Aleksi Oksanen

Termorankaisen ulkoseinän työmaatoteutus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

8.5.2020

Metropolia

Alkusanat

Tämän opinnäytetyön tekeminen alkoi vuosia ennen raportin kirjoittamista, keskeytyi ja lopulta jatkui pitkäksi venyneen tauon jälkeen. Haluan ensiksikin kiittää opettajia, jotka ovat olleet mukana tämän opinnäytetyön ohjaamisessa sekä Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy:tä mahdollisuudesta jatkaa keskeytynyt hanke maaliin saakka.

Erityisen kiitoksen osoitan entiselle luokkakaverille, nykyiselle ystävälle Aleksi Ropposelle, joka jaksoi rohkaista palaamaan opinnäytetyön pariin usean vuoden ajan. Erityisen kiitoksen ansaitsee myös EJT-Rakennusinsinöörit Oy, jonka henkilökunta jaksoi positiivisesti muistuttaa koulun loppuun suorittamisen tärkeydestä.

Viimeiseksi haluan osoittaa kiitoksen vanhemmilleni ja perheelleni sekä rakkaalle vaimolleni, Elisalle, siitä tuesta, mitä he ovat osoittaneet.

Turussa 8.5.2020
Aleksi Oksanen

Metropolia

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Aleksi Oksanen Termorankaisen ulkoseinän työmaatoteutus 28 sivua + 2 liitettä 8.5.2020
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Rakennetekniikka
Ohjaajat	Tuotekehityspäällikkö Harri Kemppainen Yliopettaja Hannu Hakkarainen

Tämän opinnäytetyön tilaajana oli Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy / Gyproc.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää termorangan työmaalla tapahtuvaa asennustyötä. Alun perin oli tarkoitus aiheen kirjallisen tutkimisen, työmaakäyntien ja haastattelujen lisäksi käyttää aikaa myös termorankojen liitostekniikan- ja detaljiikan kehittämiseen. Työn tekeminen alkoi vuonna 2015, mutta se keskeytyi henkilökohtaisista syistä. Ohjaajien suostumuksesta työtä jatkettiin usean vuoden jälkeen.

Johtuen edellä mainituista syistä, pääasialliseksi menetelmäksi käsitellä aihetta nousi tehdyt haastattelut ja työmaakäynnit. Aiheen tiimoilta haastateltiin kohteiden suunnittelijoita sekä työmaahenkilöstöä. Pääpaino haastatteluissa oli työmaatoteutuksessa ja sen kehittämismahdollisuuksissa.

Työssä käsitellään myös termorangan ja puurangan erovaisuuksia. Puu on luonteva ja helppo valinta ulkoseinän runkomateriaaliksi, mutta teräksellä olisi monia erinomaisia ominaisuuksia puuhun verrattuna.

Tulosten osalta työ jää alkuperäisestä tavoitteesta vajavaiseksi, mutta kun huomioidaan termorangan käyttö kohteessa jo arkkitehtuurista ja alustavasta suunnittelusta lähtien, niin se on erittäin toimiva valinta ulkoseinän runkomateriaaliksi.

Avainsanat	ulkoseinä, uumarei’itetty teräsranka, termoranka, asennus

Author Title Number of Pages Date	Aleksi Oksanen External Wall by Thermo-Studs Built on Construction Site 28 pages + 2 appendices 8 May 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Structural Engineering
Instructors	Harri Kemppainen, Development Manager Hannu Hakkarainen, Principal Lecturer

This thesis was made for Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy / Gyproc.

The aim of this thesis was to develop the installation work of a thermo-stud frame on a construction site. Originally, in addition to written research on the topic, site visits and interviews, the time was also to be used for the development of the connection technology and details for thermo-stud trusses. The thesis project was began in 2015 but was interrupted for personal reasons. With the consent of the instructors, the project continued after several years.

For the reasons mentioned above, interviews and site visits became the main method of studying the topic. The site designers and site personnel were interviewed, focusing on site implementation and its development opportunities.

The differences between the thermo-stud frame and the wooden frame are also discussed in the thesis. Wood is a natural and easy choice as an external wall frame material, but steel has many excellent properties compared to wood.

In terms of results, the thesis remains deficient from the original goal, but when the use of a thermo-stud frame is already considered in the architecture and preliminary design, it is a very functional choice for the external wall frame material.

Keywords	external wall, thermo-stud, installation on site

Sisällys

1 Johdanto 1

2 Ulkoseinän teknisiä vaatimuksia 2

2.1 Lämmöneristävyys 2
2.2 Kosteustekninen toimivuus 3
2.3 Ääneneristävyys 4
2.4 Paloturvallisuus 4
2.5 Tiiviys 4

3 Ulkoseinä rankarakenteisena 6

3.1 Puuranka ulkoseinässä 6
3.2 Teräsranka ulkoseinässä 7

4 Termoranka runkorakenteena 8

4.1 Precut -menetelmä 8
4.2 Ulkoseinä elementeistä 10
4.3 Muita käyttökohteita 10
4.4 Termorangan liitokset 11
4.5 Kiinnikkeet liitoksissa 11

5 Tutkimushaastattelun teoriaa 13

5.1 Perustietoa 13
5.2 Haastattelun ominaisuudet 13
5.3 Haastattelun puolet 14
5.4 Tutkimushaastattelun lajit 14

6 Työnjohtajien ja suunnittelijoiden haastattelut 16

6.1 Yleistä haastatteluista 16
6.2 Kohdetyömaiden esittely 17
6.2.1 Julkisivukorjaustyömaa 17
6.2.2 Sairaalatyömaa 18
6.2.3 Toimitilatyömaa 19
6.3 Tulokset suunnittelijoiden haastatteluista 20
6.4 Tulokset työnjohtajien haastatteluista 23

7 Johtopäätökset 25

Lähteet 27

Liitteet

Liite 1. Haastattelujen kysymykset

1 Johdanto

Tämän insinöörityön toimeksiantaja on Saint-Gobain Finland Oy / Gyproc. Monelle tulee mieleen kipsilevyt, kun mainitaan Gyproc, mutta se on toki paljon muutakin. Gyproc on osa Saint-Gobain Finland Oy:tä, joka taas kuuluu kansainväliseen Saint-Gobain -konserniin. Gyprocin erikoisalaa on kevytrakentamisen järjestelmät. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi seinä- ja lattiarakenteita, missä runkona ovat teräs- tai puurangat. Gyprocin puolelta tässä insinöörityössä ohjaajana toimii tuotekehityspäällikkö Harri Kemppainen. Ammattikorkeakoulun puolelta työn valvojana toimii yliopettaja Hannu Hakkarainen.

Tässä työssä syvennytään työn nimen mukaisesti termorangoilla toteutetun ulkoseinän ratkaisuihin. Termoranka on uumarei'itetty teräsprofiili, missä uuman rei'itys pienentää profiilin lämmönjohtavuutta ja näin parantaa rakenteen lämmöneristyskykyä. Gyprocin kotisivuilta on ladattavissa Gyproc Käsikirja, mistä rakennejärjestelmä löytyy Gypsteel THERMOnomic -nimellä. Rakennejärjestelmän termorangat toimittaa kotimainen Aulis Lundell Oy, jonka toimipaikka sijaitsee Lohjalla.

Tässä opinnäytetyössä aiheeseen perehdytään kirjallisuuden avulla sekä aiempiin, aihetta koskeviin kirjallisiin töihin perehtymällä. Keskeinen tutkimusmateriaali saadaan kuitenkin haastatteluiden pohjalta. Haastateltavina on sekä suunnittelu- että työmaaorganisaatioiden edustajia. Tärkeää pohjatietoa saadaan helmikuussa 2015 valmistuneesta diplomityöstä, missä selvitettiin uumarei'itetyn teräsrangan ominaisuuksia ulkoseinän kantavana rakenteena. Tässä insinöörityössä perehdytäänkin työmaaolosuhteissa toteutetun termorankarunkoisen ulkoseinän liitoksiin ja niiden työstettävyyteen.

Jos rakennustyömaalla ehdotetaan jotain uutta tapaa tehdä esimerkiksi rankarakenteinen seinä, törmätään helposti vanhaan, mutta voimakkaasti kaikkia muutoksia jarruttavaan lauseeseen: ”näin on aina ennenkin tehty”. Rankarakenteinen seinähän on aina tehty puusta. Puulla on monia hyviä ominaisuuksia, joista sen helppo työstettävyys työmaaolosuhteissa on ehkä yksi parhaista. Teräsranka kuitenkin monessa mielessä on kiistatta parempi ominaisuuksiltaan kuin puu, kun tarkastellaan materiaalien teknisiä ominaisuuksia.

