

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikka
Talonrakennus

Tutkintotyö

Mikko Koivisto
RUNGON ELEMENTTIASENNUKSEN KEHITTÄMINEN

Työn ohjaaja
Työn teettäjä

DI Harri Miettinen
NCC Rakennus Oy / Sisä-Suomi



TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka

Talonrakennus

Koivisto, Mikko

Tutkintotyö

Työn ohjaaja

Työn teettäjä

Huhtikuu 2005

Hakusanat

Rungon elementtiasennuksen kehittäminen

66 sivua + 11 liitesivua

DI Harri Miettinen

NCC Rakennus Oy / RI Lasse Alkula, RI Heikki Kantojärvi

Elementtiasennus

TIIVISTELMÄ

Rungon elementtiasennus on keskeisimpiä työvaiheita elementtirakenteisissa asuinkerrostaloissa. Asentamisessa ilmenee ongelmia, jotka toistuvat työmaasta toiseen. Opinnäytetyön tarkoitus on ollut tehdä vastavalmistuneille työmaamestareille työohje elementtiasennuksesta. Tässä ohjeessa on oleelliset asiat, mitä elementtiasennuksessa tulee ottaa huomioon. Ohjeen on tarkoitus toimia sähköisenä, ja siihen on tarkoitus linkittää palauteosio, johon mestarien on tarkoitus laittaa sellaiset ongelmat, joita elementtiasennuksessa on ilmennyt. Näin ollen samat virheet eivät pääsisi toistumaan tulevaisuudessa.



TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka

Talonrakennus

Koivisto, Mikko

Tutkintotyö

Työn ohjaaja

Työn teettäjä

Huhtikuu 2005

Hakusanat

Rungon elementtiasennuksen kehittäminen

66 sivua + 11 liitesivua

DI Harri Miettinen

NCC Rakennus Oy / RI Lasse Alkula, RI Heikki Kantojärvi

Element Installation work

ABSTRACT

During the building of apartments one of the longest periods of work is that connected to the installation of certain elements. There are always problems associated with this phase of work on the construction site, and these are problems that are often encountered on other construction sites. The idea behind my thesis is design a set of working rules for the installation of certain elements. These rules are designed to be incorporated into NCC`s intranet based in Tampere, and contained within the rules is an area for feedback. The point of this is to allow building contractors to note any problems encountered on their construction site and moves taken to remedy them in the feedback area. This then allows future building contractors to read the comments while studying the rules before element construction and so avoid making the same mistakes.



SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	6
2 ASENNUKSEN SUUNNITTELU	6
2.1 Elementtiasennussuunnitelma	6
2.2 Betonielementtirakenteiden työselostus	9
2.3 Elementtipiirustusten läpikäynti	11
2.4 Reikä ja varauspiirustukset	14
2.5 Asennusjärjestys	14
2.6 Elementtitoimitusten valmistelu	16
2.7 Asennusaikataulu	17
2.8 Elementtiasennuksen vaikutus työmaasuunnitelmaan	18
2.9 Töiden yhteensovittaminen	19
3 TYÖNAIKAINEN ASENNUKSEN VALMISTELUVAIHE	19
3.1 Aloituspalaveri	19
3.2 Aloituskatselmus ja elementtitoimituksen vastaanottotarkastus	20
3.3 Kalusto	20
3.4 Välivarastointi	23
3.5 Tukien kiinnitys	25
3.6 Materiaalin nostaminen elementtiasennuksen yhteydessä	26
4 LAATUVAATIMUKSET	27
4.1 Tyypillisimmät työvirheet	28
4.2 Suunnittelussa ilmenevät virheet	29
4.3 Materiaalista johtuvat virheet	29
4.4 Saumaustyön laadunvarmistus	30
4.5 Reklamointi ja sisäinen palaute	31
4.6 Sisäinen palaute	31
5 TYÖTURVALLISUUS	31
5.1 Työturvallisuusmääräykset	31
5.2 Yleinen siisteys	34
5.3 Nostokaluston turvallisuus	35
5.4 Yleiset työturvallisuusvirheet	36
6 OLOSUHTEIDEN VAIKUTUS	36
6.1 Ilmaston vaikutus	36
6.2 Työmaan ahtaus	40
7 SEINÄELEMENTIN ASENNUS	40
7.1 Työryhmä ja asennustyönjohtaja	40
7.2 Seinäelementin nosto ja eristeen asennus	41
7.3 Elementtien sijainnin mittaus ja asennuspaikan tarkastus	42
7.4 Paikalleen asennus	43



7.5	Vaakasauman juotos	46
7.6	Pystysauman juotos	47
7.7	Juotosbetonin kuivuminen ja tukien poisto	48
8	ONTELOLAATAN ASENNUS	49
8.1	Työryhmä	49
8.2	Nostot ja asennus	50
8.3	Raudoitukset	52
8.4	Ontelolaataston saumateräokset	53
8.5	Saumojen betonointi	54
8.6	Pasi-vaijerilenkkisidonta	57
9	ELPOT.....	58
9.1	Hankinta ja varastointi.....	58
9.2	Asennusohje	59
10	PORRASELEMENTIT	61
11	HINTAVERTAILU	63
11.1	Asennustyö omana työnä.....	63
11.2	Asennustyö alihankintana.....	63
11.3	Asennustyön menekki	64
12	TIIVISTETTY TYÖ-OHJE	64
12.1	Palauteosio.....	64
	LÄHDELUETTELO	65
	LIITTEET	66



1 JOHDANTO

Rungon elementtiasennus on tarkoitettu ohjeeksi ensisijaisesti nuorille rakennusinsinööreille. Tämän työn on tarkoitus olla työohjeena mestareille, jotka ovat ensimmäistä kertaa rungon elementtiasennuksessa työnjohtajina. Siitä ilmenee oleelliset asiat, joita työnjohtajan on otettava huomioon elementtiasennuksessa. Tämä ei ole mikään jo olemassa oleva ohje uudelleen kirjoitettuna vaan päivitetty ohje tavallisista elementtiasennuksen työvaiheista. Työ käsittelee pääasiassa seinäelementtien ja ontelolaataston asennusta, mutta se ottaa myös kantaa hormielementin ja porraselementin asennukseen. Varsinainen ohje (liite 5) tulee olemaan työstä tehty ohje-liite, joka tulee mestarien käyttöön. Ohje tulee olemaan käytössä sähköisessä muodossa, ja siihen tulee myös palauteosio, johon työnjohtajat voivat merkata asennuksessa tapahtuneet virheet. Tällöin työnjohtajat, jotka lukevat ohjetta, pystyisivät välttämään samoja virheitä tulevaisuudessa.

2 ASENNUKSEN SUUNNITTELU

Elementtiasennus on pitkä työvaihe riippuen työkohteen laajuudesta. Tavanomaisen 4-kerroksisen ja 3-rappuisen elementtitalon asennus kestää 2-3 kuukautta. Siksi on tärkeää, että asennus suunnitellaan etukäteen tarkasti, ja mahdollisiin ongelmiin varaudutaan. Elementtiasennukseenkin pätee lause: hyvin suunniteltu on puoliksi tehty.

2.1 Elementtiasennussuunnitelma

Elementtien asennussuunnitelma on osa elementtiasennuksen ennakkosuunnittelua. Siinä ilmenevät kaikki tärkeimmät toteutukseen ja työturvallisuuteen liittyvät asiat. Siinä korostetaan ennakkosuunnittelun merkitystä mm. tuotanto- ja työmenetelmien valinnassa /11/. Asennussuunnitelman yksi tarkoitus on, että yhteistoiminta varmistetaan eri osapuolten välillä jo ennen asentamista /9/.



Elementtiasennussuunnitelman teosta vastaa työmaa, mutta se on hyväksyttävä eri suunnittelijoilla, ja sen on oltava työmaalla kirjallisessa muodossa /1/. Tärkein elementtiasennussuunnitelman vahvistaja on rakennesuunnittelija, koska hänellä on elementtisuunnitteluun pätevin koulutus. Elementin asennuksen suunnittelusta on säädetty valtioneuvoston asetuksessa ”elementtirakentamisen työturvallisuus”. Työmaan yleissuunnitelman tulee olla pohjana asennussuunnitelmalle /3/. Suunnitelmaa laadittaessa kiinnitetään erityishuomiota työturvallisuuteen ja otetaan huomioon työmaan työturvallisuusasiakirja. Liitteessä Valtioneuvoston asetus elementtirakentamisen työturvallisuudesta käsitellään kaikki asennussuunnitelmassa käsiteltävät asiat, jotka on esitetty seuraavassa:

Kohdetiedot työmaasta

- työmaa/rakennuskohde
- henkilöstö: Pää toteuttajan nimeämä vastuuhenkilö/pää toteuttaja, betonityönjohtaja, työmaan valvoja, pääsuunnittelija, rakennesuunnittelija, elementtitoimittaja, elementtiasentaja/asennustyönjohtaja, muu vastuuhenkilö
- nosturit; nosturityyppi, nostoehto, ulottuma, enimmäistukijalkakuorma

Elementit, nostoapuvälineet ja erityistoimenpiteet

- rakennuttajan laatiman turvallisuusasiakirjan mahdolliset tiedot esimerkiksi ylisuurista tai poikkeuksellisen muotoista elementeistä, joiden käsittely vaatii erityisiä nostureita, laitteita tai työmenetelmiä
- elementtityypeittäin enimmäispituus, -leveys, korkeus ja elementtimäärät ja nostoapuväline
- erikoisnostovälineet ja nostotavat (esim. kääntämiset, yhteisnostot) ja erikoiselementtien käsittely
- elementtitoimittajan ohjeet erikoiselementtien käsittelystä ja elementtikuormien purkamisesta.



Elementtien kuljetus työmaalla, kuorman purku, vastaanotto ja työmaavarastointi

- työmaavarastointiin käytettävien telien kestävyys
- kuljetustapa
- kuljetuskalusto
- kuljetusreitti työmaalla
- purkamisjärjestys elementtitoimittajan ja kuljetusliikkeen antamien ohjeiden mukaan:
- nostoapuvälineet

Nostot, asennus ja asennusjärjestys

- asennusjärjestys rakennuksittain
- rungon asennusjärjestys lohkoittain
- yksittäisten elementtien asennusjärjestys/asennusjärjestys elementtityypeittäin
- juotosjärjestys/hitsausjärjestys
- yksityiskohtainen asennusjärjestys
- rakennusaikainen vakavuus
- lopullisen vakavuuden ja elementtien kiinnityksen edellyttämät toimenpiteet

Toleranssit ja seurantamittaus

- toleranssiluokka
- lähtömittaus

Asennuksen aikainen tuenta

- tarvittavat väliaikaistuennat/tarve eri elementtityypeissä ja tuentatapa
- tukien purku ja purkamisajankohta, olosuhteiden vaikutus jne.
- vähimmäistukipinnat eri elementtityypeille
- elementtitoimittajan tyyppiohjeet
- lisäohjeet asennuspiirustuksissa



Elementtien lopulliset kiinnitykset

- hitsaus
- betonointi
- pulttiliitokset
- muut liitokset

Asennuksessa tarvittavat työtasot ja putoamissuojaukset

- putoamissuojaus
- asennuksen aikana käytettävät työtasot, työtelineet, saksilavat, henkilönosturit, työpukit, nousutiejärjestelyt, kerrosten putoamissuojaus/rakennusaikaiset ja asennuksen myötä siirrettävät kaiteet, kattokaiteet ja katolle kulku/rakenteet, kiinnitystavat, eritystoimenpiteet, työntekijän henkilösuojaimet

Suunnittelun varmentaminen

- pääsuunnittelija;
- rakennesuunnittelija;
- elementtisuunnittelija;
- asennustyönjohtaja;
- vastaava työnjohtaja;
- elementtirakentamisen eri osapuolten toiminnan yhteensovittaminen
- muut varmentamiset.

2.2 Betonielementtirakenteiden työselostus

Seuraavassa on läpikäyty elementtityöselityksessä olevia oleellisia asioita, jotka täytyy ottaa huomioon ennen elementtiasennusta. Selostus ottaa kantaa kaikkeen laatuun ja asennukseen liittyvään. Seuraavassa on esitetty työnjohdon kannalta oleellisimmat asiat, joita työselostuksessa on otettava huomioon. Ennen asennusta ja asennuksen aikana työnjohtajan on tarkastettava kuitenkin koko työselostus tarkasti.



Elementtityöselostuksessa määritellään tehdaskatselmuksen ajankohta asennukseen nähden. Tehdaskatselmus on yleensä määrätty pidettäväksi ennen asennustyön aloittamista. Katselmuksen kutsuu koolle elementtien tilaaja. Tehdaskatselmukseen osallistuvat yleensä työpäällikkö ja vastaava mestari. /3/ katso liitteestä 2 katselmuksessa läpikäytävät asiat.

Jos rakennuskohteen tilaaja vaatii, täytyy elementtien valmistajan tehdä täyspitkiä mallielementtejä. Mallielementtejä tehdään yleensä monimutkaisista ja uusista elementtityypeistä. Tilaaja hyväksyy mallielementtien laadun käytettäväksi asennuksessa. Tilaaja tarkastaa elementtien sopimuksen mukaisuuden aloituskatselmuksen yhteydessä. Mallielementtikatselmuksesta laaditaan pöytäkirja. /1/

Työnjohdon on tiedettävä, mitä asiakirjoja käytetään elementtiasennuksessa. Nämä löytyvät myös työselostuksesta. Tärkeimmät oppaat, joita elementtiasennuksessa yleensä käytetään, on esitetty seuraavassa luettelossa, joka on koottu lähteestä:
http://www.betoni.com/files/files/lo_05_01_s_a.doc

- rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset RYL 2000
- betonirakenteiden säilyvyysohjeet ja käyttöikämitoitus BY 32/1992
- betonityöohjeet RIL149 – 1995
- betonirakentamisen laatuohjeet BY 47/2000
- betonielementtien toleranssit Julkaisu
1.20/SBK
- paikalla valettujen betonirakenteiden toleranssit BY39/BY-
RTK/1995
- betonipinnat BY 40/1994.



2.3 Elementtipiirustusten läpikäynti

Työmaan on tutustuttava kaikkeen elementtisuunnitelmiin liittyviin piirustuksiin jo työn suunnitteluvaiheessa. Piirustukset kannattaa hankkia heti, kun suunnittelija on tehnyt ne. On syytä käydä jokainen elementtityyppi huolellisesti läpi ja miettiä, vaatiiko elementtityyppi erikoistoimenpiteitä. Jos jokin elementti on erikoinen tai se vaikuttaa erikoiselta, kannattaa heti ottaa yhteys elementtisuunnittelijaan. Näin voidaan ehkäistä ongelmia. Myös elementin valmistajan ohjeet on käytävä huolellisesti läpi.

