



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

BETONISANDWICH-ELEMENTTIEN JA ERIS- TERAPATTUJEN ELEMENTTIEN VERTAILU

Antti Hienonen

Opinnäytetyö
Marraskuu 2018
Rakennusalan työnjohto



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työnjohto

Hienonen, Antti:
Betonisandwich-elementtien ja eristerapattujen elementtien vertailu

Opinnäytetyö 34 sivua, joista liitteitä 2 sivua
Marraskuu 2018

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli vertailla työmaatoteutukseen liittyviä eroja betonisandwich-elementtien ja eristerapattujenelementtien välillä. Opinnäytetyön idea lähti siitä ajatuksesta, että Suomessa on betonisandwich-elementeillä rakennettu jo vuosikymmeniä, mutta viime vuosina eri elementtitoimittajat ovat yliopistojen sekä laastitoimittajien kanssa yhteistyössä kehittäneet erilaisia eristerappausjärjestelmiä. Tässä työssä lähettiin tarkastelemaan mitä mahdollisia ongelmia tai eroavaisuuksia näiden kahden rakennustavan välillä on, kun niillä lähdetään toteuttamaan työmaita. Opinnäytetyön tekemiseen käytettiin internettiä, kirjallisuutta ja haastatteluja.

Vertailemalla betonisandwich-elementtejä sekä rappauselementtejä kuljetuksen, varastoinnin, asennuksen, julkisivutöiden ja työturvallisuuden näkökulmista tultiin siihen lopputulokseen, että nämä kaksi rakennustapaa ovat hyvin samankaltaisia työmaatoteutuksen näkökulmasta. Suurimmat erot elementtien välillä korostuivat niiden käsittelymisestä sekä julkisivutöiden määrystä. Asennuksien, kuljetusten ja varastoinnin osalta molemmissa elementeissä toimitaan samalla tavalla. Työturvallisuuden näkökulmasta todettiin, että rappauselementtirakentaminen on vaarallisempaa, koska siinä työskentely nostolaitteilta on pidempi aikaisempaa kuin betonisandwich-rakentamisessa.

Opinnäytetyötä tehdessä huomattiin myös, että erityisesti rappauselementtijärjestelmien välillä on ohjeistuksien kanssa vaihtelevaisuuksia järjestelmätoimittajista riippuen. Järjestelmätoimittajat myös kaikki kutsuivat järjestelmiä erinimillä, mihin pitäisi keksiä parempia ratkaisuja ja yhtenäistää rakennustavan kutsumistapaa ja toimintatapoja.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme of Construction Site Management

Hienonen, Antti:
Comparison of the Precast Sandwich Elements and Precast Plaster Elements

Bachelor's thesis 34 pages, appendices 2 pages
November 2018

The purpose of this thesis was to compare differences on construction site implantations between precast sandwich elements and precast plaster elements. The idea of the thesis started with the idea that Finland has been constructing with concrete elements for decades, but in the recent years, various element suppliers have worked together with universities and plaster suppliers to develop various types of plaster element systems. In this thesis we began to look at what potential problems or differences between these two methods of construction are starting to implement construction sites. To research information for this thesis internet, literature and interviews were used.

Next section starts here. Comparing precast sandwich elements and precast plaster elements from the point of view of transportation, warehousing, installation, facading and occupational safety came to conclusion that these two construction methods are very similar to the construction site's perspective. The biggest differences between the elements were highlighted in their handling and on the amount of facade work. For installations, transportation and storage, both elements work in the same way. From the point of view of occupational safety, it was found that working with precast plaster elements is more dangerous because the working on lifting gear takes longer than it would take with precast sandwich elements.

During the making of this thesis, it was noticed that there are varying guidance's on how to work with the systems depending on the system vendors. System vendors also alluded to their systems with different names. They should come up with better solutions and standardize the name of the systems instead of using different names depending on the provider.

Key words: precast sandwich element, precast plaster element,

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	JULKISIVUELEMENTIT	6
3	ERISTERAPPAUSJÄRJESTELMÄT	7
3.1	Yleistä	7
3.1.1	Ohutrappaus-eristejärjestelmä elementtiin.....	7
3.1.2	Paksurappaus-eristejärjestelmä elementtiin	9
4	BETONISANDWICH-ELEMENTIT	10
4.1	Yleistä	10
4.1.1	Pinnat	11
5	ELEMENTTIEN KULJETUS JA VARASTOINTI	12
5.1	Eristerapattujen elementtien kuljetus ja varastointi	12
5.1.1	Kuljetus	12
5.1.2	Varastointi	12
5.2	Betonisandwich-elementtien kuljetus ja varastointi	13
5.2.1	Kuljetus	13
5.2.2	Varastointi	14
5.3	Kuljetuksen ja varastoinnin pohdinta ja vertailu	15
6	ELEMENTTIEN ASENNUS.....	16
6.1	Eristerapatut elementit	16
6.1.1	Eristerapattujen elementtien asennusta valmistelevat työt.....	16
6.1.2	Eristerapattujen elementtien asennus	17
6.1.3	Eristerapattujen elementtien pintarappaus ja saumaus.....	20
6.2	Betonisandwich-elementit	22
6.2.1	Betonisandwich-elementtien asennusta valmistelevat työt.....	22
6.2.2	Betonisandwich-elementtien asennus	23
6.2.3	Betonisandwich-elementtien julkisivutyöt.....	25
6.3	Elementtien asennuksien ja julkisivutöiden pohdinta ja vertailu.....	26
7	TYÖTURVALLISUUDEN VERTAILU.....	28
8	YHTEENVETO JA LOPPUTULOKSET.....	31
	LÄHTEET	32
	LIITTEET	33

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on vertailla betonisandwich-elementtien ja rappauselementtien eroja työmaatoteutuksen näkökulmasta haastatteluja, omia kokemuksia, kirjallisuutta ja internetiä hyväksi käyttäen. Opinnäytetyön idea lähti siitä ajatuksesta, että Suomessa on betonisandwich-elementeillä rakennettu jo vuosikymmeniä, mutta viime vuosina eri elementtitoimittajat ovat yliopistojen sekä laastitoimittajien kanssa yhteistyössä kehittäneet erilaisia eristerappausjärjestelmiä. Tässä työssä lähdettiin tarkastelemaan mitä mahdollisia ongelmia tai eroavaisuuksia näiden kahden rakennustavan välillä on, kun niillä lähdetään toteuttamaan työmaita. Opinnäytetyön alussa kerrotaan yleisesti rappauselementeistä, sekä avataan mitä tarkoittavat ohut- ja paksurappaus.

Betonisandwich-elementtirakentamisella tässä opinnäytetyössä tarkoitetaan rakentamistapaa, jossa tehtaalla valmistetaan betonikuorista ja lämmöneristeestä valmis komponentti joka sen jälkeen toimitetaan työmaalle ja asennetaan paikalleen ja saumataan. Rappauselementillä tässä opinnäytetyössä tarkoitetaan rakennetta, jossa elementtitehtaalla asennetaan betoninen sisäkuori, lämmöneristeet sekä pintarappaus. Opinnäytetyössä kerrotaan eri rappausjärjestelmistä.

Työmaatoteutuksen eroja lähdetään tutkimaan betonisandwich-elementtien ja rappauselementtien kuljetuksen ja varastoinnin kautta, jonka jälkeen siirrytään asennusta valmisteleviin töihin sekä niiden eroihin ennen asennusta. Asennukset käydään läpi vaihe vaiheelta ja niiden eroja vertaillaan keskenään. Betonisandwich-elementtien julkisivutöissä keskitytään elementtien saumaamiseen ja rappauselementeissä julkisivurappaukseen, lopuksi näiden kahden vaikutusta työmaatoteutukseen vertaillaan. Työturvallisuus vertaillaan opinnäytetyön lopuksi aiempia kokemuksia hyväksikäyttäen.

2 JULKISIVUELEMENTIT

Julkisivuelementteihin kuuluvat ulkoseinät ja niitä täydentävät rakenteet. Ulkoseinillä tarkoitetaan rakennuksen teknistä ulkokuorta ja julkisivulla sen toiminnallista sekä esteettistä puolta. Kun esimerkiksi julkisivulle on asetettu jokin ulkonäkövaatimus, täytyy sen toteuttamiseksi osata valita oikea julkisivujärjestelmä, ulkoseinille niitä ovat betonisandwich-elementit, eriytetyt rakenteet ja yhdysrakenteet. Täydentävillä rakenteilla tarkoitetaan muun muassa parveke-elementtejä, terasseja ja erkkereitä. (Betonitekniikan oppikirja 2018 by 201, 2018, 449.)

Betonitekniikan oppikirjan (2018, 449) mukaan ulkoseinät, eli rakennuksen tekniset ulkokuoret voidaan jakaa niiden ominaisuuksien mukaan seuraavasti:

- Kantaviin ja ei-kantaviin
- Jäykistäviin ja ei-jäykistäviin
- Itsekantaviin ja ripustettuihin
- Ruutu- ja nauhaelementteihin
- Valmistus- ja asennustavan perusteella niin sanottuihin yhteen sidottuihin sandwich-rakenteisiin ja eriytettyihin rakenteisiin.