2 Ulkoseinän teknisiä vaatimuksia

Ulkoseinät ovat merkittävät osa rakennuksen kokonaisuutta. On tärkeää, että ulkoseinärakenteille laaditut vaatimukset täyttyvät, kun erilaisista materiaaleista ja erilaisissa olosuhteissa ulkoseiniä toteutetaan. Vaatimukset koskevat niin seinäelementtejä kuin myös paikan päällä toteutettavia ulkoseinärakenteita. Elementtitoteutuksessa työmaatoteutuksessa erityistä huomiota on kiinnitettävä elementtien saumoihin ja niiden huolelliseen viimeistelyyn. Paikan päällä rakennettaessa erityishuomiota vaativat esimerkiksi ikkuna- ja oviaukkojen kohdilla olevat rankojen ja muiden materiaalien liitokset. Mikäli vaatimusten mukaista tasoa ei saavuteta, sillä on suora vaikutus rakennuksen asumisviihtyisyyteen, turvallisuuteen ja jopa asukkaiden terveyteen. Rakennuksen on muun muassa pysyttävä lämpimänä, sisäilmanlaatu on oltava riittävän puhdas, ulkoseinän on rajattava paloa vaaditun ajan verran ja sen oltava kosteusteknisesti toimiva. Nämä kaikki kriteerit vaativat suunnittelijoilta, työnjohtajilta ja työn toteuttajilta suurta huolellisuutta ja ammattitaitoa. [1.]

2.1 Lämmöneristävyys

Lähtökohta toimivalle lämmöneristykselle on suunniteltujen ratkaisujen helppo toteuttaminen työmaaolosuhteissa. Ei siinä mielessä helppo, että se ei vaatisi ammattitaitoa asentajilta, vaan helppoutta toteuttaa työ niin kuin se on suunniteltu. Tämä vaatii huolellista ja ammattitaitoista suunnittelua, jotta työmaan ei itse tarvitse soveltaa tai tehdä uusia suunnitelmia työmaalla. Jotta ulkoseinä on toimiva kokonaisuus lämmöneristyksen osalta, siihen vaikuttavat monet tekijät. Lämmöneristyskykyyn vaikuttaa tietysti eristyksessä käytettävä materiaali, yhtenäinen eristyskerros ja huolellinen asennustyö. Lämmöneristyskerroksen ulkopuolella on oltava toimiva tuulensuojaus, joka rakennusaikana suojaa eristyskerrosta myös luonnon aiheuttamilta rasituksilta. Sisäpuolella on huolehdittava tiiviydestä ilman ja höyryn suhteen. Rankarakenteisessa seinässä myös rankojen liittymät vaativat huomiota, ettei niiden kohdalle synny kylmäsiltoja eristyskerrosta heikentämään. [2, s. 122-123.]

2.2 Kosteustekninen toimivuus

Ulkoseinärakenne on monesta eri suunnasta rasitettuna kosteudella. Mikäli kaikkia mahdollisia uhkia ei oteta suunniteltaessa huomioon, on niiden täydellinen toteuttaminen työmaaolosuhteissa lähes mahdotonta. Yksi merkittävin kosteusrasite on sadevesi. Suomen kesä on monesti kylmä, lyhyt ja hyvin sateinen ja ilman, että työmaa suojataan niin sanotulla huputuksella, on mahdoton välttää sateen suora vaikutus rakennusvaiheessa, joka on kaikista vahingollisin eristyskerroksen kastumisen kannalta. Kapillaarinen vedennousu on myös estettävä perusmuurin ja ulkoseinän liitoksessa. Ratkaisuksi riittää esimerkiksi kermi, bitumisively tai muovi perusmuurin ja ulkoseinärungon alajuoksun välissä. Ulkoseinän kantavan rungon ollessa esimerkiksi termoranka, täytyy seinän sisäpuolen pinnassa olla höyrynsulkukerros. Riippuen eristemateriaalista, joissain tapauksissa voidaan käyttää myös ilmansulkupaperia. [3, s. 66-75.]

Kuva 1. Bitumikermin ylösnosto betonista sisäkuorta vasten ennen seinän eristämistä ulkoseinän ja kattoterassirakenteen liittymäkohdassa. [11.]

2.3 Ääneneristävyys

Ulkoseinältä vaaditaan myös kykyä eristää ääntä. Helpoin reitti hyvään ääneneristykseen ulkoseinän osalta on toteuttaa seinä mahdollisimman massiivisena rakenteena. Kohteissa, missä betoniseen sisäkuoreen kiinnitetty termoranka on vain eristyskerroksen runkona ja julkisivun kiinnitysalustana, ääneneristystaso seinän osalta on korkea. Mutta myös rankarakenteisella seinällä voidaan saavuttaa hyvää ääneneristävyyttä, kunhan huomioidaan sekä suunnittelussa että toteutuksessa äänen liikkumiseen vaikuttavat seikat. Liitokset ovat erityistä huomiota vaativat kohdat runkoääneneristävyyden osalta. Tämän lisäksi ilmaääneneristävyys tulee olla riittävä. Saavuttaakseen muun muassa nämä edellä mainitut vaatimukset on rakennetta tarkasteltava kokonaisuutena, jolloin lopputulokseen vaikuttavat huolellisen suunnittelun ja ammattitaitoisen toteutuksen lisäksi myös valitut rakennusmateriaalit- ja tarvikkeet. [3, s. 144-153.]

2.4 Paloturvallisuus

Paloturvallisuuden takaaminen on yksi merkittävimpiä tekijöitä rakennuksen turvallista käyttöä tarkastellessa. Massiivisella betoniseinällä saavutetaan helposti korkeakin paloluokka eli riittävä palon leviämistä hidastava, paloa osastoiva vaikutus. Rakennusten paloluokkia on kolme: P1, P2 ja P3. Rakennusten koko, käyttötarkoitus ja tiloja käyttävien henkilöiden määrä muun muassa vaikuttaa siihen, mihin paloluokkaan se kuuluu. Tämän lisäksi paloa rajaaville eli osastoiville rakennusosille on laadittu vaatimuksia. Nämä vaatimukset esitetään R-, E- ja I -kirjaimilla, joiden perässä oleva numero kertoo vaaditun ajan minuutteina, miten kauan rakennusosan on kyettävä paloa kestämään. R -kirjain liittyy kantavuuteen, E -kirjain tiiviyteen ja I -kirjain rakennusosana eristävyyteen. Rankarakenteisissa seinissä käytetään yleensä kipsilevyjä rakenteen palosuojaksi. Ulkopintaan voidaan asentaa 9 mm paksu tuulensuojakipsilevy ja seinän sisäpintaan normaali-, erikoiskova- tai palokipsilevy, riippuen rakenteelle asetetuista vaatimuksista. [3, s. 91-98.] [4, s. 55.]

2.5 Tiiviys

Rankarakenteisessa seinässä ilma- ja höyrytiiviys saadaan aikaan vain erillisillä rakennekerroksilla. Seinän ulkopinnassa, lämmöneristyskerroksen päälle asennetaan tuu-

lensuoja. Tuulensuojana voidaan käyttää tuulensuojalevyä. Levyn on läpäistävä vesihöyryä, koska rakenteen on tuuletuttava ulospäin. Tuulensuojalevyn on kutenkin kestettävä kosteutta, jotta rakennusaikana eristyskerros pysyy kuivana. Vaihtoehto tuulensuojalevylle on tuulensuojamateriaali, missä tuulensuojakerroksen lisäksi on lämmöneriste. Tämä jälkimmäinen vaihtoehto tunnetaan myös nimellä tuulensuojaeriste tai tuulensuojavilla. Ulkoseinän sisäpinta vaatii höyryn- ja ilmansulun. Yleisimmin käytetään höyrynsulkumuovia. Mikäli seinän sisäpintaan tulee 50 mm eristekerros, höyrynsulku voidaan asentaa varsinaisen seinärungon ja tämän sisäpuolisen lämmöneristyskerroksen väliin. Tällä menetelmällä mahdollistetaan muun muassa sähköasennusten tekeminen höyrynsulkua rikkomatta, jolloin vältytään teippaamiselta, kun höyrynsulkukerros säilyy yhtenäisenä. Lämmöneristyskerroksen suhteen on kuitenkin varmistuttava siitä, että höyrynsulkukerroksen ulkopuolinen eristyskerros on joka paikassa riittävä. Toinen mahdollinen vaihtoehto on käyttää solumuovieristeitä rungon sisäpinnassa. Levymäiset eristeet saumataan polyuretaanivaahdolla ja sen lisäksi ne teipataan. [2, s. 136.]

Kuva 2. Ulkoseinän eristyskerroksen pintaan asennettu tuulensuojalevy. [12.]