Elementtiluettelo on luettelo, johon jokainen elementti on numeroitu. Elementtiluettelossa on myös jokaisen elementin paino, pituus, pinta-ala, paksuus ja tarvittaessa muita elementin erityispiirteitä.

Elementtikaavio on asennuksessa käytettävä piirustus, josta näkee elementtien paikat. Asentajat pystyvät sen perusteella asentamaan elementit (kuvat 1 ja 2).



BETONIELEMENTTI-
RAKENTAMISEN
LAADUNVARMISTUS

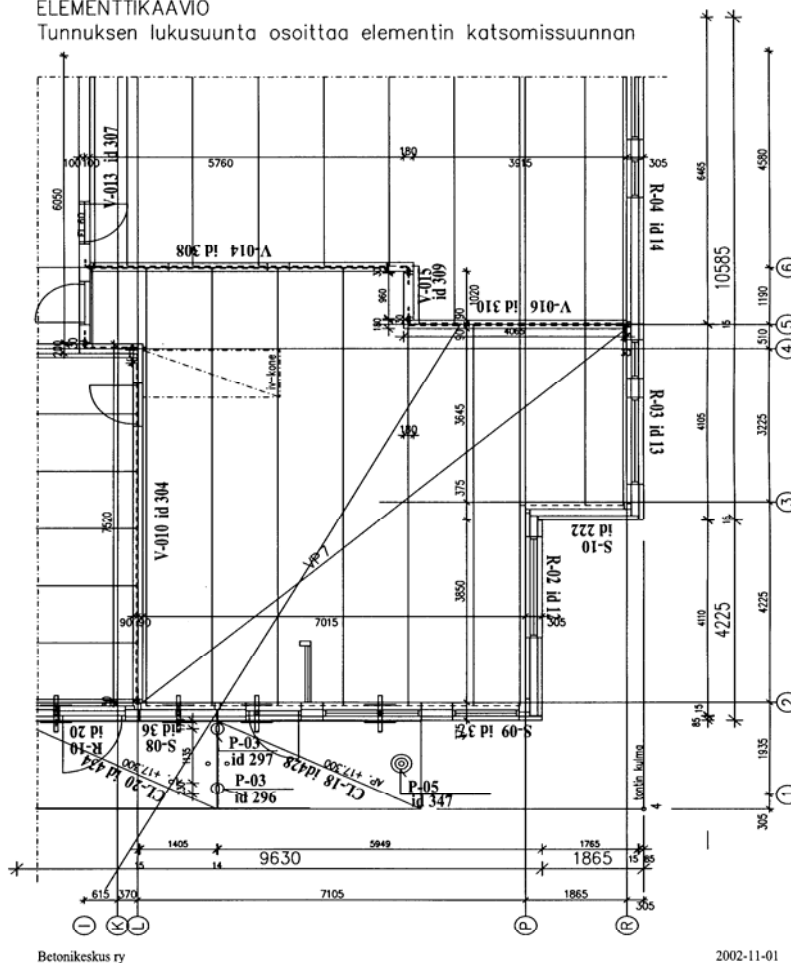
SUUNNITTELU
ASUNTOTUOTANTO

LO-06-01-S-A

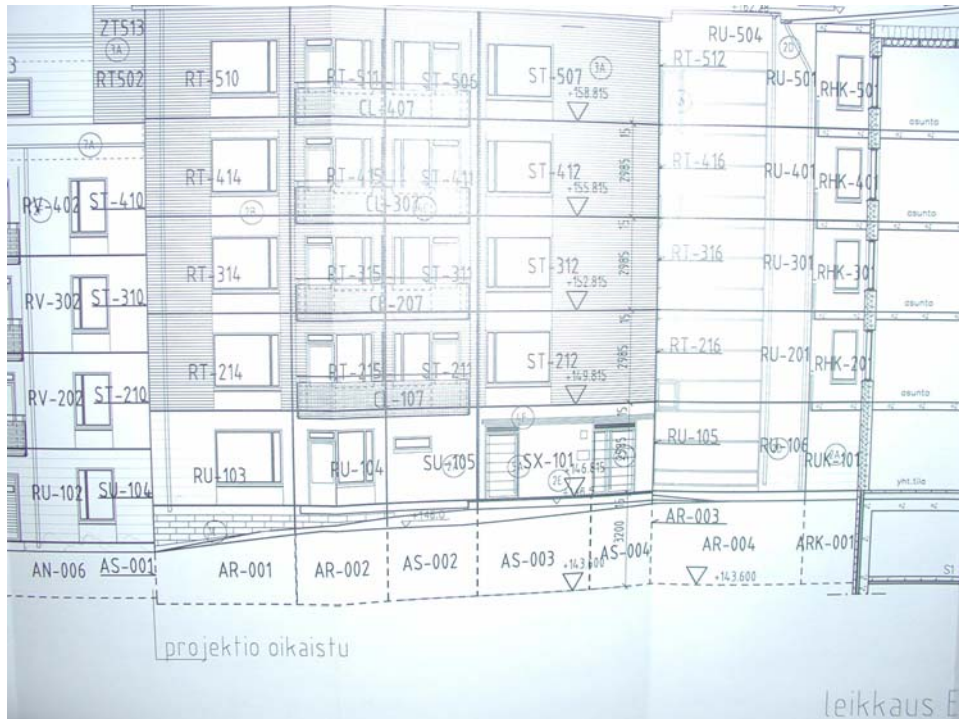
1 (1)

ELEMENTTIKAAVIO

Tunnuksen lukusuunta osoittaa elementin katsomissuunnan



Kuva 1. Ontelolaattojen asennuskaavio. /12/



Kuva 2. NCC:n Tampereen alueen Pirkka 2:n julkisivuelementtikaavion osa.

Rakennuksen monimuotoisuus on myös huomioitava alussa. Mitä monimutkaisempi ja poikkeava talo on, sitä suuremmalla todennäköisyydellä siinä tulee ilmenemään ongelmia rakentamisessa. Monimutkaisuuden määräävät yleensä elementtityyppien määrä ja elementtien koko.

Elementtien koko ja paino ovat asennuksen suunnittelussa olennainen asia. Kun elementtipiirustuksista selviää, että jokin elementti painaa enemmän kuin nosturilla pystyy nostamaan, täytyy suunnitella, miten elementti saadaan paikoilleen. Yksi vaihtoehto on, että otetaan yhteyttä elementtisuunnittelijaan, pystyisikö elementin katkaisemaan kahteen osaan. Tätä vaihtoehtoa käytetään kuitenkin harvoin, koska vaikka elementin rakenteellisesti pystyisi katkaisemaan kahteen osaan, se kuitenkin vaikuttaa arkkitehtuuriin yhdellä lisäsaumalla. Elementtien katkaisu käytännössä pitäisi tietää jo suunnitteluvaiheessa, koska lisäsauma aiheuttaa myös muita muutoksia.



Sellaiset elementit, joiden paino ylittää nosturin nostokapasiteetin, täytyy nostaa kahdella nosturilla, joista toinen on yleensä työmaalla oleva torninosturi ja toinen työmaalle tuleva autonosturi. Nosto on yleensä helpommin toteutettavissa silloin, kun tilaa toiselle nosturille on riittävästi. Jos toista autonosturia joutuu käyttämään, kannattaa miettiä, kuinka suuri nosturi tarvitaan toiseksi nosturiksi, koska liian suuri autonosturi tuottaa työmaalle ylimääräisiä kuluja.

2.4 Reikä ja varauspiirustukset

Reikä ja varauspiirustuksista näkee, kuinka rakennuksen välipohjiin tulee reikiä ja varauksia. Nämä piirustukset on hyvä käydä läpi ja miettiä, mitä ne vaikuttavat elementtien asennukseen, samalla varmistutaan siitä, että piirustukset eivät ole ristiriidassa muiden piirustusten kanssa. Jos reikä tai varaus puuttuu, se joudutaan tekemään työmaalla, mikä aiheuttaa lisätyötä. Tällaisessa tapauksessa kustannuksista on sovittava elementtisuunnittelijan kanssa, eikä työmaalle tule lisäkustannuksia.

Reikä- ja risteilypalaveria on pidettävä jo hyvissä ajoin LVI-urakoitsijoiden kanssa ja työn edetessä. Kohteissa, joissa käytetään elpo-hormeja, työ etenee helpommin. Tilantarve on kuitenkin selvitettävä.

2.5 Asennusjärjestys

Asuinrakennuksissa, joissa on kantavat seinät-järjestelmä, järjestys on melkein aina seuraava: päätyseinät, sisäseinät, laatat, ulkoseinät ja portaat. /9/

Asennusjärjestys on pääpiirteittäin esitetty asennussuunnitelmassa, mutta jokaisessa kerroksessa järjestys on mietittävä erikseen. Ulkoseinäelementit asennetaan aina perätysten niin, että missään vaiheessa elementtiä ei tarvitse asentaa kahden jo asennetun elementin väliin. Asennusjärjestys on ilmoitettava tehtaalte noin viikkoa ennen kuin elementtejä aloitetaan lastaamaan autoihin. Kannattaa kuitenkin varautua



siihen, että elementit eivät ole aina siinä järjestyksessä kuin asennusjärjestys on ilmoitettu, koska painojen takia elementtien paikkoja on jouduttu muuttamaan. Tämä asia kannattaa sopia elementtitoimittajan kanssa niin, että hän ilmoittaa työmaalle järjestyksen muutoksesta.

Sisäseinäelementeillä asennusjärjestys tulisi olla myös sellainen, että seinäelementit asennettaisiin loogisessa järjestyksessä niin, että asentajien ei jatkuvasti tarvitsisi siirtyä asennuspaikasta toiseen. Asennusjärjestys ei ole kuitenkaan sisäseinillä niin kriittinen kuin ulkoseinäelementeillä. Väliseinäelementit on kuitenkin asennettava niin, että elementtiä ei tarvitse asentaa kahden elementin väliin. Asennusjärjestyksen muutos ei ole niin kriittinen kuin ulkoseinäasennuksessa.



ELEMENTTIASENNUSJÄRJESTYS

Työmaa: As Oy Pyhällönhovi
Jänislahdenkatu 11
33410 Tampere

Yhteyshenkilöt: Keijo Rämö 050-593 6184
Petri Kulmala 050-3221 403

Asennusjärjestys	Kerros	Elementin tunnus	Toim.pvm.	Klo.	Elem. paino	Huom.
1	JL	R 13	Kc 20/10-04	7.15	4,84 tn	
2		R 9			5,18	
3		S 5			3,66	
4		R 6			6,49	
5		S 3			6,79	
6		S 2			3,58	
7		R 4			6,72	
8		S 6			6,84	
9		R 12	Kc 20/10	11.30	3,66	44,1 tn
10		R 11			2,67	
11		R 10			4,58	
12		S 13			7,48	
13		S 19			6,16	
14		S 24			5,71	
15		S 18			3,74	
		M 11			2,42	
		M 9			2,42	
		M 7	To 21/10	7.15	2,42	38,84 tn
		M 5			2,42	
		M 2			2,42	
		P 2	5 ka/		2,09	
		L 1			4,2	
		L 2			4,9	
		L 3			3,9	
		CL 3			5,1	
		CL 3			5,1	
		CL 2			6,5	
		CL 1			5,1	
						44,15 tn

Kuva 3. Työnjohtajan laatima elementtiasennusjärjestyskaavake.

2.6 Elementtitoimitusten valmistelu

Elementtien valmistajille lähetetään asennusaikataulu, jolloin he tietävät, mihin tahtiin elementtejä on lähetettävä. Elementtitehtaalte kannattaa olla aina vähän väliä yhteydessä ja varmistaa, että toimitukset ovat ajallaan. Koska elementtikuljetusten myöhästymisestä



aiheutuu aina kuluja työmaalle, kannattaa elementtitehtaan kanssa tehdä sopimus siitä, että jos kuljetukset myöhästyvät, elementtitehdas joutuu korvaamaan myöhästymisen aiheuttamat ongelmat /3/. Samoin pitää varmistua, että elementtitehtaalla on oikeat piirustukset, jos rakenteisiin on tullut muutoksia. Elementtitoimittajaksi kannattaa valita sellainen, jolta toimitukset onnistuvat ajallaan. Halvasta hinnasta ei ole hyötyä, jos elementit ovat jatkuvasti myöhässä /3/. Puhelimen ahkera käyttö elementtitoimitusten valmistelussa voi pelastaa työmaan monelta ongelmalta.

Täytyy myös varautua siihen, että elementtisuunnittelija voi vaihtua kesken elementtiasennuksen, jolloin on syytä pitää ylimääräinen palaveri suunnittelijan kanssa, koska jokaisella suunnittelijalla on oma piirustustyylinsä. Yhteydenpito elementtisuunnittelijaan on myös hyödyllistä. On hyvä varmistaa elementtisuunnittelijalta, että hän on varmasti toimitannut tarpeelliset ja oikeat piirustukset työmaalle.

2.7 Asennusaikataulu

Elementtien asennusjärjestyksen määrää asennusaikataulu /3/. Asennusaikataulun kannattaa tehdä sellaiseksi, että sitä pystyy käytettävissä olevalla työryhmällä käyttämään. Työryhmä on yleensä sellainen, että se on tehnyt elementtiasennuksia ennenkin, jolloin tiedetään, mikä on sen työnopeus. Työryhmä ei välttämättä ole asennusaikataulun määräävin tekijä, vaan elementtitoimitus. Asennus etenee yhdessä elementtitoimituksen kanssa, joka ainakin kiireisimpänä aikana on määräävin. Ei siis kannata tehdä asennusaikataulua liian kireäksi, vaan ennemmin vähän löysäksi. Täytyy kuitenkin varoa tekemästä aikataulua liian löysäksi, jolloin asentajille täytyisi olla varatyö. Asennusaikataulua tehdessä kannattaa varmistua siitä, että elementtejä pystytään valmistamaan ja toimittamaan työmaalle haluttuna aikana. Asennusaikataulu lähetetään tehtaalle, jolloin he pystyvät ennakoimaan tilannetta ja tiedottamaan työmaalle, jos tulee myöhästymisiä.



Elementtitoimitusten myöhästyminen on kiireisimpinä aikoina mahdollista. Elementtitoimittajaksi, kuten edellä on mainittu, kannattaisi valita sellainen, jolta myös kuljetukset onnistuvat. Myöhästymisen syy on välittömästi selvitettävä elementtitoimittajalta, jotta välttyttäisiin tulevaisuudessa myöhästymisiltä /3/. Elementtitoimittajan vaihto kesken rungon asennuksen ei ole suotavaa, koska monen käytännön asian järjestely veisi liikaa aikaa. Samanlaiset ongelmat voivat jatkua myös uuden toimittajan kanssa /3/. Reklamointi on käsitelty kohdassa 4.5.