Julkisivujen osien toiminnan ymmärtäminen on ratkaisevan tärkeää onnistuneen ulkoseinän suunnittelulle (Betonitekniikan oppikirja 2018 by 201, 2018, 449). Kun julkisivujärjestelmää sekä elementtejä aloitetaan suunnittelemaan ja valitsemaan, täytyy olla selvillä siitä mitä runkojärjestelmää rakennuksessa käytetään. Hyvä perustelu tälle löytyy myöskin betonitekniikan oppikirjasta (2018, 449) jossa huomautetaan, että vaatimukset kantaville ja jäykistäville rakennusosille poikkeavat huomattavasti ei-kantavien vaatimuksista.

3 ERISTERAPPAUSJÄRJESTELMÄT

3.1 Yleistä

Eristerappausjärjestelmissä yhdistyy valmisosatekniikka ja perinteinen rappaus. Rappauselementit valmistetaan lämpimissä tehdasolosuhteissa ja ne sisältävät betonisen sisäkuoren, lämmöneristeen, tarvittaessa kiinnitykset sisäkuoreen, rappausverkoituksen sekä säältä suojaavan pohjarappauksen.

Julkisivumateriaaliksi rappauspinta yleensä valitaan silloin, kun rakennuksen julkisivulle on asetettu korkeat ulkonäkövaatimukset, rappauselementtejä käyttämällä on mahdollista toteuttaa saumaton julkisivupinta. (Elementtisuunnittelun www-sivut 2018.)

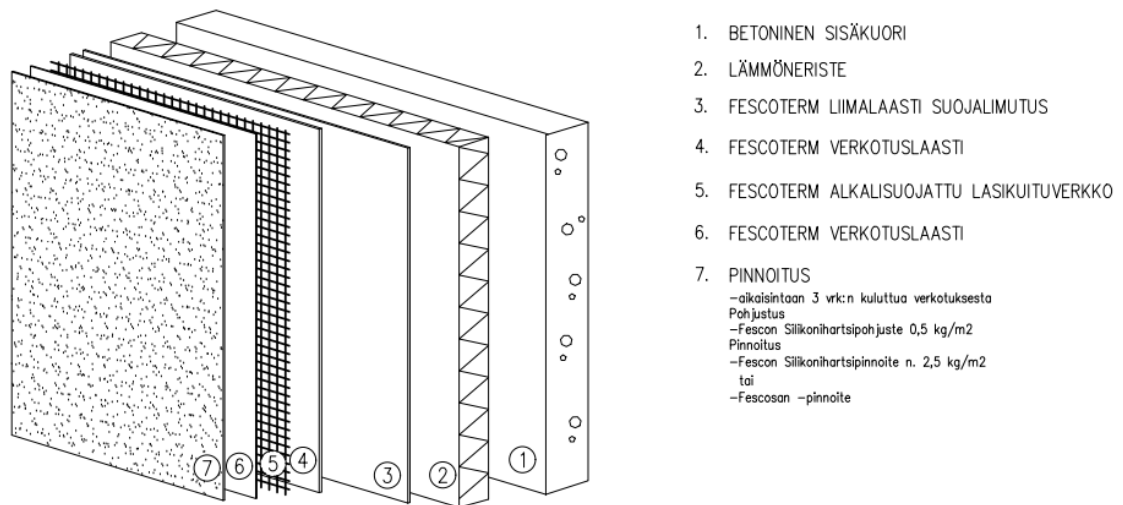
Kun työmaalla tehtävä eristeiden asennus ja sääsuojaus eri vahvuisilla rappauslaasteilla siirretään työmaalta tehdasolosuhteisiin, tulee toteutuksesta kustannustehokkaampi, koska työmaille jää vain mahdollinen tasoitus, saumojen täyttö ja pinnoitus. Rappauselementtejä ei myöskään tarvitse erikseen sääsuojata työmaalla, koska tehtaalla niihin on tehty pohjarappaus joka suojaa sateelta ja uv-säteilyltä. (Elementtisuunnittelun www-sivut 2018.)

Rappauselementtejä toteutetaan joko paksu- tai ohutrappauksilla, tässä opinnäytetyössä käsitellään molemmat eristejärjestelmät läpi internettiä, kirjallisuutta ja henkilöhaastatteluja hyväksi käyttäen.

3.1.1 Ohutrappaus-eristejärjestelmä elementtiin

”Ohutrappaus muodostaa taipuisan yhtenäisen levyn, joka on liimattu kauttaaltaan lämmöneristeseen, joka on liimattu kauttaaltaan alustaan. Kauttaaltaan lämmöneristeisiin liimatun rappauksen liikkeet määräytyvät alusta liikkeiden mukaan.” (Rappauskirja 2005 by 46, 2005, 95.)

Ohutrappaus-eristejärjestelmän (kuva 1) lämmöneristys voidaan toteuttaa kahdella eri tavalla, joko lamellivillaa käyttäen tai EPS-levyillä. Rappauskerrosten kokonaisvahvuus on ohutrappauselementeissä yleensä n. 5-10mm. (Elementtisuunnittelun www-sivut 2018.)



1. BETONINEN SISÄKUORI
2. LÄMMÖNERISTE
3. FESCOTERM LIIMALAASTI SUOJALIMUTUS
4. FESCOTERM VERKOTUSLAASTI
5. FESCOTERM ALKALISUOJATTU LASIKUITUVERKKO
6. FESCOTERM VERKOTUSLAASTI
7. PINNOITUS
 - aikaisintaan 3 vrk:n kuluttua verkotuksesta
 - Pohjustus
 - Fescoson Silikonihartsipohjuste 0,5 kg/m²
 - Pinnoitus
 - Fescoson Silikonihartsipinnoite n. 2,5 kg/m²
 - tai
 - Fescosan -pinnoite

KUVA 1. Ohutrappaus-järjestelmän eri kerrokset (Fescos Oy:n www-sivut. 2018)

Lamellivillaa käytettäessä järjestelmä perustuu eri rakennekerrosten väliseen tartuntaan. Ohutrappauselementtiä valmistettaessa muottiin asennetaan ensin lämmöneristeet ja niiden päälle valetaan sisäkuorielementti, tällä tavalla eriste kiinnittyy betoniin sementtiliimalla ja betoni tunkeutuu osittain eristeen sisään. (Elementtisuunnittelun www-sivut 2018.)

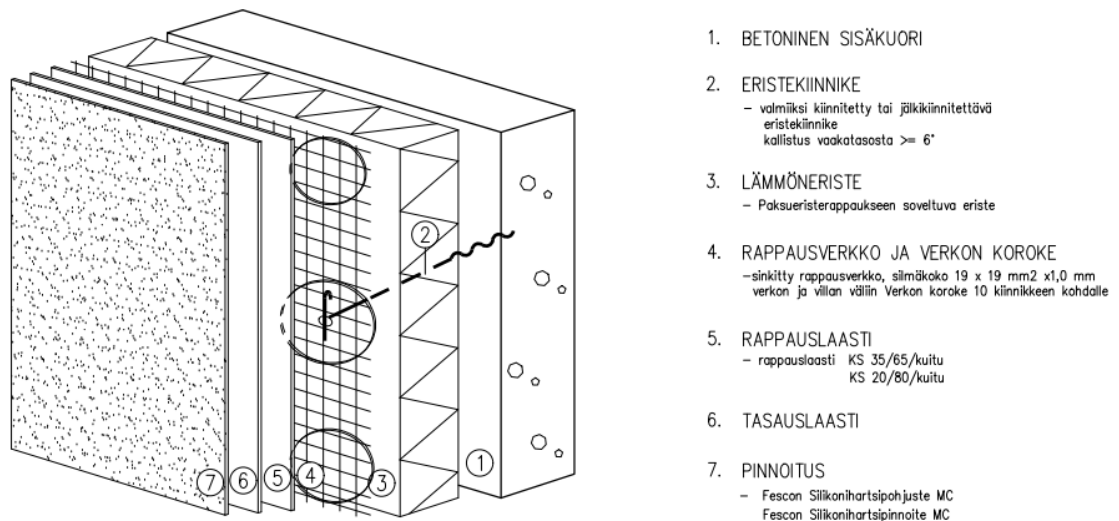
Lämmöneristeiden sääsuojaus voidaan toteuttaa jo muotissa, asentamalla suojakerros + lasikuituverkko muotin pohjalle ennen kuin eristeet asennetaan tai vaihtoehtoisesti muotivalun jälkeen ohuella laastikerroksella. (Elementtisuunnittelun www-sivut 2018.)

EPS-levyjä käytettäessä eristeet kiinnitetään sisäkuoreen betonin lisäksi muovi tai rst-kiinnikkeillä, lisäkiinnitysten materiaali riippuu rappausoimittajan ohjeista tai käytöselosteiden selostuksista. EPS-levyjen ja vuorivillojen lämmönjohtavuudet ovat lähes samaa luokkaa, mutta EPS-levyllä toteutettu rakenne on kevyempi. (Elementtisuunnittelun www-sivut 2018.)

Ohutrappauselementtien rappaukset voidaan toteuttaa joko verkotuslaastilla tai pohja- + pintalaastilla. Verkotuslaasti koostuu polymeeripitoisesta sementtilaastista ja pintalaasti joko sementtilaastista tai silikaatti- tai hartsipinnoitteesta. (RT 14-11016 2010, 308.)

