

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka

Rakennustuotanto

Tutkintotyö

Jouni Eskonen

**ERIKOISRAKENNUSKOHTEN ELEMENTTIASENNUKSEN
KEHITTÄMINEN**

Työn ohjaaja DI Harri Miettinen

Työn teettäjä NCC Rakennus Oy / Sisä-Suomi

Tampere 2006



TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka

Rakennustuotanto

Eskonen, Jouni	Erikoisrakennuskohteen elementtiasennuksen kehittäminen
Tutkintotyö	41 sivua + 17 liitesivua
Työn ohjaaja	DI Harri Miettinen
Työn teettäjä	NCC Rakennus Oy / RI Lasse Alkula, RI Heikki Kantojärvi
Lokakuu 2006	
Hakusanat	Elementtiasennus, Elementtityypit, Elementtiasennussuunnitelma

TIIVISTELMÄ

Rungon elementtiasennus on keskeisin työvaihe elementtirakenteisissa rakennuksissa. Tämä opinnäytetyö käsittelee elementtiasennusta muissa kuin asuinkerrostaloissa. Asentamisessa ilmenee ongelmia, jotka toistuvat työmaasta toiseen. Tämän vuoksi opinnäytetyön tavoitteena on tehdä vastavalmistuneille työmaamestareille työohje elementtiasennuksesta. Tämä ohje sisältää oleelliset asiat, jotka elementtiasennuksessa tulee ottaa huomioon. Ohjeen on tarkoitus toimia tulevaisuudessa sähköisenä, ja siihen on tarkoitus linkittää palauteosio, johon mestarit voivat kirjata ongelmat, joita elementtiasennuksessa on ilmennyt. Tavoitteena on, etteivät samat virheet pääsisi toistumaan tulevaisuudessa.



TAMPERE POLYTECHNIC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Construction Engineering

Construction Production

Eskonen, Jouni

Development of the Element Installation Work in the Special
Building Site

Thesis

41 pages + 17 pages of appendices

Tutor of Thesis

M.Sc. (Civ. Eng.) Harri Miettinen

Principal of Thesis

NCC Rakennus Oy /

Civ. Eng. Lasse Alkula, Civ. Eng. Heikki Kantojärvi

October 2006

Keywords

Element Installation Work, Element Types,
Element Installation Planning

ABSTRACT

The element installation of the framework is the most central stage in buildings made of precast concrete blocks. This thesis deals with the element installation of buildings other than residential block of flats. The installation work contains some problems which are common to many building sites. Therefore, the purpose of the thesis is to produce the working instructions of the element installation for the newly qualified foremen. These instructions include all the essential things which need to be taken care of in the installation. The instructions will be available in electronic form in the future, and there will be a feedback section where the foremen can record the problems they have faced during the installation process. The goal is to minimize the same mistakes in the future.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
SISÄLLYSLUETTELO	4
1 JOHDANTO	6
2. ELEMENTTITYYPIT	7
2.1 Seinäelementit	7
2.2 Ontelolaatat ja TT-laatat	8
2.3 Kuorilaatat	9
2.4 Pilarit ja palkit	10
2.5 Jäykistävät rakenteet	12
2.6 Saumat	12
3 ELEMENTTIEN SUUNNITTELUVAIHE	12
3.1 Elementtipiirustusaikataulu	13
3.2 Elementtien liitosdetaljit	13
3.3 Jäykistävien rakenteiden suunnittelu	14
3.4 Elementtiasennussuunnitelma	15
4 ASENNUKSEN SUUNNITTELUVAIHE	18
4.1 Valmistusaikataulu	19
4.2 Kalusto	19
4.3 Välivarastointi	22
5 ASENNUKSEN VALMISTELUVAIHE	23
5.1 Elementtipiirustusten läpikäynti	23
5.2 Reikä- ja varauspiirustukset	24
5.3 Asennusjärjestys	25
5.4 Elementtitoimitusten valmistelu	26
5.5 Asennusaikataulu	26
5.6 Elementtiasennuksen vaikutus työmaasuunnitelmaan	27



6 ERI ELEMENTTITYYPPIEN ASENNUS	28
6.1 Seinäelementtien asennus	28
6.2 Ontelolaattojen ja TT-laattojen asennus	30
6.3 Kuorilaattojen asennus	33
6.4 Pilarien ja palkkien asennus	34
6.5 Kääntökivien asennus	36
6.6 Saumaustyö	37
LÄHDELUETTELO	40
LIITTEET	41



1. JOHDANTO

Elementtiasennus on pitkä työvaihe. Sen pituus riippuu työkohteen laajuudesta. Siksi on tärkeää, että asennus suunnitellaan etukäteen tarkasti. Mahdollisiin ongelmiin varaudutaan ja tehdään riskianalyysi. Tätä tehtäessä tästä opinnäytetyöstä on toivottavasti hyötyä. Elementtirungon pystytys yleisesti ottaen kestää noin 20–30 % urakka-ajasta, joten elementtiasennus on merkittävin yksittäinen työ monessa rakennuskohteessa.

Rakennusrungon perustehtävä on välittää rakennuksen pystykuormat perustuksien kautta maaperään. Lisäksi rungolta edellytetään riittävää vakavuutta vaakakuormia vastaan. Rakennuksen vakavuudesta voi huolehtia runko kokonaisuudessaan tai sitten vain osa rakennuksen pystyrakenteista toimii stabiiloina osina. Jälkimmäinen tilanne on yleinen toimistorungoissa, joissa jäykistävinä osina toimivat mastoseinät, kuten porrashuoneet ja kantavat seinälinjat. Runkoa rasittavat vaakakuormat johdetaan kerroksittain rungon jäykistäville pystyrakenteille. Väli- ja yläpohjarakenteet suunnitellaan siten, että ne toimivat tasonsa suunnassa jäykkinä levyinä, jolloin ne siirtävät rungon vaakasuuntaiset kuormat jäykistäville rakenneosille.

