

Markus Heinonen

Korkeiden tilojen vaikutukset elementtiasennukseen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Mestarityö

20.11.2014

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tekijä Otsikko | Markus Heinonen Korkeiden tilojen vaikutukset elementtiasennukseen |
| Sivumäärä Aika | 36 sivua + 3 liitettä 20.11.2014 |
| Tutkinto | Rakennusmestari (AMK) |
| Koulutusohjelma | Rakennusalan työnjohto |
| Suuntautumisvaihtoehto | Talonrakennustekniikka |
| Ohjaajat | Laatupäällikkö Ossi Pohjola, YIT Rakennus Oy Asennustyöjohtaja Juha Muukkonen, YIT Rakennus Oy Lehtori Kimmo Sani, Metropolia AMK |
| <p>Tämä opinnäytetyö toteutettiin YIT Rakennus Oy:n pääkaupunkiseudun kerrostalorakentamisen yksikölle, joka on osa asuntorakentamisen liiketoimintaryhmää. Työssä käsitellään elementtiasennusta tavallista huonekorkeutta korkeammassa tiloissa, joita ovat tyypillisesti esimerkiksi liikehuoneistot ja kellaritilat. Työn tavoitteena oli tuoda esille työmaalla asentamisessa havaittuja ongelmakohtia ja ratkaisumalleja niiden välttämiseksi.</p> <p>Opinnäytetyön tutkimusaineisto hankittiin alan kirjallisista julkaisuista sekä verkkodokumenteista. Ulappatorin työmaalla tehdyistä haastatteluista saatiin työhön käytännölläistä tietoa elementtiasennuksen nykytilanteesta ja kehittämismahdollisuuksista. Myös allekirjoittanut on suorittanut harjoittelunsa kyseisellä työmaalla, mikä edesauttoi ongelmien ja niiden ratkaisumahdollisuuksien hahmottamista.</p> <p>Työn tuloksena havaittiin, että yksityiskohtainen ja viimeistelty suunnitelma on lähtökohta onnistuneelle rakennushankkeelle. Ensisijaisen tärkeää on myös se, että asennustyöryhmän jäsenet osallistuvat suunnitteluun jo aikaisessa vaiheessa, sillä tällöin suunnitteluun saadaan mukaan käytännön näkökulmaa.</p> <p>Elementtien turvallinen asennus on haastavaa työnaikaisen tuennan aiheuttaman tilan puutteen sekä asennuskorkeuden vuoksi. Elementtejä on määrällisesti enemmän korkeassa kerroksessa, mikä vaikuttaa aikataulullisesti elementtien asennukseen. Korkeat elementit vaativat usein kääntämisen oikein päin pystyasentoon työmaalla sekä huolellisen tuen telineessä varastoinnin aikana. Asennusryhmän on oltava kokenut ja pätevä, jotta työ tulee suoritetuksi laadukkaasti, tehokkaasti ja turvallisesti.</p> <p>Työturvallisuuden kannalta korkeissa tiloissa oleellisinta on putoamissuojauksen varmistaminen ja turvalliset työtavat. Myös käytettävien työkalujen ja apuvälineiden käytön tarve tulee arvioida korkeiden tilojen vaatimukset huomioon ottaen. Korkeiden elementtien asentamisen toteutus vaatii erityistä huolellisuutta vahinkojen välttämiseksi.</p> <p>Tätä opinnäytetyötä voidaan hyödyntää kohteeseen perehdyttämisessä ja korkeiden tilojen vaikutuksia hahmotettaessa.</p> | |
| Avainsanat | Elementtiasennus, korkeat tilat, kerrostalo, asuntorakentaminen, omaperusteinen rakentaminen |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Author Title | Markus Heinonen Influence of Room Height in Assembling Prefabricated Units |
| Number of Pages Date | 36 pages + 3 appendices 20 November 2014 |
| Degree | Bachelor of Construction Site Management |
| Degree Programme | Construction Site Management |
| Specialisation option | Building Construction |
| Instructors | Ossi Pohjola, Quality Control Manager, YIT Juha Muukkonen, Installation Foreman of Concrete Elements, YIT Kimmo Sani, Senior Lecturer, Metropolia |
| <p>This research was commissioned by YIT for its Residential Construction unit. This thesis concentrates on assembling of prefabricated units in high room spaces which typically include, for example, business rooms and basement spaces. The goal was to determine the identified problem areas at the construction site and provide solutions to avoid those problems.</p> <p>The research data for this study was acquired from written publications and online documents. Interviews at Ulappatori's construction site gave the study practical information about the present situation and possibilities to develop the assembly of prefabricated units. The writer also completed the practical training on that construction site, which provided some perspective to the problems and possible solutions to them.</p> <p>As a result, it was found that a detailed and finalized construction plan is the starting point for a successful building project. Of primary importance is the fact that the members of the installation team are involved in the planning process already at an early stage. That gives a practical point of view to planning.</p> <p>Safe installation of prefabricated units is difficult due to the temporary support of units, lack of space and working at heights during the assembly. There are more prefabricated wall units in high spaces, which delay the installation schedule. High wall units often require upward as well as careful storage. The installation team must be experienced and qualified to do the installation safely maintaining high quality and efficiency.</p> <p>For occupational safety in high spaces the most essential task is to ensure fall protection and safe working practices. Also the tools and assistive devices used should be chosen according to the requirements of high spaces. Assembling prefabricated units require special caution to avoid damages.</p> <p>This thesis can be used in introduction to a new building project and to help understand the impacts of high spaces in assembling of prefabricated units.</p> | |
| Keywords | Prefabricated unit construction, residential building, lofty space, apartment building |

Sisällys

| | | |
|-------|----------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Johdanto | 1 |
| 2 | Elementtirakentaminen asuntotuotannossa | 3 |
| 2.1 | Rakennesuunnittelu | 3 |
| 2.2 | Elementtisuunnittelu | 4 |
| 2.2.1 | Piirustukset | 5 |
| 2.2.2 | Seinäelementtien tyyppiä | 6 |
| 2.3 | Elementtien asennussuunnitelma | 7 |
| 2.4 | Elementtiasennus | 7 |
| 2.4.1 | Seinäelementtien asennuksen vaiheet | 8 |
| 2.4.2 | Asennuksen jälkeen | 11 |
| 3 | Korkeiden huonetilojen tuomat muutokset elementtirakentamiseen | 12 |
| 3.1 | Työmaajärjestelyt ja logistiikka | 13 |
| 3.2 | Korkeiden elementtien varastointi työmaalla | 14 |
| 3.3 | Poikkeavat työvaihejärjestelyt | 16 |
| 3.3.1 | Asennusjärjestelyt ja nostot | 16 |
| 3.3.2 | Elementtien tukeminen | 17 |
| 3.3.3 | Saumavalut | 18 |
| 3.3.4 | Jälkihoito | 20 |
| 3.4 | Työturvallisuus | 21 |
| 3.4.1 | Putoamissuojaus | 22 |
| 3.4.2 | Työskentelyolosuhteet ja työmaan järjestys | 24 |
| 3.5 | Aikatauluvaikutukset | 26 |
| 3.6 | Kustannusvaikutukset | 27 |
| 4 | Ratkaisumallit korkeiden tilojen elementtiasennukseen | 29 |
| 4.1 | Hanke- ja rakennesuunnittelu | 29 |
| 4.2 | Rakentaminen | 30 |
| 4.3 | Työturvallisuus | 31 |
| 5 | Johtopäätökset | 33 |
| 6 | Yhteenveto | 34 |

Liitteet

Liite 1. Haastattelu 17.9.2014

Liite 2. Haastattelu 17.9.2014

Liite 3. Haastattelu 23.10.2014

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö käsittelee elementtiasennusta tavallisesta huonekorkeudesta poikkeavissa kerroksissa. Työn tilaajana toimi YIT Rakennus Oy:n Kerrostalot pääkaupunkiseutu -yksikkö, joka on osa asuntorakentamisen liiketoimintaryhmää. Opinnäytetyön taustalla on YIT Rakennus Oy:n rakentama Ulappatorin aluehanke, jossa allekirjoittanut on suorittanut harjoittelunsa. Hankkeessa havaittiin korkeiden tilojen aiheuttavan elementtiasennukseen viivästyksiä ja normaalista poikkeavia olosuhteita. Pääosa YIT:n liiketoiminnasta on omaperusteista rakentamista eli gryndausta, jossa rakentaja perustaa asunto-osakeyhtiön, suunnitelee ja toteuttaa hankkeen sekä myy talon osakkeet ulkopuolisille ostajille. Korkean tilan elementtiasennus ei siis ole YIT Rakennus Oy:lle työsuorituksena uusi, mutta siitä ei ole aiempaa selvitystä.

Rakentaminen on alati muuttuva ala, johon vaikuttavat muun muassa talouden suhdanteet, asumisen trendit ja muuttuvat määräykset. Nykypäivänä korostetaan asiakaslähtöisyyttä ja pyritään luomaan mahdollisimman myyvä tuote. Tämä näkyy asuntorakentamisessa pyrkimyksenä luoda monipuolinen tila, jonka muokattavuus säilyy koko elinkaaren ajan. Hybridirakentaminen, jossa yhdistetään sekä asuin- että liikehuoneistoja samaan kiinteistöön, on pääkaupunkiseudulla ja monissa muissa kasvukeskuksissa yleistynyt trendi. Vaikka yrityksellä itsellään ei olisi halua rakentaa liiketiloja, voi kaupungin asemakaava vaatia niiden rakentamista. Esimerkiksi Ulappatorin alueen rakennusluvassa Espoon kaupungin asemakaava määrittelee As Oy Espoon Poijun rakennusoikeudesta käytettäväksi vähintään 10 % ja enintään 20 % myymälä-, työ- ja ravintolatiloiksi [1]. Tämä luo muospaineita suunnitteluratkaisuihin ja vaikuttaa myöskin käytännön rakentamiseen, sillä kohteiden rakennettava ympäristö monimuotoistuu.

Korkeat tilat sijaitsevat tyypillisesti kellarissa ja talon ensimmäisessä kerroksessa. Yleistynään trendinä on myös loft-tyylisten asuntojen rakentaminen ylimpään ja alimpaan asuinkerrokseen. Kellarissa huonekorkeuden korottamisen taustalla on tyypillisesti talotekniikan runkolinjojen sijoittaminen kellarin kattoon. Asuin- ja liiketiloissa huonekorkeuden nostamisella vaikutetaan tilan tuntuun ja luodaan avara vaikutelma huoneistoon.

Opinnäytetyön tavoitteena on tuoda esiin havaittuja ongelmia korkeiden tilojen elementtiasennuksessa. Työssä perehdytään asuinkerrostalojen elementtiasennukseen ja

kerätään tietoa asentamisessa havaittujen muutosten vaikutuksista työn suoritukseen erityisesti suunnittelun, työmenetelmien ja työturvallisuuden osalta. Vaikutusten tarkastelu keskittyy seinäelementtien asentamisessa tapahtuviin muutoksiin, sillä esimerkiksi ontelolaattojen asentamiseen huonekorkeuden kasvamisella ei ole merkittäviä vaikutuksia.

Työn tavoitteena on luoda rakentamisprosessin tuotannosuunnitteluun selkeä ohje, jonka avulla voidaan ennaltaehkäistä nykytilanteessa havaitut ongelmat ja tunnistaa mahdolliset riskit. Työn tuloksena syntyvän lopullisen ohjeen käyttäjinä toimivat hankkeen suunnittelun ohjauksesta vastaavat henkilöt, kuten työpäällikkö ja työmaainsinööri.