2.8 Elementtiasennuksen vaikutus työmaasuunnitelmaan

Työmaasuunnitelmaan täytyy varata elementtien varastointia varten sopiva paikka, vaikka yleensä työmaavarastointi tulisi minimoida. Varastointipaikka täytyy olla sellaisessa paikassa, että elementit voidaan helposti lastata sinne. Koska elementit ovat painavia, täytyy varastointipaikan kantavuuden olla sellainen, että se ei aiheuta vaaratilanteita. Väliavarastointipaikka on oltava lähellä elementtien lopullista asennuspaikkaa /2/.

Työmaasuunnitelmassa keskeisin on nosturin paikka, jonka on oltava sellaisessa paikassa, että sen nostokyky riittää elementtien nostoihin. On varmistuttava siitä, kuinka kauas mitään elementtiä voi nostaa. Nostokyky täytyy merkitä työmaasuunnitelmaan.

Elementit kuljetetaan työmaalle rekoilla. Tämä edellyttää, että kulkutiet ovat tarpeeksi leveät, jotta rekat mahtuvat tulemaan. Myös kulkuteiden toimivuus on suunniteltava niin, että rekkojen on käytännössä helppo ajaa lastauspaikalle ja sieltä pois. Rakennustyömaan liikennejärjestelyt on suunniteltava sellaisiksi, että siellä olisi läpiajomahdollisuus /3/. Suunnittelussa on myös muistettava, että työmaalle voi tulla samaan aikaan myös muita autoja, jolloin liikenteen on myös sujuttava. Tiepohjien on oltava sellaiset, että ne pysyvät kohtalaisessa kunnossa kovassakin käytössä. Työmaan tiestön on kestävä 60 tonnin painoiset rekat.



2.9 Töiden yhteensovittaminen

Osa LVIS-töistä etenee asennuksen kanssa samassa aikataulussa. On varmistuttava siitä, että LVIS-työt pääsevät etenemään elementtiasennuksen kanssa. Yhteydenpito tapahtuu työmaalla urakoitsijoiden välisissä palavereissa. Jatkuva yhteydenpito aliurakoitsijoihin on suotavaa.

Työn edetessä on varmistuttava, että eri urakoitsijoiden välillä työt etenevät ongelmitta. Kenenkään työ ei saa olla toisen työn esteenä. Elementtiasennus vaatii koko ajan nosturin käyttöä, jolloin muut eivät voi sitä käyttää.

3 TYÖNAIKAINEN ASENNUKSEN VALMISTELUVAIHE

Juuri ennen elementtiasennusta työnjohdon ja työntekijöiden on valmistauduttava asennukseen. Tietyt työvaiheet tulee olla tehtynä ja työ valmisteltu niin, että asennuksen aikana ei tule turhia työn keskeytyksiä. Hyvin tehdyt valmistelut takaavat moitteettoman työn tuloksen.

3.1 Aloituspalaveri

Aloituspalaverissa käsitellään kaikki työhön ja työn etenemiseen liittyvät asiat. Aloituspalaverissa ovat mukana nokkamies, työnjohtaja, työmaamestari ja asentajat. Mitä tarkemmin työhön liittyvät asiat käsitellään, sitä helpommin työn kulku tulee onnistumaan. Seuraavassa on esitetty Hannu Järvisen pitämän kurssin Työmaan tuotantotekniikka esitetyt asiat, joita aloituspalaverissa kannattaa käydä läpi:



- aikataulu ja työjärjestys
- liittyvät työt ja ongelmat
- suunnitelmat ja laatuvaatimukset
- laadunvarmistus
- materiaalit.

Aloituspalaveriin olisi hyvä saada osallistumaan myös elementtisuunnittelija, joka osaisi kertoa jo etukäteen sellaiset paikat, jotka poikkeavat normaalista. Tällöin myös asentajilla olisi mahdollisuus tiedustella elementtisuunnittelijalta haluttuja asioita./16/

3.2 Aloituskatselmus ja elementtitoimituksen vastaanottotarkastus

Ennen asennustyön aloittamista pidetään työmaalla tarvittaessa aloituskatselmus (kts. liite 1) tilaajan ja urakoitsijan välillä. Tilaisuudessa todetaan työmaan tilanne. Tilaisuudessa käydään läpi asennussuunnitelma ja asennustyön laatuvaatimukset sekä sovitaan aikataulu ja aloituksen tarkka ajankohta. /12/

Elementtien vastaanottotarkastus on pidettävä välittömästi, kun elementtitoimitus on kokonaisuudessaan tapahtunut. Vastaanottotarkastuksessa todetaan, onko elementtitoimitus toteutunut sovitulla tavalla /12/.

3.3 Kalusto

Kaluston valinnalla elementin nostoihin on suuri vaikutus taloudellisesti. Nostokalusto on valittava sellaiseksi, että sillä pystyy nostamaan elementit vaivattomasti. Työmailla on aina erityispiirteitä, jotka täytyy huomioida asentamisessa. Myös työturvallisuus on otettava huomioon. Työnjohdon on nokkamiehen kanssa varmistuttava siitä, että työmaalla on kaikki tarpeelliset työvälineet.



Elementtien nostot tapahtuvat nosturilla. Elementtien painolla, on suurin merkitys nostolaitteen valinnassa. Torninosturi on yleensä ratkaisu elementtien nostoihin. Jos työmaa on luonteeltaan sellainen, että torninosturia ei tarvita koko aikaa, ja elementtiasennus onnistuisi myös autonosturista, voi autonosturi olla edullisempi vaihtoehto. Se riittää yleensä 1-3-kerroksisten talojen asennukseen. Tällöin säästyttäisiin kokonaan torninosturin asennus-, vuokraus ja purkaukustannuksilta. Tällainen tapaus täytyy kuitenkin aina miettiä tarkasti, koska autonosturin vuokra on myös kallista, jos sitä joutuu jatkuvasti vuokraamaan työmaalle muiden nostojen vuoksi. Asuinkerrostaloissa torninosturi on parempi, koska samassa kohteessa rakennetaan ja asennetaan kauan, ja elementit ovat yleensä myös kevyitä /9/.

Työmaalla täytyy olla riittävästi tilaa autonosturille, koska se joutuu vaihtamaan asennuksen aikana paikkaa. Autonosturia käytetään yleensä teollisuus- ja liikerakennusten rungoissa, koska niiden asennusaika on lyhyt ja torninosturin purku- ja asennuskustannukset tulevat suuriksi asennuspäiviä kohden. /9/

Jokaisella elementtiasennustyömaalla tarvitaan nosturin lisäksi nostoapulaitteita. Ne on tarkistettava aina ennen elementtiasennusta, että työmaalta löytyy tarvittava kalusto. Työturvallisuutta on käsitelty kohdassa 5.

Elementtiasennukseen tarvittavat nosturin apulaitteet: /10/

- betonisaumauksen pumppukalusto
- köydet
- nostokoukut
- nostoraksit
- kuormaverkot
- nostosakset
- nostoastiat
- nostolavat
- nostohaarukat
- nostopalkki.



Pelkkä elementin paikalleen nosto ei asennuksessa riitä, vaan elementin asennukseen kuuluu erilaisia työkaluja ja tarvikkeita. Työkalut täytyy olla hankittu työmaalle ja olla varmistuttu niiden kunnosta. Työkaluista ja tarvikkeista on hyvä tehdä luettelo ja käydä se läpi nokkamiehen kanssa, jolloin varmistutaan, että työmaalla on kaikki tarpeellinen.

Elementtiasentajat tarvitsevat asentamisessa seuraavia työkaluja: /10/

- asennuskanki
- porakone
- räikkä
- vatupassi
- luotilanka
- leka
- pieni moukari
- linjalauta
- vaaituskone
- takymetri
- mittanauha.

Lisäksi asentajilla täytyy olla seuraavat tarvikkeet: /10/

- naulat
- kiila-ankkurit
- vemot
- muottilukot
- ruuvipuristimet
- korokepalat



Asennuksessa tarvitaan myös telineitä, koska kaikkia asennuksen töitä ei pystytä lattiatasosta tekemään. Työturvallisuutta on käsitelty kohdassa 5.

Työtasoina käytettävät telineet: /10/

- työpukit
- siirrettävät telineet
- lavat
- kiinteät telineet

3.4 Välivarastointi

Työmaalla pääsääntöisesti elementit asennetaan suoraan kuorma-autoista. Julkisivuelementit on paras asentaa suoraan autosta, koska liiallinen nostelu voi vahingoittaa julkisivuja. Myös ontelolaatat asennetaan pääsääntöisesti suoraan kuorma-autosta /16/. Kuorma-autoissa voi olla sellaisia elementtejä mukana, joita ei asenneta sillä kerralla, vaan ne on laitettu kuormaan, jotta ei tarvitse ajaa vajailla kuormilla. Tällöin elementeille täytyy olla välivarastointipaikka. Seinäelementtien välivarastointipaikkana käytetään vakkia, jonka alle on asennettava tukevat lankut (kuva 4). Kantavuus täytyy aina varmistaa. Ontelolaattoja voidaan varastoida kuljetuslaatoissa irrotettavissa pukeissa, mutta ne yleensä asennetaan suoraan autosta.

/2/



Kuva 4. Seinäelementtien välivarastointipaikkana käytetään vakkia.

Asennettaessa paljon pieniä seinäelementtejä kannattaa seinäelementit välivarastoida työmaalle, koska elementtien asennuksessa kuluu niin paljon aikaa, että auton odotuttaminen koko asennuksen ajan aiheuttaa lisäkustannuksia /16/. Tämä aiheuttaa lisätyötä, mutta on edullisempi vaihtoehto/16/. Koska edellä mainittu menetelmä aiheuttaa lisätyön, on se sovitettava aina tapauskohtaisesti nokkamiehen kanssa. Ylimääräinen työ ei välttämättä ole rakennusmiesten mieleen.

Varastointipaikan on oltava sellainen, että sieltä pystytään elementit siirtämään vaivattomasti asennuspaikalle. Elementit on tarvittaessa suojattava, jos varastointi aika on pitkä. Varastoitaessa elementtejä on sovitettava, kenellä on vastuu. Elementit on varastoitava asennusjärjestyksen mukaan.

3.5 Tukien kiinnitys

Tukien kiinnitysajankohdat poikkeavat hieman eri työmailla. Joillakin työmailla tukien kiinnitys välipohjaan tapahtuu asennuksen aikana (kuva 5), kun taas joillakin työmailla tukien alapää on kiinnitetty välipohjaan ennen asennusta /17/. Edellisessä tapauksessa asentajat eivät asenna itse alapäätä, vaan tämä on tehty ennen varsinaista asennusta /17/. Varsinaisessa asennuksessa asentajille jää vain yläpäähän kiinnittäminen, mikä nopeuttaa itse asennusta. Jälkimmäisessä tapauksessa on siis yksi ylimääräinen työvaihe. On vaikea sanoa, kumpi menetelmä on parempi, koska asentajat ovat tottuneet kumpaankin menetelmään. Jälkimmäinen menetelmä on ehkä kuitenkin hieman nopeampi.



Kuva 5. Elementtituen yläpäähän kiinnitys.

Tuen kiinnitys välipohjaan tapahtuu kiila-ankkureilla. Tuki säädetään oikeaan mittaan, ettei sitä enää asennuksessa tarvitse muuttaa. Tuen kiinnitys on vielä lopuksi tarkistettava. Elementti on tuettava aina vähintään kahdella tuella /5/. Tuen kiinnityspaikka täytyy olla ontelolaatan elementin kangaksen kohdalla, koska ontelon kohta ei kestä, eikä kiila-ankkuri kiristy tarpeeksi reiän kohdalla.



Ennen tukien kiinnitystä on tarkasteltava, kuinka lujaa betoni on. Jos seinäelementtiasennus tapahtuu liian ”tuoreeseen betoniin” on vaarana, että tukien kiinnitys pettää. Tällaista voi tapahtua varsinkin kovilla syysmyrskyillä /16/. Paikallavalussa välipohjan kovuus riippuu betonin laadusta, sääolosuhteista ja siitä, kuinka kauan on kulunut välipohjan betonoinnista. Lyhyissä ontelolaatastoissa täytyy varmistua, että juotokset ovat kovettuneet. Muuten ne eivät kestä tuelta tulevaa kuormaa, vaan irtoavat.

3.6 Materiaalin nostaminen elementtiasennuksen yhteydessä

Runkovaiheen aikana kerrokseen nostetaan tavaraa aina kerroksen valmistuttua. Materiaalin tilaaminen työmaalle täytyy hoitaa hyvissä ajoin, koska esim. ikkunoiden kantaminen kerrokseen on vaikeaa, jos ne eivät ole tulleet ajoissa (kuva 6) Tavarankäytön täytyy varastoida huolellisesti oikeaan paikkaan kerroksissa. Materiaalin tilaukset on tultava oikea-aikaisesti, koska jos tavaraa ei saakaan heti nostettua kerrokseen, sen välivarastointi työmaalle on ongelmallista. Niitä voidaan varastaa ja tilan puute on usein suuri.



Kuva 6. Rungon valmistusvaiheessa ikkunat nostetaan kerroksiin.

4 LAATUVAATIMUKSET

Seuraavassa käsitellään tavallisimpia asennusvirheitä ja työnaikaisia virheitä, joita ilmenee elementtiasennuksessa. Tähän kappaleeseen ei ole mainittu kaikkia toleransseihin liittyviä virheitä. Näitä virheitä ei välttämättä tapahdu kaikilla elementtitoimittajilla, mutta nämä virheet on hyvä huomioida elementtiä asennettaessa ja vastaanotettaessa.



Seuraavassa on esitetty kirjasta Rakennustöiden laatu rakentamistoleransseja.