3 Ulkoseinä rankarakenteisena

Rakennuksen ulkoseinä voidaan toteuttaa monella eri tavalla. Yksi näistä tavoista on rankarakenteinen seinä. Eli kantavan seinärungon muodostavat tietyin välein asennettavat runkorangat. Vaihtoehtoina on puisten runkotolppien käyttö tai vastaavasti teräsrangat. Rankarakenteinen seinä koostuu useasta eri osasta. Puisessa rankaseinässä rungon muodostavat ala- ja yläsidepuu sekä runkotolpat. Periaate teräsrangoilla toteutetussa seinässä on sama, mutta osia nimitetään kiskoiksi ja rangoiksi. Rungon jäykistää niihin kiinnitettävä levyrakenne ja koolaukset. Rungon mittajakoa ohjaa pitkälti rakennusmateriaalien vakioidut mitat. Normaali k/k -jako on 600 mm eli runkotolpan keskeltä seuraavan runkotolpan keskelle on 600 mm. Tälle jaolle on suunniteltu muun muassa monet eristeet ja rakennuslevyt. [5.]

3.1 Puuranka ulkoseinässä

Puurakentamisella on Suomessa pitkät perinteet. Puu materiaalina on tuttu ja tulee yleensä ensimmäisenä mieleen, kun mietitään, miten on aina ennenkin tehty. Puurunkoisen rakennuksen seinät voidaan toteuttaa muutamalla eri tavalla. Perinteisin tapa on tehdä niin sanotusti ”pitkästä tavarasta” eli paikan päällä katkotaan runkotolpat vaadittuun mittaan ja asennetaan tolppa kerrallaan. Toinen vaihtoehto on toteuttaa seinä precut -menetelmällä. Tämä menetelmä vaatii jo hieman enemmän suunnittelua ja perustuu siihen, että työmaalle toimitetaan määrämittaan katkaistut runkotolpat, jotka kootaan ala- ja yläohjauspuiden sekä tuulensuojalevyjen kanssa yhtenäiseksi seinärunkoelementiksi. Määrämittaisista puuosista ja rakenteen jäykistävästä tuulensuojalevystä kasattu elementti nostetaan paikalleen ja näin saadaan aina muutama metri seinärunkoa valmiiksi. Kolmas tapa toteuttaa seinärunko puurangoista on kasata se valmiista seinäelementeistä. Elementtien valmiusaste voi vaatimusten mukaan vaihdella. Precut- ja elementtimenetelmän etuina on työmaalla suoritettavan työn ripeä eteneminen ja esimerkiksi sääsuojausten vähäisempi tarve. Materiaalina puun eduiksi voidaan laskea sen helppo työstettävyys. Se on melko pehmeää verrattuna teräkseen ja kun työmaalla joudutaan muokkaamaan rungon eri osia, se onnistuu ilman kipinöitä. Teknisilta ominaisuuksilta puu on huono, esimerkiksi kosteuden sietämisen tai mittatarkkuuden suhteen. Puuorsi voi esimerkiksi vääntyä ja haitata näin ollen esimerkiksi eristeiden ja levyjen tiivistä kiinnittämistä. [5.]

3.2 Teräsranka ulkoseinässä

Teräsrangoista toteutetun rungon rakenteellinen periaate ja toteutustyyli on hyvin samankaltainen kuin puuorsista kootun seinärungon. Teräsrankaseinä voidaan jäykistää vaihtoehtoisesti myös diagonaalijäykistyksellä eli ristikkojäykistyksellä. Tämä toteutetaan sijoittamalla vinojäykisteitä teräsrunkoon, jotka voivat olla teräsprofiileja, -rankoja tai -nauhoja. Jäykisteet kiinnitetään runkoon ruuvaamalla tai niittaamalla. Vaikka runkojen toteuttamismenetelmissä on paljon yhteneväisyyksiä, niin verrattaessa materiaalien teknisiä ominaisuuksia, voidaan todeta, että teräksellä on monia ominaisuuksia, joita puu ei pysty tarjoamaan. Teräksellä on korkea lujuus ja se on mittatarkka myös työmaaolosuhteiden vaihtelevissa kosteusolosuhteissa. Toisaalta korkea lujuus vaikuttaa materiaalin työstämiseen työmaaolosuhteissa. Kulmahiomakoneella suoritettava katkaisutyö tuottaa kipinöitä, joten työn suorittamisen paloturvallisuuteen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Teräs johtaa myös hyvin lämpöä, mikä ei ulkoseinän eristävyyden osalta ole edullista, mutta uumaan tehtävällä rei'ityksellä kylmäsiltavaikutus saadaan minimoitua. Näitä rankoja kutsutaan termorangoiksi. [6.] [7, s.182.]

Kuva 3. Termorangat asennettuna betoniseen sisäkuoreen. [11.]

4 Termoranka runkorakenteena

Termorangat valmistetaan rullamuovaamalla kuumasinkittyä teräsohutlevyä. Teräsprofiili voidaan muovata muun muassa L-, U-, C- tai Z -avoprofiilin muotoon. Rullamuovaus ei vaikuta profiilin seinämäpaksuuteen. Teräsprofiilin uumassa on huolellisen suunnittelun tuloksena rei'itys, joka vähentää lämmönjohtavuutta teräsrangassa. Reikärivejä voi uumassa olla kuudesta kymmeneen kappaletta. Profiilin syvyys voi olla jopa 400 mm, joten hyvinkin paksu eristyskerros on mahdollinen. Suomessa termorangan käyttö 1- ja 2-kerroksisten asuintalojen runkorakenteena on melko harvinaista. Pohjois-Amerikassa termorangoilla toteutettu kantava runko on melko tavallista kyseisissä rakennustyypeissä. [8, s. 3, 32.] [9, s. 145.]

Hyvin yleinen käyttökohde termorangalle on esimerkiksi julkisivun korjauskohde, missä vanha julkisivumateriaali puretaan pois eristeineen ja tämän jälkeen rakennetaan uusi eristyskerros kiinnittämällä termorangat betoniseen sisäkuoreen. Tämän jälkeen asennetaan eristeet, vaadittava tuulensuojamateriaali sekä julkisivumateriaalit koolauksineen ja kiinnikkeineen. Vähemmän on sellaisia kohteita, missä rakennuksen kantava runko toteutetaan termorangoilla. Yksi yleinen, työmaalla rakennettava kohde on ilmanvaihdon konehuone esimerkiksi kerrostalon ullakkotasolle, mikä tosin on melko pienimuotoista rakentamista. Kehittyvien liitostapojen ja -tekniikoiden myötä käyttö kantavana runkorakenteena varmasti lisääntyy. Teräsrangalla on kuitenkin monia hyviä ominaisuuksia verrattuna puurankoihin. Termorankojen käytöstä ulkoseinän kantavana rakenteena on tehty diplomityö, jonka pohjalta voidaan todeta, että termoranka on turvallinen valinta kantavaksi rungoksi. [10, s. 71.]

4.1 Precut -menetelmä

Rakennuksen ulkoseiniä voidaan toteuttaa eri tavoilla. Toteutustapaan vaikuttavat monet tekijät ja se on päätettävä hyvin varhaisessa vaiheessa rakennushankkeen käynnistyessä. Precut -menetelmää voisi kuvailla myös siten, että se on jotain kappaletavarasta rakentamisen ja elementtitalon väliltä. Työmaalla tapahtuvaa rakentamistyötä on huomattavasti vähemmän kuin kappaletavarasta rakentaessa, mutta kuitenkin huomattavasti enemmän kuin elementeillä toteutetussa kohteessa. Työmaalle toimitetaan määrämittaan katkaistut termorangat ja jokainen ranka kiinnitetään yksitellen. Tätä työtä tehdessä suoritettiin työmaakäyntejä ja siellä työnjohtajien haastattelua. Kahdessa

kohteessa työn alla oli eristekerroksen rakenteiden toteuttaminen eli betoniseen sisäkuoreen kiinnitettävien termorankojen asennus. Molemmilla työmailla termorangat toimitettiin määrämittaan katkaistuna, mutta työmaalla suoritettavaa työstöä oli jouduttu kuitenkin tekemään. Uudiskohteessa on huolellisella suunnittelulla paremmat mahdollisuudet saavuttaa työmaan se edullinen tilanne, että rankojen työstämistä joudutaan tekemään työmaaolosuhteissa todella vähän. Vastaavasti korjausrakennuskohteessa, missä joudutaan suunnittelu tekemään tietämättä täysin varmasti, mitä vanhaa purkaessa tulee vastaan, on lähes mahdoton välttää työmaalla tapahtuvaa rankojen työstämistä. Eikä sellaista työmaata varmasti ole vielä maailmassa ollutkaan, missä ei jouduttaisi jonkinlaista materiaalien työstämistä tekemään. [6.] [11.] [12.]

Kuva 4. Betoniseen sisäkuoreen L-kulmateräksellä kiinnitetty termoranka. [12.]