Opinnäytetyössä pyritään löytämään vastaus seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

- Miten korkeiden tilojen elementtiasennus tulisi huomioida suunnittelussa, jotta se vastaisi työmaan tarpeisiin?
- Minkälaisia muutoksia korkeat huonetilat aiheuttavat rakennustyömaan käytäntöihin asentamisen aikana?
- Mihin korkeiden tilojen elementtiasennuksessa on kiinnitettävä erityistä huomiota työturvallisuuden ylläpitämiseksi?

2 Elementtirakentaminen asuntotuotannossa

Omaperusteisessa asuintuotanto on pitkäaikainen hanke, josta rakentaminen on vain osa kokonaisuutta. Hankkeen suunnittelu lähtee liikkeelle tarveselvityksestä, jolla pyritään hahmottamaan hankkeen tarpeellisuus ja toteutuskelpoisuus. Tarveselvitystä seuraa hankesuunnittelu, jonka tavoitteena on selkiyttää kohteen rakentamisen mahdollisuudet ja toteutusvaihtoehdot [2]. Tässä vaiheessa selvitetään rakennukseen tulevien tilojen ja huoneistojen tarve sekä niiden toteutukseen liittyvät rajoitukset.

Suunnittelun edettyä tilojen hahmottumiseen ja piirustusten laatimiseen, on rakentavan yrityksen valittava työmaan toteuttava organisaatio. Ennen hankkeen aloitusta on työmaan toimihenkilöiden syytä tutustua kohteen rakenteisiin ja erityishuomiota vaativiin suunnitteluratkaisuihin. Myös elementtiasennuksen suunnittelu ja työmaan aluesuunnitelma on syytä tehdä hyvissä ajoin.

Kun kohteen työt käynnistyvät, alkaa työmaakokousten pitäminen työmaalla. Työmaakokouksia järjestetään noin kahden kuukauden välein. Ennen työmaakokousta pidetään aina useampi suunnittelukokous. Tärkeitä työmaalla pidettäviä kokouksia ovat lisäksi urakoitsijoiden kanssa pidettävät aloituspalaverit ja urakoitsijapalaverit sekä työmaan omat viikkopalaverit.

2.1 Rakennesuunnittelu

Arkkitehtisuunnittelun pohjalta tehdään kohteesta rakennesuunnitelmat, joista vastaa rakennesuunnittelija. Rakennesuunnittelun tehtävänä on laatia rakennetekniikan vaatimat piirrokset, joiden perusteella rakennettava kohde voidaan toteuttaa. Työhön sisältyy runkorakenteiden suunnittelu ja materiaalien valinnat sekä niiden lujuustarkastelut. Rakennesuunnittelijan on huomioitava rakenteen kesto sekä asennuksen että varsinaisen käytön aikana.

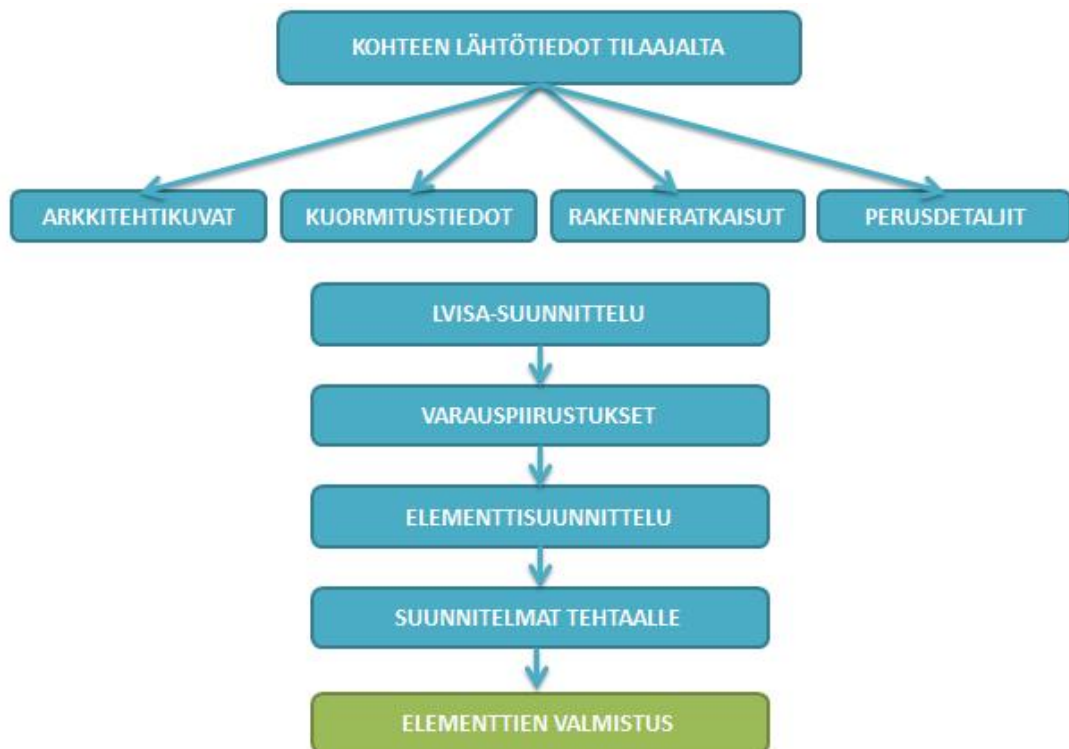
Rakennesuunnittelija suunnittelee käytettävien elementtien koon ja rakenteen lisäksi niiden asennusjärjestyksen, väliaikaisen tuennan ja lopullisen kiinnittämisen siten, että rakenteellinen vakaus säilyy kaikissa asennustyön vaiheissa. Asennustyöhön liittyy aina nostoja, joiden toteutukseen suunnittelijan on annettava tarvittavat tiedot. Rakennesuunnitelmista tulee ilmetä muun muassa elementtien nostopisteet, niiden käsittely-

tavat työmaalla sekä korkeustaso, johon kukin elementti sijoitetaan. Vastaavan rakennesuunnittelijan on huolehdittava suunnitelmien ristiriidattomuudesta asennustyön ja turvallisuuden kannalta [3].

2.2 Elementtisuunnittelu

Kohteen elementtisuunnittelu aloitetaan suunnittelukokouksella, johon osallistuvat työmaaorganisaatiosta työpäällikkö, vastaava mestari ja työmaainsinööri. Mikäli asennustyönjohtaja on tässä vaiheessa valittuna kohteeseen, myös hän osallistuu kokoukseen. Muita kokouksen osapuolia ovat suunnittelijat ja elementtitoimittajien edustajat. [4.]

Työmaainsinööri laatii kohteesta alustavan yleisaikataulun ja rungon asennusaikataulun, joiden pohjalta laaditaan aikataulut elementtien suunnittelulle ja asennukselle. Hänen tehtäviinsä kuuluu myös seurata aikataulun toteutumista ja reagoida mahdollisiin viivästyksiin. Elementtiasennusaikataulun pohjalta laaditaan elementtisuunnittelun valvontaa varten työpiirustusvaiheen aikataulu [4]. Kuvassa 1 on esitetty elementtisuunnittelun vaiheet pääpiirteittäin.



Kuva 1. Elementtisuunnittelun eteneminen hankkeessa [4].

Elementtisuunnittelun alkaessa täytyy rakentavan yrityksen hankintayksiköllä olla tiedossa elementit valmistava tehdas ja käytettävä runkojärjestelmä. Varauspiirustukset ovat myös tässä vaiheessa kiertäneet suunnittelijoiden ja LVIS-urakoitsijoiden kautta rakennesuunnittelijalle [4]. Kun kerroksen viimeisenkin elementin suunnitelma on valmistunut, rakennesuunnittelija lähettää suunnitelmat tehtaalle ja elementtien valmistus voidaan aloittaa.

Suunnittelussa on huomioitava myös elementtiasennuksen ohessa asennettavat muut esivalmistettavat tuotteet kuten LVI-hormielementit. Hormielementtien suunnittelua varten pidetään erillinen palaveri toimittajan kanssa. Palaverissa on läsnä valmistavan tehtaan suunnittelijat sekä kaikki kohteen muut suunnittelijat kuten LVI-suunnittelija ja arkkitehti. [4.]

Suunnittelun aikataulutuksessa työmaan laatima asennusaikataulu on erittäin tärkeässä roolissa. Suunnittelun pitää edetä samassa linjassa kuin itse rakentaminen. Kohteesta on laadittava lohkojako, jolla määritellään suunnittelun osakokonaisuudet. Asennusjärjestys ja asennuksen kesto eri vaiheissa on arvioitava, jotta työt sujuvat tahdikkaasti sekä asennuksessa että elementtituotannossa.

2.2.1 Piirustukset

Elementin valmistuksessa ja rakenteen käytössä tarvittavat tiedot esitetään elementtipiirustuksessa, jonka laatii elementtisuunnittelija. Jokaisesta erilaisesta elementistä laaditaan oma elementtipiirustuksensa, johon sisältyy myös leikkauspiirros. Jos piirustus vastaa useampaa samanlaista elementtiä, tulee tieto siitä merkitä piirustukseen. Rakentamisen kannalta erityistä merkitystä on betonipinnoilla ja pintakäsittelyillä, jotka merkitään kaikkiin piirustuksiin. [5.]

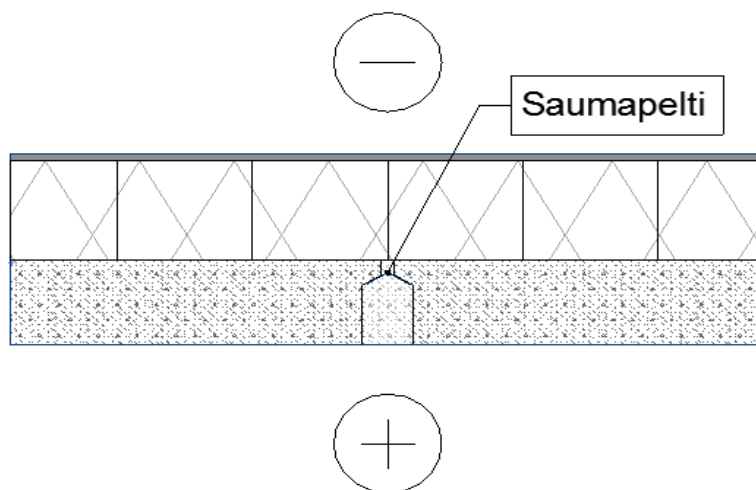
Elementtitehtaalla valmistetaan elementit täysin kuvien mukaisesti, joten korjaamattomat suunnitteluvirheet näkyvät työmaalla. Peruskäytäntönä on, että elementti valmistetaan kuuden viikon sisällä suunnitelman vastaanottamisesta. Tehtaalla elementin valmistaminen kestää elementtiä kohden vain muutaman päivän, mutta muotteja pyritään hyödyntämään mahdollisimman tehokkaasti, joten samankokoiset ja -malliset elementit tehdään sarjatyönä [6].

Elementtien varastointi on tehtaalle kallista, joten ne pyritään toimittamaan asiakkaalle mahdollisimman nopeasti. Elementtien tilaajankin on siis tiedettävä tarkkaan oma tuotantonopeus, jotta elementtien toimitukset saadaan ajoitettua työn toteutumisen kannalta optimaalisesti.

2.2.2 Seinäelementtien tyyppiä

Seinäelementit jaotellaan karkeasti julkisivu- ja väliseinäelementteihin. Julkisivun elementit voivat olla joko kantavia tai kantamattomia elementtejä. Kantavan julkisivuelementin sisäkuori on raudoitettu, jolloin se ottaa vastaan rungon kuormat väliseinien ohella. Väliseinät ovat rungon kantavaa massaa eikä niissä ole lämmöneristystä. Ulkoseinäelementtien mallit vaihtelevat julkisivun pinnoitustavasta riippuen. Julkisivun elementti voi olla esimerkiksi muurattu, rapattu tai betonipintainen kuvioitu elementti.