Taulukko 1. Esijännitetyjen ontelolaattojen rakentamistoleranssit, mm.

mittauksen kohde	normaali luokka
• sivusijainti	±20
• sauman leveys	+15...-5
• sauman hammastus alapinnassa	
- tuella	5
- keskellä	8 tai L/1000
• korkeusasema tuella	±15
• tukipituus	-25
• yläpinnan poikkeama vaakasuorasta tai nimelliskaltevuudesta 2 m mittauspituudella	±15

Taulukko 2 Seinien rakentamistoleranssit

mittauksen kohde	Normaali luokka	erikoisluokka
• sivusijainti	±15	±10
• sivusijainti ylä- tai alapuolisesta seinästä	±10	±5
• vapaa väli	±15	±10
• sauman leveys		
- sandwich	±8	±5
- väliseinä	±10	-
• hammastus, kaikissa suunnissa	8	5
• yläreunan korkeusasema	±10	±5
• Poikkeama pystysuorasta	h/600	h/600

4.1 Tyypillisimmät työvirheet

Tukien liian aikainen poisto aiheuttaa seinälinjojen suoruuksiin kiertymiä. Elementtiasennusjärjestys voi olla suunniteltu väärin. Saumaustyö on ollut puutteellinen, jolloin saumat ovat jääneet vajaiksi, ja niillä on saattanut tapahtua puutteellinen jälkihoito. Lämpöeristettä asennettaessa eriste on voinut jäädä väärin



elementin väliin, jolloin elementtien väliin on muodostunut kylmäsilta. Puutteellinen suojaus ja jälkihoito aiheuttaa työvirheitä. Talvella pakkassuojaus jäänyt puutteelliseksi, jolloin betonin lujuuden kehitys on jäänyt heikoksi. Vaikka elementtien suoruus tarkistetaan moneen kertaan, silti syntyy mitta- ja linjapoikkeamia. Sähköputkistoihin on päässyt betonia, jolloin ne ovat tukkeutuneet. S-pistekolojen (sidontapistekolat) varaukset on joissakin kohteissa tehty huonosti, jolloin pinta on tullut huonon näköiseksi. Valunaikaiset purseet on myös voitu poistaa huolimattomasti. /10/

Ontelolaatan asennuksessa voi tapahtua erialaisia virheitä asentajista riippuen. Tärkein vältettävä virhe on kuitenkin liian lyhyt tukipinta. Tukipinnan pituus riippuu ontelolaatan korkeudesta, ja se on aina tarkistettava rakennesuunnitelmista. Jos ensimmäiset ontelolaatat asennetaan vinoon seinälinjaan verrattuna, on vaarana, että vinouden määrä kasvaa, kun asennetaan saman linjaston viimeisiä laattoja.

4.2 Suunnittelussa ilmenevät virheet

Osa virheistä on saattanut tapahtua jo suunnittelutoimistossa. Elementtien mitoitus on epäonnistunut liittymien mitoituksessa tai elementtien koko on väärä. Suunnitteluvaiheessa on saattanut unohtua LVIS-putket. Myös tärkeitä yksityiskohtia on saattanut jäädä huomioimatta, mikä aiheuttaa ylimääräisiä puheluja, työn keskeytymisen, kustannuksia ja aikatauluviiveitä /10/.

4.3 Materiaalista johtuvat virheet

Elementeissä olevat virheet ovat syntyneet jo tehtaalla. On luonnollista, että elementtien valmistuksessa tapahtuu virheitä, ainakin kiireellisempänä aikana. Virheiden ja puutteiden määrä riippuu paljon elementin valmistajasta. Elementtien valmistuksessa tapahtuu myös inhimillisiä virheitä, kuten tunnuksat ovat väärä.

Nostolenkkien kolot voivat olla pieniä, jolloin elementtejä joudutaan piikkaamaan, jotta kourut saadaan laitettua lenkkeihin. Asennusvaiheessa tämä aiheuttaa asennuksen



hidastumista, ja auto joutuu odottamaan ylimääräistä aikaa /7/. Tällainen virhe ei yleensä pääse toistumaan monta kertaa, kun ensimmäisen kerran virheestä on reklamoitu.

Joistakin elementeistä voi puuttua vemoja, mikä aiheuttaa lisätyötä työmaalla, tai vemot ovat liian syvällä elementissä, jolloin tukien kiinnitys on ongelmallista. Vemojen tulpat ovat voineet jäädä aukaisematta. /19/

Elementtien raudoitukset saattavat olla asennettu väärään paikkaan elementtiin. Raudoituksen väärä sijainti aiheuttaa ongelmia tulevissa työvaiheissa. Esim. S-pistekolojen (sidontapistekolot) raudat saattavat olla liian ylhäällä.

Jos ulkoseinäelementtiä on paikattu tehtaalla, paikkausjäljet ovat voineet jäädä rumasti näkyviin. Tällaiset ovat pahimpia virheitä ulkoseinäelementeissä, koska ne jäävät näkyviin valmiiseen pintaan ja niiden jälkikorjaaminen on vaikeaa. Elementissä saattaa olla jo työmaalle tultaessa halkeamia. Värieroja voi myös ilmetä eri elementtien välillä.

Ontelolaatoissa saattaa olla halkeamia, ja pituus voi olla lyhyempi kuin mitä sen pitäisi olla. Alkukäyryydet myös vaihtelevat enemmän kuin toleranssit määräävät, jolloin laataston korot vaihtelevat suuresti.

4.4 Saumaustyön laadunvarmistus

Saumaustyöstä on Suomen betoninormien mukaan pidettävä betonipöytäkirjaa. Jos aikaa jää, olisi hyvä tehdä saumaustyöstä suunnitelma, missä on määritelty työn vaatimukset, vastuhenkilö ja käytettävät menetelmät. Saumaustyön onnistumisen lähtökohtina pidetään oikeaa saumausmassan valintaa ja oikeaa käsittelyä työmaalla. Viimeinen laadunvarmistus tapahtuu työmaalla, jossa on varmistuttava, että kuormakirjan tiedot ovat oikeat. Silmämääräisesti on katsottava massan notkeus ja massan erottuminen. Huolellinen saumaustyö säästää seuraavissa työvaiheissa. /1/



4.5 Reklamointi ja sisäinen palaute

Elementtitoimitusten myöhästymisestä ja elementtien laadusta on välittömästi reklamoitava tehtaalle. Elementit on tarkastettava ja merkittävät mahdolliset puutteet. Tiedotus on tehtävä välittömästi.

4.6 Sisäinen palaute

Elementtiasennuksen jälkeen annetaan sisäinen palaute NCC tiedostoihin. (kts liite 5). Tähän palautteeseen kootaan mm. kaikki sellainen, mikä on aiheuttanut ongelmia elementtiasennuksen yhteydessä, kuten virheet elementeissä, elementtitoimituksissa ja asennusvirheet. Tiedostoon kerätään neuvoja ja ohjeita työskennellessä havaituista ongelmista ja niiden ratkaisuksista. Tiedosto on hyvä käydä ennen asennustyön aloittamista, jolloin tiettyihin ongelmiin osaa varautua.

5 TYÖTURVALLISUUS

Tässä kappaleessa käsitellään elementtiasennusta työturvallisuuden näkökulmasta. Tähän ei ole koottu kaikkia säädöksiä ja määräyksiä, jotka vaikuttavat elementtiasennukseen. Tähän on koottu sellaiset asiat, jotka ovat työmaan kannalta oleellisia. Työnjohtajan on kuitenkin tiedettävä kaikki määräykset, jotka vaikuttavat elementtiasennukseen.

5.1 Työturvallisuusmääräykset

Elementtiasennus on työtä, jossa ei yleensä pieniä vahinkoja tapahdu, vaan yleensä kun jotain tapahtuu, se on suurempi vahinko. Elementin kaatuminen asennuspaikalla asentajan päälle johtaa pahimmassa tapauksessa kuolemaan ja lievemmissäkin tapauksessa ruumiinosa musertuu. Talvella lumi ja jää holvilla aiheuttavat kaatumisia.



Holvilla on yleensä rakenneteräksiä pystyssä, joiden päälle kaatuminen aiheuttaa tapaturmia. Elementtiasennusonnettomuuksia ei tapahtuisi, jos työturvallisuusmääräyksiä noudatettaisiin huolellisemmin. Toki vahinkoja sattuu aina, vaikka työn tekisi määräysten mukaan.

Ennen elementtien nostamista ja siirtämistä on elementtien kunto todettava asianmukaiseksi ja elementtikuorman purkamisessa on käytettävä elementtien valmistajan ohjeita. Nostoja ei saa tehdä työntekijöiden yli. Elementtejä nostettaessa ajoneuvon vakavuus ei saa missään vaiheessa vaarantua. Varastoitaessa elementtejä, ne on tuettava niin, että niillä ei ole mahdollisuus kaatua tai liukua. Yksittäisessä elementissä on oltava tarpeelliset tiedot valmistajasta. Siitä on myös löydettävä merkinnät elementin painosta ja nostamisesta. Sellaista elementtiä, jota ei ole merkitty, ei saa nostaa, siirtää eikä asentaa ilman luotettavaa selvitystä. /6/

Työturvallisuusmääräykset muuttuvat jatkuvasti, joten on syytä tarkastaa, että työmaalla on viimeisin päivitetty versio työturvallisuusmääräyksistä.

Putoamissuojaus

Työmaan on huolehdittava, että työmaalla on käytössä putoamissuojaussuunnitelma, jossa on esitetty käytännön ratkaisut, joilla toteutetaan käytännön ratkaisut työtasoille, kulkuteille ja rakentamisen yhteydessä syntyville aukoille. Jos elementtiasennuksen yhteydessä ei ole mahdollista asentaa turvakaiteita, täytyy putoamissuojaus estää henkilönsuojaimilla. Käytännössä henkilönsuojaimina käytetään turvavaljaita ja-vöitä. Näiden käyttö on suunniteltava niin, että käytännössä niiden käyttö onnistuu. Asennustyön jälkeen putoamissuojaus on välittömästi asennettava paikoilleen. /6/



Nosto ja asennustyö

Elementti nostetaan ja asennetaan asennussuunnitelman ja valmistajan ohjeen mukaan. Jos asennus joudutaan tekemään eri tavalla kuin alun perin on suunniteltu, täytyy muutoksen vaikutus asennuksen työturvallisuuteen arvioida uudelleen. Muutokset on merkittävä suunnitelmiin. Jos elementin nostotyö on vaikeasti toteutettava, täytyy sille erikseen tehdä nostosuunnitelma. Nostossa käytettävissä nosto- ja siirtoapuvälineissä täytyy olla tarvittavat tarkastusmerkinnät, ja niiden on oltava asianmukaisessa kunnossa. Nosturin kuljettajalla on oltava esteetön näköyhteys asennuskohteeseen ja elementtivarastoon. Yhteydenpitoa asentajien ja nosturin välillä tapahtuu käsimerkeillä tai radiopuhelimilla. Merkinantaja asennuspaikalla on nimettävä erikseen ja hänen on osattava hyväksytyt merkinannot. Asennustyön aikana on varmistuttava, että asennuspaikan alapuolella ei ole ketään. Tarvittaessa on järjestettävä vartiointi. Asennuspaikan täytyy olla siisti. Siellä ei saa olla työturvallisuutta vaarantavia rakennusjätteitä tai rakennustarvikkeita. Elementtiä nostettaessa on elementin liiallinen heiluminen ja töytäisy muihin rakennusosiin estettävä tarvittaessa köysin. /6/

Elementin tuenta ja kiinnitys

Ennen asennusta on varmistuttava, että elementtiä kantavien rakenteiden kunto, tukipinnat, elementtien kiinnitysosat ovat sellaiset, että niihin voidaan elementti asentaa. Ennen elementin asentamista elementti on tarkastettava silmämääräisesti elementtisuunnittelijan tai valmistajan antamien ohjeiden mukaan. Elementtien nostolenkit ovat tärkein tarkastettava kohde. Elementtiasennuksessa elementtien lopullinen kiinnitys tulisi tehdä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. /6/

Lisämääräys betonielementtirakentamisen turvallisuudesta

Betonin ominaisuuksista johtuen betonielementtiä ei saa nostaa tai asentaa ennen kuin se on saavuttanut vaadittavan lujuuden. Betonielementtitoimituksesta on selvittävä elementin valmistuspäivä.



Seuraavassa luettelossa on esitetty säännöstiedostosta: valtioneuvoston asetus elementtirakentamisen työturvallisuudesta esitetyt asiat, mitkä vähintään täytyy ottaa huomioon asennussuunnitelmassa:

- liitosten rakennemateriaalit, kuten esimerkiksi teräslaatu, betonin luokka ja vastaavat tiedot;
- hitsausliitosten hitsaustavat
- ohjeet juotosmassan suojaamisesta sään haitallisilta vaikutuksilta, kuten esim. pakkaselta
- muut liitosten lujuuteen olennaisesti vaikuttavat tekijät.

Vähimmäistukipinnoista on selvittettävä seuraavat asiat:

- betonielementtitoimittajan ohjeet
- eri betonielementtityyppien väliaikaisen tuennan tarve ja toteutus, erityisesti epäkeskeisesti tuetut rakenteet
- vähimmäistukipinnat seinille, laatoille, pilareille ja palkeille sekä asennuspalojen koot ja sijainnit
- väliaikaistuentojen purkamisajankohta
- tukitankojen kiinnitys esimerkiksi alapään tuennassa maassa ja holveilla, sekä tukitangot leukapalkin kiertymän estossa.

5.2 Yleinen siisteys

Ennen varsinaista asennusta asennuspaikka on järjestettävä niin, että työskentely on mahdollisimman helppoa asennuspaikalla. Kaikki ylimääräinen on kuljetettava pois asennuspaikan luota ja varastoitava kerrokseen siten, että niistä ei ole haittaa. Holvilla on paljon sähkökoneita, minkä vuoksi siellä kulkee paljon sähköjohtoja. Johdot on vedettävä niin, että niistä on asennuksen mahdollisimman vähän haittaa. Työkohteen

siisteys ja järjestys on joskus mahdotontakin pitää järjestyksessä, koska materiaalia ja työkoneita on paljon (kuva 7).



Kuva 7. Työkohte ei aina pysy järjestyksessä.

5.3 Nostokaluston turvallisuus

Ennen asennusta on varmistuttava siitä, että vaaditut turvallisuustarkastukset on tehty nosturille ja nostoapulaitteille. Nosturille on tehtävä käyttöönottotarkastus ja määräaikaistarkastukset. Nosturin ja nostokaluston kuntoa on tarkistettava jatkuvasti asennuksen aikana.

Suurinta sallittua kuormaa ei saa ylittää elementtiä nostaessa ja vaurioituneita osia ei saa käyttää. Nostoraksien koukut on oltava lukittuvat. Kuormauskulma nostoraksissa ei saa ylittää. Nostopuomista on löydettävä enimmäispaino-merkintä. /4/



5.4 Yleiset työturvallisuusvirheet

Asennustyömailla toistuvat samat virheet työturvallisuuden osalta. Virheet olisi hyvä käydä läpi, jotta niitä pystyttäisiin ennakoimaan ja välttämään.

Seuraava luettelo on koottu NCC/Puolimatkan työnsuunnitteluohjeistosta:

- Kaiteet puuttuvat
- Jää ja lumi
- Aukot suojaamatta
- Ylimääräistä materiaalia mestoilla
- Riittämätön nostokalusto
- Huolimaton kuormien purkaminen
- Huolimaton välivarastointi
- Huono yleisjärjestys.

6 OLOSUHTEIDEN VAIKUTUS

Olosuhteet vaikuttavat elementtiasennukseen, niin kuin kaikkeen muuhunkin työntekoon. Suomessa ilmasto aiheuttaa työntekoon eniten muutoksia. Myös työmaan luonne vaikuttaa asennuksen suunnitteluun ja itse työntekoon.