Kun koko rungon jäykistyksestä huolehtii useampi mastoseinä, täytyy mastorakenteiden mitoituksessa tietää kunkin osamaston ottama osuus runkoa rasittavasta kokonaisvaakakuormasta. Yleensä mitoituksessa oletetaan välipohjat jäykiksi levyiksi, josta voimat siirtyvät mastoseinille niiden jäykkyyksien suhteessa ottaen huomioon rungon kiertymä ja siirtymä.

Jäykistävät osamastot tulee sijoittaa runkoon mahdollisimman symmetrisesti, jotta rungon kiertymä jää pieneksi. Betonielementtirakennuksessa osamastot koostuvat yleensä useasta elementistä, jotka kuitenkin toimivat lähes monoliittisten rakenteiden tavoin, jos saumat ovat riittävän kestäviä.

Elementtiseinän vaaka- ja pystysaumot mitoitetaan leikkausjännityksistä aiheutuville työntövoimille, jolloin seinä toimii yhtenäisenä jäykistävänä rakenneosana. Yleensä toimistorungossa jäykistäviä seinä on vähän, jolloin niiden kuormat ovat suuria ja siten myös saumojen leikkausvoimat.



2. ELEMENTTITYYPIT

Elementtirunkoisessa talossa on yleensä useita erilaisia elementtejä ja elementtityyppejä. Esittelen tärkeimmät tyypit.

2.1 Seinäelementit

Kantavien ulkoseinien rakenteellinen tehtävä on siirtää laataston tukireaktiot perustuksille ja lisäksi huolehtia rakennuksen jäykistyksestä vaakavoimia vastaan. Betonielementtirakenteisissa asuinkerrostoissa kantavia seiniä on paljon suhteessa rakennuksen tuulipintaan, jolloin seinien vaakarasitukset jäävät usein pieniksi. Näin ollen myös saumojärsittävät leikkausvoimat ovat kohtuullisia. Näin saadaan saumasta yksinkertaisempi asentaa.

On vielä huomattava, että betonivaarnasaumassa teräslenkkien maksimietäisyys (k-jako) saa olla korkeintaan 1000 mm, kun sauma on joustavien elementtien välissä (esim. nurkkaliitos tai kapeiden ikkunapielien kohdalla), jotta betonivaarnat eivät pääse irtautumaan teräslenkkien väliseltä alueelta. Kantavien ulkoseinien liitoksissa voidaan käyttää myös vaijerilenkkejä./2/

Ei-kantavat ulkoseinät voidaan mitoittaa perustuksista kannatettuina, jolloin niiden kuormituksena on elementin oma paino, laatastolta tuleva osuus hyötykuormasta sekä vastaavat kuormat yläpuolisilta elementeiltä. Perustuksista tuettu elementti välittää kuormat sisäkuoren normaalivoimakestävyyden avulla. Elementin pystysaumojärs ei tarvita kuormien siirtämisessä.



Onnettomuusrajatilan vaatimukset ei-kantavien rakenteiden kiinnityksille koskevat vain vaakakuormien kestävyyttä, joka otetaan huomioon välipohjan s-pisteiden mitoituksessa. Jatkuvan sortuman estämiseksi tulee pystysaumojen kuitenkin kantaa elementin oma paino onnettomuusrajatilassa. Tämän takia julkisivuelementin pystysaumaan sijoitetaan kaksi vaijerilenkkikotelo, joilla jatkuva sortuma estetään. Kantavan väliseinän päähän laitetaan teräslenkit 3Ø8 k600 tai vastaavat vaijerilenkit kuin julkisivuelementtien päihin. Niiden avulla sauman pystykuormat ankkuroidaan myös kantavaan seinään./2/

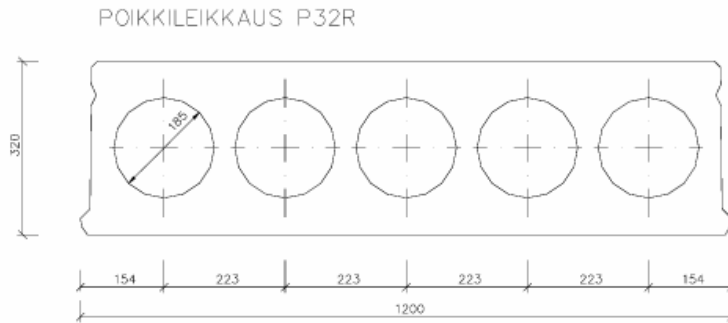
Väliseinien saumojen mitoituksessa pätevät samat asiat kuin kantavien ulkoseinien mitoituksessa. Silloin voidaan soveltaa samaa kolmen lenkin betonivaarnasauman mallia. Toimistorungoissa tarvitaan raudoitusta usein enemmän, jolloin lenkkejä sijoitetaan koko sauman matkalle tarvittava määrä. Myös vaijerilenkkien käyttö on mahdollista./2/

2.2 Ontelolaatat

Ontelolaatta on yksi laajimmalle maailmassa levinnyt rakentamisen innovaatio. Ontelolaatta on myös Suomessa yleisin välipohjan kivirakenne. Vuosittain ontelolaattaa käytetään maassamme yli kaksi miljoonaa neliometriä.

Ontelolaatta on esijännitetty betonielementti, jonka keventämiseksi siihen on laitettu kevennysonteloita, kuten kuvasta 1 voi havaita. Ontelolaatassa on pituussuuntainen esijännitetty raudoitus./18/ Betoni ontelolaatoissa on K50. Betonin valmistus on Inspecta Sertifiointi Oy:n (SFS) tarkastuksen alaista. Tässä käytössä olevan jänneteräksen laatu on seuraava: St 1570/1770, halkaisija 9.3 mm tai 12.5mm./20/

Onteloiden kohdalla ontelolaatan alapinnalla on 10 mm:n kokoiset reiät. Reikien tarkoituksena on toimia onteloon kertyneen veden poistumisaukkoina. Työmaa huolehtii siitä, että reiät pysyvät auki. Viimeistelytyön yhteydessä reiät yleensä paikataan. Suojatulpat asennetaan tehtaalla. Suojatulppien tarkoituksena on estää saumavalussa käytettävän betonimassan tunkeutuminen onteloon./20/