Julkisivuelementin tyyppillä on merkitystä elementtiasennuksen suunnitteluun, sillä erilaisilla elementeillä on omat vaikutuksensa työhön. Varsinkin kaidesuunnittelussa joudutaan huomioimaan, minkälaisia kaidetolppia kyseisten elementtien kanssa voidaan käyttää. Myös elementtien asennustavoissa on eroja. Julkisivuelementtien asentamisessa on huomioitava, että lämmöneriste jatkuu katkeamattomana elementtien saumoista huolimatta. Rakennukseen ei saa jäädä kylmää ilmaa rakenteeseen päästäviä kylmäsiltoja, joita ehkäistään asentamalla elementin saumaan välivillakaistale, joka puristuu elementin eristeiden väliin. Seinäelementtien pystysaumoja valettaessa tulee välttää betonin joutumista villatilaan, sillä se on yksi mahdollinen kylmäsilan aiheuttaja.



Kuva 2. Lämpörapattavan elementin leikkausluonnos ylhäältä päin katsottuna.

Lämpörapattavia elementtejä asennettaessa on huomioitava saumavalun eristykselle aiheuttama valupaine, jonka vuoksi saumaan tulee asentaa pelti kuvan 2 esittämällä tavalla estämään betonimassan karkaaminen eristeen puolelle.

2.3 Elementtien asennussuunnitelma

Työmaan asennustyönjohtaja laatii kohteesta elementtien asennussuunnitelman rakennesuunnittelijan tietojen pohjalta. Suunnitelmaan kirjataan toteutusorganisaation tiedot, vastualueet ja pätevyudet, työmaan lähtötiedot ja asennuksen toteutustavat sekä erityishuomiota vaativat työturvallisuuteen liittyvät seikat [3].

Lähtötiedoissa selvitetään betonielementtien tyypit, maksimipainot, lukumäärät ja muut asennuksessa huomioitavat asiat. Lisäksi selvitetään työmaan logistiikan vaatimukset, kuten minkälaista nosturia käytetään. Asennuksen toteutuksen suunnittelussa tulee huomioida asennusjärjestys, rungon jäykistystapa ja elementtien väliaikainen tuenta. Valmiin suunnitelman hyväksyy allekirjoituksellaan asennustyönjohtajan lisäksi vastaava rakennesuunnittelija ja vastaava mestari. Mikäli suunnitelman laatii joku muu kuin asennustyönjohtaja, häneltä vaaditaan myös allekirjoitus. [3.]

Työturvallisuudella on mittava rooli asennustyössä, sillä painavien elementtien nostot ja työskentely korkealla tuovat työhön omat riskinsä. Asennussuunnitelmassa on esitettävä, miten putoamissuojaus toteutetaan, mitä työtasoja, telineitä ja henkilönostimia käytetään sekä miten nostot toteutetaan turvallisesti. Asennustyön aikana on asennusryhmän kanssa tärkeää pitää säännöllisin väliajoin palaveri, jossa käsitellään aikataulun toteutumista, asennuksen tilannetta ja tulevia asennusvaiheita. Yhteinen palaveri koko asennusryhmän ja työnjohtajan kanssa luo mutkattoman keskusteluyhteyden, jossa kaikille tiedotetaan työn kulusta tasapuolisesti. Myös muut työmaalla käynnissä olevat työvaiheet, jotka saattavat vaikuttaa asentamisen kulkuun ja turvallisuuteen, on syytä tuoda asennusryhmän tietoisuuteen.

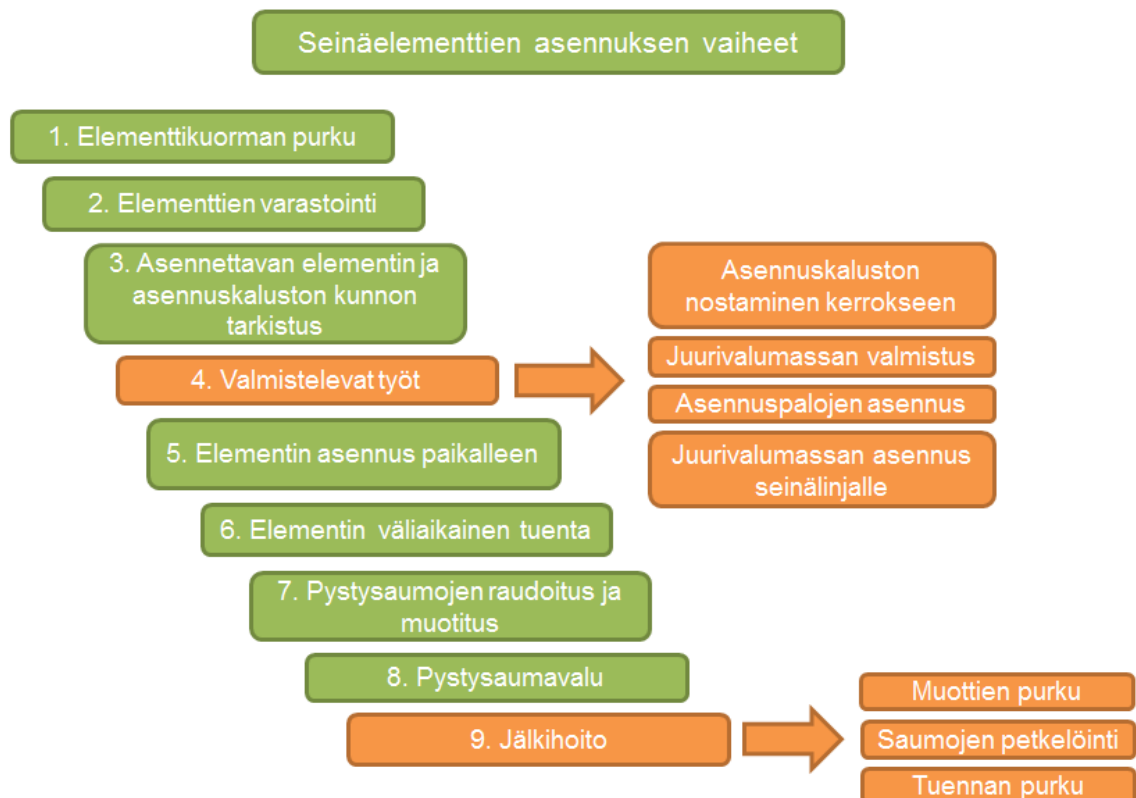
2.4 Elementtiasennus

Elementtiasennus on työmaan keskeisin työvaihe, joka tahdistaa työmaan muuta rakentamista. Elementtiasennuksessa työmaalla varastoidut elementit nostetaan paikoil-

leen, tuetaan ja valetaan yhtenäiseksi rungoksi yhteistyössä nosturin ja asennusryhmän kanssa. Asentamisen suorittaa elementtiasennusryhmä, jonka kanssa tehdään useimmiten urakkatyösopimus. Työn suorittaminen urakalla mahdollistaa tarkan työsuunnittelun ja vastuunjaon. Urakoinnissa on myös riskinsä, sillä töiden jatkuvuus ja työn esteetön suorittaminen on varmistettava, jotta kustannukset eivät kasva odotettua suuremmiksi. Mikäli urakoiva työryhmä joutuu ulkopuolisesta syystä odottamaan oman työnsä suorittamista, tästä ajasta on asennusryhmälle maksettava odotusajan palkkaa eli venttää.

2.4.1 Seinäelementtien asennuksen vaiheet

Asennusryhmän tehtäviin kuuluu kuvan 3 mukaisesti elementtien paikalleen asentamisen lisäksi niiden tuenta ja lopullinen kiinnitys valamalla saumat betonilla. Lisäksi ennen varsinaista asennustyötä on tehtävä valmistelevia töitä, kuten seinälinjan paikalleen mittaaminen ja juurivalumassan valmistus.



Kuva 3. Seinäelementtien asennuksen vaiheet [3].

Valmisteleviin töihin kuuluu myös tarvittavan kaluston, kuten työkalukontin ja muotti-puutavaran, nostaminen kerrokseen. Valmisteleviin töihin sisältyy lisäksi elementtien paikalleenmittaus, joka tehdään asennusryhmän toimesta mittamiehen merkitsemien linjapisteiden mukaisesti. Mittamies merkitsee kerrokseen seinälinjojen lisäksi myös korkeusaseman, jonka perusteella elementit asennetaan oikeaan korkeusasemaan eli korkoon. Elementtien asennuksessa käytetään seinäelementin alla asennuspaloja, joilla elementit saadaan asennustason epätasaisuuksista huolimatta säädettyä samaan korkoon toisiinsa nähden. Asennuspalojen tehtävänä on myös toimia kannattimina, jotka mahdollistavat elementin asentamisen irti lattiasta. Tämä on välttämätöntä, sillä elementti on valettava kiinni juurestaan, mikä vaatii massalle tilaa elementin ja lattian väliin. Asennuspalojen vahvuus elementin alla on oltava vähintään 20 mm [3], jotta riittävä määrä massaa saadaan pysymään elementin alla.

Asentajien on sijainnin ja korkeusaseman lisäksi pidettävä huoli asennettavan elementin pystysuoruudesta ja liittymisestä toisiin elementteihin. Mahdollisia mittavirheitä ja pykäliä elementtien välillä voidaan häivyttää elementin vinotukia säätämällä. Kun elementti on asennettu ja tuettu paikalleen, tulee sen pystysaumaan asentaa raudoitus-tanko. Raudoituksen tehtävänä on yhdessä betonin kanssa varmistaa rungon rakenteellinen kestävyys. Sauman raudoittamisen jälkeen on vuorossa muotin asennus (kuva 4). Pystysauma muotitetaan tukkopuulla kummaltakin sauman puolelta.



Kuva 4. Pystysaumot muotitettuina. Korkeissa saumoissa valupaine kasvaa, joten muottien kiinnitys on tehtävä huolellisesti [6].

Sauman tukkopuu tehdään tyypillisesti höylätystä lankusta, jotta valmis saumapinta olisi mahdollisimman virheetön ja betonin tarttuminen muottiin olisi vähäistä. Pystysaumot valetaan aina lohkoittain niin, että kaikki valmiina olevat saumat valetaan yhtäaikaaisesti, jotta valutyö olisi tehokkaampaa. Pystysaumojen valaminen nostoastiavaluna nosturia apuna käyttäen on kustannuksiltaan edullista, mutta tilanteessa, jossa nosturia ei ole mahdollista käyttää, voidaan työ tehdä betonipumppuautolla.

Elementit valmistetaan tiettyjen tarkkuusvaatimusten mukaan, ja mikäli tuotteissa havaitaan virheitä tai puutteita, on niistä reklamoitava tehtaalle. Asennettavan elementin ja nostokaluston kunto on tarkastettava ennen nostoa silmämääräisesti asennusryhmän toimesta. Esimerkiksi elementin kiinnitykseen liittyvistä suunnitteluvirheistä on ilmoitettava rakennesuunnittelijalle, joka antaa ohjeet elementin kiinnittämiseksi. Asentajat jatkavat elementtien asentamista itsenäisesti normaalien käytäntöjen mukaan, mikäli se on turvallisesti mahdollista. Elementit valmistetaan tehtaalla tuotannollisista syistä johtuen sarjatyönä, jolloin samalla muotilla pyritään valmistamaan mahdollisimman monta elementtiä. Tällöin virheet kertautuvat helposti eri kerrosten välillä, mikä heijastuu työmaalle elementtien asennustehokkuuden heikkenemisenä.