3.1.2 Paksurappaus-eristejärjestelmä elementtiin

Ohutrappaus-eristejärjestelmästä poiketen, paksurappaus-eristejärjestelmää (kuva 2) käytettäessä sisäkuorielementti valetaan muottiin alimmaiseksi. Tuoreen valun päälle asennetaan mineraalivillalämmöneristeet siten, että mineraalivillan kuidut ovat julkisivun suuntaiset. (Elementtisuunnittelun www-sivut 2018.)



1. BETONINEN SISÄKUORI
2. ERISTEKIINNIKE
 - valmiiksi kiinnitetty tai jälkiinnitettävä eristekiinnike
 - kallistus vaakatasosta $\geq 6^\circ$
3. LÄMMÖNERISTE
 - Paksueristerappaukseen soveltuva eriste
4. RAPPAUSVERKKO JA VERKON KOROKE
 - sinkitty rappausverkko, silmäkoko 19 x 19 mm² x 1,0 mm
 - verkon ja villan väliin Verkon koroke 10 kiinnikkeen kohdalle
5. RAPPAUSLAASTI
 - rappauslaasti KS 35/65/kuitu
 - KS 20/80/kuitu
6. TASAUSLAASTI
7. PINNOITUS
 - Fescon Silikonihartsipohjuste MC
 - Fescon Silikonihartsipinnoite MC

KUVA 2. Paksurappaus-järjestelmän eri kerrokset (Fescon Oy:n www-sivut. 2018)

Tehtaalla vaaka-asennossa olevaan elementtiin tehdään yhteensä 20 mm paksuiset pohja- ja täyttörappauskerrokset, rappausten lujituksena käytetään kuumasinkittyä verkkoa, joka ankkuroidaan sisäkuoreen ruostumattomilla kiinnikkeillä. Saumojen viimeistelyrappaus ja pintarappaus paksuus on n. 6 mm tehdään työmaalla. (Elementtisuunnittelun www-sivut 2018.)

Paksurappauselementtien pintalaastina voidaan käyttää joko mineraalista kalkkisementti- tai sementtilaastia, tai silikaatti- tai silikonihartsipinnoitetta (RT 14-11016 2010, 308).

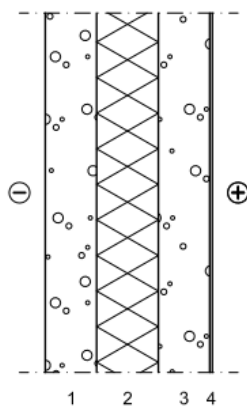
4 BETONISANDWICH-ELEMENTIT

4.1 Yleistä

Betonisandwich-elementti (kuva 3) (kuva 4) on tehdasvalmisteinen komponentti, joka koostuu ansaiden tai pistokkaiden avulla yhteen sidotuista betonisista sisä- ja ulkokuorista sekä niiden väliin asennetusta lämmöneristeestä.



KUVA 3. Betonisandwich-elementtejä



- 1 Ulkokuori
- 2 Kingspan Kooltherm® K3 yhtenäisenä kerroksena
 - Saumat tiivistetään saumavaahdolla
 - Ansaat tai pistokkaat rakennesuunnitelmien mukaan, asennus elementtitehtaalla eristeiden asennuksen yhteydessä
- 3 Kantava / ei-kantava sisäkuori
- 4 Tasoite ja pintakäsittely huoneselityksen mukaan

KUVA 4. Betonisandwich-elementti detalji (Kingspan Insulation Oy:n www-sivut. 2018)

Betonisandwich-elementtien etuja ovat korkea esivalmistusaste, lyhyt rakentamisaika sekä kilpailukykyinen hinta. Betonisandwich-elementteihin voidaan myös asentaa ikkunat valmiiksi tehtaalla, tämä mahdollistaa sen, että kylminä vuodenaikoina julkisivut saadaan nopeasti umpeen, ikkuna-aukkojen erillistä putoamissuojausta ei tarvitse tehdä työmaalla, nostot vähenevät, eikä tarvitse välivarastoida ikkunoita työmaalla. (Elementti-suunnittelun www-sivut 2018.)

Sandwich-elementtejä voidaan käyttää kaikenlaisissa rakennuksissa. Tyypillisin käyttökohde on kuitenkin rakennus, jossa käytetään kantavat väliseinät-laatat-järjestelmää. Tällaisessa järjestelmässä laatat tukeutuvat seinäelementin kantavan sisäkuoren varaan ja rakennuksen pitkällä sivuilla olevat seinät eivät ole kantavia. (Betonitekniikan oppikirja 2018 by 201, 2018, 450.)

Sandwich-elementit voidaan jaotella nauha- ja ruutuelementeiksi niiden muodon ja käyttöalueen perusteella tai vaihtoehtoisesti niiden toiminnan perusteella kantaviksi tai ei-kantaviksi julkisivuelementeiksi. (Betonitekniikan oppikirja 2018 by 201, 2018, 450.)

4.1.1 Pinnat

Betonisandwich-elementtien julkisivujen ulkonäköön voidaan vaikuttaa usealla tapaa. Valuvaiheessa yleensä elementit valetaan teräsmuottia vasten, joka takaa sileän ja saumattoman pinnan, tehtailla voidaan kuitenkin käyttää lähes kaikkia muottijärjestelmiä ja -materiaaleja, riippuen siitä minkälainen pinta halutaan. (Betoniteollisuus ry:n www-sivut 2018.)

Elementin pintaa voidaan myös käsitellä sen ollessa kostea, esimerkiksi hiertämällä, teelaamalla, harjaamalla, töpöttelemällä tai painepesurilla. Kovettunutta betonia voidaan taas käsitellä esimerkiksi hiekkapuhalluksella, hapoilla, hiomalla, murtamalla tai maalamalla. Betonin väriin voidaan myös vaikuttaa käyttämällä erilaisia pigmenttejä tai kiviaineksia sideaineena betonimassaa valmistaessa. (Betoniteollisuus ry:n www-sivut 2018.)

5 ELEMENTTIEN KULJETUS JA VARASTOINTI

5.1 Eristerapattujen elementtien kuljetus ja varastointi

5.1.1 Kuljetus

Rappauselementit kuljetetaan tehtaalta työmaalle normaaleilla elementtirekoilla (kuva5).



KUVA 5. Elementtirekka jonka kyydissä rappauselementtejä (Elementtisuunnittelun www-sivut 2018.)

Korkeat rappauselementit tuetaan kuljetuspukkeihin kuljetuksen ajaksi. Kuljetuspukki joko sidotaan ketjuilla kuljetusalustaan pituussuunnassa tai varustetaan toppareilla. Elementit sidotaan toisiinsa elementtien päällä olevien nostolenkkien avulla. (Betonikeskus ry 2008, 10.)

Kuljetuksen aikana on oltava varovainen ketjujen kanssa, ne saattavat helposti vaurioittaa rapattua pintaa sekä elementin kulmia. Ketjujen takia saatetaan jopa joutua koloamaan eriste- ja rappauskerroksia. (Betonikeskus ry 2008, 10.)

5.1.2 Varastointi

Rappauselementit varastoidaan työmaalla tarvittaessa kuormasta kampatelineisiin (kuva 6) tai nostetaan kuormasta konttitelineissä. Varastointelineessä on oltava vähintään 0,4 m

leveä kulkutie sekä suojakaiteet, mikäli putoamiskorkeus ylittää 2 metriä. Telineiden alustan täytyy olla tasainen, kova ja kantava painumisien estämiseksi. Painumista voidaan ehkäistä myös aluslevyillä ja aluspuilla. Telineiden vakautta täytyy myös tarkkailla aina kun kuormituksessa tapahtuu muutoksia. (RATU 0392 2012, 6.)



KUVA 6. Elementtien välivarastointia kampatelineisiin

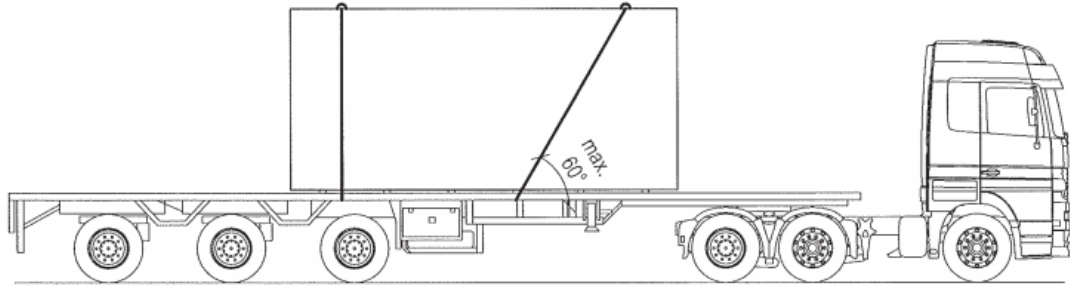
Työmaapäällikkö Miikka Huhtamäen (2018) mukaan rappauselementtien varastointi vaatii huolellisuutta, rappauspintaa pystyy suojaamaan kampatelineisiin varastoidessa laittamalla puukalikan tai vanerilevyn rappauspinnan ja kampatelineen puukon väliin.