4.2 Ulkoseinä elementeistä

Elementeistä koottu julkisivu on nopea tapa saada rakennuksen ulkoseinät umpeen ja näin ollen esimerkiksi lämmöt voidaan kytkeä päälle aikaisessa vaiheessa, joka taas auttaa sisävalmistustöiden etenemistä. Normaalisti elementti on kerroksen korkuinen ja tukiväli enintään noin 6 metriä ja sen runko muodostuu termorangoista. Elementteihin on mahdollista asentaa valmiiksi muun muassa ikkunat ja pintaverhoilut, mutta niiden esivalmiusasteessa on eroja kohteen mukaan. Termorankarunkoisen elementin etuja ovat sen keveys ja mittatarkkuus. Mittatarkkuus edesauttaa asennustyön sujuvaa etenemistä ja keveys puolestaan on eduksi kuljettamisessa kuin myös elementin nostoissa ja siirroissa. Kuljetuksen aikaisen suojauksen kannalta olisi hyvä toteuttaa mahdollisimman paljon samankokoisia elementtejä. Tällöin saadaan elementit suojattua tiiviiksi paketiksi esimerkiksi kuljetuksen aikaisilta sateen rasituksilta. Elementtejä suunniteltaessa on huomioitava elementin kaikki vaiheet, lähtien tehtaan ovista aina asennuspaikalle saakka. Mikäli kuljetukseen sisältyy laivalla taitettavaa matkaa. se voi aiheuttaa rajoituksia elementin ulkomitoille. Elementin kiinnitystapa määräytyy pääasiassa sen mukaan, kiinnitetäänkö elementti betoniin vai teräkseen. Teräsrunkoon kiinnittäessä elementti kiinnitetään hitsaamalla. Betonirunkoon vastaavasti kohteen mukaan määritellyllä alustaan sopivalla kiinnikkeellä. Elementtien seinärakenteessa sisä- ja ulkopinnassa on teräsohutlevy, josta käytetään nimitystä ”sadetakkipelti”. Se toimii työnaikaisena suojana kosteudelta ja jäykistää elementtiä. [13.] [14.] [15.]

4.3 Muita käyttökohteita

Yksi mielenkiintoinen käyttökohde termoranka -tyyppiselle tuotteelle on niin kutsutun valesokkeli -rakenteen korjausvaihtoehdoksi kehitetty menetelmä. Valesokkelirakenteessa puusta rakennetun rungon alareuna ulottuvat maanpinnan tasoa alemmaksi. Tämä aiheuttaa runkotolppien kostumista ja lahoamista, joka aiheuttaa pahimmillaan vaikeita homeongelmia. Korjausvaihtoehdoksi kehitetyssä menetelmässä puisten runkotolppien alapää korvataan ”Termokengällä”, joka koostuu sähkösinkityistä teräslevyistä sekä kosteutta kestävästä eristeestä. Ulkoseinien alaosien kostuneet villaeristeet korvataan ”Termopalkilla”, joka on kosteutta kestävästä eristemateriaalista valmistettu. [16.]

4.4 Termorangan liitokset

Liitosten suunnittelu määräytyy aina sen mukaan, millaista rasitusta liitokseen kohdistuu. Termorankojen välisiin liitoksiin on joitain vakioratkaisuja, mutta niin kuin on jo aiemmin todettu, kaikissa rakennuksissa on monta suunnittelua vaativaa yksityiskohtaa ja aina joudutaan miettimään muitakin kuin vakioratkaisuja. Insinöörien näkökulmasta lähtökota selkeille kiinnitysratkaisuille on suoraviivaisempi arkkitehtuuri. Tämä on tietysti perin selvää, mutta esimerkiksi monet julkiset kohteet ovat julkisivumuodoiltaan kaikkea muuta kuin suoraviivaisia. Vaativassa kohteessa, missä kiinnitysalustan muoto ja -materiaali vaihtelee, joudutaan suunnittelemaan paljon tapauskohtaisia liitoksia. Tämä taas lisää työtä niin suunnittelun kuin työmaatoteutuksenkin osalta. Mitä enemmän voidaan käyttää vakioituja liitoksia sen parempi. Silloin säästetään sekä aikaa että rahaa. Rankojen liitosten lisäksi tavanomaisia liitoksia ovat teräskiinnikkeet sisäkuoreen ja rangan kiinnitys teräskiinnikkeeseen. Julkisivumateriaali on merkittävässä osassa liitosten kuormitusta. Julkisivun ollessa kevyttä materiaalia, rangat kiinnitetään yleisesti betoniseen sisäkuoreen ala- ja yläpäästä. Mikäli julkisivu on esimerkiksi tiiltä, saattaa tiiliseinän seinärungolta vaatima taipumaraja ajaa rangan tiheämpään kiinnittämiseen. Vanhojen rakennusten julkisivua remontoidessa yksi merkittävä haaste voi olla ohut betoninen sisäkuori. Tämän kaltaisissa kohteissa on huolehdittava siitä, ettei sisäkuori ”korkkaa”, eli sieltä ei kiinnikkeiden asentamisen takia pääse betoni murtumaan. [8, s. 38-39.] [15.] [17.]

4.5 Kiinnikkeet liitoksissa

Kiinnittimien valintaan vaikuttavat muun muassa kiinnitysalusta ja kiinnitettävän osan ominaisuudet, kuormitukset ja korroosioympäristö. Kiinnikkeen valinnalla on vaikutusta hintaan, estetiikkaan, mikäli on kyse näkyviin jäävistä kiinnikkeistä sekä asennustyön sujuvuuteen. Yksi hyvin yleinen kiinnike termorankaseinässä ja siihen liittyvissä rakenteissa on poraruuvi. Poraruuvin asennuksessa vaiheita on vain yksi eli ruuvi poraa itselleen reiän ja muokkaa kierteet toisiinsa asennettaviin materiaaleihin. Tämä pätee ohutlevyrakenteiden kiinnityksiin toisiinsa, esimerkiksi pystyrangan ja vaakakiskon liitoksessa. Mikäli termorankoja asennetaan betoniseen sisäkuoreen ja käytetään siihen suunniteltuja seinäkiinnikkeitä, kiinnikkeiksi soveltuvat kiila-ankkurit tai betoniruuvit. Ruuvikiinnikkeen on oltava sopivan kokoinen kohteeseensa eli ei liian järeä, mutta ei myöskään liian heikko. Liian järeä ruuvi hidastaa asennustyötä ja vaikuttaa kohteen

valmistumisaikatauluun. Liian heikko kiinnike taas aiheuttaa vakavan turvallisuusriskin rakenteiden irtoamiselle. Jokainen kohde on siis suunniteltava omana kokonaisuutena. Toinen ääripää on liian laaja kiinnikkeiden vaihtelevuus yhdellä työmaalla. Riippuen kohteen laajuudesta on hyvä miettiä esimerkiksi tietylle alueelle samanlaiset kiinnikkeet toistuviin kohtiin. Pienessä kohteessa voi vakioida tietyt liitokset, jos liitosten määrä on maltillinen. Tällöin työn toteutus on selkeää eikä ole riskiä sekoittaa samankaltaisissa liitoksissa tarvittavia kiinnikkeitä. Korroosion huomioiminen kuuluu myös oleellisesti liitoksien ja kiinnikkeiden suunnitteluun. Termorangat ovat kuumasinkittyä terästä ja näin ollen kuivissa tiloissa voidaan käyttää kuumasinkittyjä kiinnikkeitä. Kosteudella rasitetuissa liitoksissa kiinnikkeet ovat yleensä RST -kiinnikkeitä. RST tarkoittaa ruostumatonta terästä. Yksi huomioitava seikka teräsoisien liitosten kiinnikkeissä on galvaaninen korroosio. Galvaanisen korroosion estämiseksi kiinnikkeen on oltava sähkökemiallisessa jännitesarjassa jalompaa tai vähintään yhtä jaloa metallia kuin kiinnitettävä levy. [9, s. 148.] [15.] [18.]

Kuva 5. Ikkuna-aukon alareuna. Termorangan uumaan on kiinnitetty vanerilevy ikkunan karmikiinnitystä varten. Vanerilevy kiertää aukon joka laidalla. [12.]