6.1 Ilmaston vaikutus

Lumi, jää, kylmyys ja pimeys tekevät elementtiasennuksesta vaikean työvaiheen. Koska elementtiasennuksessa käsitellään betonia kylmissä olosuhteissa, aiheuttaa se erityistoimenpiteitä betonin kovettumisen varmistamiseksi. Myös itse työn teko kylmässä ja jäisessä ilmastossa tekee työstä haastavan. Synkimpään talviaikaan myös



päivät ovat pimeitä, jolloin on hoidettava valaistus työmaalle. Työn mukavuus ja teho laskee huomattavasti alaspäin kesän lämpöön verrattuna. Talvi kestää Etelä-Suomessa noin 7 kk ja Pohjois-Suomessa 8 kk. Kriittinen lämpötila on +5° C.

Suomessa talven kylmyys, myrskyt, vesi- ja lumisade voivat pysäyttää työt kokonaan jopa viikoiksi. Säähäiriöiden haitat ovat ehkäistävissä suunnittelemalla vaihtoehtoisjärjestelyt työmaalle. Työvaiheiden kestot ovat pidempiä talvella kuin kesällä. Sään vaikutusta elementtiasennuksen keston on vaikea arvioida, koska sääolosuhteiden vaikutukset työntekoon ovat yksilöllistä. Sääolosuhteita on ennakoitava etukäteen kuuntelemalla sääennusteita.

Talven tulon tuomat muutokset on huomioitava etukäteen viikkosuunnittelussa ja aikatauluissa. Talvi aiheuttaa työn keskeytyksiä keskimäärin muutaman työpäivän verran vuodessa. Mahdollisuuksien mukaan työntekijöille on järjestettävä varatyö, mutta se on elementtiasennuksen aikana hankalaa, koska lämpimiä töitä talvella rakennuksen ollessa elementtiasennus vaiheessa ei ole. Jos elementtiasennus osuu pahimpaan talviaikaan, on selvää, että muutama keskeytys tulee. Keskeytyksien tullessa on myös elementtitehtäälle ilmoitettava asennuksen viivästymisestä ja sovittava uudet kuljetuspäivät. On varauduttava myös lisäkustannuksiin, koska talvi aiheuttaa muutaman lisätyön ja materiaalit, joita käytetään talvisin, ja ne on kalliimpia, kuin pakkasbetoni.

Talvella työmaalle saapuessa elementit ovat usein jäässä ja lumessa. Elementit ovat voineet tulla pitkänkin matkan lumisessa ja jäisessä ilmastossa, jolloin ne on puhdistettava työmaalla. Jään sulatus tapahtuu parhaiten kaasun avulla, mutta se onnistuu myös paineilmalla tai kuumailmalla. Kaasuliekkiä ei kuitenkaan voi käyttää, jos elementteihin on asennettu sähköputkia ja eristeitä. Höyryn käyttö on taas hankalaa jäätymisvaaran vuoksi, ja se lisää rakenteisiin kosteutta /8/. Suurimpia jäitä voi poistaa myös harjalla tai petkeleellä, mutta silloin on varottava, että ei tee elementteihin jälkiä. Varsinkin ulkoseinäelementtien kanssa on oltava varovainen, että ei riko niiden pintaa /8/.



Asennettaessa ontelolaattoja on varmistuttava, että vesi on poistettu onteloista ja ettei niihin pääse kosteutta laatassa olevien reikien kautta. Vesi onteloissa aiheuttaa kellastumista seinissä ja tasoitteen irtoamista. Paras keino estää veden pääseminen onteloihin, on suojata ontelolaatat. Suojaus tapahtuu lämpöpeitoilla ja pressuilla. Suojat poistetaan saumauksen ajaksi ja asennetaan saumauksen jälkeen heti uudelleen. Suojat poistetaan ylempien kerroksien valmistuttua. /17/

Lumen poisto rakennuksen holvilta tekee yhden työvaiheen lisää talvella. Ensi lumeen saa varautua jo lokakuun lopusta alkaen riippuen syksystä ja paikkakunnasta. Lumimäärästä, alasta ja lumen poiston kiireellisyydestä riippuen, lumen poistoon on varattava tietty määrä työntekijöitä. Pääsääntönä on, että lumi poistetaan holveilta heti, ja jos sade on yhtämittaista, poistoja tehdään tietyin väliajoin. Poisto tapahtuu kolaamalla, harjaamalla tai lapioidamalla. Höyryä lumen poistoon ei saa käyttää. Tärkeintä on, että lumi ei pääse sulamaan holville ja aiheuttamaan kosteusvaurioita tulevaisuudessa. Lumen ei saa antaa sulaa holville. Lumesta voi olla myös hyötyä, jos ontelolaattoihin on tehty saumavalut ja sen jälkeen hoville sataa lunta, toimii lumi lämmöneristeenä saumavaluille. Tällainen tapaus on kuitenkin harkittava aina tarkoin. Sääsuoja ei kannata rakentaa ontelolaattavälipohjalle, koska ontelolaattojen saumoista lumi saadaan poistettua harjaamalla. Paikallavalu rakenteissa on eri, koska välipohjan raudoitteet on suojattava./8/

Elementtien asentaminen kovalla tuulella ei onnistu, koska tuuli aiheuttaa ongelmia elementin nostamisessa. Elementtiä nostettaessa tuulen nopeuden yläraja on 15 m/s. Tuulen nopeutta on arvioitava aina erikseen työmaakohtaisesti.



Betonelementtien saumavalut kirjassa talvityön keskeiset muutokseen työhön ovat:

- sauman pitäminen puhtaana lumesta ja jäästä, tai saumojen puhdistus ennen saumausta
- saumausbetonin jäätyminen estäminen tai pakkasbetonin käyttäminen
- saumojen lämpötilojen seuranta ja rakennuksen asennusaikaisen stabiliteetin varmistaminen huolehtimalla saumojen riittävästä ja lujuuden kehityksestä.

Ontelolaatta-saumojen lujuuden kehitys varmistetaan käyttämällä saumauksessa pakkasbetonia ja suojaamalla saumat lämpöpeitteellä. Lämpöpeitteitä käytettäessä voidaan käyttää myös tavallista saumausbetonia, mutta se on tarkastettava aina erikseen. Peite toimii myös valun jälkihoitona ehkäisten kuivumiskutistumiset. On muistettava, että pakkasbetoni ei yksistään riitä betonin täydelliseen lujuuden kehitykseen. Se vain varmistaa, että se ei vaurioitu jäätyessään. /1/

Seinäelementtiä saumatessa käytetään yleensä pakkasbetonia. Toinen tapa on lämmittää saumat etukäteen ja jatkaa lämmittämistä saumauksen jälkeen. Lämmitys voi tapahtua tavanomaisella tilalämmityksellä tai lankalämmityksellä. Seinäelementtien saumoja voidaan myös lämmittää säteilylämmittimillä ja sauman molemmille puolille asennetuilla lämpökaistamatoilla. Saumojen lämpötiloja seurataan kylmimpinä aikoina, että varmistetaan lujuuden kehityksestä. Mittaus tapahtuu termoelementtiparilangoilla ja ne asennetaan kriittisiin paikkoihin, kuten kantavan seinän päälle olevaan seinään ja ontelolaattojen rengasteräsaumoihin. Seuranta jatkuu niin kauan, että voidaan todeta lujuuden kehittyneen vaaditulle tasolle.



Seuraavassa esitetty tarkistuslista talviolosuhteissa. Kirjasta Betonielementtien saumavalut:

- Saumat ja muut valettavat alueet on pidettävä puhtaana lumesta.
- On estettävä saumausbetonin jäätyminen riittävällä lisälämmityksellä.
- *Muista* - kylmä elementtipinta jäähdyttää suhteellisen ohuen sauman nopeasti.
- Tarvittavat suojausmenetelmät on oltava kuten eristetyt lämpöpeitteet, sääsuojat.
- Tarvittavat sulatusmenetelmät – alapuolinen lämmitysjärjestelmä, kaasuliekki.

6.2 Työmaan ahtaus

Rakennustyömailla ei koskaan ole tarpeeksi tilaa, vaan aina täytyy tilantarve suunnitella tarkasti. Työmaan ahtaus kuitenkin korostuu, jos työmaa sijaitsee suuren kaupungin ydinkeskustassa, koska sellaisissa paikoissa tilaa varastointiin käytännössä ei ole. Näin ollen elementtitoimitukset vaatii myös erityistoimenpiteitä. Jos elementtejä ei pysty varastoimaan työmaalle, täytyy ne nostaa suoraan autosta. Mutta jos autollekaan ei ole tilaa, täytyy elementtirekka pysäköidä kadulle. Tapaukset on ennakoitava riittävän ajoissa, että käytännön järjestelyt pystytään järjestämään.

7 SEINÄELEMENTIN ASENNUS

7.1 Työryhmä ja asennustyönjohtaja

Seinäelementin asennukseen kuuluu 3 työntekijää ja autonkuljettaja, joka kiinnittää elementteihin nostoraksit auton lavalla. Kaksi työntekijää asentaa elementin ja kolmas tekee ja levittää saumausbetonia vaakasaumoihin seinäelementin alle. Autonkuljettaja ja asentajat varmistavat yhteyden radiopuhelimella. Auton kuljettajalla täytyy olla myös asennuskaavio, että tietää asennusjärjestyksen.

Asennuskohteessa on myös oltava asennustyönjohtaja. Työnjohtajan tärkeimmät tehtävät ovat elementtien ja tarvikkeiden tilaus, yhteydenpito muihin osapuoliin ja asennustyön varmistaminen. /9/

7.2 Seinäelementin nosto ja eristeen asennus

Elementit nostetaan suoraan ylöspäin vakeista. Elementti nostetaan nostolenkeistä. Ennen nostoa on tarkistettava, että elementti ei ole vaurioitunut nostolenkkien kohdalta. Nosto tehdään vapaan alueen kautta, mikäli se on mahdollista /6/. Tärkeintä on, että nostoalueella ei työskennellä.

Ulkoseinä rakenteena toimiva sandwich-rakenne toimii rakennuksen ulkokuorena, minkä takia on tärkeää, että lämmöneriste toimii saumattomasti /5/. Tämä työvaihe kuuluu elementtiasennuksen tärkeimpiin työvaiheisiin, koska pienikin virhe villan asennuksessa aiheuttaa suurta lämpöhukkaa tulevaisuudessa (kuva 8).



Kuva 8. Villakaista asennetaan edellisen elementin päälle. Kaistan pysyvyys varmistetaan nauloilla tai muilla vastaavilla tavoilla.

7.3 Elementtien sijainnin mittaus ja asennuspaikan tarkastus

Elementtien sijainti ja korkeudet mitataan ennen varsinaista asennusta. Asennuspaikan korkeudet mitataan kokonaisuudessaan /5/. Asennuspaloina käytetään yleensä vaneripalikoita. Asennuspalojen paikat on määritellyt rakennesuunnittelija. Korkein kohta määrittää koko elementtiasennuksen koron (kuva 9), jonka mukaan asennetaan koko kerros. Edellinen pätee sekä ontelolaattojen asennuksessa että seinäelementin asennuksessa. Elementtien sijainti mitataan myös ennen asennusta. Asennuspaikan tasaisuus täytyy myös tarkistaa. Asennuslinjat merkitään värilangalla. Ennen asennusta asennuspaikalta olisi hyvä viedä kaikki ylimääräinen pois.



Kuva 9. Ulkoseinäelementtien korkojen mittausta.

7.4 Paikalleen asennus

Nostorakseissa olevaan elementtiin saa tarttua kiinni vasta, kun heiluva liike on pysähtynyt. Elementtiä ryhdytään asentamaan heti, kun siihen on saatu ote. Elementti ohjataan paikoilleen asennuskangella ja käsin ohjaamalla /2/ (kuva 10). Kun elementti on suunnilleen paikoillaan, kiinnitetään tukien yläpää elementtiin. Alapään kiinnitys käsitelty kohdassa 3.5. Tukien kiinnityksen jälkeen tarkistetaan elementtien suoruus vatupassilla.(kuva 11). Myös elementtien sijainti tarkastetaan ennen lopullista asemaa. Kun elementti on tarkasti oikealla paikalla ja tuet kiinnitetty, nosturi vapautta vaijerien kireyden ja asentaja irrottaa nostoraksit. Nostoraksin irrottajan täytyy olla raksin ulkopuolella, koska se voi sinkoutua irrottajaa kohti /2/.



Kuva 10. Väliseinäelementin asennusta.



Kuva 11. Suoruus tarkastetaan vatupassilla.

Ensimmäisen seinälinjan asennettua täytyy tarkistaa, että elementit ovat keskenään suorassa linjassa, pystysuorassa ja samassa korkeusasemassa (kuvat 12 ja 13). Asennettaessa elementtejä ne ovat voineet siirtyä. Asennuksen virheet korjataan puolittamalla mittavirheet, mikä tapahtuu tukia säätämällä ja elementtejä siirtelemällä asennuskangen avulla /5/. Elementtien suoruus pitää vielä tarkistaa ennen kuin holvi valetaan tai ontelolaatat asennetaan. Tässä vaiheessa voidaan vielä korjata pieniä virheitä.



Kuva 12. Seinälinjan valmistuttua elementtien keskinäinen suoruus ja korkeusasema mitataan.



Kuva 13. Seinälinjan suoruus täytyy tarkistaa.

7.5 Vaakasauman juotos

Seinäelementtien vaakasauman juottaminen tapahtuu asennuksen yhteydessä. Saumasbetoni levitetään juuri ennen asennusta (kuva 14), mutta sen voi tehdä myös jälkeinpäin, jolloin betoni sullotaan saumaan jälkeinpäin. Parempi työtapa ergonomisesti on kuitenkin se, että betoni levitetään ennen asennusta pinnalle. Juotossauman tarkoitus on jakaa kuorma tasaisesti alla olevalle rakenteelle./2/

Jälkeinpäin sullomalla tapahtuva saumaus ei ole hyvä, koska betonia ei saada levitettyä koko elementin leveydelle, ja betoni kuivuessaan kutistuu, jolloin saumasta ei tule tiivis. Tämä aiheuttaa saumassa ääni- ja vetoisuusongelmia.



Kuva 14. Väliseinäelementin vaakasauman juotosta.

7.6 Pystysauman juotos

Seinäelementtien välisessä liitoksessa (kuva 15) on vaijerilenkkejä, joiden läpi on vedetty harjateräs. Sauma voidaan valaa kahdella tekniikalla; sauma muotitetaan ja valetaan notkealla betonimassalla ontelolaattojen tai holvin päältä, tai saumaan pumpataan erikoismassaa. Jälkimmäisessä tekniikassa ei tarvita muottityötä /8/.