5.2 Betonisandwich-elementtien kuljetus ja varastointi

5.2.1 Kuljetus

Betonisandwich-elementit kuljetetaan työmaalle normaaleilla elementtirekoilla (kuva5).

Korkeat betonisandwich-elementit tuetaan kuljetuspukkeihin kuljetuksen ajaksi. Kuljetuspukki joko sidotaan ketjuilla kuljetusalustaan pituussuunnassa tai varustetaan toppareilla. Elementit sidotaan toisiinsa elementtien päällä olevien nostolenkkien avulla. Suositeltava sidontakulma on enintään 60° (kuva 7). (Betonikeskus ry 2008, 10.)



KUVA 7. Sidontakulma (Elementtisuunnittelun [www-sivut](http://www.sivut) 2018.)

5.2.2 Varastointi

Betonisandwich-elementit varastoidaan työmaalla tarvittaessa kampatelineisiin (kuva 8) tai nostetaan kuormasta konttitalineissa. Varastointilinjassa on oltava vähintään 0,4 m leveä kulkutie sekä suojakaiteet, mikäli putoamiskorkeus ylittää 2 metriä. Telineiden alustan täytyy olla tasainen, kova ja kantava painumisien estämiseksi. Painumista voidaan ehkäistä myös aluslevyillä ja aluspuilla. Telineiden vakautta täytyy myös tarkkailla aina kun kuormituksessa tapahtuu muutoksia. (RATU 0392 2012, 6.)



KUVA 8. Betonisandwich-elementit kampatelineessä

Kun betonisandwich-elementtejä varastoidaan kampatelineisiin, täytyy muistaa, ettei ulkokuorta saa kuormittaa, vaan elementti tuetaan sisäkuoren välityksellä telineeseen. Väliavarastoinnin ajaksi elementtien eristeet täytyy muistaa suojata kostumiselta. (RATU 0392 2012, 6.)

5.3 Kuljetuksen ja varastoinnin pohdinta ja vertailu

Betonisandwich-elementtien ja rappauselementtien kuljetuksessa ei ole suuria eroavaisuuksia, molemmat toimitetaan tehtaalta normaaleilla elementtirekoilla. Rappauselementeillä tosin on suuri todennäköisyys rikkoutua osittain kuljetuksen aikana, koska elementtien pohjarappaus on usein niin hauras, että elementtien sidontaan käytettävät ketjut rikkovat pinnan ja mahdollisesti vaurioittavat myös lämmöneristettä. Tästä koituu työmaalle lisätöitä ja paikkauksia, työkuormituksen kohde riippuu täysin siitä, kuka työmaalla toimii rappausrakoitsijana.

Rappauselementit sekä betonisandwich-elementit molemmat voidaan nostaa normaalisti auto- tai torninosturin avulla. Molemmat elementit väliavarastoidaan työmaalla kampatelineeseen, tai muuhun hyväksytyyn telineeseen. Kampatelineeseen varastoidessa betonisandwich-elementit pitää muistaa tukea sisäkuoren, eikä ulkokuoren varaan. Rappauselementtejä väliavarastoidessa kampatelineisiin, pitää muistaa asettaa puukalikka tai vanerilevy rappauspinnan ja kampatelineen väliin, jottei pinta rikkoutuisi.

Työmaatoteutuksen kannalta betonisandwich-elementtien tai rappauselementtien käytön välillä ei ole mitään merkittävää eroa. Rappauselementtejä vain pitää osata käsitellä varovaisemmin, ettei niiden rikkoutuminen aiheuta lisätöitä.

6 ELEMENTTIEN ASENNUS

6.1 Eristerapatut elementit

6.1.1 Eristysrapattujen elementtien asennusta valmistelevat työt

Ennen eristerapatujen elementtien asennukseen ryhtymistä tulee pitää aloituspalaveri, jossa käydään läpi mm. suunnitelmat, laatuvaatimukset, työturvallisuusasiat, työkohteen valmius, kalustot, työmenetelmät, sekä aikataulut ja niiden paikkaansa pitävyydet. Aloituspalaveriin tulee osallistua kaikki työhön osallistuvat työntekijät ja työnjohtajat. (RATU 0392 2012, 5.)

Työnjohdon tulee varmistaa palaverin jälkeen vielä, että aikataulut on suunniteltu siten, ettei työntekijöiden työturvallisuutta tai työterveyttä vaarantavia työvaiheita ole päällekkäin. Päällekkäisyyksien ehkäisemisellä pidetään huolta myös siitä, että elementtiasennus sujuu keskeytyksettä, työkohteessa ei ole tarpeetonta kulkua sekä siitä, että kaluston siirto pysyy vähäisenä. (RATU 0392 2012, 5.)

Ennen työkohteen vastaanottoa pitää työhön osallistuvat työntekijät perehdytetään kohteeseen sekä tarkistaa kalusto ja työvälineet. Työkohdetta vastaanotettaessa tarkistetaan, että elementtiasennukseen vaadittavat edellytykset ovat kunnossa. Kohde käydään läpi muistion kanssa, johon merkitään mahdolliset virheet ja puutteet, jotka täytyy korjata ennen rappauselementtien asennusta. (RATU 0392 2012, 6.)

Rakennuksen korkeusasemat voidaan mitata joko vaaituskojeella, tasolaserilla tai mittaa hyväksi käyttäen. Rappauselementtien paikat mitataan takymetrilla, teodiliitillä tai mittalla mittalinjoista tai -pisteistä. Merkinnät tulee merkitä siten, että ne näkyvät myös asennustyön edetessä. Kun rappauselementtien paikat ovat tiedossa, asetetaan alustalle asennuspalat. Asennuspalat asetetaan alustan korkeimmalle kohdalle, asennuspalojen korkeus riippuu siitä, että valetaanko alasauma asennuksen yhteydessä vai jälkivaluna. Jokaisen rappauselementin sisäkuoren alle asennetaan kaksi pinoa asennuspaloja. Lopuksi asennusalustasta poistetaan kaikki epätasaisuudet, lika, vesi, jää sekä muut epäpuhtaudet. (RATU 0392 2012, 7.)

Rappauselementtikuorman saapuessa työmaalle pitää kuorman elementtien kunto ja toimitussisältö tarkastaa. Rahtikirjaan merkitään kaikki mahdolliset virheet ja puutteet, kannattavaa on myös valokuvata vaurioituneet elementit ja lähettää kuvat elementtitehtaalle reklamaatioita varten. (RATU 0392 2012, 6.)

6.1.2 Eristysrapattujen elementtien asennus

Haastattelin opinnäytetyötä varten Miikka Huhtamäkeä (2018), jolla on osaamista erityisesti parmarappauselementeistä sekä Lujabetonin elementtimyyjää Ari Rissasta (2018). Lujabetonilla ei ole erillisiä ohjeita elementtien asennukseen, mutta Huhtamäen (2018) mukaan parmarappauselementteihin annetaan joitakin erillisiä detaljeja ja ohjeita. Pääasiallisesti rappauselementit asennetaan paikoilleen kuitenkin Ratu 0392 -ohjeen mukaan.

Ennen rappauselementin nostamista paikalleen, pitää asentaa eristekaistaleet edellisen elementin eristeosan, sokkelin halkaisun ja tarvittaessa pystysaumojen kohdalle elementtisaumojen tiiviiden varmistamiseksi. EPS-eristeitä käytettäessä eristekaistojen sijasta käytetään polyuretaanivaahtoa. Ulkokuoressa olevat tuuletusreiät eivät saa peittyä, vaan eristekaistaleet asennetaan niin, että ne peittävät vain niille varatun tilan. (RATU 0392 2012, 7.)

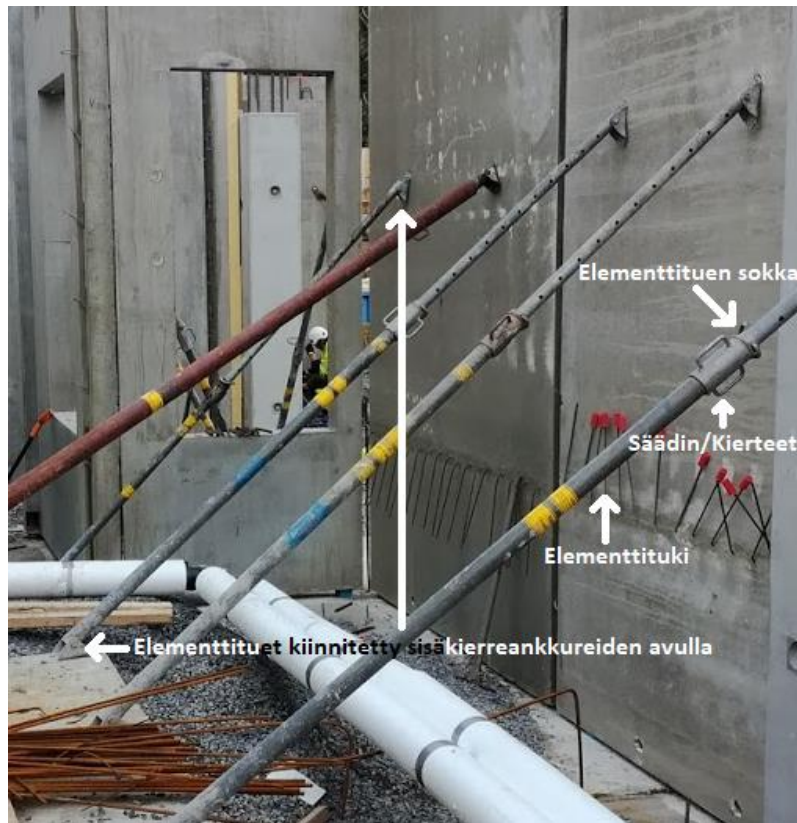
Alasauman juotosbetonointi voidaan toteuttaa joko asennuksen aikana tai jälkivaluna. Asennuksen yhteydessä tehtävässä juotosbetonoinnissa on asennuspalojen korkeus oltava noin 10 mm jolloin sisäkuoren kohdalle lapiolla levitettävän betonikerroksen paksuus on oltava vähintään 10 mm tartunnan varmistamiseksi. Jälkivalussa asennuspalojen korkeus on oltava vähintään 20 mm ja valun kiinnittyminen elementtiin varmistetaan levittämällä asennuspaloja paksumpi betonikerros. (RATU 0392 2012, 7.)