5 Tutkimushaastattelun teoriaa

5.1 Perustietoa

Haastattelu sopii lähes joustavana menetelmänä hyvin monenlaisiin tarkoituksiin ja tutkimishaastattelu onkin tietyillä tieteissä yksi käytetyin menetelmä. Haastattelu on juuriltaan hyvin yksinkertainen tiedonhankinnan muoto. Haastattelu on eri muodoissaan toteutettavissa hyvin monenlaisissa tilanteissa ja sen avulla saadaan kerätyksi tietoa tarkasti ja syvällisesti, kunhan siihen on huolellisesti valmistauduttu. Haastatteluhan on pelkistetyimmillään kahden ihmisen keskustelua, jonka pohjalta saadaan kerättyä tietoa tutkimusta varten. Haastattelun toteutuksessa on käytettävissä hyvin monta erilaista muotoa eli haastattelulajia. Oikean haastattelulajin valinta on oleellista haastattelututkimuksen onnistumisen kannalta. [19, s. 11]

5.2 Haastattelun ominaisuudet

Haastattelu tiedonkeruun ja tutkimuksen menetelmänä voi kuulostaa helpolta. Mikäli kuitenkin halutaan saada kerättyä aineistoa, jota voidaan käsitellä ja käydä huolellisesti läpi, se vaatii huolellista suunnittelua, sopivimman haastattelulajin pohtimista ja valintaa. Mietittäessä haastattelun sopivuutta menetelmäksi on kyettävä tarkistamaan muutama oleellinen kriteeri. Ensimmäiseksi muutama sana tarkkuudesta. Tutkimusta tekevän on huolehdittava, että haastattelusta saatavat vastaukset niin sanotusti osuvat maaliin. Eli on varmistettava, että prosessin lopuksi saatu aineisto vastaa niihin tarpeisiin, mitä on lähdetty selvittämään. Toiseksi voisi mainita menetelmän tehokkuuden. Se, onko haastattelu menetelmänä tehokas tavoitteiden saavuttamiseksi, on tarkasteltava aina tapaus- ja tutkimuskohtaisesti. Edellä mainittujen kriteerien lisäksi menetelmän valintaan vaikuttaa taloudelliset perusteet sekä menetelmän luotettavuus. Tarkasteltaessa eri tiedonkeruumuotoja, haastattelu havaitaan yhdeksi käytetyimmistä. Haastattelumenetelmät, jotka ovat vain vähän strukturoituja tai melko vapaamuotoisia, ovat kasvattaneet osuuttaan käytettyjen haastattelumenetelmien joukossa. Menetelmää valittaessa tutkimuksen tekijän on huolellisesti käytävä läpi sen soveltuvuus toteutettavaan tutkimukseen. [19, s. 34.]

5.3 Haastattelun puolet

Vaikka haastattelu sopiikin hyvin moneen erilaiseen tilanteeseen ja joustavuutensa johdosta taipuu moniin tutkimustarkoituksiin, sillä on kuitenkin tiettyjä haittojakin. Ehdottomaksi eduksi kuitenkin luettakoon se, että varsinkin keskustelun omaisessa haastattelussa on mahdollista tarkentaa kysymyksiä ja kohdistaa niitä, mikäli esille nousee asioita, joita haastattelututkimuksen tekijä ei ole valmistelevassa vaiheessa osannut ottaa huomioon. Kuten jo aiemmin on mainittu, haastattelulla on monia hyviä puolia, jotka puoltavat sen käyttöä tutkimuksen tekemisessä ja siihen liittyvässä tiedonkeruussa. Haastattelun haittapuolista mainittakoon muun muassa mahdolliset suuret kustannukset, menetelmän aikaa vievä luonne ja varsinkin hyvin vapaamuotoisten haastattelujen analysoinnin haasteet. Kustannuksia ei tietystikään kaikissa tilanteissa pääse kertymään, mutta on huomioitava esimerkiksi matkustaminen haastattelukohteisiin sekä tarvittava välineistö tiedon taltioimiseen ja läpikäyntiin, jos ei vaadittavia laitteita ole valmiina. Tämän lisäksi on varattava paljon aikaa haastattelujen läpikäymiseen ja raportoimiseen. Nopeilla ratkaisuilla ei ole saavutettavissa laadullisesti hyvätasoista tutkimusmateriaalia. Viimeisenä esimerkkinä mahdollisista haittapuolista erityisesti vapaamuotoisena toteutetun haastattelun pohjalta saadun aineiston läpikäynnin haasteet. Mikäli haastattelu on toteutettu hyvin vapaamuotoisesti eli ilman tarkkoja rajauksia kysymyksiä miettiessä, saaduissa vastauksissa voi olla niin suuri hajonta keskenään, että niiden pohjalta on haastavaa laatia kaikkia haastatteluja yhdistävää tulkintaa. Tästä syystä on äärimmäisen tärkeä määritellä tutkimuksen alkuvaiheessa itselleen, onko haastattelu menetelmänä sopiva aiottuun tutkimukseen. [19, s. 34-36.]

5.4 Tutkimushaastattelun lajit

Yksinkertaisin kuvaus haastattelusta on se, että ihminen kysyy kysymyksen toiselta ihmiseltä, joka antaa siihen vastauksen. Kuitenkin haastatteluja voidaan jakaa erilaisiin lajeihin. Oleellisin vaikutus, määriteltäessä tutkimushaastattelun lajia, on kysymysten muotoilussa, kuinka tarkasti ne ovat määritelty. Mikäli halutaan jakaa tutkimushaastattelut kahteen pääryhmään, voidaan todeta, että lomakehaastattelu eli strukturoitu haastattelu on oma luokkansa ja toisen muodostavat kaikki muut haastattelujen lajit. Jälkimmäiseksi mainitun muodostavat muun muassa teema-, syvä- ja puolistrukturoitu haastattelu. [19, s. 43-44.]

Lomake- eli strukturoitu haastattelu on haastattelun lajeista käytetyin. Lähtökohta lomakehaastattelussa on se, että väitteet, kysymykset sekä niiden järjestys on täysin määrätty. Haastatteluun vastaavalle jää siis tehtäväksi vastata vain annettuihin kysymyksiin. Kysymysten laatimista ei voi liikaa korostaa lomakehaastattelussa. Niiden on oltava niin selkeitä, että vastaaja ymmärtää varmasti kysymyksen samoin kuin kysyjäkin eli kysymykset eivät voi olla tulkinnanvaraisia. Etuna lomakehaastattelussa on ehdottomasti sen helppo toteutettavuus. Haasteena vastaavasti on laatia tutkimuksen onnistumisen kannalta mahdollisimman huolellisesti ja tarkasti lomake haastattelujen pohjalle. [19, s. 44-45.]

Strukturoimaton haastattelu tunnetaan usealla eri nimellä. Muutamia niistä ovat muun muassa avoin haastattelu, syvähaastattelu ja keskustelunomainen haastattelu. Kysymykset voivat olla melko avoimia, joten haastattelutilanteessa haastattelijan on oltava valmiina rakentamaan ja syventämään haastattelua tarkentavilla kysymyksillä. Strukturoimaton haastattelun ytimessä oleva keskustelu voi kuitenkin olla niin vapaamuotoista, että menetelmänä sen sopivuus tutkimuksen tiedonkeruutapana on melko rajattu. Tässä haastattelun lajissa aihetta ei ole tarkasti määritelty ja etenemistä ohjaa pääasiassa haastateltava. [19, s. 45-46.]

Puolistrukturoitu haastattelu paljastaa itsestään jo nimen perusteella sen, että kyseessä on menetelmä strukturoidun ja strukturoimattoman menetelmän väliltä. Ominaista puolistrukturoidulle haastattelulle on se, että lähtökohtaisesti jotkut näkökulmat on päätetty, mutta haastattelutilanteessa on jonkin verran tilaa myös strukturoimattoman haastattelun omaiselle, tarkenavalle toiminnalle. Tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että vaikka kysymykset on määritelty etukäteen, niin niiden järjestys ei tarvitse haastattelutilanteessa olla kaikille sama. [19, s. 47-48.]

6 Työnjohtajien ja suunnittelijoiden haastattelut

Seuraavissa tekstikappaleissa käydään läpi haastattelujen pohjalta saatua tietoa. Haastateltavat henkilöt toimivat joko suunnittelijoina tai työnjohtajina työmailla, joille tämän opinnäytetyön tekijä suoritti työmaakäyntejä. Haastattelujen lisäksi tarkoituksena oli perehtyä syvemmin termorankarunkoisten ulkoseinien liitostekniikkaan ja -detaljiikkaan, mutta johtuen estävistä tekijöistä, jotka olivat opinnäytetyön tekijän henkilökohtaisen elämän piirissä, työ jäi kesken. Työmaakäynnit ja haastattelut suoritettiin useita vuosia ennen kirjallisen raportin laatimista, kuten lähdeluettelosta haastatteluiden osalta käy ilmi.

Suoritetut haastattelut osuivat siinä mielessä huonoon ajankohtaan, että kesälomakausi oli hiljentänyt työmaita ja aiheutti haasteita löytää sopivia työmaita sekä haastateltavia henkilöitä. Työlle olisi ollut eduksi sen kaltaiset työmaat, missä elementtiseinän asentamisen tai betonisen sisäkuoren varaan rakennettavan eristys- ja julkisivurakenteen sijaan olisi rakennettu kantavaa seinää termorangoista. Esimerkkikohteeksi olisi soveltunut esimerkiksi asuinkerrostalon vesikattotasolle rakennettava ilmanvaihdon konehuone, mutta sen kaltaisia kohteita ei työtä tehdessä ollut käynnissä.