2.4.2 Asennuksen jälkeen

Betonin riittävän lujuuden kehittymisen ja kovettumisen myötä voidaan muottikalusto ja väliaikainen tuenta purkaa. Muottikalusto pyritään hyödyntämään seuraavissa kerroksissa, ja kaluston nostoon kerrosten välillä on kiinnitettävä huomiota ja tehtävä huolellisesti. Elementtiasennuksen jälkeen vuorossa on sisävalmistusvaihe, johon kuuluu muun muassa rungon seinä- ja kattopintojen hionta ja piikkaus eli etuputsaus tarvittaessa ennen tasoitusta. Tällöin elementtien pysty- ja vaakasaumat sekä elementtien valmistuksessa tulleet valuvirheet korjataan. Asennuksessa tehdyt virheet näkyvät etuputsausvaiheessa lisätyönä, joka on varsinkin korkeissa tiloissa hidasta ja työlästä.

3 Korkeiden huonetilojen tuomat muutokset elementtirakentamiseen

Asuntorakentamisessa elementtiasennusta on harjoitettu vuosikymmeniä, eikä siinä yleisesti koeta olevan suuria ongelmia. Poikkeavia rakenteita ja tiloja esiintyy yleisesti kellarikerroksessa, parkkitiloissa ja ensimmäisessä kerroksessa. Lähtökohtaisesti asentaminen vaikeutuu, kun asennettavan tilan korkeus kasvaa yli kolmen metrin korkeuteen. Tällöin elementtien leveyttä joudutaan kaventamaan, jottei niiden nostettava massa kasvaisi liian suureksi. Kavennettujen tuotteiden myötä niiden asennettava määrä kasvaa.

YIT Rakennus Oy:n Ulappatorin työmaalla työskentelevä asennustyönjohtaja Juha Muukkonen toteaa asentamisen olleen haastavaa kohteen ensimmäistä kerrostaloa rakennettaessa, mutta nyt neljännen talon kohdalla korkeiden tilojen asentamisesta on tullut rutiinia. Hänen mukaansa suunnittelussa olisi vielä kehittämistä: ”Korkeissa tiloissa työskenneltäessä telineiden käyttäminen on välttämätöntä, mutta elementtien tuen vaatimat vinotuet estävät monesti telineiden käytön. Ensimmäisissä kerroksissa on suunnittelussa huomioitava rungon työnaikaisen jäykistämisen vaikutus työskentelyyn” [7]. Kuvassa 5 näkyy vinotukien käyttö Ulappatorin Reimarissa.



Kuva 5. Elementtien tuentaa ensimmäisen kerroksen liiketilassa. Kuva As Oy Espoon Reimarista marraskuulta 2012 [8].

3.1 Työmaajärjestelyt ja logistiikka

Elementtikuorman purkaminen ja sen organisointi on asennustyönjohtajan keskeisimpiä tehtäviä. Toimitusten ajoittamisen lisäksi työmaalla on oltava valmiina tarvittava kalusto ja resurssit kuorman purkuun.

Normaalisti asennettavat seinäelementit kuljetetaan työmaalle pystyssä eli samassa asennossa kuin ne asennetaan kohteeseen. Sen sijaan korkeiden elementtien kuljetuksessa elementit joudutaan asettamaan kuljetuslavetille vaaka-asentoon eli käännettynä pidempi lape alaspäin. Tällöin puhutaan kääntökivestä, joka on työmaalla käännettävä takaisin oikeaan asentoon ennen elementtitelineeseen tai asennuskohteeseen siirtämistä. Elementin kääntämiseen on valittavissa useampi toteutustapa, riippuen työmaan nosturitalanteesta ja käytettävästä työmaa-alueesta. Korkeiden elementtien kääntämiseen on työmaalla varattava riittävä tila ja kääntökalusto. Asennusryhmän on huolehdittava tuotteiden kääntämisestä niin, etteivät ne vahingoitu.

Elementtien kääntämisen toteutustapoja työmaalla:

1. Ajoneuvonosturin ja työmaan torninosturin yhdistelmä:

Tällöin ajoneuvonosturi otetaan työmaalle elementtitoimituksen purkamisen ajaksi. Ajoneuvonosturi nostaa elementin kuljetuslavetilta tontille, jossa asennusryhmän alamies kiinnittää torninosturin kääntöpyörän nostoraksit kiinni elementin pätyyn. Tämän jälkeen torninosturi nostaa elementtiä, kunnes kivi on kääntynyt oikeinpäin. Lopuksi elementti ohjataan elementtitelineeseen.

2. Kaksi ajoneuvonosturia:

Tässä toteutustavassa käytetään samoja toimenpiteitä kuin ajoneuvo- ja torninosturin yhdistelmällä. Kaksi ajoneuvonosturia vievät kuitenkin työmaalla huomattavan tilan ja nosturien tuenta vaatii otollisen maaperän.

3. Ajoneuvonosturi, jossa on erillinen kääntöpyörä ja kahdet vaijerit:

Kuvassa 6 näkyvä vaihtoehto soveltuu työmaalle, jolla ei ole omaa torninosturia. Ajoneuvonosturia valittaessa on huomioitava, että siinä tulee olla kahdet vaijerit, sillä pelkkä kääntöpyörä ei yksin riitä elementin kääntämiseen.



Kuva 6. Elementin kääntäminen ajoneuvonosturilla, jossa on kaksi vaijeria [9, s. 6].

4. Maasta pystyyn vetäminen:

Väliseinäelementit voidaan suunnitella laskettavaksi lappelleen maata vasten, jolloin kääntämiseen ei tarvita erillistä nostinta. Elementti nostetaan pystyyn toiselta sivulta ja siirretään sen jälkeen kampatelineeseen. Työtapa vaatii elementiltä riittävän raudoituksen, jotta se kestävä vetorasituksen.

3.2 Korkeiden elementtien varastointi työmaalla

Elementit varastoidaan työmaalla kampatelineeseen (kuva 7), johon jokainen elementti nostetaan yksitellen ja tuetaan varastoinnin ajaksi. Elementtitelineen huolellinen tuenta ja maaperän riittävä kantavuus ovat avainasioita varastoinnin kannalta. Elementtien maata vasten tukeutuva pinta-ala on sitä pienempi, mitä kapeampi elementti on ky-

seessä. Tällöin maahan kohdistuva paine kasvaa. Elementtejä varastoidessa on huomioitava myös asennusjärjestys, jotta elementtitelineen kuormitus pysyy tasaisena.



Kuva 7. Elementit ovat varastoituina karnatelineeseen aluspuiden päälle. Kuvassa näkyvän ulkoseinäelementin sisä- ja ulkokuori ovat eri tasoissa, joten sisäkuori on tuettava varastoidessa erillisellä muotilla [6].

Tavallinen elementti kiilataan karnatelineeseen kahdella kammalla, jotka kiristävät elementin sivuttaissuunnassa paikalleen. Koska korkealla elementillä painopiste on korkeammalla ja tukipinta maata vasten pienempi, tuenta telineeseen tulee varmistaa lisäämällä tarvittaessa useampia kiinnityskamvoja telineeseen. Myös karnatelineen koko on valittava elementtien maksimikokojen mukaan.

3.3 Poikkeavat työvaihejärjestelyt

Elementtien asennuksessa kohdistetaan elementin ala- ja yläpään tartunnat rakennuksen rungossa olevien vastakappaleiden kanssa kohdakkain. Lisäksi saumoihin asennetaan rungon jäykistämiseksi tarvittavat raudoitteet, jotka pujotetaan elementin pystysaumaan yläkautta. Elementtiasentaja joutuu tällöin kapuamaan elementin yläpinnan korkeuteen. Korkeiden elementtien pystysaumarautojen, muottien ja tukien on oltava pidempiä, mikä tekee niiden käsittelystä asentaessa hankalampaa. Asennettavan tilan korkeudella on täten merkittävä vaikutus asennuksen sujuvuuteen.

Pystysaumoihin asennettavat raudoitteet tulee mitoittaa koko sauman matkalle ja limitymään seuraavan kerroksen saumaan, joten korkeissa tilassa on käytettävä pidempiä raudoitustankoja. Pitkien tankojen asentaminen on ahtaassa tilassa hankalaa. Normaalien korkuisissa kerroksessa yksin tehtävät työt voidaan joutua tekemään korkeassa tilassa kahden asentajan voimin, sillä yksin ei välttämättä yksikertaisesti ylety toimimaan tehokkaasti.

Ulappatorin työmaan aikaisemmissa kohteissa kellarikerroksen elementtejä asennettaessa oli jouduttu työskentelemään sorapatjan päällä, koska valmista lattiapintaa ei vielä ollut valettu. Tämä vaikeutti liikkumista ja elementtien tuentaa. Tämän vuoksi seuraavissa kohteissa muutettiin työvaiheiden ajoitusta kellarikerroksessa siten, että lattiavalu tehtiin ennen seinäelementtien asennusta. Lattiavalun aikaistamisesta saadut hyödyt olivat selkeät:

- Liikkuminen kerroksessa oli vaivatonta ja telineet sekä tikkaat oli helpompi tukea maahan.
- Elementtien vinotuet saatiin porattua laattaan kiinni, kun taas aikaisemmin ne oli jouduttu poraamaan kiinni anturoihin.
- Väliseinäelementtien asentaminen lattian päälle mahdollisti niiden korkeuden madaltamisen anturan ja lattiapinnan välisen etäisyyden verran. Tällöin saavutettu hyöty korkeuden madaltamisessa voitiin kompensoida levantämällä elementtiä.

3.3.1 Asennusjärjestelyt ja nostot

Elementit suunnitellaan nostettaviksi vähintään kahdesta nostolenkistä. Nostolenkkien suunnittelussa tulee huomioida niihin kohdistuvat nostovoimat ja suunnat, kuormien

tasainen jakaantuminen sekä nostolenkkien riittävä etäisyys elementin reunasta. Seinäelementtien asennuksen kannalta nostolenkkien suunnittelussa tulee huomioida niiden käytettävyys. YIT Rakennus Oy:n asentaja Mika Sahlström toteaa nostolenkeistä seuraavaa: ”Nostolenkit ovat monesti jääneet eristetyissä elementeissä eristeen sisälle ja työmaalla joudutaan kaivamaan lenkit esiin” [10]. Nostokoukun kiinnittämisen nostolenkkiin tulisi olla mahdollista ilman elementin työstämistä työmaalla. Suunnittelussa tulisi siis huomioida nostolenkin asentaminen tarpeeksi ulos elementistä. Puutteet ja virheet elementeissä huomataan usein vasta, kun elementit nostetaan pois kuljetuksesta. Tässä vaiheessa elementin työstäminen on kallista, sillä esimerkiksi edellä mainittu huonosti toteutettu nostolenkin sijoitus tuottaa ylimääräistä työtä elementtiasentajille.

Nostokoukkujen kiinnittämisen lisäksi myös niiden irrottamiseen tulee kiinnittää huomiota. Koukkujen irrottamiseen käytetään tyypillisesti asennustikkaita, mutta niiden käyttöä tulisi välttää korkeissa tiloissa, sillä niiden tuenta on aina epävarmaa. Korkeissa tiloissa koukkujen irrottamiseen voidaan käyttää apuna kuvan 8 tyyppisiä nostokoukkuja, jotka voidaan avata maasta käsin erillisen laukaisinnarun avulla.



Kuva 8. Etäkäytettävä nostokoukku, jonka vapautus tapahtuu erillisen narun avulla [11].

3.3.2 Elementtien tukeminen

Elementtitukien on oltava korkeaa elementtiä tuettaessa pidempiä kuin tavallisesti, jotta elementti pysyy tukevasti paikoillaan asennuksen jälkeen ennen lopullista kiinnitystä. Tuennan tehtävänä on estää elementin liikkuminen vaakasuunnassa. Tuenta tapahtuu metallisilla vinotuilla, joita asennetaan vähintään kaksi yhtä elementtiä kohden. Nostu-

rin nostoraksit voidaan irrottaa vasta, kun vinotuet on kiristetty paikoilleen. Tuen yläpää tulee asentaa elementin painopisteen yläpuolelle, ja alapään vaakasuuntainen etäisyys elementistä pitää olla riittävä, kuten kuvassa 9 ilmenee [12]. Korkeissa tiloissa elementtien määrän kasvettua, myös vinotukien määrä kasvaa samassa suhteessa. Liikkuminen tiloissa käy vaikeaksi, varsinkin jos yläpuolisen tilan laattaa joudutaan tukemaan, esimerkiksi paikallavalun yhteydessä.