Rappauselementit nostetaan paikalleen asennusjärjestyksen mukaisesti joko suoraan kuormasta tai välivarastointipaikasta torni- tai autonosturia käyttäen. Elementit nostetaan lukittautuvilla nostorakseilla tehtaalla asennetuista nostolenkeistä. Ennen nostoa on varmistettava, että nostoraksien koukut ovat lukkiutuneet kunnolla. Nostokaluston ja nostoraksien merkinnät suurimmista sallituista kuormista on oltava kunnossa. (RATU 0392 2012, 7–8.)

Nosturinkuljettajan sekä asentajien on osattava nostoihin liittyvät käsimerkit, käsimerkkien osaamisen lisäksi kuljettajalla sekä asentajilla on oltava aina näkö- tai radioyhteys. Rappauselementtien asennuksen aikana henkilöiden kulku estetään nostoreittien alla ja nostot tehdään vain vapaan alueen kautta. (RATU 0392 2012, 8.)

Rappauselementti ohjataan käsimerkeillä paikalleen asennuspalojen varaan. Ohjaus-
köyttä voidaan käyttää apuna tarvittaessa. Asennuskankia käytetään apuna noston loppu-
vaiheessa. Tarvittavat putkitukset sekä tartunnat asetetaan juotokseen sekä tarkastetaan
holviin ja pilareihin valmiiksi asennetut liitoskappaleet ja tuentakannakkeet. Tarkistetaan,
että välipohjista läpi tuodut sähköputket osuvat niille varattuihin aukkoihin ja lopuksi
asennetaan vaarnatapid niille tehtyihin varauksiin. (RATU 0392 2012, 8–9.)

Rappauselementit tuetaan elementtien painopisteen yläpuolelta vähintään kahden ele-
menttituen (kuva 9) avulla. Elementtituet voidaan kiinnittää sisäkierreankkureilla suoraan
elementteihin tai muottilukkojen avulla tartuntarautoihin. Sisäkierreankkureita käytettä-
essä pultataan elementtituet ylä- ja alapäistään sisäkierteisiin mutterinvääntimellä tai -
avaimella. Sisäkierreankkurit pitää jättää riittävän kauas elementtien reunoista loh-
keamisvaaran vuoksi. Kun elementtituet ovat kiinnitetty molemmista päistään, element-
tituen sokka kiinnitetään ja tuki kiristetään. Elementtien pystysuoruutta voidaan säätää
avaamalla tai kiristämällä elementtitukien kierteitä. Sivusuunnassa elementtiä siirretään
asennuskangilla. Kun elementit on tuettu ja säädetty, voidaan nostoraksit irrottaa. (RATU
0392 2012, 9.)



KUVA 9. Elementtituki selitettynä

Lopuksi seinälinja oiotaan, mahdolliset mitta- ja asennusvirheet korjataan, alasaumat tasoitetaan sekä poistetaan ylimääräinen massa. Ovi- ja ikkuna-aukot täytyy myös suojata, mikäli tätä ei ole tehty jo tehtaalla. (RATU 0392 2012, 10.) Tässä vaiheessa erityisesti ohutrappatuissa-elementeissä on tärkeää, että elementit ovat suorassa linjassa julkisivun puolelta, koska ohutrappaus on niin ohut ettei hammastuksia voida korjata, oikaisut täytyy hoitaa elementin sisäpuolelta.

Rappauselementeissä olevat teräs- ja vaijerilenkit taivutetaan raudoitussuunnitelman mukaisesti, vaijerien läpi pujotetaan ja asennetaan tarvittavat raudoitusteräkset ja tartunnat. Pystysaumojen juotoksen voi toteuttaa joko notkealla juotosbetonilla, jolloin sauman molemmat puolet muotitetaan tai vaihtoehtoisesti pumppubetonoinnilla, jolloin vain sauman toinen puoli laudoitetaan. Juottamisen yhteydessä syntyneet betoniroiskeet tai valumat tulee poistaa välittömästi. Saumojen jälkihoito hoidetaan joko peittämällä ne muovilla tai kastelemalla niitä, jottei kutistumista pääse tapahtumaan liian nopean kuivumisen takia, muotit voidaan poistaa heti kun betoni on kovettunut riittävästi. Elementtituet voidaan poistaa, kun juotosbetoni on saavuttanut rakennesuunnittelijan määrittelemän lujuuden, jos niitä ei tarvitse käyttää rakennusaikaiseen tuentaan. (RATU 0392 2012, 10–11.)

6.1.3 Eristysrapattujen elementtien pintarappaus ja saumaus

Rappauksen toteuttaja riippuu pääurakoitsijasta sekä järjestelmätoimittajasta. Huhtamäen (2018) mukaan parmarappauselementtejä (jotka perustuvat paksurappaukseen) käytettäessä Parma itse hoitaa työmaalla rappauustyöt, kun elementit on asennettu. Lujabetonin rappauselementtejä Rissanen (2018) mukaan valmistetaan sekä paksu- että ohutrappauksilla ja työmaalla tehtävistä töistä sovitaan erikseen, Etelä-Suomessa pääsääntöisesti toimittaja rappaa elementit loppuun työmaalla, kun taas Pirkanmaalla ja Keski-Suomessa rakennuttajat haluavat itse hoitaa rappauksen. Rissanen (2018) kertoo myös, ettei heillä ole rappaustyöhön ole erillisiä ohjeita, mutta ne voidaan toteuttaa esimerkiksi RATU-kortiston ohjeiden mukaan. Ohjeiden saanti riippuu siis täysin toimittajasta, esimerkiksi Narmapinnoitus Oy:n nettisivuilla on työohjeita ohutrappauselementtien rappauksista työmaille. Valitaan tähän käsiteltäväksi vain valmiiksi pohja- ja täyttörappattuja paksurappauselementtejä, joihin on asennettu ikkunat tehtaalla.

Rappaustöihin valmistelu aloitetaan aloituspalaverissa, johon kaikkien työhön osallistuvien on osallistuttava. Aloituspalaverissa käydään läpi työhön liittyvät aikataulut, kalustot, suunnitelmat, laadunvarmistukset, työturvallisuusasiat, työmenetelmät ja sovitaan mallityökäytännöstä sekä varmistetaan että suunnitelma-asiakirjoissa käytettävät laastityypit sekä pinnanvaatimukset ovat oikein. (RATU 71-0307 2008, 4.)

Materiaalitoimitukset ajoitetaan niin, ettei materiaaleja varastoida pitkiä aikoja eikä turhia siirtoja tule. Vastaanoton yhteydessä tarkastetaan, että materiaalit ovat käyttökelpoisia ja suunnitelmien mukaisia. Mahdolliset vialliset tuotteet kirjataan työmaapäiväkirjaan sekä niistä reklamoidaan toimittajalle. Materiaalit varastoidaan valmistajan ohjeiden mukaan. Laastisäkit varastoidaan esimerkiksi kuormalavojen päälle ja suojataan sateelta, tarpeen vaatiessa pakastumisen estämiseksi varastoidaan sisätiloihin. (RATU 71-0307 2008, 4.)

Ennen kuin rappauustyöt aloitetaan, suojataan kaikki suojattavat pinnat sekä tehdään mallityö joka pitää hyväksyttää rappaustyön valvojalla ja tilaajalla. Myöhemmin mallityötä verrataan muihin rappauspintoihin. (Rappauskirja 2005 by 46, 2005 119.)

Rappauskohteeseen täytyy järjestää sähköt, vesi sekä tarvittaessa valaistus sekä jäteastiat kiinteälle ja nestemäiselle jätteelle. Katolle täytyy järjestää väliaikainen rännitys, joka ohjaa veden vähintään metrin päähän seinästä, jottei vastarapattuun seinäpintaan tule vaurioita. Lopuksi harjataan käsiteltävän alusta pinta puhtaaksi pölystä, rasvasta ja suoloista. (RATU 71-0307 2008, 5.)