Kuva 1. Ontelolaatan poikkileikkauskuva/19/

2.3 Kuorilaatat

Kuorilaatta on liittorakenne, joka muodostuu jännitetystä kuorilaatasta ja kantavasta paikallavalusta. Kuorilaatta soveltuu teollisuus-, liike-, asuin- ja pientalorakentamiseen. Laattaa käytetään rakennusten ylä-, väli- ja alapohjissa yksiaukkoisena-, jatkuvana- ja ulokelaattana./19/

Kuorilaattojen vakioleveys on 1200 mm (12M). Vakiolevyisten laattojen käyttö on yleensä taloudellisin vaihtoehto. Peruslaatta on 70...150 mm tasapaksu laatta, ja se liittyy paikallavaluun betonin tartunnan ja työsaumaraudoituksen avulla. Urakuorilaatan yläpintaan tehdään valmistuksen yhteydessä profilointia, joka lisää paikallavalun tartuntapintaa ja parantaa eri betonikerrosten yhteistoimintaa. Kuorilaatoissa on raudoituksena pituussuuntaiset esijännitetyt punokset./19/

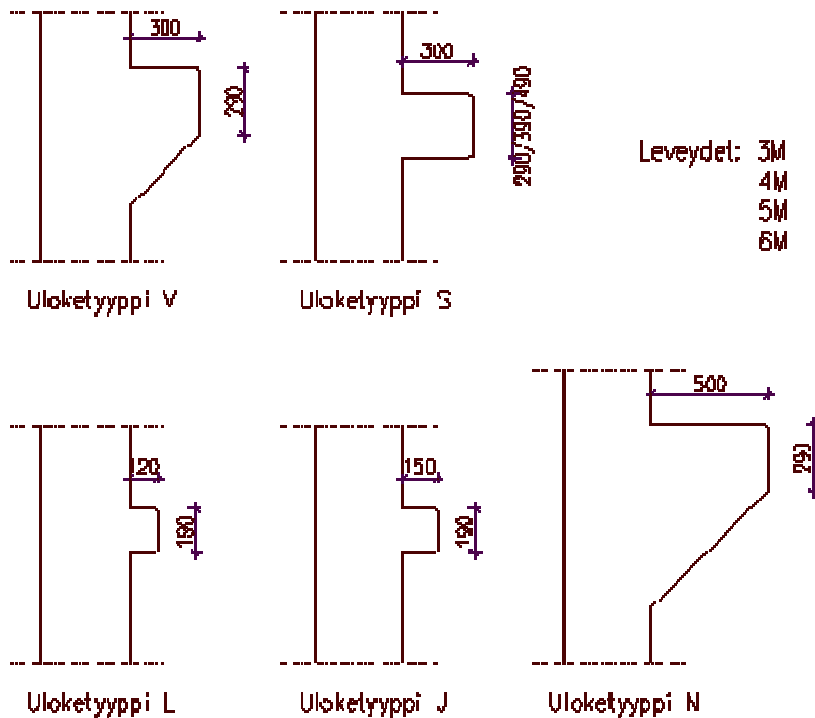
Kuorilaatan päälle valettavan paikallavalun rauditus suunnitellaan samoilla periaatteilla kuin tavallisen teräsbetonilaatan rauditus. Poikkeamana on se, että laatansuuntaiset jänneteräkset toimivat alapinnassa pääraudoituksena ja kuorilaatan rauditus korvaa näin ollen laatan alapinnan raudituksen pääkantosuunnassa./19/



2.4 Pilarit ja palkit

Pilarit ovat yleensä teräsbetonista ja niiden poikkileikkaus on suorakaide tai ympyrä. Pilareita suositellaan käytettäväksi vain kahden kerrosvälin korkuisina, koska hoikan palkin taipuma saattaa ylittää asennustoleranssit korkeampana.

Pilariulokkeet ovat pääasiassa kuvan 2 mukaisia. Tyyppi V on suositeltavin. Tyyppi S soveltuu käytettäväksi, mikäli halutaan välttää näkyviä ulokkeita. Tyypit L ja J on tarkoitettu julkisivuelementtien ja laattojen kannatukseen. Tyyppi N on erikoisuloke, joka on tarkoitettu nosturipalkin kannatukseen.



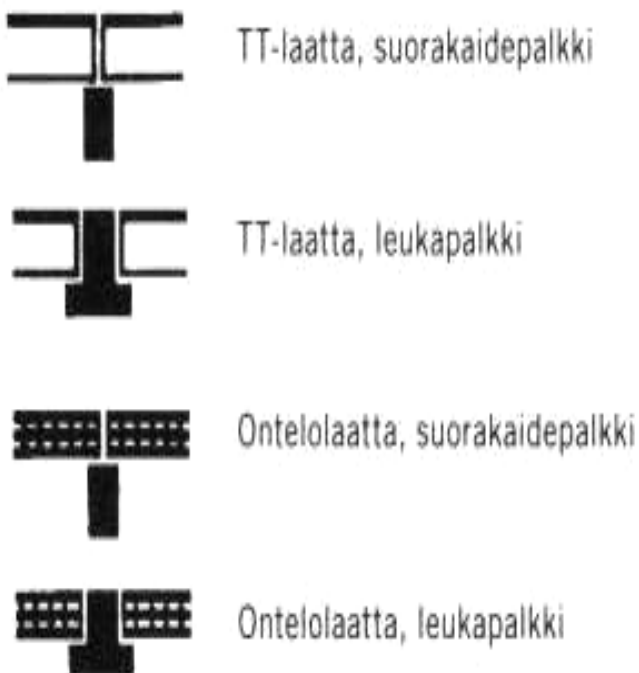
Kuva 2. Uloketyypit/13/



Teräspilarit ovat harvinainen ratkaisu pääsääntöisesti betonielementtirakennuksessa, koska ne ovat huomattavasti kalliimmat kuin vastaavat betonielementtipilarit. Yleisesti ottaen puristettuja rakenteita tehdään harvemmin teräksestä. Joissakin tapauksessa kuitenkin näin tehdään arkkitehtonisista syistä, jolloin on syytä muistaa, että taipumat ovat usein suurempia kuin betonipilareissa. Teräspilarit vaativat yleensä lisäksi erityisratkaisuja paloneristyksen osalta.

