Heillä voi myös olla listahintoja alempi kiinteä vuosisopimus eristeiden toimittajan kanssa. Tämän vuoksi tuotteen lopullinen hinta voi poiketa paljonkin tässä opinnäytetyössä lasketuista hinnoista. Myös työmenekin laskennassa käytetty aika ja rakennusmiesten palkat voivat vaihdella ja tämäkin vaikuttaa lopulliseen hintaan. Lopulta kyse on tilaajan arvoista kiinni, haluaako hän työmaalla toteutetun lämmöneristyksen vai haluaako hän sen toteuttavan jo elementtitehtaalla, ja näin säästyä yhdeltä työvaiheelta työmaalla. Samalla säästytään rakenteen suojaamiselta säältä, koska Paroc Cortex One toimii myös sään suojana rakentamisen ajan ja avoimet sivut sekä yläosat suojataan väliaikaisilla suojilla jo elementtitehtaalta lähtiessä.

Jatkokehitysmahdollisuuksia tuotteesta kuin tuotteesta löytyy varmasti paljon ja niin myös tästäkin tuotteesta. Esimerkkinä voi mainita kivivillan laadun parantamisen paremman lambda-arvon muodossa, mikä tietysti parantaisi myös muita kivivillasta valmistettavia tuotteita. Potentiaalisin kehittämisen kohde löytyy ehkä kuitenkin tuulensuojauksesta ja tarkemmin sanottuna tuulensuojapinnoitteen saumojen teippauksesta. Koska tuotteella on pitkä elinkaari, jopa 50 vuotta, tulisi saumojen eristämiseen kiinnittää erityistä huomiota niiden ollessa koko tuotteen heikoin kohta. Nykyistä saumojen teippausta parempi vaihtoehto voisi olla jonkin asteinen saumojen liimaus. Jos pystyttäisiin kehittämään esimerkiksi telalla siveltävä liima, joka toimisi kuten tuulensuojapinnoite, päästäisiin ainakin eroon irtoavista teipeistä ja saataisiin varmasti tuotteen koko elinkaaren ajan kestävä saumojen eristys tuulta ja

kosteutta vastaan. Kehittämällä liimasta palamaton ja kaikkien eri tuulensuojapinnoitteiden kanssa muutenkin yhteensopiva, päästäisiin eroon myös vääristä saumausmateriaaleista koituvista ongelmista. Myös itse saumaustyö voisi helpottua, kun ei tarvitsisi teipata saumoja vaan työn voisi hoitaa helposti maalaustelan avulla.

Lopuksi voidaan todeta, että koska Paroc Cortex One ylittää P1- ja P2-luokan rakennusten paloturvallisuusvaateet, on tuotteelle varmasti tulevaisuudessa paljon kysyntää. Kun pakkausongelmat saadaan ratkaistua, jottei tuotetta tarvitse enää pakata käsin, niin ei ole mitään syytä, miksei Paroc voisi tuoda tuotetta markkinoille vaikka heti. Itse tuote sinällään on täysin valmis ja toimiva hyvästä palautteesta päätellen ja varmasti nopeuttaa runkovaiheen rakentamisaikataulua sekä aikaistaa sisävalmistusvaiheen töiden aloitusta työmailla. Samalla tuote toimii myös tehokkaana sään suojana niin rakentamisen kuin myös koko rakennuksen elinkaaren ajan.

Kuvat

Kuva 1. Tuulettuvan ulkoseinän rakenteet sekä erillisellä tuulensuojalevyllä että yhtenäisellä tuulensuoja- ja lämmöneristemateriaalilla toteutettuna, s. 8

Kuva 2. Punaraita pakkaukset, s. 11

Kuva 3. Kivivillan valmistusprosessi, s. 12

Kuva 4. Kivivillan tuotantoprosessi, s. 13

Kuva 5. Makrokuva kivivillan kuiturakenteesta, s. 14

Kuva 6. Kohdekerrostalon ensimmäisen ja toisen kerroksen teräsbetoniseinäelementit tuulensuojaeristykseen asennettuina, s. 17

Kuva 7. Villanauhojen ja ramlojen asennus elementtitehtaalla, s. 18

Kuva 8. Valmiita teräsbetoniseinäelementtejä eristykseen elementtitehtaan välivarastossa, s. 19

Kuva 9. Seurantakohde harjakorkeudessa, s. 20

Kuva 10. Irronnut saumausteippi, s. 22

Taulukot

Taulukko 1. Parocin tuottamat tuulensuojaeristeet, s. 15

Lähteet

C4 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Lämmöneristys. Ohjeet 2003. Ympäristöministeriön asetus lämmöneristyksestä.
<http://www.finlex.fi/data/normit/1931-C4s.pdf>. Luettu 15.1.2012

Kujala, Petri. Tuotanto- ja laatuteknikko. Paroc. Haastattelu 21.9.2011.

Lasanen, Seppo. Vastaava mestari. Rakennusliike Purmonen Oy. Haastattelu 5.10.2011 ja 24.10.2011.

Murtonen, Veijo. Elementtiasentaja. Rakennusliike Purmonen Oy. Haastattelu 5.10.2011.

Paroc. General Brochure FI 2011
http://www.paroc.com/SPPS/PG_attachments/General%20Brochure%20FI.pdf.
Luettu 15.11.2011

Paroc 2010. Kivivilla
http://www.paroc.com/spps/Finland/BI_attachments/PAROC_kivivillaesite_www.pdf.
Luettu 15.11.2011

Paroc 2011. <http://www.paroc.fi/Channels/fi/about+us/default.asp>. Luettu 30.10.2011

Ratu 61-0300 Lämmöneristys 2007. Rakennustieto Oy.

Väätäinen, Ilmo. Pielisen betoni. Haastattelu 5.10.2011 ja 24.10.2011.