6.1 Yleistä haastatteluista

Haastateltavat toimivat joko työmaan vastaavana työnjohtajana, asennustyön johtajana tai rakennesuunnittelijana vierailluissa kohteissa. Kysymykset, jotka ovat tämän työn liitteenä, liittyivät termorankoihin yleisellä tasolla ja työmaakohtaisella -tasolla. Työmaita, joille haastattelukäyntejä tehtiin, oli yhteensä kolme ja ne esitellään seuraavilla sivuilla. Haastattelukysymykset olivat yhteneväisiä suunnittelijoiden osalta ja työnjohtajille kohdistetut kysymykset olivat keskenään yhteneväisiä. Suunnittelijoiden haastatteluista kaksi kolmesta tapahtui puhelimen välityksellä ja yksi sovitun tapaamisen aikana. Työnjohtajien haastattelut toteutettiin kaikki työmaaolosuhteissa.

Sopivien kohteiden yhteystiedot haastatteluiden tekemiselle saatiin termorankavalmistajan kautta. Kaikkien haastateltavien kanssa sovittiin, että kirjattua tietoa sekä työmaalla otettuja valokuvia saa käyttää. Haastateltavien henkilöiden nimiä ei ole lähdeluetteloon kirjattu. Lähteeseen on merkitty ammattinimike ja yritys.

6.2 Kohdetyömaiden esittely

6.2.1 Julkisivukorjaustyömaa

Ensimmäisenä työmaakohteena esitellään Helsingin Malmilla sijaitseva asuinkerrostalo. Kohteessa YIT Oy suoritti julkisivukorjauksen. Aikaisempi julkisivu oli kuorielementin tiililaattapintainen 80 mm paksuinen ulkokuori. Sisäkuoren paksuus oli 70 – 180 mm, riippuen siitä, oliko kyseessä kantava- vai ei-kantava-seinä. Eristyskerroksessa oli 120 mm villaeristys. Työmaakäynnin aikaan kohteen vanha julkisivu eristeineen oli purettu ja uuden termorankarunkoisen eristyskerroksen rakentaminen oli aloitettu sääsuojan alla. Korjauksessa vain vanha sisäkuri säilyi ulkoseinän osalta ja siihen kiinnitettiin profiililtaan 200 mm paksuinen termoranka. Termorangat kiinnitettiin sisäkuoreen seinäkiinnikkeillä ja vanhan sisäkuoren rosoisuus otettiin huomioon asentamalla termorangat noin 35 mm irti sisäkuoren ulkopinnasta. Väliin puristui 50 mm eristevilla. Termorankoihin kiinnitettiin tuulensuojakipsilevy ja myöhemmin muuraussiteet julkisivun tiilimuuraukselle. Tiilimuuraus kannettiin omalta perusmuurilta. [11.]

Kuva 6. Asuinkerrostalon vanha julkisivu purettuna Helsingin Malmilla. [11.]

6.2.2 Sairaalatyömaa

Toisena kohteena oli suuri sairaalatyömaa Espoossa. Työmaakäynnin aikaan kohteessa oli käynnissä julkisivujärjestelmän asennustyöt. Kohteessa pääurakoitsijana oli Lujatalo Oy. Verrattuna yksittäisen pienehkön asuinkerrostalon julkisivukorjaukseen, kyseessä oli huomattavasti laajempi ja haastavampi kokonaisuus. Merkittävin tekijä termorankojen ja niiden kiinnittämisen kannalta oli kohteeseen asennettava lasijulkisivu. Lasi on materiaalina sangen painavaa ja lasijulkisivun kiinnityksen ollessa termorankojen varassa se asetta korkeat vaatimukset kiinnikkeille ja niiden huolelliselle asentamiselle.

Vaikka kyseessä oli uudiskohde, periaate termorankojen ja eristekerroksen asentamisessa oli hyvin samankaltainen kuin ensimmäisessä työmaakohteessa. Uudiskohteessa etuna on betonisen sisäkuorielementin tasalaatuisuus ulkopinnankin osalta. Tasainen ulkopinta helpottaa termorankojen asentamista suoraan ja linjaan keskenään. Myös tässä kohteessa sisäkuorielementin ulkopinnan ja termorangan väliin asennettiin hieman kasaan puristuva eristevilla, jotta eristyskerroksesta saadaan yhtenäinen kokonaisuus. [12.]

Kuva 7. Sairaalan laajennustyömaa Espoon Jorvissa. [12.]

6.2.3 Toimitilatyömaa

Kolmantena kohteena oli toimitilatyömaa, joka poikkesi paljonkin kahdesta aiemmasta. Tässäkin kohteessa termorangat olivat merkittävässä asemassa ulkoseinän rakenteessa, mutta seinän koostuivat kerroksittain kannatelluista ulkoseinäelementeistä. Rakennuksen kantava runko muodostui teräspilareista ja -palkeista, sekä ontelolaattatasoista. Elementtien kiinnityksiä oli jouduttu tekemään sekä betonitasoille että hitsaamalla rungon teräksisiin osiin. Elementtien asennuksen jälkeen ulkopuolelle jouduttiin vielä asentamaan julkisivumateriaalit ja sisäpuolelle tarvittavat levytykset.

Kohteen pääurakoitsijana toimi Peab Oy, mutta teremorankarunkoisten ulkoseinäelementtien suunnittelusta ja asennuksesta vastasi Normek Oy. Työmaatoteutus tämän tyyppisissä elementtikohteissa on sujuvaa ja etenee nopeasti. Verrattuna esimerkiksi julkisiin kohteisiin, joiden arkkitehtuuri voi luoda haasteita toteuttaa selkeitä seinäpintakokonaisuuksia, toimitilarakennuksissa on paljon toistuvuutta kerroksittain. [20.]

Kuva 8. Toimitilakohde Helsingin Pitäjänmäessä. [20.]

6.3 Tulokset suunnittelijoiden haastatteluista

Tässä jaksossa käsitellään rakennesuunnittelijoiden haastattelujen pohjalta esille nousseita päälinjoja termorankaseinien suunnittelussa. Huomiot pohjautuvat kolmeen eri haastatteluun, jotka suoritettiin vuonna 2015. Tämän työn liitteenä olevat kysymykset käydään kohta kohdalta läpi. [14.] [15.] [17.]

Perusta termorankarungon suunnittelemiselle ja mitoittamiselle luodaan jo arkkitehdin pöydällä. Suomessa vallitsee melko voimakas kahtiajako arkkitehtien ja insinöörien välillä, eikä tietystikään aivan syyttä. Kohteen rakennesuunnittelijoiden olisi hyvä päästä mahdollisimman varhaisessa vaiheessa mukaan niihin pöytiin, missä päätöksiä tehdään. Suoraviivainen ja selkeä arkkitehtuuri mahdollistaa vakioidut yhteneväiset rakenteelliset kiinnitystavat. Haastatteluissa kävi myös ilme se, että mikäli termoranka ei ole kovin tuttu runkomateriaali suunnittelijalle, niin suurena riskinä on työmaalla tehtävät, rakenteen toimivuutta kokonaisuutena heikentävät sovellukset. Tästä esimerkkinä oli Helsingin Malmilla sijaitseva julkisivukorjaustyömaa, missä termorankarungon ja erityisesti aukkojen osalta oli hyvin vähän detaljitason piirustuksia. Työmaa oli ratkaissut ongelman asentamalla ikkuna-aukkojen ympärille normaalit C-profiilit, eli profiilit ilman uuman, lämmön kulkeutumista hidastavaa rei'itystä. Tämän kaltaiset ratkaisut olisivat estettävissä tuottamalle edes kaikista perusliitoksista detaljipiirustus. Hyvän ja ammattitaitoisen suunnittelun pohjalta kohde pitäisi olla rakennettavissa ilman puhelinsoittoja työmaalta, tai se olisi ainakin hyvä olla tavoitteena, mutta on selvää, että lähes aina jotain sellaista tulee vastaan, mitä suunnittelussa ei täydellisesti ole osattu ottaa huomioon.

Termorankaiseen ulkoseinärakenteeseen kohdistuvat kuormat ja rasitukset on tarkasteltava aina kohdekohtaisesti. Kuormituksiin vaikuttaa julkisivun osalta tuuli, joka sekin on aluekohtaista, toiseksi isot aukot seinärakenteessa on tarkasteltava erillisinä kokonaisuuksina ja julkisivun materiaali sekä kannatustapa on oleellisesti kuormituksiin vaikuttuva tekijä. Mikäli termorankaseinä toimii kantavana runkona, oleellinen kuormitus kertyy väli- ja yläpohjarakenteista ja muun muassa lumikuormasta. Tiilimuurattu julkisivu kannatetaan omalle perustukselle, mutta sen tiukka taipumarajoitus voi osoittautua määrääväksi termorankojen kiinnitystiheyden osalta. Hyvin usein betoniseen sisäkuoreen kiinnitettävä termoranka kuitenkin on melko korkea profiililtaan ja sillä hyvä taivutusvastus.