Kuva 9. Kuvassa on ympyröitynä kapea väliseinäelementti, joka on kiinnitetty toiseen elementtiin hitsaamalla. Lisäksi kuvassa näkyy vinotukien käyttöä. Kuva on otettu maaliskuussa 2013 As Oy Espoon Ulapasta [7].

Elementit voidaan erityistapauksissa liittää yhteen myös hitsaamalla. Elementtiin tulee tällöin asentaa tehtaalla kiinnityspisteen kohdalle metallinen vastakappale, jonka avulla saadaan työmaalla hitsattua kiinnike elementtien väliin. Tällöin elementti tuetaan asennuksen aikaan vinotuella oikeaan asentoon, jonka jälkeen hitsaaja kiinnittää elementit toisiinsa. Tätä työtapaa käytetään, kun on kyseessä kapea elementti, joka liittyy elementtiin vain toisesta sivusta, kuten kuvassa 7 näkyvä takaseinän väliseinäelementti.

3.3.3 Saumavalut

Elementtirungon lopullinen lujuus saavutetaan raudoittamalla ja valamalla elementtien väliin jäävät pysty- ja vaakasaumat. Saumojen tulee täyttää lujuus- ja tiiviysvaatimukset

sekä osastoivat vaatimukset. Osastoivia vaatimuksia ovat palo-osastointi, ääneneristys sekä lämmön, kosteuden tai hajun eristäminen rakennuksen tilojen välillä. Elementtien saumauksessa on huomioitava muottityön ja olosuhteiden asettamat vaatimukset. Korkeissa tiloissa muottien asentaminen on vaikeampaa, ja se vaatii usein kahden asentajan yhteistyötä.

Sauman muotteja asennettaessa on huomioitava saumabetonin valupaine ja sauman virheetön ulkonäkö. Pystysaumat pyritään tekemään yhtenäisestä muotista, jotta paine jakautuisi tasaisesti koko saumalle. Huonekorkeus vaikuttaa pystysaumojen valupaineen muodostumiseen, ja varsinkin pystysaumamuotin eli tukkopuun alapään kiinnitys on varmistettava. Ontelolaattojen reunavalukaistojen leveys on tyypillisesti vain noin 100 mm, ja niiden muotiksi riittää yksinkertainen tukelaudoitus. Leveämmät reunakaistat muotitetaan tavallisesti vanerilla. Asuinhuoneistossa on tapana jättää ontelolaatan alapinta näkyviin, mikä tarkoittaa asennuksen kannalta työn jäljen välitöntä näkymistä. Talotekniikka osastoidaan usein alakaton sisälle, jolloin välipohjan rakenteet jäävät piiloon. Piiloon jäävien rakenteiden ulkonäkövaatimukset voidaan huomioida muottityössä esimerkiksi muottien kierrättämisellä eri kerrosten välillä.

Korkeissa tiloissa reunakaistojen muottien asennuksessa on huomioitava työskentelyn hankaluus, kun työskentelyulottuvuus ei riitä tavalliseen tapaan (kuva 10). Normaaliolosuhteissa riittää tyypillisesti työpukin käyttö, mutta korkeammalla teline on tarpeen. Muottien asennus ja tuenta korkeissa tiloissa vaatii kaksi asentajaa, joista toinen työskentelee telineellä ja toinen avustaa antamalla muottitarvikkeita ja varmistaa telineen sekä muotin tuennan. Mikäli telinettä ei olosuhteiden vuoksi saada mahtumaan työtilaan, muotti on asennettava tikkailta, mikä on työturvallisuuden kannalta riski.

Saumojen lujuuden kehitys on huomioitava talvella, sillä betoni ei saa jäätyä ennen kuin se on saavuttanut 5 MPa lujuuden. Ellei suunnitelmissa muuta mainita, tulee betonin saavuttaa vähintään 60 % nimellislujuudesta ennen seinän vinotukien irrottamista [13, s. 1]. Lämmityksellä voidaan estää betonin jäätyminen tai vaihtoehtoisesti voidaan käyttää betonissa jäätymistä estäviä lisäaineita. Saumat tulee pitää puhtaana lumesta ja jäästä, jotta saumaan ei jää rakoja. Korkeissa tiloissa saumojen puhdistaminen tulisi minimoida ja saumat valaa umpeen mahdollisimman nopeasti, jolloin vältetään ylimääräinen työskentely korkealla.



Kuva 10. Ontelolaatan reunakaistamuotin ja elementtien tuenta As Oy Espoon Reimarissa [7].

3.3.4 Jälkihoito

Elementtiasennuksessa jälkihoitoon sisältyy saumavalun muottien purkaminen ja saumojen karkea puhdistus petkeleellä, ontelosauvojen harjaus. Elementtien tuenta puretaan, kun runko on saavuttanut riittävän kantavuuden. Korkeissa tiloissa joudutaan jälkihoidossa turvautumaan apuvälineisiin, kuten telineisiin ja jatkovarsiin. Telineiden sijoittaminen esimerkiksi huoneen nurkkaan, jossa on vinotukia kahteen eri suuntaan, voi olla käytännössä mahdotonta. Työssä on turvaututtava tikkaiden käyttöön, mikä on työturvallisuuden kannalta riski. Korkeissa tiloissa jälkihoito tulisi tehdä työparin kanssa, joka vastaanottaa purettavan muotin kappaleet ja varmistaa tikkaiden vakauden.

Jälkihoidon ajoitus korostuu korkeissa tiloissa, sillä mahdollisten valuvirheiden ja kovien saumojen hionta sekä piikkaus ovat huomattavasti työlämpiä korkealla. Saumavalut tulisi ajoittaa aina aamupäivälle, jotta iltapäivällä saadaan purettua muotit ja tehtyä tarvittava jälkihoito. Ulappatorilla työskentelevä elementtiasentaja Mika Sahlström YIT:ltä toteaa elementtisaumojen muotittamisen olevan korkeissa tiloissa paikka paikoin haastavaa, vaikka elementit ovatkin nykyään mittatarkkoja [10]. Elementtisaumojen leveydet vaihtelevat jonkin verran, ja muotin kiinnityspisteet ovat ajoittain väistämättä etäällä toisistaan. Ahtaissa tiloissa muotin asennus ja purkaminen on työlästä. Pystysaumojen valuvirheiden puhdistus tuoreina mutta stabiileina on sekä matalissa että

erityisesti korkeissa tiloissa helpompaa kuin virheasentoon kovettuneen betonin hiominen jälkeensä.

3.4 Työturvallisuus

Valtioneuvoston asetuksessa (205/2009) mainitaan, että rakennuttajan on valittava hankkeeseen työturvallisuuskoordinaattori, joka huolehtii rakennuttajan työturvallisuusvelvoitteista. Näitä velvoitteita ovat muun muassa budjettisuunnittelussa riittävät varaukset selvityksiin, valvontaan ja työn turvalliseen suorittamiseen. Työturvallisuuskoordinaattorin tehtäviä rakennushankkeessa ovat osallistuminen suunnittelukokouksiin, aloituskokoukseen ja työmaakokouksiin sekä huolehtia työturvallisuusvelvoitteiden toteutumisesta kokouksissa. Työturvallisuuskoordinaattori huolehtii lisäksi, että rakennussuunnittelijoilla on kirjallinen toimeksianto työturvallisuuden huomioon ottamisesta rakennushankkeessa. [14.]

Lähtökohtana työturvallisuuden suunnittelussa on riskien tunnistaminen hanketasolla jo suunnittelun alkuvaiheessa, mikä tehdään YIT:llä erillisellä turvallisuusriskien arviointi-lomakkeella. Riskien kartoitusta tarkennetaan myöhemmin yksittäisten tehtävien suunnittelussa. Elementtiasennussuunnitelmassa käydään läpi turvalliset työmenetelmät ja käytettävä kalusto sekä tarvittavat suojaimet. Asennussuunnitelman liitteeksi tehdään erillinen putoamissuojassuunnitelma, jonka vaatimustasona on 100 % putoamissuojaus. Lisäksi suunnittelija tekee kohteesta kaidepiirustuksen, joka liitetään asennussuunnitelmaan.

Korkeissa tiloissa työskentely luo lisähaasteita asennustyöhön työturvallisuuden kannalta. Kerroskorkeus Ulappatorin työmaalla oli ensimmäisessä kerroksessa keskimäärin neljä metriä, mutta väestönsuojan päällä korkeus nousi jopa 5,4 metriin. Elementtien asentaminen tapahtuu siis korkealla, joten putoamisriski on aina suurempi. Myös hankalat työskentelyolosuhteet kuten sade ja kova tuuli lisäävät putoamisriskiä. Lisähaasteetta asennukseen tuo myös se, että työkalut ja rakennusmateriaalit joudutaan nostamaan korkealle, jolloin ne voivat pudota asentajalta ja aiheuttaa vahinkoa. Tyypillinen työskentelytilanne elementtiasennuksen muotin purkamisessa näkyy kuvassa 11.



Kuva 11. Työskentelyä tikkailla tulee välttää, mutta elementtiasennuksessa se ei ole useinkaan mahdollista [9].

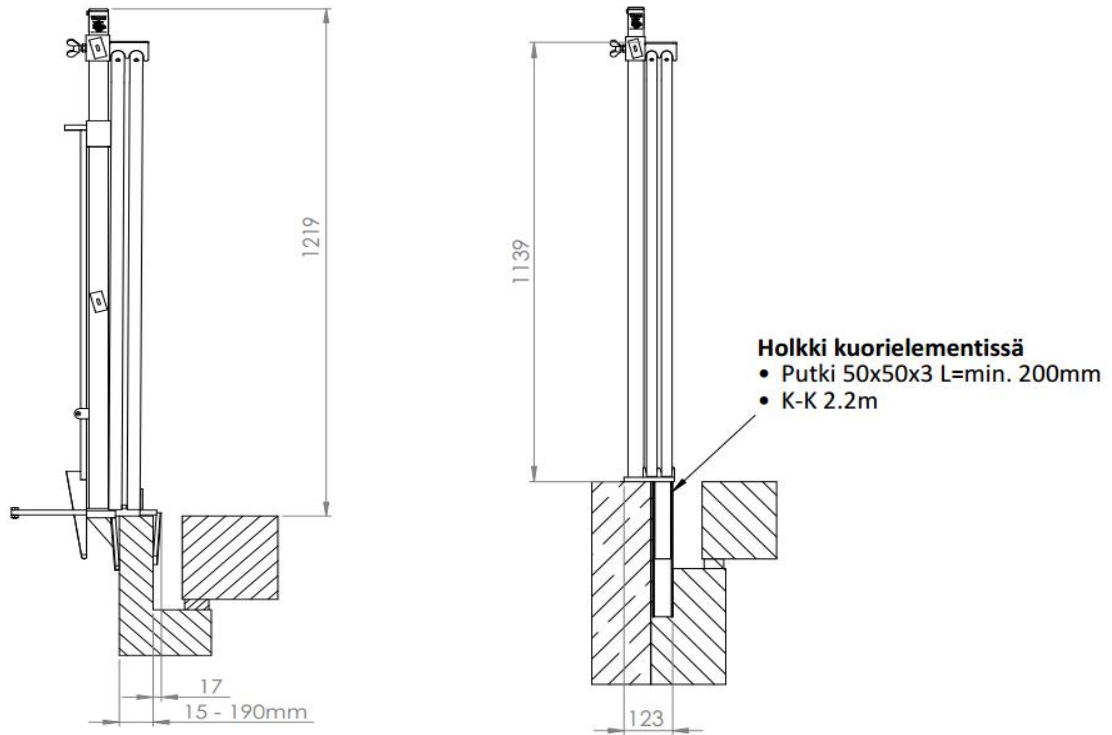
Asennustyöhön liittyy monta osapuolta, joiden yhteistyöllä on huomattava merkitys työturvallisuudelle. Elementtiasennuksessa keskeisimpiä riskejä ovat nostoihin liittyvät vaarat kuten kahden esineen väliin puristuminen. Työturvallisuuden ylläpitäminen on jokaisen työntekijän ja työnjohtajan yhteinen tehtävä, johon on tehty selkeät pelisäännöt. Asennustyössä on pidettävä henkilökohtaisia suojavarusteita ja noudatettava turvallisia työtapoja.