Palkkivaihtoehtoina voidaan pitää seuraavia: suorakaidepalkkeja, leukapalkkeja ja jännebetonipalkkeja. Tehtaässä palkki esijännitettyinä teräsbetonipalkkina on palosuojaus tarpeetonta. Teräspalkin etuna on se, että se ei vaadi nostokalustolta niin paljoa ja se on helppo valaa täytteen saumavalun yhteydessä. Näitä palkkeja ovat esimerkiksi tuotenimet Delta-, MEK- ja HomeCon-palkit./20/

Palkin ulokkeille suunnitelmissa tukipinnan minimi pituus on O15, O20, O27 ja O32 laatoilla 65 mm (harkkoperustuksilla 80 mm). O40 laotalla 85 mm ja O50 laotalla 100 mm.



Kuva 3. Laatan liitos palkkiin/20/



2.5 Jäykistävät rakenteet

Rakennusrungon perusvaatimukseen kuuluu kuormankantokyvyn ohella riittävä vakavuus eli stabiliteetti. Elementtirungossa jäykät liitokset ovat merkittävä kustannustekijä, minkä vuoksi elementtirunko on monesti paikalla valettua runkoa alttiimpi stabiilisuusvaurioille, koska siitä yleensä puuttuu paikalla valetuille rakenteille ominainen rakenteellinen jatkuvuus.

2.6 Saumat

Saumoissa käytetään yleensä saumabetoni K30-2. Jäykistävässä rakenteissa käytetään paisuvaa betonia, jotta kuivumiskutistumisesta johtuva rako saataisiin minimoitua. Paisuvaa saumausbetonia käytetään pääsääntöisesti porraskuilun seinäelementtien alapään juotoksessa ja pilarien alapääjuotoksissa./20/

3. ELEMENTTIEN SUUNNITTELUVAIHE

Tämän opinnäytetyön yhteydessä käsitellään elementtisuunnittelua lähinnä työmaan näkökulmasta, koska on tarkoitus palvella työmaamestareita. Työssäni en siis varsinaisesti ota kantaa rakennesuunnitteluun suunnittelijan näkökulmasta.

Elementtien suunnitteluvaiheessa on vastaavan mestarin tai/ja elementtiasennustyönjohtajan syytä olla tarkastamassa suunnitelmia. Elementtien suunnitteluvaiheessa niihin on helpompi tehdä muutoksia kuin myöhemmin. Tärkeää olisi, että esimerkiksi elementtien koko äärialueilla olisi kohtuullinen, jotta torninosturit eivät olisi tarpeettoman suuria ja ajoneuvonosturien tarve saataisiin minimoitua. Elementtiliitokset olisi syytä suunnitella aikataulut ja asennuksen vaikeudet huomioon ottaen.

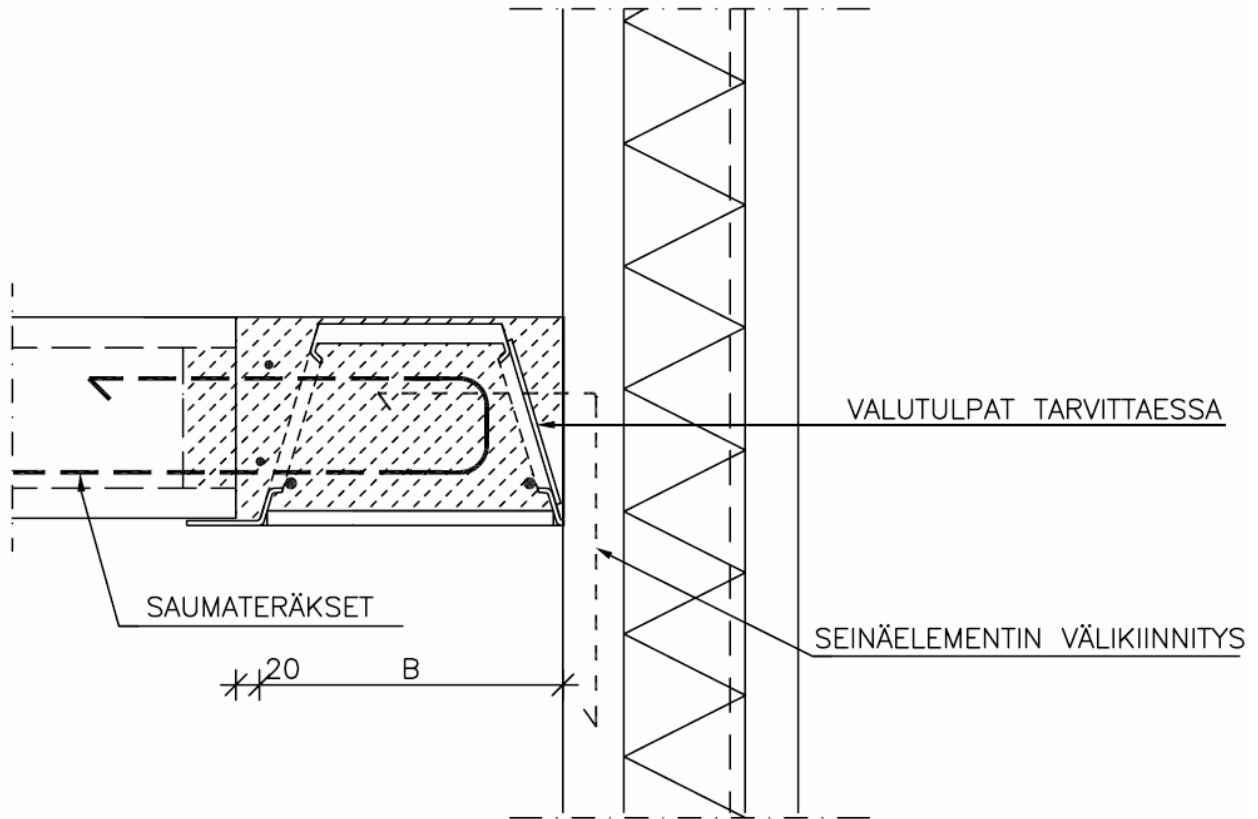


3.1 Elementtipiirustusaikataulu

Elementtipiirustusaikataulu on tärkeä työn sujuvuuden kannalta. Elementtipiirustukset on saatava hyvissä ajoin tarjouslaskentaa varten. Tarkennetut piirustukset on saatava ajoissa työmaalle, jotta peruspultit, hitsauslevyt ja lisäteräkset saadaan tilattua työmaalle riittävän aikaisessa vaiheessa.