Liitosten ja rakenteiden suunnittelu ja mitoitus perustuu normeihin ja asetuksiin, jotka ohjaavat rakennesuunnittelua. Määräävä rasitus vaihtelee kohdekohtaisesti, mutta sen lisäksi, että suunniteltu liitostapa täyttää viranomaisten asettamat vaatimukset, olisi suunnittelijan tärkeä pitää mielessä suunnitelmien vaikutus sujuvan työmaatoteutuksen aikaansaamiseksi. Perustapauksessa, kun kyseessä on betonisen sisäkuoren varaan rakennettavasta eriste- ja julkisivurakenteesta, termorangat ovat kerroksen korkuisia ja kiinnitettyinä ala- ja yläreunasta. Raskas julkisivumateriaali vaatii vastaavasti enemmän kiinnikkeitä. Suuressa kohteessa, kuten tämän työn sivuilla esitellyssä sairaalakohteessa, voidaan vakioidut liitostavat ja kiinnikkeet rajata rakennuksen eri lohkoihin. Toisessa esimerkkikohteessa, asuinkerrostalon julkisivukorjauksessa riitti yksi perusperiaate termorankojen kiinnitykseen betoniseen sisäkuoreen. Termorankoihin kiinnittäessä on muistettava, että poraruuveille ei tule suuria vetorasituksia. Raskaissa kiinnityksissä on hyvä miettiä, miten rasitus saataisiin liitoksessa vetorasitukseksi.

Kuva 9. Sisäkuoreen kiinnitettyihin rankoihin liitetty vaakaranka. [12.]

Työmaatoteutuksen kannalta on aina parempi, mitä vähemmän on erilaisia liitostapoja ja kiinnikeitä. Vastaavasti se vaatii suurempaa työpanosta myös suunnittelijalta. Haastatteluissa nousi esille periaate, että mikäli mahdollista, yhdessä kohteessa olisi yksi peruskiinnitystapa, mitä tulee esimerkiksi kerroksen korkuisen termorangan kiinnittämiseen. Tavoitteena niin kutsuttu järjestelmäkiinnitys, eli vakioidut liitostavat ja helposti suoritettava työmaatoteutus. Liitosten suunnittelussa on huomioitava myös liitososien ja kiinnikkeiden saatavuus. Suuressa kohteessa voi olla useita tuhansia kiinnikkeitä ja vaikka suunniteltu kiinnike olisi täydellisen sopiva, mutta hinta on huomattavasti kalliimpi kuin vaihtoehtoisessa liitostavassa käytettävä kiinnike, aiheuttaa se huomattavia taloudellisia vaikutuksia.

Huomioitavia seikkoja liitosten kiinnikkeiden ja asennusosien osalta on ennen kaikkea sen sopivuus, asennettavuus ja kestävyys. Sopivuudella suunnittelijat tarkoittivat kiinnitettävien osien ja kiinnikkeiden toimimista yhdessä. Kiinnikkeen pituus, porautuvuus ja saatavuus vaikuttavat merkittävästi työmaatoteutukseen. Kestävyyden ja asennettavuuden lisäksi on tärkeä huomioida korroosion mahdollinen vaikutus liitoksessa. Perussääntönä haastatteluissa kävi ilmi, että kuivassa tilassa voidaan käyttää kuumasinkittyjä kiinnikkeitä rankaan, mutta siellä missä on kosteutta, käytetään ruostumattomasta teräksestä valmistettuja kiinnikkeitä.

Muita suunnittelijoiden haastatteluissa esille nousseita asioita olivat muun muassa sadetakkipellin käyttö elementeissä, joka toimii myös työnaikaisena sääsuojana, mahdollisimman vähän erilaisia profiileja samaan tarkoitukseen eli ei montaa erilaista pysty- ja vaakaprofiilia samalle työmaalle, mikäli mahdollista. Näiden lisäksi haastatteluissa kerrottiin, että termorankoja voidaan asentaa myös vaaka-asentoon. Vaaka-asennuksessa on erityistä huomiota kiinnitettävä rankaa kannattelevaan liitososaan, jonka on oltava riittävän tukeva.

6.4 Tulokset työnjohtajien haastatteluista

Tässä jaksossa käsitellään työmaakäyntien yhteydessä haastateltujen vastaavien työnjohtajien ja asennustyönjohtajan huomioiden pohjalta esille nousseita päälinjoja termorankaseinien työmaatoteutuksessa. Huomiot pohjautuvat kolmeen työmaakäyntiin, jotka suoritettiin vuonna 2015. Työnjohtajille ja asennustyönjohtajalle esitetyt kysymykset ovat tämän työn liitteenä. [11.] [12.] [20.]

Verrattaessa puuta ja terästä rangan materiaaleina työmaalla tapahtuvan asennustyön kannalta haastatteluissa nousi heti esiin puun helppo työstettävyys. Termorangan katkaisemiseen tarvitaan kulmahiomakone, kun puuranka on sahattavissa useammallakin rakennustyömaalta yleensä löytyvällä työkalulla. Materiaalin käytön kustannuseroista esimerkkityömaiden kaltaisissa kohteissa ei ollut vertailukelpoista tietoa. Toisaalta, sisäkuoreen kiinnitettävälle termorangalle puu ei ole vakavasti otettava vaihtoehto. Varsinaisia termorangoista toteutettuja kantavia runkoja ei haastatteluja tehdessä ollut työn alla tai sopivien etäisyyksien päässä. Kosteuden suhteen on työmaalla oltava tarkka, vaikka teräsranka ei itsessään ole altis rakennusaikaisesta kosteudesta kärsimään. Mutta termorankarunkoon asennettavat villaeristeet on suojattava työmaalla huolellisesti, mikäli työ ei tapahdu sääsuojan alla.

Työmaakohteiden vähäisestä määrästä huolimatta suunnitelmien laajuudessa ja yksityiskohtaisuudessa esiintyi isoja eroavaisuuksia. Eräässä kohteessa oli monta kansiollista detaljeja ja työnjohtajan mielestä niitä oli jopa liikaa. Kehitysehdotuksen esitettiin, että rakennuskohteen eri osissa esiintyvät samankaltaiset kohdat olisivat samalla periaatedetaljilla suunniteltuja. Toisessa kohteessa detaljipiirustuksia oli hyvin niukasti, mikä johti työmaalle tehtäviin sovelluksiin, joista kaikki eivät olleet kuitenkaan esimerkiksi lämmöneristävyyden kannalta kovin toimivia ratkaisuja. Elementtikohteessa työnjohtaja oli tyytyväinen suunnitelmien tasoon. Kyseisessä tapauksessa varmasti auttoi se, että sekä suunnittelija että asennusryhmä olivat samasta yrityksestä, jolla on pitkä kokemus kyseisten kohteiden toteutuksesta. Sama periaate näkyi osittain kahdella muulla työmaalla, missä toisen kohteen suunnittelija ja suunnittelijat olivat pitkään työskennelleet termorankojen parissa, mutta toisessa kohteessa suunnittelijalla ei ollut pitkää kokemusta. Tämä varmasti vaikutti suoraan suunnitelmien kattavuuteen ja laajuuteen. Yleisesti ottaen sekä vastaavat työnjohtajat että asennustyönjohtaja olivat tyytyväisiä suunnitelmien yleiseen tasoon.

Kiinnikkeiden ja asennusosien osalta ilmeni vastaavasti eroavaisuuksia kiinnikkeiden määrittelyjen tarkkuudessa. Parhaimmassa tapauksessa kaikki kiinnikkeet, oli määritelty tarkasti jokaista ruuvia myöden kaikissa detaljissa. Tällainen menettely auttaa työmaata suorittamaan vaadittavan asennustyön sujuvasti. Voidaan todeta, että huolellisella ja ammattitaitoisella suunnittelulla on merkittävä rooli työmaatoteutuksen sujuvuuden kannalta, mutta hyvistäkin suunnitelmista huolimatta julkisivujärjestelmän käytännön on toteutus hyvin monivaiheinen ja melko työläs, koska se sisältää työmaalla toteutettavia kiinnityksiä paljon.

Kuva 10. Seinäkiinnike ja termoranka aukon reunassa, missä termorangan uumaan asennettu puulevy karmikiinnityksiä varten. [12.]

7 Johtopäätökset

Tämän opinnäytetyön päätavoite alun perin oli kehittää termorangoista rakennettavan rungon liitosten tekniikkaa- ja detaljiikkaa. Johtuen tiivistelmässä mainituista syistä opinnäytetyö muotoutui enemmänkin haastattelututkimukseksi, missä selvitettiin termorankaisten ulkoseinien toteutusta työmaaolosuhteissa. Aihetta käsiteltiin ulkoseinää koskevien määräysten valossa sekä aiheesta löytyvien kirjallisuus- ja viranomaislähteiden valossa. Kirjallisuuden pohjalta voidaan todeta, että termoranka voisi olla Suomessakin huomattavasti yleisempi runkomateriaali esimerkiksi 1-2 kerroksisissa pientaloissa, jotka tällä hetkellä toteutetaan puurunkoisina.