3.4.1 Putoamissuojaus

Korkeissa tiloissa tikkailla ja telineillä työskentely sekä heikko työolottuvuus lisäävät putoamisriskiä. Korkeissa tiloissa putoamissuojaukseen käytettävät menetelmät vastaavat tavallisen huonekorkeuden kerroksissa käytössä olevia menetelmiä.

Putoamissuojausta on viime vuosina kehitetty runsaasti, ja tuotteita löytyy moniin eri käyttötarkoituksiin. Putoamisen estäviä suojarakenteita ovat suojakaiteet, -katokset, -kannet, -verkot, -levyt, -seinämät ja -aidat sekä kulkuesteet ja aukkosuojat. Suojakaiteita on käytettävä, kun työskentelyalueelta on vaara pudota. Ylimmän rakenteilla olevan

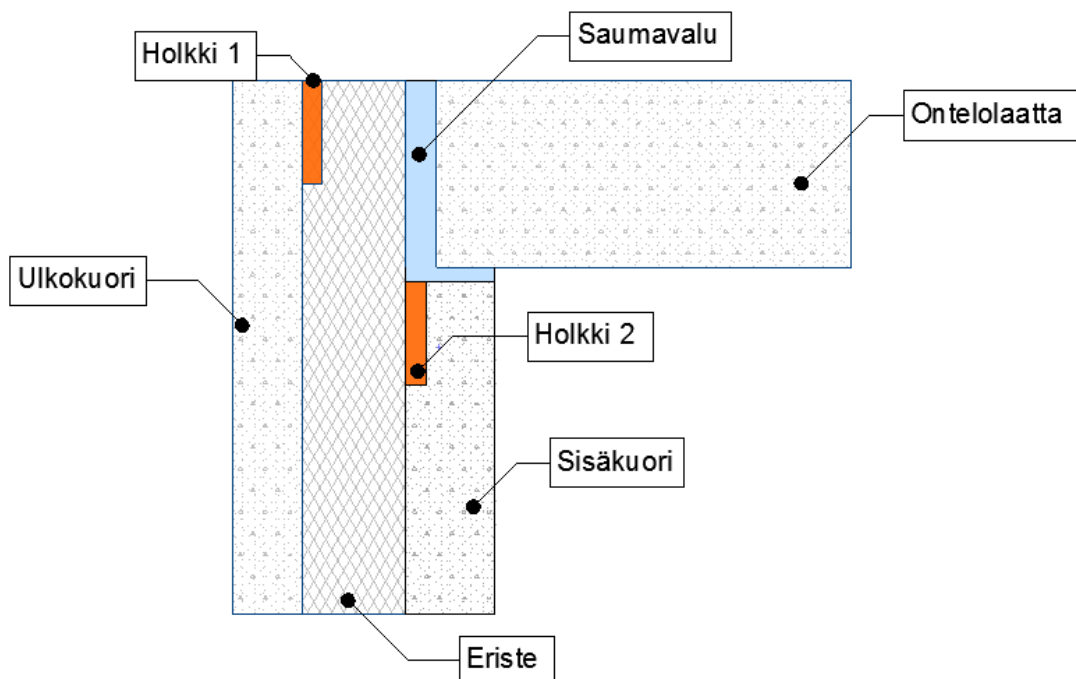
kerroksen eli holvin avoimet reunat suojataan tavallisimmin juuri suojakaiteilla, joiden asennus tapahtuu tyypillisesti esimerkiksi Vepe-kaide-elementtien ja -tolppien avulla (kuvat 12 ja 13). Kaidetolpat kiinnitetään alustaansa poraamalla, puristamalla tai erillisen asennusholkin avulla. Tolppia ja kaide-elementtejä asennettaessa turvaututaan aina henkilökohtaisiin suojaimiin putoamisen estämiseksi [15, s. 4].



Kuva 12. Holkkikaide mallia Vepe [16].

Kuva 13. Holkkikaide-elementti mallia Vepe [16].

Työmaalla kaidetolpat ja varusteet valitaan olosuhteiden mukaan, sillä niiden käyttömahdollisuuksissa on huomattavia eroja. Julkisivuelementin tyyppi määrittelee usein käytettävän kiinnitysratkaisun kaidetolpalle. Holkkikaiteen käyttö on vähäistä, sillä holkki jää rakenteeseen ja sen kiinnitysmahdollisuudet ovat rajallisia. Holkin on kestettävä rakenteessa aiheuttamatta sille ylimääräistä rasitusta. Holkki on myös suojattava joko rakenteellisesti asentamalla se eristekerroksen suojaan, kuten kuvassa 14 holkki 2, tai valmistamalla se ruostumattomasta teräksestä, kuten holkki 1. Kantavan julkisivun sisäkuoreen ei voida kiinnittää holkkia, sillä ontelolaatta tukeutuu kuoren päälle ja kaidetolppa jäisi saumavaluun. Ulkokuoressa kaidetolpan holkki ruostuu ilman asianmukaista ruostesuojauskäsittelyä. Ruostumattomasta teräksestä valmistetut holkit ovat työmaalle kalliita, ja niiden käyttö on siksi vähäistä. Porraskäytävissä holkkikaidetta voidaan hyödyntää, sillä sisätiloissa ruostumisesta ei ole vaaraa.

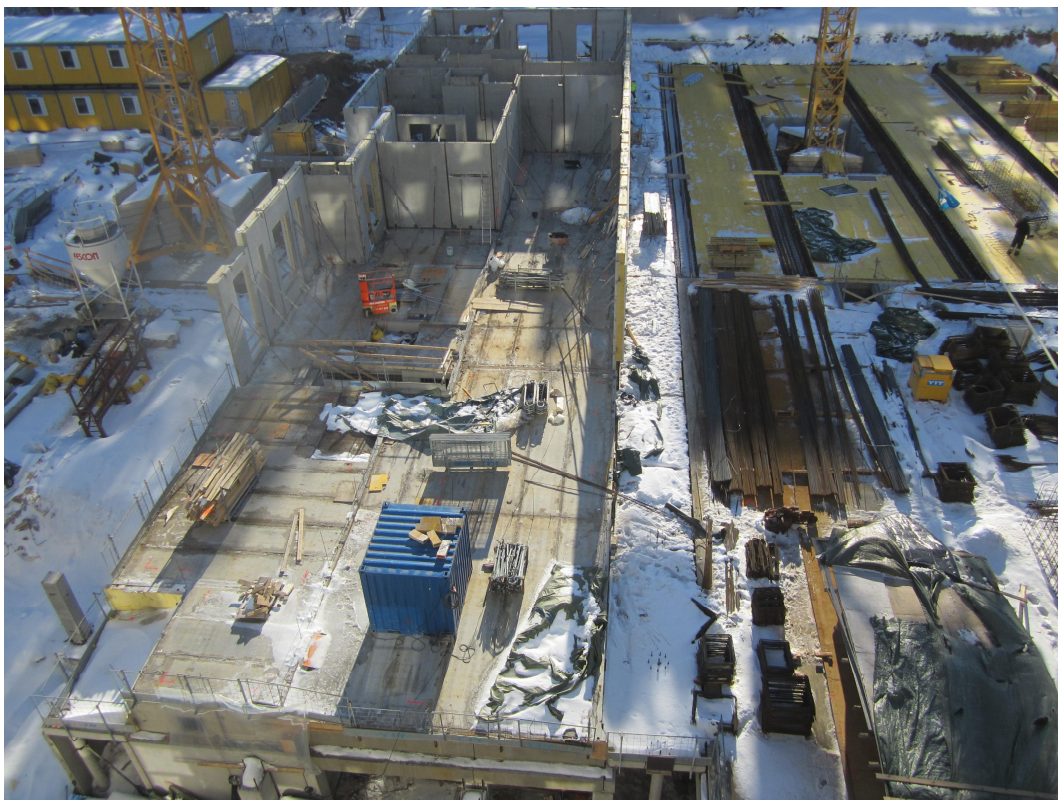


Kuva 14. Kaidetolpan holkkien sijoittaminen sisäkuoresta kantavaan julkisivuelementtiin on olosuhteiden vuoksi vaikeaa.

Puristuskiinnitteisestä kuorielementtikaiteesta ei jää jälkiä rakenteeseen kuten holkkikaiteesta. Sen heikkoutena on kuitenkin laipan jääminen ontelolaatan saumavaluun kiinni, mikä vaikeuttaa kaidetolpan irrottamista seinäelementin asennuksen tieltä.

3.4.2 Työskentelyolosuhteet ja työmaan järjestys

Turvallisuusriskien havainnointi on tärkeää myös työn ohessa, sillä asennusolosuhteet voivat muuttua ulkona työskennellessä äkillisesti. Talvella turvallisuuteen vaikuttaa erityisesti lumi, liukkaus ja hämäryys. Ympärivuotista haastetta tuovat tuuli ja sade, ja kesällä jopa kirkas auringonpaiste voi haitata asennustyötä häikäisemällä. Nostotyöt on keskeytettävä, mikäli sääolosuhteissa tapahtuu äkillinen muutos, joka vaikuttaa nostojen turvallisuuteen. Tällaisia tilanteita voivat olla esimerkiksi puuskainen tuuli, sakea lumipyry tai rankkasade. Asennustöitä voidaan jatkaa muilla töillä, mutta nostot tulee tällöin keskeyttää.



Kuva 15. Elementtiasennusta talvella As Oy Espoon Ulapassa. Kuva on otettu maaliskuussa 2013 [7].

Talviolosuhteissa jään muodostuminen ja äkilliset lumipyryt aiheuttavat työturvallisuusriskejä nostojen ohella myös muuhun elementtiasentamiseen (kuva 15). Jokaisen työntekijän on arvioitava itse edellytykset työn turvalliselle suorittamiselle, mutta työnjohton on myös osaltaan huomioitava, ettei tuotantonopeus ole talvella sama kuin kesällä.

Elementtejä asennettaessa liikkumatila holvilla on usein rajallinen. Elementtien tuenta ja rakennustarvikkeiden varastointi vaikeuttavat osaltaan liikkumista ja telineiden sekä tikkaiden sijoittamista. Työmaan yleisen järjestyksen ylläpitäminen edistää turvallista työskentelyä, ja varsinkin korkeissa tiloissa lattiapintojen tulee olla puhdistettu ylimääräisestä tavarasta, jotta tikkaat ja telineet saadaan tuettua huolellisesti.

Korkeissa tiloissa työturvallisuuden kannalta huomioitavaa on myös käytettävien työkalujen sopivuus kohteeseen. Akkukäyttöiset sähkötyökalut ovat elementtiasennuksessa muutoinkin suositeltavia, mutta johdollisten koneiden käyttäminen on etenkin korkealla työskennellessä aina turvallisuusriski.