Kuva 15. Pystyteräs asennetaan vaijerilenkkien väliin.

Sauma muotitetaan tiiviisti niin, että betonia ei pääse pursuamaan muotin välistä. Muottien tuenta on varmistettava ennen valua. Valuna aikana on varmistettava siitä, että betonia kulkeutuu kaikkialle saumaan. Betoni johdetaan saumaan ontelolaattojen tai holvin päältä. Betonointiin voidaan käyttää nostoastiaa tai pumppausautoa.



Sauma voidaan myös valaa ilman muotteja, jolloin saumausbetonointi tapahtuu pumpppaamalla tarkoitukseen kehitetyllä erikoismassalla /1/. Työn onnistuttua huolellisesti ei tarvita jälkitöitä. Erikoismassa tehdään työmaalla. Molemmilta puolilta avoimen sauman toiselle puolelle asennetaan stopparilauta, joka poistetaan massan alettua kovettua /1/. Erikoismassalla betonointi on taloudellisesti epäedullista.

Osa elementtien kiinnityksistä voidaan tehdä hitsauskiinnityksinä. Hitsauskiinnitykset ovat vaikeita työvaiheita ja vaativat aina ammattimiehen. Itse työ on vaativaa, mutta vaikeutta lisäävät hankalat työolosuhteet ja vaikeat työasennot. Hitsaustyön laatuvaatimukset on esitetty rakennesuunnitelmissa. Hitsausliitokset ovat kuitenkin harvinaisia asuintalorakentamisessa.

7.7 Juotosbetonin kuivuminen ja tukien poisto

Elementtituet voidaan poistaa juotosvalujen kovettuttua tarpeeksi, tai elementtisuunnittelija on antanut siihen luvan. Juotosbetonin kuivuminen on aina varmistuttava erikseen, koska ilmasto-olosuhteet vaikuttavat suuresti. Betonin kovettuminen on aina varmistuttava katsomalla taulukoista kyseisen betonin lujuudenkehitys.

Tukien määrästä riippuen ne kuljetetaan heti irrotuksen jälkeen seuraavalle asennuspaikalle sellaiseen paikkaan, jossa ne eivät ole asennuksen ja muun työn tiellä. Tukien siirtämisen aikana on varmistuttava siitä, että jokainen tuki on kunnossa, jotta huonokuntoisia tukia ei vietäisi uudelle asennuspaikalle.

8 ONTELOLAATAN ASENNUS

Ontelolaatan asennus etenee yhdessä seinäelementtiasennuksen kanssa. Vaikka ontelolaatta-asennus on näyttävä erilaiselta kuin seinäelementtiasennus, on luonteeltaan samanlaista.

8.1 Työryhmä

Työryhmä muodostuu kahdesta asentajasta, autonkuljettajasta, ja hänen apunaan auton lavalla olevasta työntekijästä, joka kiinnittää nostosakset ja varmuusketjut yhdessä autonkuljettajan kanssa. Ajoneuvosta laattoja nostetaan asennuskaavion mukaan, ja tarkastetaan, että onteloiden päässä olevat valutulpat ovat kunnossa /5/. Lisäksi asennuksessa täytyy olla vielä yksi työntekijä, jos joitain elementtejä tarvitsee tukea tukien avulla (kuva 16). Autosta asennuspaikalle täytyy olla puhelinyhteys. Ontelolaattojen asennusjärjestys täytyy olla tiedossa.



Kuva 16. Elpo-hormin kohta.

8.2 Nostot ja asennus

Nostot tapahtuvat samalla tavalla kuin seinäelementin asennuksessa vapaan alueen kautta. Ontelolaatan asennuksessa käytetään nostosaksia, jotka puristavat elementin saksien väliin. Nostosakset ovat kiinni ketjujen välityksellä nostopuomissa. Elementin putoaminen nostosaksista on varmistettu varmuusketjuilla, jotka kulkevat elementin alitse /6/.

Ennen asennusta varmistetaan, että vanerilaput ovat oikeassa korossa ja oikeilla paikoilla (kuva 17). Vanerilappujen tilalla on käytetty myös neopreenikumikaistaa ja tarvittaessa alustaa oikaistaan betonitasauksella /5/. Asennuskaaviosta tarkistetaan elementtien sijainti. Elementit kantavat erisuuruisia kuormia, minkä takia onkin tarkistettava, että elementit tulevat oikeille paikoilleen.



Kuva 17. Vanerilappuja asennetaan kaksi ontelolaattaa kohden.

Ensimmäinen elementti asennetaan tarkasti suoraan, koska muut elementit asennetaan sen mukaan. Elementti nostetaan nosturilla noin 20 cm:n päähän, jolloin varmuusketjut irrotetaan ja ne laitetaan elementin päälle /5/. Ontelolaatan paikoilleen ohjaus tapahtuu ohjaamalla ontelo paikoilleen (kuva 18). Asennuksen aikana on varmistuttava, että tukipintaa on riittävästi. Seuraavassa luettelossa on esitetty Betonielementtien saumavalut kirjasta laattojen asennustyössä tarkistettavat asiat:

- seinien lähtökorko
- ontelolaattojen alapuolisen sauman korkeuden on oltava vähintään 15 mm
- ontelolaattojen alapuolinen hammastus
- ontelolaattojen kaarevuudet
- ontelolaattojen päiden välisen sauman minimileveys on vähintään 40 mm
- ontelolaatat ovat tiiviisti rinnakkain
- hormilävistyksen sijaitsevat suunnitelmien mukaisella paikalla.



Kuva 18. Ontelolaatan asennusta. Varmuusketjut kulkevat elementin alapuolella.

8.3 Raudoitukset

Laatan reunakaistaan voidaan tehdä varauksia, jolloin ontelolaatan yläpuolinen betoni lohkaistaan lyhyeltä matkalta ja asennetaan tartuntateräksiä elementtisuunnittelijan tekemien piirustuksien mukaan. Varaukset kannattaa teettää tehtaalla, koska elementin rikkominen työmaalla on työlästä. Laatastossa voi myös olla kaistoja, jotka tulee paikalla valuna(kuva 19) /1/.



Kuva 19. Reunakaistan raudoitus.

Väli- ja yläpohjaa tehtäessä voi olla myös sellaisia paikkoja, joissa elementin omapaino ja kuorma siirretään viereisille elementeille raudoitusten avulla (kuva 20.). Tällaisia kohtia ovat yleensä elpo-hormien kohdat.



Kuva 20. Elpo-hormien kohta on raudoitettu laatastossa. Reunoilla olevat laatat kantavat keskimmäistä laattaa.

8.4 Ontelolaataston saumateräokset

Elementtisaumojen raudoitukset on aina varmistuttava rakennesuunnittelijan piirustuksista. Seinät ovat kantavia ja ei-kantavia. Näissä tapauksissa rauditusmenetelmät poikkeavat täysin. Työnjohtajan on tutustuttava rakennuksen staattiseen toimintaan, jolloin pystyy paremmin ymmärtämään eri raudoitusten tarkoituksen

Ennen terästen asettamista on varmistuttava, että saumat ovat puhtaat. Saumateräokset asennetaan ontelolaatastoon, että välipohja toimisi jäykistävänä rakenteena. Saumateräokset on asennettava sauman puolivälin alapuolelle, mutta on varottava, että

teräksiä ei asenneta liian alas ja että terästen alapuolelle mahtuu betonia. Laatasta kiertävät rengasteräkset asennetaan huolellisesti suunnitelmien mukaan. Tämä raudoitus takaa, että laatasto toimii levyrakenteena ja estää saumojen halkeilut. /1/

8.5 Saumojen betonointi

Saumojen betonoinnin yhteydessä on järkevää tehdä kaikki betonointi työt samalla kertaa, kuten paikalla valukaistat (kuva21). Saumauksen ja läpimenojen betonoinnin onnistuminen on tärkeä työvaihe lähinnä ääneneristävyyden kannalta. Pienikin saumausvirhe voi johtaa ääneneristävyyden heikkenemiseen. Saumat tulisi valaa mahdollisimman pian asennuksen jälkeen, ettei niihin menisi roskaa ja likaa, koska saumojen betonointi on hidasta työtä /1/. Saumoissa olevien sähköputkien määrä on tarkistettava rakennesuunnittelijalta, koska liian suuri määrä putkistoja heikentää sauman lujuutta.



Kuva 21. Paikallavalu kaistan betonointi.

Saumausbetonin lujuus on merkitty rakennepiirustuksiin. Maksimi raekokona käytetään 4 tai 8mm:a. Tarvittaessa saumausbetoni voi notkistaa työmaalla notkistavalla lisäaineella. Veden käyttö notkistuksessa on kielletty. Saumausbetonin menekki vaihtelee ontelolaatan koosta riippuen 5-19 litraan. /1/

Saumavalun voi tehdä monella eri tavalla; nostoastialla, pumppaamalla tai käyttäen kuivabetonia. Nostoastia nostetaan nosturilla, josta saumausbetoni valuu valusukan (kuva 22.), kautta suoraan onteloiden saumoihin /1/. Massan tiivistys tapahtuu täryttimellä /1/. Ylimenevä saumabetoni vedetään lastalla saumoihin.



Kuva 22. Nostoastiaa ohjataan käsin holvilla ja samaan aikaan sauman päältä vedetään lastalla, jotta betoni kulkeutuisi tiiviisti saumoihin.

Pumppaamalla tapahtuva saumavalu on tehokkain saumausmenetelmä. Betonointiin tarvitaan kuljetuspumppuautoa (pumi) tai saumapumppua. Tässä menetelmässä rajoittavina tekijöinä ovat pumppulinjaston pituus ja letkun paksuus, jonka vähimmäispaksuus on 66mm. Saumaus on aina myös tiivistettävä. Nämä tiedot täytyy varmistaa aina betonin valmistajalta. /1/

Kolmas saumaustapa on kuivabetonointi, mikä toimitetaan työmaalle kuivatuotteena. Työmaalla massaan sekoitetaan vesi ja saumabetoni pumpataan saumapumpulla, jonka paksuus 35-50 mm. Betonin notkeudesta ja pienestä raakoosta johtuen saumaa ei tarvitse tiivistää. Tämä on sama menetelmä kuin seinien vaakasaumojen betonoinnissa.
/1/

Ontelolaatan alapuolinen sauma täytyy myös betonoida (kuva 23). Saumaus tapahtuu parhaiten nostamalla muurauskauhalla ym. saumabetoni sauman tasolle ja sullomalla massa saumoihin. Saumauksen aikana täytyy varmistua, että betoni on kulkeutunut kaikkialle saumaan.



Kuva 23. Ontelolaatan alapuolisen sauman betonointi.

Saumauksen jälkeen laatasto harjataan ja puhdistetaan. Harjaamalla varmistetaan pintabetonin tai tasoitteen tartunta. Jos laataston päälle tulee pintabetoni, jätetään saumat 20 mm vajaiksi, jotta saadaan hyvä tartunta. Valettu sauma myös jälkihoidetaan. Seuraavassa on esitetty Betonitekniikan oppikirjasta jälkihoitoon kuuluvat asiat:



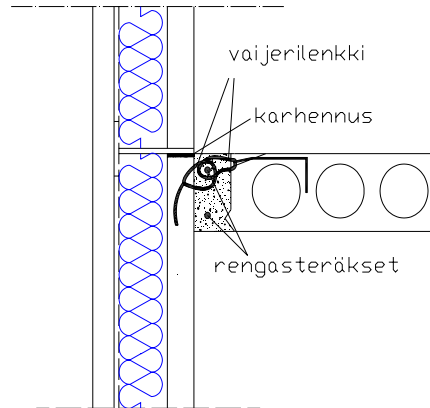
- valetun rakenteen suojaaminen sadetta, tuulta, auringonpaistetta, virtaavaa vettä ja kylmää vastaan
- veden haihtumisen estäminen ja rakenteen kastelu
- oikeasta kovettumislämpötilasta huolehtiminen.

8.6 Pasi-vaijerilenkkisidonta

Pasi-vaijerilenkkisidonta on uusi Parman kehittämä menetelmä sitoa ei-kantavien elementtien kiinnitys reunavaluun (kuva 24). Menetelmä korvaa perinteisen S-piste (sidontapiste)- menetelmän, joka estää seinäelementin putoamisen. Uudessa menetelmässä vaijerilenkit korvaavat S-pisteen. Vaijerilenkki-menetelmän tarkoitus on helpottaa asennusta. /15/

Perinteisessä menetelmässä tukitaan tartunnan molemmat puolet villalla, jotta säästyttäisiin ylimääräiseltä betonoinnilta. Tällöin onteloon kuitenkin jää vaikeasti havaittavia taskuja, joihin pääsee helposti vesi. Tätä ongelmaa ei Pasi-vaijerilenkkisidonnassa ole, koska vaijerilenkki asennetaan ontelolaatan yläpintaan harjaterästartunnalla tehtaalla, eikä laatassa myöskään ole betonoitavia varauksia. Uusi menetelmä poistaa S-pistekolojen (sidontapiste) betonoinnin. Samalla poistuu myös ongelma, joka on syntynyt pistekolojen ja terästartuntojen sovittamisesta yhteen. /15/

Koska käytännön toteutuksia Pasi-vaijerilenkkisidonnasta on vähän, on vaikea sanoa, kuinka kätevä menetelmä on. Mutta on kuitenkin varmaa, että tulevaisuudessa tätä menetelmää tullaan käyttämään yhdessä vanhan menetelmän kanssa, tai se voi kokonaan syrjäyttää vanhan menetelmän. Tätä menetelmää käytetään vain Parman kohteissa.



Kuva 24. Pasi vaijerilenkkisidonnan periaate. /15/

9 ELPOT

Elpo-hormit ovat elementtejä, joihin voidaan sijoittaa kaikki ilmastointi, putkisto, viemärointi, sekä putkitukset sähkö ja tietoliikenne kaapeleita varten.

9.1 Hankinta ja varastointi

Elpo-hormien toimituksissa ovat samat varmistuskäytännöt kuin seinä- ja ontelolaatoissa. Elpo-hormit suunnitellaan tilaajan yksilöimien tarpeiden mukaan. Elpo-hormit asennetaan samaan aikaan kuin runko. Elpo-hormien toimitusajat ovat nopeammat kuin seinäelementeillä ja ontelolaatoilla

Elementit ovat suhteellisen helppo varastoida työmaalle. Elementtien koon vuoksi niitä voidaan tilata työmaalle jo etukäteen. Ne voidaan välivarastoida muiden elementtien kanssa samaan paikkaan. Varastoimiseen ei tarvita vakkia, vaan ne voidaan laskea maahan kahden puun tai muun vastaavan päälle (kuva 25).