Rappausaineiden sekoitusta varten tarvitaan laastiasema, se sijoitetaan mahdollisimman keskelle työkohtetta siten, ettei sitä tarvitsisi siirtää työn edetessä. Laasti voidaan valmistaa joko työmaalla kuiva-aineista sekoittimissa tai betonimyllyssä vettä lisäämällä tai vaihtoehtoisesti voidaan käyttää tehdasvalmisteista märkälaastia, jolloin työmaalla laastin joukkoon lisätään sementti tai muu hydraulinen sideaine. (RATU 71-0307 2008, 6.)

Ennen pintarappausta, elementtien väliset saumat tiivistetään, verkotetaan (kuva 10) ja rapataan pohjarappauksen tasoon, kun saumarappaukset ovat kuivuneet voidaan aloittaa pintarappaustyöt. Mikäli olosuhteet ovat kuivat ja lämpimät, tulee alempi pinta kostuttaa tasaisesti ennen pintarappauksen aloittamista, varmistetaan samalla myös, että alempi pinta on tasaisesti kostea ja imevä. Pintarappaus levitetään kahteen kertaan, joko mekaanisesti tai käsin. Rapattavaan pintaan tuleva värillinen pintalaasti levitetään pyörivin liikkein tasaisesti. Työsaumojen sijoitukset selviävät suunnitelma-asiakirjoista. (RATU 71-0307 2008, 6–7.)



KUVA 10. Verkotus rappauselementtien saumassa (Julkisivuyhdistys r.y:n www-sivut. 2018)

Työselostuksesta voidaan katsoa, miten pintarappaus lopuksi käsitellään. Rappauspintaa voidaan jälkihoitona joutua sumuttamalla kostuttamaan 1-2 päivän ajan, riippuen laastinvalmistajan ohjeista, mikäli olosuhteet ovat kuivat ja lämpimät. Kun rappaustyöt ja jälkihoitot ovat valmiita, pidetään luovutustarkastus. (RATU 71-0307 2008, 7.)

6.2 Betonisandwich-elementit

6.2.1 Betonisandwich-elementtien asennusta valmistelevat työt

Betonisandwich-elementtien asennukseen valmistautuminen aloitetaan aloituspalaverissa, johon kaikkien työhön osallistuvien osapuolien tulee saapua. Aloituspalaverissa käydään läpi työssä käytettävät suunnitelmat, laatuvaatimukset, työturvallisuusasiat, työkohteen valmius, kalustot, työmenetelmät, sekä aikataulut ja niiden paikkaansa pitävyydet. (RATU 0392 2012, 5.)

Aloituspalaverin jälkeen varmistetaan vielä, että aikataulut on suunniteltu siten, ettei työntekijöiden työturvallisuutta tai työterveyttä vaarantavia työvaiheita ole päällekkäin. Päällekkäisyyksien ehkäisemisellä pidetään huolta myös siitä, että elementtiasennus sujuu keskeytyksettä, työkohteessa ei ole tarpeetonta kulkua sekä siitä, että kaluston siirto pysyy vähäisenä. (RATU 0392 2012, 5.)

Kun aloituspalaveri on pidetty ja aikataulut ovat kunnossa, perehdytetään työntekijät kohteeseen sekä tarkastetaan kalusto ja työvälineet. Seuraavaksi työkohde otetaan vastaan ja tarkistetaan, että elementtiasennukseen vaadittavat edellytykset ovat kunnossa. Kohde käydään läpi muistion kanssa, johon merkitään mahdolliset virheet ja puutteet, jotka täytyy korjata ennen betonisandwich-elementtien asennusta. (RATU 0392 2012, 6.)

Rakennuksen mittalinjojen ja -pisteiden avulla voidaan betonisandwich-elementtien paikat mitata takymetriä, teodiliittiä tai mittaa käyttäen. Korkeusasemat mitataan vaaituskohdetta, tasolaseria tai mittaa käyttäen. Merkinnät tulee merkitä siten, että ne näkyvät myös asennustyön edetessä. Kun betonisandwich-elementtien paikat ovat tiedossa, asetetaan alustalle asennuspalat. Asennuspalat asetetaan alustan korkeimmalle kohdalle, asennus-

palojen korkeus riippuu siitä, että valetaanko alasauma asennuksen yhteydessä vai jälkivaluna. Jokaisen betonisandwich-elementin sisäkuoren alle asennetaan kaksi pinoa asennuspaloja. Lopuksi asennusalustasta poistetaan kaikki epätasaisuudet, lika, vesi, jää sekä muut epäpuhtaudet. (RATU 0392 2012, 7.)

Betonisandwich-elementtikuorman saapuessa työmaalle pitää kuorman elementtien kunto ja toimitussisältö tarkastaa. Rahtikirjaan merkitään kaikki mahdolliset virheet ja puutteet, kannattavaa on myös valokuvata vaurioituneet elementit ja lähettää kuvat elementtitehtaalle reklamaatioita varten. (RATU 0392 2012, 6.)

6.2.2 Betonisandwich-elementtien asennus

Ennen betonisandwich-elementin nostamista paikalleen, asennetaan edellisen elementin eristeosan, sokkelin halkaisun ja tarvittaessa pystysaumojen kohdalle eristekaistaleet, jotta saumoista saadaan tiiviitä. Eriste asennetaan siten, että se täyttää sille varatun tilan eikä se tuki ulkokuoren tuuletusreikiä. (RATU 0392 2012, 7.)

Alasauman juotosbetonointi voidaan toteuttaa joko asennuksen aikana (kuva 11) tai jälkivaluna. Asennuksen yhteydessä tehtävässä juotosbetonoinnissa on asennuspalojen korkeus oltava noin 10 mm, koska sisäkuoren kohdalle lapiolla levitettävän betonikerroksen paksuus on oltava vähintään 10 mm tartunnan varmistamiseksi. Jälkivalussa asennuspalojen korkeus on oltava vähintään 20 mm ja valun kiinnittyminen elementtiin varmistetaan levittämällä asennuspaloja paksumpi betonikerros. (RATU 0392 2012, 7.)



KUVA 11. Juotosvalu asennuksen aikana

Betonisandwich-elementit nostetaan paikalleen asennusjärjestyksen mukaisesti joko suoraan kuormasta tai välivarastointipaikasta torni- tai autonosturia käyttäen. Elementit nostetaan lukittautuvilla nostorakseilla tehtaalla asennetuista nostolenkeistä. Nostokaluston

ja nostoraksien merkinnät suurimmista sallituista kuormista on oltava kunnossa. Ennen nostoa on varmistettava, että nostoraksien koukut ovat lukkiutuneet kunnolla. (RATU 0392 2012, 7–8.)

Nosturinkuljettajan sekä asentajien on osattava nostoihin liittyvät käsimerkit, käsimerkkien osaamisen lisäksi kuljettajalla sekä asentajilla on oltava aina näkö- tai radioyhteys. Betonisandwich-elementtien asennuksen aikana estetään henkilöiden kulku nostoreittien alla ja nostot tehdään vain vapaan alueen kautta. (RATU 0392 2012, 8.)

Betonisandwich-elementti voidaan ohjata paikalleen asennuspalojen varaan ohjausköyden ja asennuskankien avulla. Tarvittavat putkitukset sekä tartunnat asetetaan juotokseen sekä tarkastetaan holviin ja pilareihin valmiiksi asennetut liitoskappaleet ja tuentakannakkeet. Tarkistetaan, että välipohjista läpi tuodut sähköputket osuvat niille varattuihin aukkoihin ja lopuksi asennetaan vaarnatapit niille tehtyihin varauksiin. (RATU 0392 2012, 8–9.)

Betonisandwich-elementit tuetaan elementtien painopisteen yläpuolelta vähintään kahden elementtituen avulla. Elementtituet voidaan kiinnittää sisäkierreankkureilla tai muottilukkojen avulla tartuntarautoihin. Sisäkierreankkureita käytettäessä pultataan elementtituet ylä- ja alapäistään sisäkierteisiin mutterinvääntimellä tai -avaimella. Sisäkierreankkurit pitää jättää riittävän kauas elementtien reunoista lohkeamisvaaran vuoksi. Kun elementtituet ovat kiinnitetty molemmista päistään, elementtituen sokka kiinnitetään ja tuki kiristetään. Elementtien pystysuoruutta voidaan säätää avaamalla tai kiristämällä elementtitukien kierteitä. Sivusuunnassa elementtiä siirretään asennuskangilla. Kun elementit on tuettu ja säädetty, voidaan nostoraksit irrottaa. (RATU 0392 2012, 9.)

Lopuksi seinälinja oiotaan, mahdolliset mitta- ja asennusvirheet korjataan, alasaumat tasoitetaan sekä poistetaan ylimääräinen massa. Ovi- ja ikkuna-aukot täytyy myös suojata, mikäli tätä ei ole tehty jo tehtaalla. (RATU 0392 2012, 10.)