3.2 Elementtien liitosdetaljit

Elementtien liitosdetaljit on syytä tarkastaa työmaan työnjohdon toimesta jo suunnitteluvaiheessa, jotta ne on mahdollisimman helppo toteuttaa työmaalla. Elementtien liitosdetaljit on saatava työmaalle ajoissa, jotta liitoksissa tarvittavat osat saadaan hankittua ajoissa ja elementtiasennusaikataulu saadaan tarkennettua. Elementtien liitosdetaljeissa on otettu huomioon, minkälaisia tartuntoja on edellisissä elementeissä oltava, jotta elementtiasennus sujuisi. Kuvassa 4 on detaljiesimerkki ontelolaatan liitoksesta Delta-palkkiin ulkoseinän vieressä.



Kuva 4. Liitosdetalji/13/

3.3 Jäykistävien rakenteiden suunnittelu

Rakennuksen jäykistämiseen voidaan periaatteessa käyttää kolmea tapaa kehäjäykistystä, levyjäykistystä, mastojäykistystä tai näiden kombinaatiota. Käytettäessä mitä tahansa jäykistysmenetelmää olisi työmaan oltava siitä tietoinen. Jäykistävät rakenteet on sijoitettava siten, että tason liikkeet niiden suhteen ovat pieniä, mikäli jäykistävät rakenteet eivät kestä siirtymiä vaurioitumatta./2/



3.4 Elementtiasennussuunnitelma

Elementtien asennussuunnitelma on osa elementtiasennuksen ennakkosuunnittelua. Siinä ilmenevät kaikki tärkeimmät toteutukseen ja työturvallisuuteen liittyvät asiat. Siinä korostetaan ennakkosuunnittelun merkitystä muun muassa tuotanto- ja työmenetelmien valinnassa./11/ Asennussuunnitelman yksi tarkoitus on, että eri osapuolten yhteistoiminta varmistetaan jo ennen asentamista./14/

Elementtiasennussuunnitelman teosta vastaa työmaa, mutta se on hyväksyttävä rakennesuunnittelijalla ja geosuunnittelijalla, ja sen on oltava työmaalla kirjallisessa muodossa. Tärkein elementtiasennussuunnitelman vahvistaja on rakennesuunnittelija, koska hänellä on elementtisuunnitteluun pätevin koulutus. Elementin asennuksen suunnittelusta on säädetty valtioneuvoston päätöksessä rakennustyön turvallisuudesta 23.6.1994/629./16/ Työmaasuunnitelman tulee olla pohjana asennussuunnitelmalle. Suunnitelmaa laadittaessa kiinnitetään erityishuomiota työturvallisuuteen ja otetaan huomioon työmaan työturvallisuusasiakirja. Asennussuunnitelmassa esitetään seuraavat asiat:

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 muotoisista 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 telineiden 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 vakauden 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

Suosittelavaa välttää hitsausliitoksia työmaalla, koska ne vaativat suotuisat sääolosuhteet, sekä pätevän hitsarin.

Asennuksessa tarvittavat työtasot ja putoamissuojaukset

- putoamissuojaussuunnitelma
- asennuksen aikana käytettävät työtasot, työtelineet, saksilavat, henkilönosturit, työpukit, nousutiejärjestelyt, kerrosten putoamissuojaus/rakennusaikaiset ja asennuksen myötä siirrettävät kaitteet, kattokaiteet ja katolle kulku/rakenteet, kiinnitystavat, eritystoimenpiteet, työntekijän henkilösuojaimet esimerkiksi kypärä, turvakengät ja turvavaljaat



Suunnittelun varmentaminen

- pääsuunnittelija
- rakennesuunnittelija
- elementtisuunnittelija
- asennustyönjohtaja
- vastaava työnjohtaja
- elementtirakentamisen eri osapuolten toiminnan yhteensovittaminen, selkeä yhteydenpitokanava
- muut varmentamiset

4. ASENNUKSEN SUUNNITTELUVAIHE

Asennuksen suunnittelussa on otettava huomioon elementtien valmistusaikataulu, elementtipiirustusai-
kataulu, elementtiasennuksen työaikainen vakaussuunnitelma ja elementtiasennuksen työturvallisuus.
Laki vaatii elementtiasennussuunnitelman. Sitä ei silti kannata laatia vain täyttämään lainkirjaimen,
vaan siitä on syytä tehdä työväline työmaalle koko elementtiasennuksen ajaksi. Se on käytävä läpi ele-
menttiasennuksen aloituspalaverissa ja annettava asentajille kirjallisena.

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 keskey-
tyksiä. Hyvin tehty laadunvarmistus takaa moitteettoman työn tuloksen.



4.1 Valmistusaikataulu

Elementtirakentamisen kannalta koko valmistusprosessin ohjattavuus on ensiarvoisen tärkeä asia, koska prosessiin osallistutaan sekä työmaalla että tehtaissa. Tehtaan päätuotannontekijöiden, muottikapasiteetin ja työn käyttö on sovitettava yhteen useiden työmaiden kanssa. Elementtitehtaassa pyritään pienentämään työ- ja materiaalipanosta pääoman ja henkisen panoksen lisäämisellä. Ohjauksen tarvetta lisää valmistuksen ja asennuksen osa-aikojen erilaisuus. Tilaajaa lähellä oleva asennusvaihe tarvitsee murto-osan valmistuksen vaatimasta läpimenoajasta. Tämän vuoksi on tehtaan valmistusprosessin ja asennuksen aikatauluttaminen varhaisessa vaiheessa hyvin tärkeää.

4.2 Kalusto

Kaluston valinnalla elementin nostoihin on suuri taloudellinen vaikutus. Nostokalusto on valittava selkiseksi, että sillä pystyy nostamaan elementit vaivattomasti. Työmailla on aina erityispiirteitä, jotka täytyy ottaa huomioon asentamisessa.