3.5 Aikatauluvaikutukset

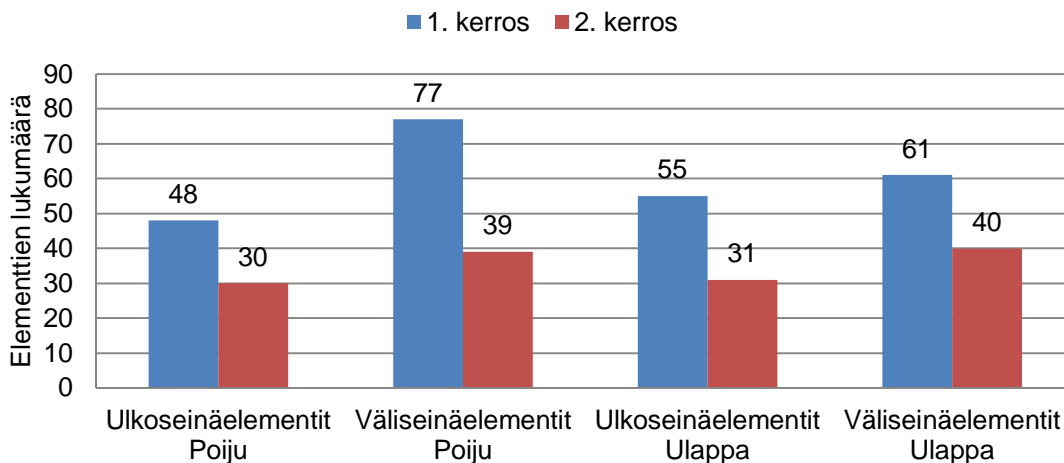
Elementtiasennuksen aikatauluvaikutuksia tutkittaessa tarkasteltiin eri kerrosten välisiä asennusmääriä. Kerrosten elementtien määrä suhteessa asennusaikaan sekä asennettujen kivien määrä päivää kohden antavat kuvan työn sujuvuudesta.

Kohteen elementtimäärää tarkasteltaessa tulee huomioida, että pohjaratkaisu on sama. Elementtien määrässä ei eri kerrosten välillä ole suurta eroa, sillä onteloiden ja palkkien määrä pysyi lähes samana. Ulko- ja väliseinäelementtien määrä sen sijaan vaihteli kerrosten välillä. Taulukossa 1 on kuvattu kerrosten työsaavutus elementtien määränä päivää kohden. Työsaavutusta arvioitaessa huomataan, että ensimmäisen kerroksen asennettuja elementtejä on työpäivää kohden lähes puolet vähemmän kuin ylemmissä kerroksissa, jotka ovat normaalin korkuisia huoneistoja.

Taulukko 1. Elementtiasennuksen työmenekit As Oy Espoon Poijussa.

| | Elementit | Työpäivät | Elementtiä/työpäivä |
|------------|-----------|-----------|---------------------|
| 1. kerros | 277 | 24 | 11,5 |
| 2. kerros | 232 | 13 | 17,8 |
| 3. kerros | 234 | 12 | 19,5 |
| 4. kerros | 238 | 13 | 18,3 |
| 5. kerros | 239 | 14 | 17,1 |
| 6+7 kerros | 189 | 11 | 17,2 |
| Yhteensä | 1 409 | 87 | 16,2 |

Seinäelementin korkeuden kasvaessa myös sen massa kasvaa, jolloin tuotteen kokoa joudutaan kompensoimaan kaventamalla sitä. Elementtien kaventaminen johtaa niiden määrän kasvuun, joka osaltaan hidastaa alempien kerrosten asentamista. Kellarikerrosta tarkasteltaessa on huomioitava elementtien asentamisen olosuhteet työmaalla, sillä perustusten ulkopuoliset maanrakennustyöt voivat olla kesken ja rajoittaa asennusryhmän liikkumista.



Kuva 16. Seinäelementtien määrien vertailua eri kerrosten välillä Ulappatorin kahden kerrostalokohteen osalta.

Elementtien määrään vaikuttavat luonnollisesti myös valitut tilakokonaisuudet ja pohjaratkaisut. Ensimmäisen kerroksen seinäelementtien lukumäärä on suurempi kuin toisen (kuva 16), sillä ensimmäisen kerroksen elementit ovat korkeita ja samalla myös kapeita. Rakennuksen ulkoseinät olivat kummassakin rakennuksessa lähes yhtenevät ylempien kerrosten kanssa, joten ulkoseinäelementtien määrän vertailu on tarkempaa kuin väliseinäelementtien. As Oy Espoon Poijussa ulkoseinäelementtejä on ensimmäisessä kerroksessa noin 60 % enemmän kuin toisessa, kun taas As Oy Espoon Ulapassa vastaava luku on noin 77 %.

Yhteenvetona voidaan todeta, että korkeiden elementtien asentaminen vie selkeästi enemmän aikaa normaaliin kerroskorkeuteen verrattuna. Asennuksen hitaus tulee huomioida aikataulua suunniteltaessa. Myös huonekorkeuden vaikutus elementtien vastaanottoon ja työmaalle varastointiin on otettava huomioon, sillä ne vaikuttavat elementtikuormien saapumisen ajoitukseen.

3.6 Kustannusvaikutukset

Rakennushanke aikataulutetaan rakennettavaksi suunnitellussa ajassa, ja sille varataan tietty budjetti. Pääosa menoista ajoittuu rakentamisvaiheeseen, vaikka suunnittelu onkin ajallisesti pidempi ajanjakso. Elementtiasennus vaatii paljon ihmistyöuntemia, minkä vuoksi se aiheuttaa suuret kustannuserät rakennushankkeelle. Näin ollen on tärkeää, että asentava työryhmä on ammattitaitoinen ja perehdytetty korkeissa tiloissa

työskentelyyn. Kokemuksen tuomasta tietotaidosta on hyötyä niin rakentamiselle, aikataulussa pysymiselle kuin kustannusten hallinnallekin.

Elementtirakentaminen toteutetaan tyypillisesti urakkatyönä, jolloin asennukseen maksettava ansio suhteutetaan työsaavutukseen. Tällöin asennustyö on tehokasta, ja se tulee myös työmenetelmien osalta huolellisesti suunnitelluksi sekä asennusryhmän että työnjohdon toimesta, sillä kumpikin osapuoli hyötyy työn sujuvuudesta. Korkeissa tiloissa työn hitaamman toteutuksen vuoksi urakointiin ei välttämättä voida ryhtyä. Tämä johtuu siitä, että viivästykset asennuksessa aiheuttavat tuntitöitä ja näin ollen lisäävät kustannuksia. Korkeissa tiloissa voi varsinkin uuden ja kokemattoman työryhmän olla syytä tehdä ensimmäiset kerrokset tuntitöinä ja aloittaa urakointi vasta normaalissa kerroksessa. Tällä tavoin vältetään asennuksen epävarmuuden tuomat ylimääräiset kustannukset ja varmistetaan työn jäljen moitteeton laatu.

Korkeiden tilojen asentamisen aikatauluvaikutuksista päätellen voidaan todeta, että asentaminen on sekä hitaampaa että myös kalliimpaa korkeissa tiloissa. Elementti-asennuksessa kustannuksia syntyy myös kaluston vuokraamisesta. Nosturin, telineiden, henkilönostimien ja muiden kaluston vuokrauksen kustannukset syntyvät käytetyn ajan mukaan, ja vaikuttamalla asennuksen sujuvuuteen ja nopeuteen vaikutetaan myös sen kustannuksiin.

4 Ratkaisumallit korkeiden tilojen elementtiasennukseen

Elementtiasennuksen suunnittelu on tehtävä yksilöidysti hankkeen jokaisen osapuolen työtehtävät huomioiden, sillä huolellisesti suunniteltu kokonaisuus on avain onnistuneeseen lopputulokseen. Suunnittelun pääpaino on hanke- ja rakennesuunnittelussa, joissa tehdään linjaukset siitä, minkälaisilla toteutustavoilla hanke viedään päätökseen. Lopputuote syntyy rakentamisen tuloksena, mutta ennen rakentamisen aloitusta on tehtävä monta päätöstä ja suunnitelmaa. Ratkaisumallina elementtiasennuksen suunnitteluun hanke on jaoteltu kolmeen eri osa-alueeseen: hanke- ja rakennesuunnitteluun, rakentamiseen ja työturvallisuuteen. Kuvassa 17 on esitetty koko rakennushankkeen tehtävät pääsuunnittelun osalta aikajärjestyksessä.



Kuva 17. Rakennushankkeen tehtävät on kuvassa esitetty pääsuunnittelun näkökulmasta [17, s. 1].

4.1 Hanke- ja rakennesuunnittelu

Elementtiasennuksen kannalta hanke- ja rakennesuunnittelussa tehdään linjaukset työtavoista, joilla kohde tullaan toteuttamaan. Asennusryhmän ja suunnittelijoiden välillä voi olla erimielisyyksiä suunnitelmien toteutusmahdollisuuksista ja tehokkuudesta.

Molempien osapuolien tulisikin tuntee oman ja toisen osapuolen vaikutukset työhön. Parhaaseen lopputulokseen päästään, kun pidetään suunnittelukokous, johon myös hankkeen elementtiasennusryhmä osallistuu. Mitä pidemmälle suunnittelu on viety ennen rakennustöiden aloitusta, sitä paremmin työmaan toteutuksen voidaan olettaa onnistuvan.

Suunniteltaessa kohteen elementtiasennusta korkeissa tiloissa on kiinnitettävä huomio elementtiasennuksen sujuvuuden mahdollistamiseen. Esteetön kulku rakennuksen tiloissa ja niiden välillä on asennuksen kannalta tärkeää. Vaikka hankkeen tilasuunnittelun lähtökohtana ei olekaan asennuksen sujuvuuden varmistaminen, voidaan toteutustavoilla kuitenkin vaikuttaa siihen. Esimerkiksi kahta huonetilaa yhdistävän kantavan väliseinäelementin korvaaminen jälkikäteen asennettavalla kipsilevyseinällä sujuvoittaa kohteessa liikkumista selvästi, mikäli tilaan jouduttaisiin muutoin kulkemaan ulkokautta.

Yhtä lailla tärkeää on myös asennuksen jälkeen tehtävä suunnittelun loppupalaveri, jossa käydään läpi työssä havaitut onnistumiset ja epäonnistumiset suunnittelun ja rakentamisen osalta. Rakentamisvaiheessa punnitaan suunnitelmien toimivuus. On tärkeää dokumentoida rakentamisessa havaitut ongelmakohdat niin, ettei niitä toisteta seuraavissa hankkeissa.

4.2 Rakentaminen

Rakentamisvaiheessa suunnitelmista valmistuu lopullinen tuote. Työmaaorganisaation tehtävänä on toteuttaa hanke laadullisesti, ajallisesti ja kustannustehokkaasti tilaajan toiveiden mukaan. Työmaan vastuulla on havaita muutostarve työskentelyssä ja asennoitua siihen, etteivät työskentelyolosuhteet korkeissa huonetiloissa ole tavanomaisia. Työmaan asennustyönjohtajalla on vastuu asennustyöryhmän perehdyttämisestä ja kohteen ominaisuuksien hahmottamisesta niin, että työn turvallinen ja kustannustehokas suorittaminen on mahdollista. Rakentamisessa huomio kiinnittyy työmenetelmiin ja työmaan järjestelyihin.

Ulappatorin työmaalla oli huomioitu työmenetelmien ohella myös elementtiasennuksen työsaavutuksen heikkeneminen korkeissa tiloissa. Urakoinnissa palkka on sidottu työsaavutukseen, ja se motivoi asennusryhmää työskentelemään tehokkaasti. Korkeissa tiloissa heikentynyt työsaavutus johti urakan kannattavuuden heikkenemiseen

asennusryhmän kannalta. Työryhmän motivoimiseksi Ulappatorin työmaalla huomioitiin asennuksen hitaus erillisellä työmaakohtaisella asennuslisällä urakkaan. Toimenpiteellä osoitetaan konkreettisesti, että työvaiheella on todettu olevan vaikutusta työsaavutukseen ja työn suorittamiseen. Asennuslisän taustalla oli myös graffitibetonin käyttö julkisivussa, mikä vaati asennusryhmältä elementtien tavanomaista huolellisempaa käsittelyä.