Betonisandwich-elementtien pystysaumojen juotosbetonointi aloitetaan taivuttamalla elementeissä olevat teräs ja vaijerilenkit raudoitussuunnitelmien mukaan, vaijerilenkkien läpi pujotetaan ja asennetaan tarvittavat tartunnat ja raudoitusteräket. Pystysaumojen juotoksen voi toteuttaa joko notkealla juotosbetonilla, jolloin sauman molemmat puolet muotitetaan tai vaihtoehtoisesti pumppubetonoinnilla, jolloin vain sauman toinen puoli

laudoitetaan. Juottamisen yhteydessä syntyneet betoniroiskeet tai valumat tulee poistaa välittömästi. Saumojen jälkihoito hoidetaan joko peittämällä ne muovilla tai kastelemalla niitä, jottei kutistumista pääse tapahtumaan liian nopean kuivumisen takia, muotit voidaan poistaa heti kun betoni on kovettunut riittävästi. Elementtituet voidaan poistaa, kun juotosbetoni on saavuttanut rakennesuunnittelijan määrittelemän lujuuden, jos niitä ei tarvitse käyttää rakennusaikaiseen tuentaan. (RATU 0392 2012, 10–11.)

6.2.3 Betonisandwich-elementtien julkisivutyöt

Betonisandwich-elementtirakentamisessa julkisivut tulevat tehtailta valmiina komponentteina joissa julkisivupinta on yleensä jo halutunlainen, joissain kohteissa tosin saatetaan maalata esimerkiksi parvekelinja vasta työmaalla. Julkisivutöiksi ei siis jää muuta kuin elementtisaumaukset sekä mahdolliset pintojen korjaukset, jotka yleensä suoritetaan henkilönostimista käsin. Mahdolliset valumat elementtien pinnoissa poistetaan esimerkiksi painepesurilla. Elementtisaumaukset sekä pintojen korjaukset yleensä teetetään niihin erikoistuneilla aliurakoitsijoilla. Aliurakoitsijat itse tilaavat tarvitsemansa tarvikkeet, jollei toisin ole sovittu.

Elementtisaumaukset voidaan toteuttaa joko saumaussmassalla tai paisuvalla saumanauhalla.

Elementtisaumaustöiden valmistelut lähtevät käyntiin aloituspalaverilla, jossa käydään läpi aikataulut, työturvallisuusasiat, kohteen valmius, materiaalit, kalusto, laatuvaatimukset ja laadunvarmistustoimet, olosuhde- ja suojausvaatimukset. Elementtisaumausta ei voida aloittaa ennen kuin vesikattotyöt ovat valmiita ja julkisivujen aukot suljettuina. Aloituspalaverin jälkeen varmistetaan, ettei työvaiheissa ole päällekkäisyyksiä, kaluston siirrot saadaan pidettyä vähäisinä sekä se, että tarpeeton kulku kohteessa estetään työn aikana. (RATU 0432 2015, 6.)

Elementtisaumauksen työt aloitetaan työntekijöiden perehdyttämällä, olosuhteiden ja kaluston tarkastuksella sekä materiaalien vastaanotolla. Materiaaleja tilataan työkohteeseen oikea-aikainen tarvittava määrä varastoimisen välttämiseksi. Vastaanoton yhteydessä tarkastetaan tuotteiden oikeellisuus. Materiaalit ja tarvikkeet varastoidaan niille osoitettuihin paikkoihin, niin etteivät ne vaurioitu varastoinnin ja siirtojen aikana. (RATU 0432 2015, 7.)

Työkohdetta vastaanotettaessa varmistetaan, että rakenteet ja alusta täyttävät niille asetetut edellytykset sekä suunnitelmavaatimukset siten, että saumaus voidaan aloittaa. Mahdolliset virheet ja puutteet kirjataan muistioon ja korjataan sekä tarkistetaan ennen töiden aloittamista. Ennen itse saumaustyön aloittamista koneet sekä kalusto siirretään työkohteeseen ja työkohteen alusta kuivataan ja harjataan puhtaaksi. (RATU 0432 2015, 7–8.)

Saumasmassalla toteutettava elementtisaumaus aloitetaan suojaamalla ympäristö ja asentamalla mineeraalivillakaistat saumoihin. Kaistojen päälle asennetaan pohjanauha sekä tuuletusputket tai -kotelot, joita tulee löytyä vähintään jokaisesta pysty- ja vaaka-sauma risteyksestä tai 2 metrin välein. Tuuletusputket pitää asentaa niin, ettei sadevesi pääse rakenteeseen niiden kautta. Ennen saumamassaa saumaan sivellään pohjuste tartuntapinnoille siten, ettei se leviä näkyville pinnoille tai pohjanauhan päälle. (RATU 0432 2015, 8–9.)

Saumamassaa pursotettaessa varmistetaan massan tarttuminen tartuntapintoihin sekä se, että pintoihin ei jää avonaisia kohtia. Kostean puulastan avulla sauman pinta voidaan tasoiittaa, lastalla painelemalla voidaan myös poistaa ilmakuplia ja parantaa tartuntaa. Ovien ja ikkunoiden saumat suunnitelmista. (RATU 0432 2015, 9, 11.)

Betonisandwich-rakentamisessa täytyy muistaa, ettei saumukseen kuulu pelkästään elementtien välissä olevat saumat, vaan myös parvekkeiden pielet, läpiviennit, pellitykset yms. täytyy muistaa myös saumata.

6.3 Elementtien asennuksien ja julkisivutöiden pohdinta ja vertailu

Betonisandwich-elementtien ja rappauselementtien aloittelevissa töissä ei ole mitään eroja. Asennusvaiheen erot riippuvat täysin eristerappausjärjestelmätoimittajasta, toiset eivät anna minkäänlaisia ohjeistuksia asennuksiin liittyen, mutta toiset taas antavat joitain detaljeja ja suunnitelmia. Molempia rakennustapoja käyttäen saadaan myös lämmöt päälle heti vesikattorakenteen valmistuttua.

Betonisandwich-elementtien ja rappauselementtien ero korostuu eniten julkisivutöiden tekemisessä. Betonisandwich-elementin julkisivutöihin kuuluu pääasiassa vain saumauk-

set, ympäristönsuojaukset sekä mahdolliset pesemiset ja paikkaukset. Rappauselementeissä tarvitaan varata tilaa laastiasemalle myös koko rappauustyön ajaksi, jolle pitää järjestää vesi ja sähkö. Julkisivutöiden määrä riippuu täysin järjestelmästä, ohutrappauselementit tuottavat enemmän työvaiheita työmaalla kuin paksurappauselementit. Paksurappauselementeissä rapataan vain saumat ja tehdään sen jälkeen pintarappaus. Ohutrappauksissa pitää työmaalla tehdä esimerkiksi aukkojen ja reunojen vahvistukset sekä tasoiterappaukset.

Rappauselementtien materiaalien varastointiin ja sääsuojaukseen täytyy käyttää enemmän huomiota kuin elementtisaumauksen materiaaleissa. Rappauselementtien julkisivutöissä menee myös kauemmin aikaa kuin betonisandwich-elementtien saumauksissa, tämä vaatii sitä, että nostokalustoa täytyy pitää kauemmin työmaalla. Rappaukset vaativat myös vesipisteen laastiasemalle koko rappauksen ajaksi.

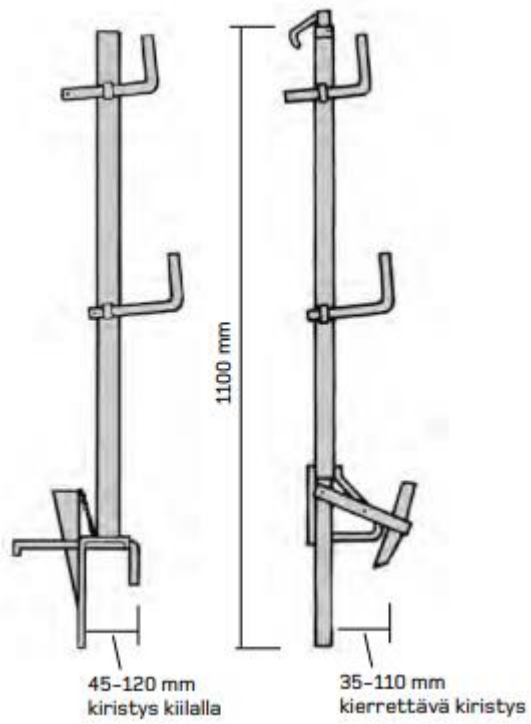
7 TYÖTURVALLISUUDEN VERTAILU

Rakennustöiden kaikki turvallisuusasiat perustuvat työturvallisuuslakiin (2002/738).

Työturvallisuusasioissa noudatetaan asetuksia Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (2009/205) sekä erityisesti elementtirakentamista varten tehtyä Valtioneuvoston asetus elementtirakentamisen työturvallisuudesta (2003/578).

Betonisandwich-elementtirakentamisessa suurimmat riskit liittyvät elementtien nostoon sekä putoamisvaaraan. Ennen töiden aloitusta onkin tärkeää, että on laadittu asianmukainen asennussuunnitelma josta käy ilmi tärkeimmät asennukseen liittyvät asiat, kuten painavimpien elementtien painot, putoamissuojaukset, nostolaitteisto sekä niiden kantokyky, tuennat sekä asennusjärjestys. Nostoalueet täytyy myös rajata ja estää kulkeminen nostoalueen alapuolelta. Putoamissuojausta voidaan helpottaa sillä, että elementtien ollessa elementtitelineessä asennetaan suojakaiteet paikalleen jo maantasossa, tämä laskee putoamisvaaraa holvilla työskenneltäessä. Juotosbetoneita valmistettaessa täytyy huolehtia myös silmien- ja hengityksensuojauksesta.