Työturvallisuuteen on kiinnitettävä huomiota. 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 ajoneuvonosturista, voi ajoneuvonosturi olla edullisempi vaihtoehto.

Ajoneuvonosturilla voidaan tehdä lähes mikä työmaa tahansa. Rakennuksen ollessa epäsäännöllisen muotoinen on perusteltua miettiä ajoneuvonosturia vaihtoehtona. On syytä kuitenkin muistaa, että ajoneuvonosturilla nostaminen on merkittävästi hitaampaa ja sillä joudutaan nostamaan huomattavasti useammin ilman näköyhteyttä tavarankäsitteeseen.



Ajoneuvonosturilla säästyttäisiin kokonaan torninosturin asennus-, vuokraus ja purkauskustannuksilta. Tällainen ratkaisu täytyy kuitenkin aina miettiä tarkasti, koska autonosturin vuokraaminen on kallista, jos sitä joutuu jatkuvasti vuokraamaan työmaalle muiden nostojen vuoksi. Sen lisäksi maapohjan täytyy olla kantava ajoneuvonosturin nostokohdissa, mikä on syytä varmentaa pyytämällä lausunto geosuunnittelijalta./7/

Työmaalla täytyy olla riittävästi tilaa autonosturille, koska se joutuu vaihtamaan asennuksen aikana paikkaa. Autonosturia käytetään yleensä asennettaessa teollisuus- ja liikerakennusten runkoja, koska elementtien painot ovat suuria ja koska niiden asennusaika on lyhyt ja torninosturin purku- ja asennuskustannukset tulevat suuriksi asennuspäivää kohti.

Jokaisella elementtiasennustyömaalla tarvitaan nosturin lisäksi nostoapulaitteita. Ne on tarkistettava aina ennen elementtiasennusta. Suurinta sallittua kuormaa ei saa ylittää elementtiä nostaessa ja vaurioituneita osia ei saa käyttää. Nostoraksien koukut on oltava lukkiutuvat. Nostorakseja ei saa kiinnittää siten, että niiden välinen kulma on yli 120 astetta. Nostopuomista on löydyttävä enimmäispaino-merkintä./4/

Elementtiasennukseen tarvittavat nosturin apulaitteet:

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



Pelkkä elementin paikalleen nosto ei asennuksessa riitä, vaan elementin asennuksessa käytetään lisäksi erilaisia työkaluja ja tarvikkeita. Työnjohdon tulee varmistaa, että työkalut on hankittu työmaalle ja että ne ovat kunnossa. 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:

- asennuskanki
- porakone
- räikkä
- vatupassi
- täkymetri
- luotilanka
- leka
- pieni moukari
- linjalauta
- vaaituskone
- mittanauha
- kypärä
- turvakengät
- turvavaljaat

Lisäksi asentajilla täytyy olla seuraavat tarvikkeet:

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



Asennuksessa tarvitaan myös telineitä, koska kaikkia asennuksen töitä ei pystytä tekemään lattiatasolta. On muistettava, että yli kahden metrin korkeudella työskenneltäessä turvakaiteet ovat välttämättömiä.

Työtasoina käytettävät telineet:

- työpukit
- siirrettävät telineet
- lavat
- kiinteät telineet
- saksilava
- kuukulkija/7/,/8/,/9/

4.3 Välivarastointi

Työmaalla pääsääntöisesti elementit asennetaan suoraan kuorma-autoista. Julkisivuelementit on paras asentaa suoraan autosta, koska liiallinen nostelu voi vahingoittaa elementtejä. Myös ontelolaatat asennetaan pääsääntöisesti suoraan kuorma-autosta.

Autoissa voi olla sellaisia elementtejä mukana, joita ei asenneta sillä kerralla, vaan ne on laitettu kuorma- autoon, jotta ei tarvitse ajaa vajailla kuormilla. Tällöin elementeille täytyy olla välivarastointipaikka.

Seinäelementtien välivarastointipaikkana käytetään vakkia, jonka alle on asennettava tukevat lankut. Kantavuus täytyy aina varmistaa. Ontelolaattoja voidaan varastoida kuljetuslaatoista irrotettavissa pu- keissa, mutta ne yleensä asennetaan suoraan autosta.



Asennettaessa paljon pieniä seinäelementtejä kannattavat seinäelementit välivarastoida työmaalle, koska elementtien asennuksessa kuluu niin paljon aikaa, että auton odotuttaminen koko asennuksen ajan aiheuttaa lisäkustannuksia. Tämä aiheuttaa lisätyötä, mutta on edullisempi vaihtoehto. Koska edellä mainittu menetelmä aiheuttaa lisätyötä, se on sovittava aina tapauskohtaisesti ”nokkamiehen” kanssa./5/

Varastointipaikan on oltava sellainen, että elementit pystytään siirtämään vaivattomasti asennuspaikalle. Elementit on tarvittaessa suojattava, jos varastointiaika on pitkä. Varastoitaessa elementtejä on sovittava, kenellä on vastuu varastoinnista. Elementit on varastoitava asennusjärjestyksen mukaan.

5. ASENNUKSEN VALMISTELUVAIHE

Asennuksen valmistelussa on syytä ottaa huomioon monenlaisia asioita. Seuraavassa näitä käydään läpi. Asennuksen valmistelua ei ole syytä aliarvioida, sillä jos kaikkea oleellista ei ole otettu huomioon, viivästyttää se aikataulua. Tiukat aikataulut eivät anna paljon anteeksi.

5.1 Elementtipiirustusten läpikäynti

Elementtiluettelossa jokainen elementti on numeroitu. Siinä kerrotaan 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. Rakennuksen monimuotoisuus on otettava huomioon alussa. Mitä monimutkaisempi ja poikkeavampi rakennus on, sitä suuremmalla todennäköisyydellä rakentamisessa tulee ilmenemään ongelmia. Monimutkaisuuden määräävät yleensä elementtityyppien määrä ja elementtien koko./12/



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. 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 helpommin toteutettavissa silloin, kun tilaa toiselle nosturille on riittävästi. Kahdella nosturilla toteutettavat nostot ovat kuitenkin turvallisuusriski, ja silloin on tehtävä kirjallinen nostosuunnitelma, jonka vuoksi olisi suositeltavaa tilata sellainen ajoneuvonosturi, jolla saadaan elementti kerralla paikalleen.