Olemassa olevan tiedon pohjalta kyetään osoittamaan, että teräksinen ranka ulkoseinän runkomateriaalina on monilta teknisiltä ominaisuuksiltaan puuta monin verroin parempi. Mahdollista muutosta pientalojen runkomateriaalin osalta hidastaa varmasti myös se perinteinen lause, jonka usein vaihtoehtoista tapaa ehdottaessa kuulee, että ”näin on aina ennenkin tehty”. Kyseinen lause on varmasti yksi keskeinen jarruttaja rakennusalan kehityshankkeissa työmaiden ja käytännön osalta. Tuttujen ja totuttujen tapojen kanssa jatkaminen on usein helpoin vaihtoehto.

Suunnittelijoiden haastatteluissa nousi esille, että lopulta työmaalla käytettävien suunnitelmien perusteellisuuteen, laajuuteen ja tarkkuuteen vaikuttaa suuresti se tekijä, onko suunnittelijalla miten paljon kokemusta termorankarunkojen suunnittelemisesta. Eräässä kohteessa, missä haastatteluja suoritettiin, erottui selvästi se, että kyseinen suunnittelusta vastannut taho on pitkään työskennellyt termorankojen parissa. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että mikäli termoranka on suunnittelijalle tuttu ja kokemusta löytyy pitkältä ajalta, on mahdollista tuottaa suunnitelmia, joiden pohjalta asennustyön sujuvuus kasvaa merkittävästi.

Työnjohtajien osalta haastatteluista todettakoon, kohdetyömaiden vähäisestä määrästä huolimatta, että työnjohtajien kyvyssä tehdä toteutuksen osalta ratkaisuja niin sanottujen suunnittelemattomien kohtien osalta, oli suurta hajontaa. Hajontaa oli myös suunnitelmien tarkkuudessa, mutta siitä huolimatta työnjohtajat olivat pääasiassa tyytyväisiä suunnitelmien tasoon. Työmaakäynneillä esiin nousi yksi ongelmallinen asia, joka koski liitoskohtia, joista ei ollut tarkkaa suunnitelmaa. Tämä liittyi aukkojen pielirakenteisiin, joista tarkka detaljiikka -tason suunnittelu puuttui. Termoranka oli korvattu uumaltaan umpinaisella profiililla, mikä aiheuttaa merkittävän riskin kylmäsillan syntymiselle.

Haastattelujen osalta olisi ollut hyvä, että haastatteluja olisi toteutettu myös työmaalla itse rakennustyötä tekevien keskuudessa. Ja kuten on aiemmin mainittu, myös sellaisten kohteiden, missä rakennuksen kantava runko on termorangasta toteutettu, olisi ollut suotavaa saada työmaakäynteihin mukaan. Työmaakäyntejä tehdessä ei kuitenkaan sellaisia työmaita profiilin valmistajan välityksellä ollut saatavilla.

Loppupäätelmänä todettakoon, että osaavalla ja huolellisella suunnittelulla sekä ammattitaitoisella asennustyöllä termorangasta saadaan rakennettua erittäin toimivaa ja runkomateriaalin osalta teknisiltä ominaisuuksiltaan pitkäikäistä seinärunkoa. Vaikka tässä opinnäytetyössä painopiste muuttui alkuperäisestä, voidaan todeta, että jo tällä hetkellä löytyy termorankarungon ja erityisesti sen liitosten sujuvaan toteuttamiseen riittävää ammattitaitoa. Liitosten osalta kehitystyö varmasti jatkuu ja tulevaisuudessa termoranka on todennäköisesti laajemmin todellinen vaihtoehto myös pientalon runkomateriaalia valittaessa.

Työmailla virheellisesti toteutetut ulkoseinien kohdat johtuivat tarkkojen suunnitelmien puuttumisesta yksittäisistä liitoskohdista. Suurin osa olisi kuitenkin ollut estettävissä jo sillä, että työmaahenkilöstö olisi perehtynyt Gyproc Käsikirja -oppaassa esitettyihin vaatimuksiin termorankojen asentamisen perusperiaatteista. Kehitysehdotuksena voisi miettiä lyhyen ja selkeän oppaan toteuttamista, joka olisi kohdennettu sekä suunnittelijoille että työmaakäyttöön. Oppaaseen olisi koottu keskeinen tieto termorankojen suunnitteluperiaatteista ja oleellisimmat asennusperiaatteet sekä varsinkin ehdottomasti kielletyt ratkaisut asennusvirheiden välttämiseksi. Painettu opas voitaisiin toimittaa materiaalin mukana työmaalle ja tämän lisäksi oppaan sähköinen levitys tapahtuisi ensisijaisesti termorankojen osalta vastaavalle suunnittelijalle sekä työnjohtajille. Lyhyen ja selkeän opasvihkosen toteutus ja käyttö olisi yksi askel sujuvampaan suunnitteluun sekä onnistuneempaan asennustyöhön termorankarunkojen osalta.

Lähteet

1 RT 82-11006 Ulkoseinärakenteita -ohjekortti, Rakennustietosäätiö RTS, 2010

2 RIL 255-1 2014. Rakennusfysiikka 1. Rakennusfysikaalinen suunnittelu ja tutkimukset. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, Tampere.

3 Siikanen, Unto 2015: Rakennusfysiikka. Perusteet ja sovelluksia, 2. painos. Rakennustieto Oy, Tampere.

4 Iso-Mustajärvi, P. & Inha, T 1999: Kantavien rakenteiden palosuojaus. Rakennustieto Oy, Tampere.

5 RT 82-10804 Avoin puurakennusjärjestelmä -ohjekortti, Rakennustietosäätiö RTS, 2004

6 RT 82-10659 Pientalon teräsrakenteet -ohjekortti, Rakennustietosäätiö RTS, 2000

7 Siikanen, Unto 2001: Rakennusaineoppi. 7. painos. Rakennustieto Oy, Viro.

8 Profile esite 2020. Aulis Lundell Oy:n sivustolla. Saatavissa: https://www.aulislundell.fi/upload/pdf/Profile_esite_2020_web.pdf

9 Teräsrakenneyhdistys ry 2014: Teräsrakenteiden suunnittelu ja mitoitus Eurocode 3 -oppikirja. Teräsrakenneyhdistys ry, Forssa.

10 Rahkonen, Toni, Uumarei'itetty teräsranka ulkoseinän kantavana rakenteena, diplomityö, Aalto-yliopisto, Espoo, 2015

11 Haastattelu, vastaava työnjohtaja, YIT Oy, Helsinki 14.7.2015

12 Haastattelu, vastaava työnjohtaja, Lujatalo Oy, Espoo 14.7.2015

13 RT 82-10765 Asuin- ja toimistorakennusten teräsrakenteet, Rakennustietosäätiö RTS, 2001

14 Haastattelu, rakennesuunnittelija, Normek Oy, Helsinki 17.7.2015

15 Haastattelu, rakennesuunnittelija, Sweco Finland Oy, Helsinki 23.9.2015

16 Termotuote -esite. Lamox Oy:n sivustolla. Saatavissa: https://www.lamox.fi/

17 Haastattelu, rakennesuunnittelija, Insinööritoimisto Lauri Mehto Oy, Helsinki 3.8.2015

18 RT 80-11115 Täydentävät ohut- ja muotolevyrakenteet, Yleisiä ohjeita, Rakennustietosäätiö RTS, 2013

19 Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2004: Tutkimushaastattelu. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki University Press, Helsinki.

20 Haastattelu, asennustyönjohtaja, Normek Oy, Helsinki 15.7.2015

Haastattelujen kysymykset

Kysymykset rakennuskohteen rakennesuunnittelijalle:

- Mitkä ovat perusperiaatteet termorankarungon liitosten suunnittelussa?
- Mitkä kaikki rasitukset ja kuormitukset tulee ottaa huomioon liitosten suunnittelussa?
- Muodostuuko yleensä jokin tietty kuormitus, vai suunnittelua ohjaavat vähimmäisvaatimukset määrääväksi mitoituksen osalta?
- Miten tarkasti rungon yksittäiset liitokset suunnitellaan?
- Miten tarkasti liitosten käyttöasteita tarkastellaan?
- Mitä asioita on otettava huomioon liitoksissa käytettävien kiinnikkeiden ja asennusosien suunnittelussa ja käytössä?

Kysymykset rakennuskohteen työmaahenkilöstölle:

- Mitkä ovat termorankojen liitosten hyvät puolet / huonot puolet verrattuna puurunkoiseen seinään?
- Ovatko suunnitelmat yleensä riittävän laajat liitosten toteuttamisen näkökulmasta?
- Ovatko suunnitellut liitokset toteutettavissa helposti työmaaolosuhteissa?
- Mitkä ovat liitosten yleisiä ongelmakohtia?
- Onko kiinnikkeet määritelty riittävällä tarkkuudella suunnitelmissa?
- Mitä kehitettävää näet liitosten toteuttamisessa?