Kuva 25. Elpo-hormien varastointia

9.2 Asennusohje

Elpo-hormi nostetaan nosturilla paikalleen. Asentaessa on huomioitava, että nostoketjun haaramitta on yhtä pitkä tai suurempi kuin elpo-hormien silmukkojen välimitta. Maximi kulma nostoketjuilla saa olla 60° . Asennuksen aikana laitetaan elementtiin myös turvaliina IV-kanavahaarasta. /13/

Ennen asennusta on varmistuttava, että alimmaisesta elementin putkien päästä on poistettu muoviset kannet (kuva 26), joita on jälkeenpäin vaikea poistaa. Näitä joutuu putkistoihin, kun elementtien päälle astutaan. Tämä asia on tarkistettava myös rakennusvaiheen lopussa ennen ottamalla putkiston alapäästä digikameralla kuva, josta viimeistään näkee, onko tulppia.



Kuva 26. Tulpat on muistettava poistaa ennen seuraavan elementin asentamista.

Elementti asennetaan paikalleen ohjaintappien avulla, joita on kaksi alapuolella olevassa elementissä. Alimman elementin päälle on asetettava turvakoroke, kun elementtiä ohjataan ohjaintappeihin. /13/

Välipohjaan on tehty betonointi ennen kuin elementti asennetaan paikoilleen. Betonointi on tehtävä huolelliset, koska se on ääniteknisesti herkkä kohta rakenteessa. On huolehdittava, että elementtien liitinkappaleet tulevat hyvin asennettua. Liittimiä tarvitaan IV-putkistoissa ja viemäriputkissa/13/. Hormit asennetaan yleensä paikoilleen seinä elementtien jälkeen, mutta ei ole mahdollisuus asentaa niitä etukäteen ennen seinäelementtiä. Alimman elementin asennus on tarkistettava erikseen piirustuksista. /13/



10 PORRASELEMENTIT

Porraselementtejä on montaa eri tyyppiä. Käsittelen seuraavassa vain yksinkertaisimpia porraselementtejä, koska eri porraselementtityyppien asennus ja varastointi poikkeavat hieman toisistaan. Porraselementtien tilaaminen varmistetaan samaan tapaan kuin muillakin elementeillä. Mosaiikkibetonin väri on ilmoitettava vähintään 6-8 viikkoa ennen elementtien toimitusta. Seuraavaan on koottu Lemminkäisen porraselementteihin liittyviä ohjeita. /14/

Porraselementtien varastoinnissa käytetään samoja periaatteita kuin muidenkin elementtien varastoinnissa. Porraselementtejä välivarastoidaan työmaalle, koska rekka tuo aina täyden lastin ja kaikkia elementtejä ei kerralla asenneta. Tavallisimpia suoria porraselementtejä voidaan pinota päällekkäin 2-4 kpl riippuen elementtityypistä. Porraselementtien väliin asennetaan tuet samalle kohdalle kuin maata vastaan olevassa elementissä. Elementit suojataan muovipeitteellä. /14/

Porraselementit nostetaan nostokiinnikkeistä, joita on eri määrä elementtityypeistä riippuen. Nostokiinnikkeet ovat käyräankkureita. Nostossa käytetään painelevyllisiä vaijerinostolenkkejä. Ennen asennusta porraselementistä poistetaan suojatulpat ja tarkistetaan, että nostolenkki ja nostokiinnike vastaavat toisiaan. Nostolenkki kierretään nostokiinnikkeeseen käsivoimin. Noston aikana on varmistuttava, että painelevy koskettaa betonia koko pinta-alaltaan. /14/

Kierreportaat nostetaan nostoketjulla, jossa on kolmihaarainen nostoketju. Nostoketjut säädetään valmistajan vaativiin mittoihin ja kiinnitetään nostolenkkeihin. Noston aikana on varmistuttava, että pilarissa kiinni oleva vaijeri ottaa kaiken painon vastaan ja portaissa olevat vaijerit vain tasapainottavat nostoa ja estävät elementin kiepsahduksen. Elementti nostetaan paikoilleen pystyasennossa. Kerrostasoissa olevat tartuntateräksiset taivutetaan elementin yläpäässä oleviin koloihin ja teräksiset pilarisiin. Asennuksessa täytyy aina katsoa kohdekohtaiset piirustukset. Ennen asennusta olisi asennettava hiekkaa pilarin alapäähän ja alimman askelman alle, jotta välttyttäisiin alapään rikkoutumiselta(kuva 27). /14/



Kuva 27. Asennus on tapahtunut liian voimakkaasti.

Elementin asennuskohtaan asetetaan asennuspalat ennen elementin nostoa. Elementti nostetaan paikoilleen ja kiilataan ennen juotosvalua sivuttaissiirtymän estämiseksi. Elementtien tukipinnan täytyy olla vähintään 60 mm. Juotosvalussa betonina käytetään yleensä betoni K30-2. Betonimassan liian nopea imeytyminen estetään esikastelulla ja riittävän hyvällä jälkihoidolla. Ennen asennusta käydään rakennepiirustukset läpi. Asennuksen jälkeen portaat suojataan kolhuilta. Lopulliset kaiteet kiinnitetään yleensä työmaan loppuvaiheessa, joten portaisiin on asennettava väliaikainen kaidesuojaus. /14/



11 HINTAVERTAILU

Työmaan elementtiasennus voidaan tehdä joko omana työnä tai aliurakkana, jolloin työn tekee aliurakoitsija. Käytäntö on molemmissa tapauksissa pääpiirteittäin sama. Mitä halvempi tarjous, sen parempi.

11.1 Asennustyö omana työnä

Kaikki NCC:n Tampereen alueen betonielementtirakenteiset asuinkerrostalot tehdään omana työnä. Tällöin elementtiasennuksen urakkahinnaksi muotoutuu nokkamiehen ja vastaavan mestarin välinen sopimus urakasta. Nokkamiehelle annetaan ennen tarjouksen tekoa kaikkia elementtiasennukseen liittyvien työvaiheiden määrät, josta nokkamies laskee oman tarjouksensa. Mestarin täytyy verrata nokkamiehen tarjouksen kustannuksia, jolloin saa selville, kuinka suuri kate nokkamiehen tekemässä tarjouksessa on. Vastaava mestari vertaa hintaa kokonaiskustannusarvioon, ettei hinta ylitä sitä. Hintaa olisi myös hyvä verrata yleisiin työmenekkeihin. On myös tarkastettava, että nokkamiehen tarjous ei ole liian pieni.

11.2 Asennustyö alihankintana

Alihankintana voidaan tehdä toimistorakennukset, kuten esim. teräselementeistä koostuvat rungot, palkki-pilari-rungot ja korjausrakennuskohteissa ulkoseinäelementeissä ulkokuoren asennus. Alihankinta kohteet ovat yleensä sellaisia, joita omat asentajat eivät ole ennen tehneet, jolloin on varmintä tehdä asennustyön alihankinta sellaisella yrityksellä, joka on erikoistunut niihin.

Tarjousvaihe etenee normaalisti kuin, mikä tahansa aliurakkatarjous. Tarjouksia lähetetään varteen otettaville yrityksille, joista yleensä valitaan halvin. Hinta ei kuitenkaan ole välttämättä määräävin, koska joku yritys voi olla laadullisesti parempi ja varmempi kuin vähän halvemmän tarjouksen omaava yritys. Tällöin on järkevää valita vähän kalliimpi.



11.3 Asennustyön menekki

Seuraavassa on esitetty kirjasta Teollinen betonirakentaminen, elementtiasennuksen kustannusten vaihteluja aiheuttavat seikat:

- rakennuksen arkkitehtoniset rakenneratkaisut
- kohteen koko ja asennusaika
- elementtien koko ja kiinnitystapa
- elementtien määrä
- suunnittelun taso yleensä
- nosturin tyyppi ja koko, kuljettajan kokemus
- asentajien taito ja kokemus
- sääolot
- työmaan järjestys ja estojen valmius.

12 TIIVISTETTY TYÖ-OHJE

Tiivistetty työohje (liite 5) on tarkoitettu ensisijaisesti nuorille työnjohtajille, joilla ei ole aiempaa kokemusta seinäelementti- ja ontelolaatta asennuksista. Sen perusteella voi valmistua tavanomaisiin elementtiasennuksissa oleviin työvaiheisiin. Tämä palauteosio tulee sähköisenä käyttöön NCC:n Tampereen alueella.

12.1 Palauteosio

Työohjeeseen on laitettu myös palauteosio, johon työnjohtajat ja nokkamiehet laittavat elementtiasennuksessa tapahtuvia ongelmia ja menetelmiä, miten ongelmista on selvitty. Tällä tavalla vältettäisiin samantyyppiset ongelmat tulevaisuudessa. Tarkoitus olisi, että työnjohtajat ja nokkamiehet lukisivat tämän palauteosion ennen elementtiasennusta, silloin he tietäisivät varautua näihin ongelmiin, joita edellisiltä työmailta on raportoitu. Jos palaute osiota käytetään oikein, ongelmat päivittyvät aina palautteeseen, jolloin niitä pystytään välttämään.



LÄHDELUETTELO

- /1/ Betonielementtien saumavalut, Betonikeskus ry, Suomen betonitieto Oy, 2002, 30 s.
- /2/ Betonielementtirakenteet RIL 115, Suomen rakennusinsinöörien liitto, Helsinki 1977, 414s
- /3/, Elementtiasennuksen suunnittelu ja toteutus asuinrakennustyömaalla, Tervakangas Outi, 40 s.
- /4/ Elementtien hankintasopimus, SBK-julkaisu n:o 9. Suomen betoniteollisuuden keskusjärjestö rt Lahti 1975.
- /5/Elementtityöt, Tekijät Seppo Huhtiniemi, Jukka Kiviniemi, rakennustieto, 176 s.
- /6/ Suomen säädöskokoelma 578/2003, Valtioneuvoston asetus elementtirakentamisen työturvallisuudesta.
- /7/ Talonrakennuksen tuotantotekniikka, Hannu Järvisen kurssi: Muistiinpanot/
- /8/ Talvirakentaminen, Rakennusteollisuuden keskusliitto, Rakentajain kustannus 1989, 2 painos. 110 s.
- /9/ Teollinen betonirakentaminen. Toimittanut Eero Lahti, Rakennustieto Oy, Gummerus kirjapaino 1996, 186 s.
- /10/ Työsuunnittelu/NCC Puolimatka/Seinäelementin asennus.
- /11/ Valtioneuvoston päätös rakennustyön turvallisuudesta.
- /12/ <http://www.betoni.com>, (luettu 8.11.2004).
- /13/ www.elpotek.fi, (luettu 8.11.2004).
- /14/ www.lemminkainen.fi/portaat, (luettu 8.11.2004).
- /15/ http://www.parma.fi/pdf/lehti/parma_20_04, (luettu 8.11.2004).

KESKUSTELUT

- /16/ Keskustelu vastaava mestari Keijo Rämön ja työmaamestari Marko Virtasen kanssa Tampereella 22.10.2004 Pyhälönhovin työmaalla
- /17/ Keskustelu vastaava mestari Pauli Lahtisen ja elementtiasentajien kanssa Tampereella 22.10.2004 Kalliovehkan työmaalla



LIITTEET

LIITE 1: Asennustyön aloituskatselmus, lähde: www.betoni.com

LIITE 2: Tehdaskatselmusmuistio/Asialista, lähde: www.betoni.com

LIITE 3: Vastuunjakotaulukko, lähde www.betoni.com

LIITE 4: Kuvia elementtiasentamisesta

LIITE 5: Rungon elementtiasennuksen työohje

ASENNUSTYÖN ALOITUSKATSELMUS

Pidetään ennen asennustyön aloittamista

Koollekutsujana kohteen työmaan vastaava tai projektipäällikkö / tuotantopäällikkö

Osallistajat: Työmaan vastaava
Projekti- / myyntipäällikkö
Tuotantopäällikkö
Asennustyönjohto
Rakennesuunnittelija
Asennustyöntekijöiden edustaja (jos mahdollista)

1. Kohde
2. Vastuuhenkilöt
3. Elementtitoimittajat
4. Urakkarajat
5. Työmaasuunnitelma
6. Elementtien varastointi ja vastaanottomenettelyt työmaalla
7. Nostokalusto, asennustiet, maapohjan kantavuus
8. Edellisten työvaiheiden vastaanotto, tarkemittaukset, asennusvalmius
9. Mitta- ja moduulilinjat, korkomerkinnot
10. Sähkökeskukset ja vesipisteet
11. Työmaatoimisto, työmaan sosiaalitilat, varastot
12. Työmaan vartiointi, kulkuluvat
13. Asennussuunnitelma
14. Asennusjärjestys (rakennuksittain / lohkoittain), asennusaikataulu
15. Asennustyön laadunvarmistus
16. Elementtien vastaanottotarkastus
17. Asennustyön palautekäytännöt
18. Asennustyön aloittamisen hyväksyntä

TEHDASKATSELMUS

Pidetään elementtitehtaalla ennen tuotannon aloittamista.

Koollekutsujana rakennuttaja / urakoitsija

Osallistajat: Rakennuttaja
Urakoitsija / projektipäällikkö, työmaan edustajat
Arkkitehti, rakennesuunnittelija, tuoteosasuunnittelija
Tuoteosatoimittaja

1. **Puheenjohtajan ja sihteerin valinta**
2. **Tuoteosatoimituksen sisältö**
tuoteryhmät
3. **Suunnittelutilanne**
 - tuoteosasuunnitelmien valmiustilanne / aikataulu
 - tuoteosasuunnittelijan lähtötietotilanne
 - piirustusten hyväksyttämistilanne
 - sähköisen tiedonsiirron tilanne
 - suunnitelmien taso ja sisältö
4. **Mallielementit**
 - kirjataan tehdyt ja sovitut elementtien pintamallit
 - muut mallielementit
5. **Elementtityöselostus**
 - elementtityöselostukseen sovitut poikkeamat ja tarkennukset
6. **Tehtaan laadunvarmistus**
 - tehtaan laatujärjestelmä
 - SFS-Sertifiointi Oy:n laadunvalvonta
 - Mahdolliset tilaajan erityisvaatimukset
7. **Materiaalit**
 - betoni, lisäaineet ja muottiöljy
 - pintamateriaalit ja pintakäsittelyt
8. **Elementtien varastointi ja kuljetus ja vastaanotto**
9. **Lupa tuotannon aloittamiselle/jatkamiselle**
10. **Valmistus- ja toimitusaikataulut**
 - elementtikohtainen asennusjärjestys
11. **Muut asiat**

BETONIELEMENTTIEN ASENNUSEHDOT

Liite

Tehtävä- ja vastuunjakotaulukko

Kohde _____

Osoite _____

Laatija _____

	Tilaaaja vastaa	Urakoitsija vastaa	Huom!
Yleistä			
Suunnitteluasiakirjat			
Nosto- ja siirtokalusto			
Tulityöluupa			
Hitsaajan pätevyys			
Asennuspäiväkirja			
Asennustyön aloitus			
Alustan puhtaus, tasaisuus			
Alustan mittatarkeus			
Linja- ja korkeusmerkinnät			
Pilareiden ristimitat			
Elementtien tukirakenteet			
Pilariholkkien pohjakiilat			
Paikallavalujen päälle tulevat asennuspalat			
Peruskiinnityspultit, mutterit ja aluslevyt			
Asennustyö			
Elementtien vastaanotto			
Elementtien paikalleenmittaus ja asennus			
Välialikaistuen ja niiden purku			
Lämmöneristeen asennuskaistat			
Asennuspalat ja muut asennustarvikkeet			
Asennushitsaus			
Juotosbetoni			
Juotos- ja saumaustyö			
Juotosvalujen muotitus ja rauditus			
Juotosvalujen sulatus, lämmittäminen ja suojaus talvella			
Elastiset saumat			
Työturvallisuus			
Asennuksen aikana käytettävät työtasot			
Henkilökohtaiset suojaimet			
Nosturitarkastus			
Urakoitsijan oman työn työturvallisuus			
Kaiteiden ja aukkosuojien hankinta			
Kaidetyöt, aukkojen suojaukset			
Kulkutiet			
Ensiapuvälineet			



Kuva 1. Ulkoseinäelementtien nostoa.