5.2 Reikä- ja varauspiirustukset

Reikä- ja varauspiirustuksiin on merkitty rakennuksen välipohjiin tulevat reiät ja varaukset. Nämä piirustukset on hyvä käydä läpi ja miettiä, miten ne vaikuttavat elementtien asennukseen. Samalla varmistetaan 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 saa tulla lisäkustannuksia. Reikä- ja risteilypalavereita on pidettävä jo hyvissä ajoin LVI-urakoitsijoiden kanssa ja myös tarvittaessa työn edetessä. Kohteissa, joissa käytetään elpo-hormeja, työ etenee helpommin, mutta silloinkin talotekniikan tilantarve on selvitettävä.



5.3 Asennusjärjestys

Asuinrakennuksissa, joissa on kantavat seinät-järjestelmä, asennusjärjestys on melkein aina seuraava: päätyseinät, väliseinät, laatat, ulkoseinät ja portaat. Asennusjärjestys on pääpiirteittäin esitetty asennussuunnitelmassa, mutta jokaisen kerroksen järjestys on mietittävä erikseen. Ulkoseinäelementit asennetaan aina perätysten niin, että missään vaiheessa elementtiä ei tarvitse asentaa kahden jo asennetun elementin väliin.

Asennusjärjestys on ilmoitettava tehtaalle noin viikkoa ennen kuin elementtejä aletaan lastata autoihin. Kannattaa kuitenkin varautua siihen, että elementit eivät ole aina siinä järjestyksessä kuin asennusjärjestyksessä on ilmoitettu, koska kuorman painojakauman takia elementtien paikkoja on saatettu joutua muuttamaan. Tämä asia kannattaa sopia elementtitoimittajan kanssa niin, että hän ilmoittaa työmaalle järjestyksen muutoksesta.

Sisäseinäelementtien asennusjärjestyksen tulisi olla sellainen, että seinäelementit asennettaisiin loogisessa järjestyksessä niin, että asentajien ei jatkuvasti tarvitsisi siirtyä asennuspaikasta toiseen. Sisäseinien asennusjärjestys ei ole niin kriittinen kuin ulkoseinäelementtien. Väliseinäelementit on kuitenkin asennettava niin, että elementtiä ei tarvitse asentaa kahden elementin väliin. Asennusjärjestyksen muutos on kuitenkin helpommin toteutettavissa kuin ulkoseinäasennuksessa.



5.4 Elementtitoimitusten valmistelu

Elementtien valmistajille toimitetaan asennusaikataulu, jolloin he tietävät, mihin tahtiin elementtejä on lähetettävä. Elementtitehtaalle kannattaa olla ajoittain yhteydessä ja varmistaa, että toimitukset ovat tulossa ajallaan. Koska elementtikuljetusten myöhästymisestä aiheutuu aina kuluja työmaalle, kannattaa elementtikauppaa tehtäessä sopia, että jos kuljetukset myöhästyvät, elementtitehdas joutuu korvaamaan myöhästymisen aiheuttamat ongelmat. Samoin pitää ehdottomasti 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. 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 muutenkin hyödyllistä. On hyvä varmistaa suunnittelijalta, että hän on varmasti toimittanut tarpeelliset ja oikeat piirustukset työmaalle.

5.5 Asennusaikataulu

Elementtien asennusjärjestyksen määrää asennusaikataulu./3/ Asennusaikataulu täytyy tehdä sellaiseksi, että sen pystyy käytettävissä olevalla työryhmällä toteuttamaan. Työryhmä on yleensä sellainen, että se on tehnyt elementtiasennuksia ennenkin, jolloin tiedetään 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 mahdollisimman realistiseksi. Täytyy kuitenkin varoa tekemästä aikataulua liian löysäksi, koska silloin asentajille täytyisi olla varatyötä. Asentajat on syytä ottaa mukaan asennusaikataulun tekoon, jolloin he myös sitoutuvat siihen.



Asennusaikataulua tehtäessä kannattaa varmistua siitä, että elementtejä pystytään valmistamaan ja toimittamaan työmaalle haluttuna aikana. Asennusaikataulu lähetetään tehtaalle, jotta siellä on mahdollista ennakoida tilannetta ja tiedottaa työmaalle, jos odotettavissa on myöhästymisiä. Elementtitoimitusten myöhästyminen on kiireisimpinä aikoina mahdollista. Elementtitoimittajaksi kannattaisi siis valita sellainen, jolta myös kuljetukset onnistuvat. Myöhästymisen syy on välittömästi selvitettävä toimittajalta, 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/

5.6 Elementtiasennuksen vaikutus työmaasuunnitelmaan

Työmaasuunnitelmaan täytyy varata elementtien varastointia varten sopiva paikka, vaikka yleensä työmaavarastointi tulisi minimoida. Elementtien nostelu varastointipaikkaan vie aikaa ja työllistää nosturia turhaan. Varastointiin täytyy olla sellainen paikka, johon elementit voidaan helposti lastata. Koska elementit ovat painavia, täytyy varastointipaikan kantavuuden olla riittävä, jotta se ei aiheuta vaaratilanteita. Lisäksi elementtien välivarastointipaikan on oltava lähellä niiden asennuspaikkaa.

Työmaasuunnitelmassa keskeisintä on nosturin sijoittaminen sellaiselle paikalle, että sen nostokyky riittää elementtien nostoihin. Tällöin 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 liikkumaan. 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. Suunnittelussa on muistettava, että työmaalle voi tulla samaan aikaan myös muita autoja, jolloin liikenteen on sujuttava. Tiepohjien on oltava sellaiset, että ne pysyvät kohtalaisessa kunnossa kovassakin käytössä. Työmaan tiestön on kestävä jopa 60 tonnin painoiset rekat.