Urakkatyön on oltava huolellisesti suunniteltua, jotta asennusryhmä voi työskennellä sujuvasti ilman suurempia keskeytyksiä. Elementtien asennustyö korkeissa tiloissa vaatii erityistä tarkkuutta. Sen vuoksi vaihtoehtoinen tapa asennuslisälle on tehdä asennus korkeissa tiloissa tuntitöinä ja aloittaa urakkatyö vasta tavallisessa asuinkerroksessa. Vaihtoehto ei ole tilaajalle edullinen, sillä asennusaika on tällöin useimmiten pidempi urakointiin verrattuna.

Korkeiden tilojen elementtiasennuksessa päähuomio kiinnittyy seuraaviin asioihin:

- kääntökivien turvallinen mutta tehokas käsittely työmaalla
- toimenpiteet henkilönostinten ja telineiden käytön mahdollistamiseksi
- työsuorituksen laadunvarmistus elementtisaumojen lämmöneristyksen, tuennan, raudoitteiden ja muottien asentamisessa.

Nämä asiat huomioon ottamalla saavutetaan tyydyttävä työteho myös korkeiden elementtien asennuksessa.

4.3 Työturvallisuus

Työturvallisuuden kannalta huomio kiinnittyy ensisijaisesti työmaajärjestelyiden toteuttamiseen, jotta elementit voidaan asentaa turvallisesti. Asennusta voidaan helpottaa sekä ennen töitä että töiden aikana tehtävillä järjestelyillä. Esimerkkinä ennalta tehtävästä työturvallisuussuunnittelusta on turvalajaiden kiinnityspisteiden huomiointi rakennesuunnittelussa. Työn aikaisia järjestelyjä ovat esimerkiksi henkilönostimen käyttö osana asennusta.

Työturvallisuuden kannalta riskien ennakointi ja arviointi on tärkeää, sillä onnettomuudet eivät synny tietoisesti vaan tapahtumaketjujen seurauksena. Ensisijaisen tärkeää on myös oikeanlaisten suojainten käyttö ja työmaan turvallisuuden ylläpito kaikissa

tilanteissa. Asennusryhmän on tiedostettava olosuhteiden vaikutus työn tekemiseen ja osaltaan tehtävä muutoksia asennuksessa totuttuihin toimintatapoihin.

5 Johtopäätökset

Työmaalla tehtyjen haastatteluiden perusteella havaittiin, että elementtiasennusta suunniteltaessa osataan melko hyvin ottaa huomioon korkeiden tilojen aiheuttamat muutokset rakentamisen eri vaiheisiin. Työmaatoteutuksen kannalta on kuitenkin suotavaa kiinnittää huomiota yhteistyöhön hankkeen eri osapuolten välillä jo varhaisessa suunnitteluvaiheessa. Mitä enemmän työmaan näkemystä saadaan paperille ennen hanketta, sitä jouhevampaa on työskentely työmaalla myöhemmissä vaiheissa. Lisäksi samalla, kun elementtiasennusryhmän jäsenet osallistuvat suunnitteluun, he myös oppivat kiinnittämään erityishuomiota oleellisiin yksityiskohtiin asentamisessa. Yksityiskohtainen ja viimeistelty suunnittelu on lähtökohta jokaiselle onnistuneelle työvaiheelle sekä myös koko rakennushankkeelle.

Hankkeen osapuolten on sitouduttava ajatukseen, että asentaminen korkeissa tiloissa eroaa totutusta ja vaatii muutoksia niin suunnitteluun kuin toteutukseenkin. Korkeissa tiloissa elementtien asentamista hankaloittaa liikkumatilien ahtauteen ja huonekorkeuden vaikutus asentajan ulottuvuuteen. Korkeiden tilojen elementtiasennuksessa on erityistä huomiota kiinnitettävä elementtien kääntämiseen, tukien ja telineiden huolelliseen käyttöön. Lisäksi asennustyön laadunvalvonnan on oltava tarkkaa ja asiantuntevaa.

Työturvallisuuden kannalta korkeissa tiloissa huomio kiinnittyy putoamissuojauksen varmistamiseen ja turvallisiin työtapoihin. Myös käytettävien työkalujen ja apuvälineiden käytön tarve tulee arvioida korkeiden tilojen vaatimukset huomioon ottaen. Korkeiden elementtien varastointi työmaalla ja nostot vaativat myös erityistä huolellisuutta vahinkojen välttämiseksi.

Elementtien kasvanut lukumäärä korkeissa tiloissa lisää elementtien nostoihin ja asentamiseen kuluvaa aikaa. Korkeat elementit tuottavat asentajille myös lisää työtä muun muassa siksi, että muotitettavia saumoja on enemmän, mikä hidastaa elementtiasennusta. Korkeat elementit aiheuttavat viivästyksiä elementtiasennukseen, mikä kytkeytyy vahvasti työn ja kalustovuokrauksen kustannuksiin. Aikataulun realistisella suunnittelulla ja ajankäytön hallinnalla vaikutetaan näin ollen myös elementtiasennustyön lopulliseen hintaan.

6 Yhteenveto

Opinnäytetyössä tutkittiin ja tuotiin esiin korkeiden tilojen elementtien asentamisessa esiin tulevia ongelmakohtia kerrostalorakentamisessa. Asennuksen sujuvuudesta ja havaituista ongelmista saatiin tietoa YIT Rakennus Oy:n Ulappatorin työmaalta. Opinnäytetyöstä muodostui työmaalähtöinen selvitys, jossa pääpaino on asennuksen suunnittelussa ja toteuttamisessa turvallisesti. Työssä keskityttiin elementtiasennuksen suunnittelun kehittämiseen, työmenetelmien huomiointiin, aikataulullisiin vaikutuksiin sekä työturvallisuuteen.

Korkeat tilat lisäävät huoneistoon avaruuden tuntua, joten niitä suunnitellaan pääasiassa liiketiloiksi. Niiden rakentaminen ei kuitenkaan ole tavanomaista, vaan vaatii suunnittelijalta sekä asennusryhmältä erityistä perehtymistä asiaan. Korkeiden elementtien nostot ovat vaativia, sillä elementit joudutaan usein kääntämään. Elementtien lukumäärä on suurempi ja työskelyolosuhteet vaikeammat kuin normaalissa asuinkerroksessa, mikä hidastavat asennustyötä. Huolellisella suunnittelulla voidaan vähentää aikataulun viivästymistä, jolloin vältetään myös ylimääräisiltä kustannuksilta. Korkeissa tiloissa asentajan on myös huomiotava olosuhteiden vaikutus oman työturvallisuuden kannalta.

Tutkimusta voisi tulevaisuudessa jatkaa eri työmenetelmien kustannusten vertaamisella, jolloin saataisiin parempi kokonaiskuva korkeiden tilojen vaikutuksista hankkeen talouteen. Tätä työtä voidaan hyödyntää apuvälineenä hankkeen suunnittelussa ja työmaahenkilöstön perehdyttämisessä.

Lähteet

- 1 Lupatunnus 2011-535. 2011. Rakennusluvan pöytäkirjanote Ulappatori. Espoo.
- 2 Niemioja, Seppo. 2003. Luentokalvot TKK 2003. Verkkodokumentti. <http://arkit.tkk.fi/kurssit/A91181/rakennushankkeen_vaiheet.htm>. Päivitetty 20.09.2005. Luettu 22.10.2014.
- 3 Elementtien asennus. Verkkodokumentti. Betoniteollisuus Ry. <www.elementtisuunnittelu.fi/fi/elementtien-asennus>. Luettu 1.10.2014.
- 4 Mattila, Kari. YIT Rakennus Oy. Työmaainsinööri. Espoo. Haastattelu 17.10.2014.
- 5 Suunnittelun ohjaus. Verkkodokumentti. Betoniteollisuus Ry. www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/suunnittelun-ohjaus. Luettu 1.10.2014
- 6 Heinonen, Markus. 2014. Kuvakokoelma.
- 7 Muukkonen, Juha. YIT Rakennus Oy. Asennustyönjohtaja. Espoo. Haastattelu 17.9.2014.
- 8 Muukkonen, Juha. 2013. Kuvakokoelma. YIT Rakennus Oy. Asennustyönjohtaja. Espoo.
- 9 Palolahti, Tuomas. 2011. Betonielementtien nostot. Verkkodokumentti. Rakennustieto Oy. <<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK110502.pdf>>. Luettu 22.10.2014.
- 10 Sahlström, Mika. YIT Rakennus Oy. Elementtiasentaja. Espoo. Haastattelu 17.9.2014.
- 11 Hacklift Oy. 2014. Tuoteluettelo. Verkkodokumentti. <www.hacklift.com/uploads/files/Tuoteluettelon_sivu_2-29.pdf>. Luettu 5.11.2014.
- 12 Asennuaikainen stabiliteetti. Verkkodokumentti. Betoniteollisuus Ry. <<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/elementtien-asennus/asennusohjeet/asennusaikainen-stabiliteetti>>. Luettu 2.10.2014.
- 13 Talvibetonointisuunnitelma. Verkkodokumentti. Rudus Oy. <www.rudus.fi/Download/24682/Talvibetonointityöohje.pdf>. Luettu 3.11.2014.

- 14 Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta. 2009. VNa (205/2009). Helsinki. <www.finlex.fi>
- 15 Heiska, Tuomas & Koskenvesa, Anssi. 2007. Betonielementtien turvallinen asennus. Suomen Rakennusmedia Oy.
- 16 Turvakaiteet. Verkkodokumentti. Vepe Oy. <<http://www.vepe.fi/fi/palvelut/rakentaminen/turvakaiteet>>. Luettu 27.10.2014.
- 17 Pääsuunnittelun tehtäväluettelo PS12. 2013. RT 10-11108. Rakennustieto Oy.

Haastattelu

Aika: 17.9.2014

Haastateltavana: YIT Rakennus Oy:n asennustyönjohtaja Juha Muukkonen

Haastattelijana: Markus Heinonen

Paikka: Ulappatorin työmaa

- Onko elementtisuunnittelussa kehitettävää työmaan asennukseen liittyen?
- Mitä muutoksia valmistuneiden hankkeiden myötä on tehty, onko niistä ollut apua?
- Miten työturvallisuuden huomiointi näkyy työmaalla?

Haastattelu

Aika: 17.9.2014

Haastateltavana: YIT Rakennus Oy:n elementtiasentaja Mika Sahlström

Haastattelijana: Markus Heinonen

Paikka: Ulappatorin työmaa

- Mitkä ovat merkittävimpiä muutoksia työtavoissa, kun tila muuttuu korkeammaksi?
- Vaikuttaako asennettävien elementtien korkeus työn laatuun? Jäävätkö jotkin työvaiheet vähemmälle huomiolle vaikeiden olosuhteiden vuoksi?
- Voisiko elementtien suunnittelussa kehittää jotain osa-aluetta, jotta asentaminen työmaalla helpottuisi?

Haastattelu

Aika: 23.10.2014

Haastateltavana Kari Mattila, työmaainsinööri Ulappatorin työmaalla, YIT

Haastattelijana Markus Heinonen

Paikka: Sähköpostin välityksellä

- Mitä vaiheita elementtien suunnittelussa on, joihin työmaaorganisaatio ja työmaainsinööri osallistuvat?
- Minkälainen prosessi elementtisuunnittelu on?
- Minkälaisia kokouksia elementtisuunnitteluun kuuluu?