Kuva 2. Sidontapistekolo.



Kuva 3. Väliseinäelementin asennusta.



Kuva 4. Ontelolaatan asennusta väliaikaisten tukien päällä elpo-hormin kohdalla.



Kuva 5. Ulkoseinäelementit tuettu tönäreillä.

RUNGON ELEMENTTIASENNUKSEN TYÖOHJE (10.3.2005) (seinäelementit, ontelolaatat, porras ja elpo)

Tämä työohje on liite opinnäytetyöstä: Rungon elementtiasennuksen kehittäminen
Tekijä: Mikko Koivisto / TAMK / rakennustekniikka / talonrakennus
Tämän liitteen lähteet sisältyvät opinnäytetyöhön.

Tämä ohje on koottu vastavalmistuneille rakennusinsinööreille ohjeeksi asuinkerrostalon elementtiasennukseen. Ohjeesta selviää pääpiirteittäin oleelliset asiat, mitä elementtiasennuksessa tulee ottaa huomioon. Ohjeesta varmasti puuttuu asioita, joita elementtiasennuksessa on huomioitava, minkä vuoksi jokaisen ohjeen loppuun on laitettu palauteosio, johon mestarit voivat merkata työvirheet, uudet työtavat, ym, mitä juuri omalla työmaalla on tapahtunut. Tällä toimenpiteellä on tarkoitus ennalta ehkäistä virheiden tapahtumista tulevaisuudessa, ja ilmoittaa uusista, hyväksi koetuista työmenetelmistä, joita kannattaa tulevilla työmailla käyttää.

Merkitse palautteeseen sellaiset asiat, mitkä on hyvä tietää tulevilla asennustyömailla!!!

ASENNUKSEN SUUNNITTELU

- 1. Käy läpi asennussuunnitelma, betonielementtirakenteiden työselostus, elementtiluettelot elementtikaaviot.**
- 2. Käy läpi kaikki elementtiasennukseen liittyvät piirustukset. Hanki sellaiset piirustukset, jotka puuttuu. Varmista piirustukset rakennesuunnittelijalta ja elementtisuunnittelijalta.**
- 3. Tarkista reikä ja varauspiirustukset.**
- 4. Mieti millainen nosturi tarvitaan (torninosturi, autonosturi). Nosturin paikka!**
- 5. Tarkasta elementtiluettelosta elementtien painot ja vertaa nosturin kapasiteettiin.**
- 6. Mieti jokaisen kerroksen elementtien asennusjärjestys. Ulkoseinäelementit asennettava peräysten niin, että mitään elementtiä ei tarvitse asentaa toisen väliin**
- 7. Tee asennusaikataulu. Muista elementtitoimitusten nopeus.(mahdollisia myöhästymisiä) Vaikuttavia tekijöitä ovat myös työryhmä ja asennustapa.**
- 8. Lähetä elementtitehtaalte asennusaikataulu.**
- 9.Varmista elementtisuunnittelijalta, että oikeat piirustukset on toimitettu tehtaalte.**
- 10.Tee elementtitehtaan kanssa sopimus elementtitoimitusten myöhästymisistä.**
- 11.Tarkasta työmaasuunnitelmasta liikennejärjestelyt, teiden kestävyys ja välivarastointipaikka.**
- 12.Varmista, että LVIS-työt pystyvät etenemään samassa tahdissa asennuksen kanssa.**

Tästä työvaiheesta huomioitavaa:(merkkaa tähän sellaiset asiat, jotka on hyvä tietää tulevissa asennuksissa)

TYÖNAIKAINEN ASENNUKSEN VALMISTELU

1. Pidä aloituspalaveri asentajien kanssa.

- Aloituspalaverissa käsiteltävät asiat:
- Aikataulu ja työjärjestys
 - Liittyvät työt ja ongelmat
 - Suunnitelmat ja laatuvaatimukset
 - Laadunvarmistus

2. Pidä aloituskatselmus, jos sellainen on työselostuksessa määrätty pidettäväksi.

3. Tarkasta, että työmaalta löytyy, **betonisaumaukseen tarvittava kalusto, köydet, nostokoukut nostoraksit, kuormaverkot, nostosakset, nostoastiat, nostolavat, nostohaarukat ja nostopalkki.**

4. Tarkasta, että asentajilla on seuraavat työkalut: **asennuskanki, porakone, räikkä, vatupassi, luotilanka, leka, pieni moukari, linjalauta, vaaituskone, takymetri ja mittanauha.**

5. Varmista, että työmaalta löytyy tarpeeksi kunnossa olevia **tönäreitä.**

6. Tarkasta, että työmaalla on seuraavat kiinnitystarvikkeet: **naulat, kiila-ankkurit, vemot, muottilukot ja ruuvipuristimet.**

7. Tarkasta, että työmaalta löytyy seuraavat käytettävät telineet: **työpukit, siirrettävät telineet, lavat ja kiinteät telineet.**

8. Mieti, mitkä elementit kannattaa välivarastoida. Sovi etukäteen nokkamiehen kanssa. Elpo-hormit ja porraselementit varastoidaan työmaalle.

9. Pääsääntöisesti elementit kannattaa asentaa suoraan autosta.

10. Huolehdi, että välivarastointipaikalla on vakkeja.

11. Tukien kiinnitys riippuu työtavasta / työryhmästä. On mahdollista, että alapäät kiinnitetään ennen varsinaista asennusta.

12. Käy nokkamiehen kanssa läpi koko työvaihe ja kalusto.

Tästä työvaiheesta huomioitavaa (merkkää tähän sellaiset asiat, jotka on hyvä tietää tulevissa asennuksissa):

LAATUVAATIMUKSET

1. Tarkasta seinien ja laattojen **rakentamistoleranssit**.
2. Vältä seuraavia työvirheitä seinäelementin asennuksessa: **Tukien liian aikainen poisto, villakaistan puutteellinen asennus, puutteellinen jälkihoito saumauksissa ja puutteellinen pakkassuojaus saumoissa.**
3. Vältä seuraavia työvirheitä ontelolaatan asennuksessa: Liian lyhyt **TUKIPINTA, Ontelolaattojen vinoon asentaminen, Tukipinnan epätasaisuus, ym.**
4. Varaudu seuraaviin seinäelementin valmistusvirheisiin: **nostolenkkien kolot liian pienet, vemojen puutteellisuus, raudoituksen väärä sijainti elementissä(S-pisteet), paikkausjäljet, värierot ja halkeamat.**
5. Varaudu ontelolaatan valmistusvirheisiin: **Halkeilut ja esikorotusten poikkeamat.**
6. Saumaustyön onnistumisen lähtökohtana pidetään saumaussmassan oikeaa valintaa ja oikeaa käsittelyä.
7. Reklamoi elementtien laadusta välittömästi tehtaalle.

Mitä virheitä ilmeni?

TYÖTURVALLISUUS

1. Tarkasta, että työmaalla on päivitetty työturvallisuusmääräykset ja asentajat ovat ne ymmärtäneet.
2. Ennen elementin nostamista, siitä on löydyttävä tiedot painosta ja nostamisesta.
3. Elementtejä nostettaessa ajoneuvon vakavuus ei saa missään vaiheessa vaarantua.
4. Varmista, että työmaalla on käytössä putoamissuojaussuunnitelma.
5. Jos elementtiasennuksen yhteydessä ei ole mahdollista asentaa turvakaiteita, täytyy putoamissuojaus estää henkilönsuojaimilla.
6. Elementti nostetaan ja asennetaan asennussuunnitelman ja valmistajan ohjeen mukaan.
7. Nosturin kuljettajalla on oltava esteetön näköyhteys asennuskohteeseen ja elementtivarastoon. Yhteydenpito radiopuhelimella ja käsimerkein.
8. Ennen asennusta on varmistuttava, että **elementtiä kantavien rakenteiden kunto, tukipinnat ja elementtien kiinnitysosat** ovat sellaiset, että niihin voidaan elementti asentaa.
9. Ennen elementin asentamista elementti on tarkastettava silmämääräisesti elementtisuunnittelijan tai valmistajan antamien ohjeiden mukaan.
- 10. ELEMENTTIEN NOSTOLENKIT OVAT TÄRKEIN TARKASTETTAVA KOHDE.**
11. Varmista, että nosturille ja nostoapulaiteille on tehty vaaditut tarkastukset.
12. Suurinta sallittua kuormaa ei saa ylittää elementtiä nostettaessa.
13. Pyri hyvään siisteyteen ja järjestykseen työmaalla.

Mitä huomioitavaa työturvallisuudesta?

OLOSUHTEIDEN VAIKUTUS

1. Varaudu talven tuomiin työmaan keskeytyksiin.
2. Jään poisto elementistä tapahtuu harjalla, petkeleellä, paineilmalla ja kuumailmalla. Kuumailmaa ei saa käyttää, jos elementtiin on asennettu sähköputkia.
3. Varmista, että ylimääräinen lumi poistetaan holveilta.
4. Elementtiä nostettaessa tuulen nopeuden yläraja on 15 m/s.
5. **Muista, että pakkasella betonoinnin kovettuminen täytyy varmistaa.**

Oliko elementtiasennuksen aikana hankalat olosuhteet, kuinka niistä selvittiin?

SEINÄELEMENTIN ASENNUS

1. **Varmista, että nostolenkit ovat kunnossa.**
2. Varmista, että villakaista tulee hyvin asennettua seinäelementtien väliin.
3. Varmista, että seinälinjat ja korot on mitattu oikein.
4. Varmista asennuspalojen oikea sijainti.
5. Seinälinjan asennettua on varmistettava, että seinäelementit ovat keskenään suorassa. Jos ei ole, oiotaan. Mittavirheet puolitetaan tukia säätelemällä.
6. Vaakasauman saumabetoni on hyvä levittää ennen seinäelementtien asennusta.
7. Pystysauman juotos voi tapahtua *muottien avulla tai erikoismassalla*. Muottien tuenta on varmistettava ennen betonointia. On varmistettava, että betonia kulkeutuu kaikkialle.
8. Ennen pystysauman juotosta, täytyy tarkistaa, että pystyteräs on oikein sijoitettu pystysaumaan.
9. Elementtituet voidaan poistaa juotosvalujen kovettua tarpeeksi tai elementtisuunnittelija on antanut siihen luvan. Tuet siirretään seuraavalle asennuspaikalle.
10. Jos elementtitoimitus myöhästyy, ota syy selville ja reklamoi.

Tästä työvaiheesta huomioitavaa(merkkää tähän sellaiset asiat, jotka on hyvä tietää tulevissa asennuksissa):

ONTELOLAATAN ASENNUS

1. Ontelolaatat nostetaan suoraan kuorma-autosta.
 2. Ontelolaatat asennetaan asennuskaavion mukaan. Auton kuljettajan ja asentajien on keskenään varmistuttava, että asennusjärjestys on oikea.
 3. On varmistuttava, että ontelolaatan alle tulevat vanerilaput ovat oikeilla paikoilla ja tukipinta OK.
 4. Varmista, että saumavälit ovat oikeat ja elementit ovat suorassa (eli molemmat päät etenee samoin)
 5. Varmista, että asennus tapahtuu laatumääräysten ja työturvallisuusmääräysten mukaan.
 6. Varmista, että raudoitukset tulevat oikein asennettua ja oikeille paikoille.
 7. Valitse paras saumausmenetelmä: nostoastialla, pumppaamalla tai käyttäen kuivabetonia.
 8. Varmista, että saumat ovat puhtaat, ja sähköputkia ei ole liikaa.
 9. Muista saumauksen jälkihoito.
-

Tästä työvaiheesta huomioitavaa:(merkkää tähän sellaiset asiat, jotka on hyvä tietää tulevissa asennuksissa)

ELPO-HORMI

1. Elpo-hormit voidaan varastoida työmaalle jo hyvissä ajoin ennen asennusta. Varastointiin ei tarvitse käyttää vakkia, vaan ne voidaan asentaa esim. kahden puun päälle.
 2. Tutustu valmistajan antamiin ohjeisiin.
 3. Elementtien saumat tulee valaa huolella, koska ne ovat ääniteknisesti herkäät.
 4. Tarkista, että tulpat on poistettu, ennen kuin seuraava elementti asennetaan.
Tämän voi tarkistaa vielä työmaan loppuvaiheessa kuvaamalla hormit digi-kameralla.
-

Tästä työvaiheesta huomioitavaa:(merkkää tähän sellaiset asiat, jotka on hyvä tietää tulevissa asennuksissa)

PORRASELEMENTTI

1. Mosaiikkibetonin väri on ilmoitettava vähintään 6-8 viikkoa ennen elementtien toimitusta.
 2. Porraselementtejä väliavarastoidaan työmaalle, koska rekka tuo aina täyden lastin ja kaikkia elementtejä ei kerralla asenneta. Katso valmistajan ohjeet.
 3. Katso valmistajan tyyppikohtaiset asennusohjeet.
 4. Tarkista asennuspalojen sijainti.
 5. Muista varoittaa, että porraselementti ei osu liian kovaa tuelle, silloin se voi rikkoutua.
Hiekan asennus pilarin alapäähän estää kovan kosketuksen.
 6. Portaisiin on asennettava väliaikainen kaidesuojaus, jos lopullista kaidetta ei heti asenneta.
-

Tästä työvaiheesta huomioitavaa:(merkkää tähän sellaiset asiat, jotka on hyvä tietää tulevissa asennuksissa)