Betonisandwich-elementeissä käytetään pääsääntöisesti villanvälিকাiteita (kuva 12) putoamissuojauksen toteuttamiseksi, kysyin haastattelussa Huhtamäeltä (2018) voidaanko eristerapattujen elementtien kanssa myös käyttää samoja kaiteita, hänen mukaansa niitä ei voida käyttää koska ne puristaisivat rikki eristerapattujen elementtien lämmöneristeet. Huhtamäen (2018) mukaan eristerapattujen elementtien kanssa kannattaa käyttää holkkikaiteita (kuva 13).



KUVA 12. Villanvälikaide (Ramirent Oyj:n www-sivut 2018.)



KUVA 13. Holkkikaide (Ramirent Oyj:n www-sivut 2018.)

Elementtiasennukseen liittyy yleensä myös hitsaustöitä, jotka ovat tulitöitä. Tulityöhön ryhtyvällä pitää aina olla voimassa oleva tulityölupakortti. Ennen tulitöiden aloittamista pitää myös erikseen työnjohdolta hakea erillinen tulityölupa. Hitsatessa täytyy käyttää asianmukaisia suojavälineitä sekä, asianmukainen sammutuskalusto pitää aina olla lähettyvillä.

Betonisandwich-elementtien saumaustöissä käytetään usein henkilönostimia, jotka aiheuttavat putoamisvaaran koko työn ajan. Työntekijöiden perehdyttämisestä nostolaitteiden käyttöön on tärkeää. Henkilökorinostimia käyttäessä täytyy myös aina käyttää henkilökohtaisia putoamissuojia, esimerkiksi valjaita. Korkealla työskentelyssä pitää myös huolehtia siitä, että työkohteen alla ei liiku ketään tavaroiden putoamisvaaran takia. Nostimista käsin työskentelyssä pitää myös ottaa huomioon työturvallisuuteen vaikuttavat säätekijät, esimerkiksi liian kovalla tuulella ei saa nostimia käyttää niiden kaatumisvaaran vuoksi.

Rappauselementtiasennuksessa on hyvin samankaltaisia työturvallisuuteen liittyviä tekijöitä kuin betonisandwich-elementti asennuksessakin. Rappauselementtiasennuksessa nostimissa työskennellään pidemmän aikaa sekä käsitellään enemmän kuiva-aineita joilta pitää suojautua asianmukaisilla hengitys- ja näkösuojaimilla, mikäli laastiasemaa ei saada järjestettyä ulkoilmaan, täytyy myös huolehtia asianmukaisesti ilmanvaihdosta sisätiloissa.

8 YHTEENVETO JA LOPPUTULOKSET

Opinnäytetyössä oli tarkoituksena vertailla betonisandwich-elementtien ja eristerappaus elementtien eroja työmaatoteutuksen kannalta. Betonisandwich-elementtien ja rappauselementtien käyttöä vertailtiin kuljetuksen, varastoinnin, asentamisen ja työturvallisuuden näkökulmista.

Betonisandwich-elementtirakentaminen ja rappauselementtirakentaminen ovat kaksi hyvin samankaltaista rakennustapaa työmaan toteuttamiseksi, suurin ero tulee esiin julkisivutöiden yhteydessä, johon rappauselementeissä menee kauemmin aikaa suuren työskentelypinta-alan johdosta. Tämä ei kuitenkaan työmaan aikatauluun tule vaikuttamaan, koska molempia rakennustapoja käytettäessä lämmöt voidaan laittaa päälle kattorakenteiden valmistuttua ja sisätyöt voidaan aloittaa normaalisti ulkotöiden aikana.

Betonisandwich-elementtirakentamiseen on hyvin selkeät ja suoraviivaiset ohjeet olemassa, rappauselementtirakentamisessa taas jotkin yksittäiset ohjeet riippuvat täysin järjestelmätoimittajasta, mihin mielestäni pitäisi panostaa ja järjestelmien toteuttamistapoja pitäisi yhtenäistää.

Kuljetuksen, varastoinnin ja asentamisen osalta betonisandwich-elementtien ja rappauselementtien käyttäminen eivät eroa muuten kuin siltä osin että, rappauselementtejä täytyy käsitellä varovaisemmin hauraan ulkopinnan takia. Asennussuunnitelmissa ei ole eroavaisuuksia.

Julkisivutöissä ja työturvallisuudessa isoimmat erot tulee rappauselementtöiden materiaalien käytössä ja varastoinnissa sekä korkealla työskentelyn määrässä, jota rappauselementtirakentamisessa on huomattavasti enemmän kuin betonisandwich-elementtirakentamisessa. Betonisandwich-elementtien putoamissuojauksessa käytetään villanvälikäiteitä, kun taas rappauselementtien kanssa käytetään holkkikäiteitä, jottei lämmöneristys rikkoontuisi. Julkisivun rappaustöiden aikana työmaalla pitää olla myös laastiasema, joka vie tilaa ja vaatii vesipisteen sekä sähköä.

LÄHTEET

Betonitekniikan oppikirja 2018 by 201. 2018. Vaasa: Grano Oy.

Betonikeskus ry. 2008. Elementtien kuljetus. Luettu 26.11.2018. Saatavissa:
www.elementtisuunnittelu.fi/Download/22157/Kuljetusohje.pdf

Betoniteollisuus ry:n www-sivut. 2018. Luettu 28.11.2018. <https://betoni.com>

Elementtisuunnittelun www-sivut. 2018. Luettu 25.11.2018.
<http://www.elementtisuunnittelu.fi>

Fescon Oy:n www-sivut. 2018. Viitattu 26.11.2018. <https://www.fescon.fi/>

Huhtamäki M. 2018. Työmaapäällikkö, Pohjola Rakennus Oy. Sähköpostiviesti. Luettu 19.11.2018.

Julkisivuyhdistys r.y:n www-sivut. 2018. Luettu/Viitattu 28.11.2018. <http://www.julkisivuyhdistys.fi/>

Kingspan Insulation Oy:n www-sivut. 2018. Viitattu 26.11.2018.
<https://www.kingspan.com/fi/fi-fi>

Ramirent Oy:n www-sivut. 2018. Viitattu 30.11.2018. <http://www.ramirent.fi/portal/>

Rappauskirja 2005 by 46. 2005. Helsinki: Nykypaino Oy.

RATU 0392 Väli- ja ulkoseinäelementtityö. 2012. RT-kortisto. Rakennustieto Oy.

RATU 0432 Saumaus. 2015. RT-kortisto. Rakennustieto Oy.

RATU 71-0307 Rappaus. 2008. RT-kortisto. Rakennustieto Oy.

Rissanen A. 2018. Elementtimyynti, Lujabetoni Oy. Sähköpostiviesti. Luettu 28.11.2018

RT 14-11016 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. 2010. RT-kortisto. Rakennustieto Oy

RT 82-10657 Julkisivun betonipinnat. 2000. RT-kortisto. Rakennustieto Oy.

Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738.

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 26.3.2009/205

Valtioneuvoston asetus elementtirakentamisen työturvallisuudesta 23.8.2003/578

LIITTEET

Liite 1. Haastattelukysymykset työpäällikölle

- Tarvitseeko rappauselementtien hankintaan varata enemmän aikaa kuin betonisandwich-elementtejä hankkiessa?
- Muista asioita joita olisi hyvä ottaa huomioon rappauselementtejä hankkiessa verrattuna betonisandwich-elementteihin?
- Onko betonisandwich-elementtien ja rappauselementtien työmaalle välivarastoinnissa eroa?
- Onko elementtien asennussuunnitelmissa eroa?
- Noudatetaanko molempien elementtien asennuksissa RATU-kortistoa vai tuleeko toimittajilta/suunnittelijoita omat ohjeistuksensa?
- Muuta huomioitavaa asennuksissa?
- Kun elementit on asennettu, aletaanko rappauselementtien kanssa noudattamaan ratu-ohjeistuksia vai tuleeko toimittajilta/suunnittelijoita omat ohjeistuksensa?
- Onko elementtien putoamissuojauksissa eroja?
- Vapaa sana sekä omia kokemuksia näiden elementtien eroista työmaatoteutuksen kannalta?

Liite 2. Haastattelukysymykset elementtitoimittajalle

-Tuleeko teiltä erillistä ohjeistusta rappauselementtien välivarastointiin?

-Tuleeko teiltä erillistä ohjeistusta rappauselementtien asentamiseen?

-Teettekö yleensä itse työmaalla vaadittavat rappaukset asennuksen jälkeen vai toimitatteko vain elementtejä?

-Tuleeko teiltä erillisiä ohjeita työmaarappauksiin liittyen vai toteutetaanko ne ratu-ohjeiden mukaan?

-Tuleeko teiltä erillisiä ohjeita rappauselementtien työturvallisuuteen liittyen?