6. ERI ELEMENTTITYYPPIEN ASENNUS

Eri elementtityyppien asennus vaatii tarkkaa ennakkosuunnittelua, vahvaa osaamista ja jatkuvaa seuranta. Ennen varsinaista asennusta asennuspaikka on järjestettävä niin, että työskentely siellä on mahdollisimman helppoa. Kaikki ylimääräinen on kuljetettava pois asennuspaikan luota ja varastoitava kerrokseen siten, että niistä ei ole haittaa. Holvilla on monia sähkökoneita, minkä vuoksi siellä kulkee paljon sähköjohtoja. Johdot on vedettävä niin, että niistä on asennuksen aikana mahdollisimman vähän haittaa. Seuraavaksi esittelen eri elementtityyppien asentamiseen liittyvät tärkeimmät asiat.

6.1 Seinäelementtien asennus

Seinäelementin asennusryhmään kuuluu kolme 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. Myös autonkuljettajalla täytyy olla asennuskaavio, että hän tietää asennusjärjestyksen. Asennuskohteessa on oltava asennustyönjohtaja. Työnjohtajan tärkeimmät tehtävät ovat elementtien ja tarvikkeiden tilaus, yhteydenpito muihin osapuoliin ja asennustyön varmistaminen./10/

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. Kun elementti on suunnilleen paikoillaan, kiinnitetään asennustukien yläpäät elementtiin. Tukien kiinnityksen jälkeen tarkistetaan elementtien suoruus vatupassilla. Myös elementtien sijainti tarkistetaan ennen lopullista asemaa. Kun elementti on tarkasti oikealla paikalla ja tuet kiinnitetty, nosturi vapauttaa vaijerien kireyden ja asentaja irrottaa nostoraksit. Nostoraksin irrottajan täytyy olla raksin alapuolella, koska se voi sinkoutua irrottajaa kohti. Ensimmäisen seinälinjan tultua asennettua täytyy tarkistaa, että elementit ovat keskenään suorassa linjassa, pystysuorassa ja samassa korkeus- asemassa. Asennettaessa elementtejä ne ovat voineet siirtyä. Asennuksen virheet korjataan puolittamal-



la mittavirheet, mikä tapahtuu tukia säätämällä ja elementtejä siirtelemällä asennuskangen avulla. Elementtien suoruus pitää vielä tarkistaa ennen kuin holvi valetaan tai ontelolaatat asennetaan. Tässä vaiheessa voidaan vielä korjata pieniä virheitä.

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. Tärkeintä on, että nostoalueella ei työskennellä. Ulkoseinärakenteena toimiva sandwich-rakenne toimii rakennuksen ulkokuorena, minkä takia on tärkeää, että lämmöneriste toimii saumattomasti. Tämä kuuluu elementtiasennuksen tärkeimpiin työvaiheisiin, koska pienikin virhe villan asennuksessa aiheuttaa suurta lämpöhukkaa tulevaisuudessa./15/

Seinäelementtien vaakasauman juottaminen tapahtuu asennuksen yhteydessä. Saumausbetoni levitetään juuri ennen asennusta, mutta sen voi tehdä myös sullomalla betoni saumaan jälkeinpäin. Parempi työtapana ergonomisesti on kuitenkin se, että betoni levitetään ennen asennusta pinnalle. Juotossauman tarkoitus on jakaa kuorma tasaisesti alla olevalle rakenteelle. Jälkeinpäin sullomalla tapahtuva sauma ei ole hyvä, koska betonia ei saada levitettyä koko elementin leveydelle, ja betoni kuivuu kutistuu, jolloin saumasta ei välttämättä tule tiivis. Tämä aiheuttaa saumassa ääni- ja vetoisuusongelmia.

Pasi-vaijerilenkkisidonta on uusi Parman kehittämä menetelmä sitoa ei-kantavien elementtien kiinnitys reunavaluun. Menetelmä korvaa perinteisen S-piste (sidontapiste) -menetelmän, joka estää seinäelementin putoamisen. Uudessa menetelmässä vaijerilenkit korvaavat S-pisteen. Vaijerilenkki-menetelmän tarkoitus on helpottaa asennusta. 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. 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 toimittaessa elementit./18/

Asennustoleranssit seinäelementtiasennuksessa	normaali luokka	erikoisluokka
• Sivusijainti	± 15 mm	± 10 mm
• Sivusijainti ylä- tai alapuolisesta seinästä	± 10 mm	± 5 mm
• Vapaa väli	± 15 mm	± 10 mm
• Sauman leveys	± 15 mm	
– sandwich	± 8 mm	± 5 mm
– väliseinä	± 10 mm	-
• Hammastus kaikissa suunnissa	8 mm	5 mm
• Yläreunan korkeusasema vaakarakenteeseen liityttäessä	± 10 mm	± 5 mm
• Poikkeama pystysuorasta	h/600	h/600

/6/

6.2 Ontelolaattojen- ja TT-laattojen asennus

Ontelo- ja TT-laattaelementtiasennuksen työryhmään kuuluu kolme elementtiasentajaa. Elementit nostetaan suoraan kuormasta tai välivarastosta suunnitellussa asennusjärjestyksessä. Nostosakset kiinnitetään elementtiin keskeisesti niin, että laatan pään ja laitteen välinen vapaa väli on vähintään 200 mm. Nostettaessa käytetään aina varmuusketjua. Nostolaite kiinnitetään niin, että varmuusketju voidaan avata holvin puolelta. Kavennetut laatat voidaan nostaa myös tehtaalla laattaan valetuista nostolenkeistä. Ontelolaatta-asennuksessa on syytä käyttää turvavaljaita, jotka on kiinnitetty tiettyyn pisteeseen tai vaijeriin./7/



Kuva 5. Ontelolaatta-asennus Tampereen yliopiston V-rakennusvaihe

Elementtisaumojen raudoitukset on aina varmistettava rakennesuunnittelijan piirustuksista. Seinät ovat joko kantavia tai ei-kantavia. Niiden rauditusmenetelmät poikkeavat täysin. Työnjohtajan on tutustuttava rakennuksen staattiseen toimintaan, jolloin hän pystyy ymmärtämään eri raudoitusten tarkoituksen. Ennen terästen asettamista on varmistuttava, että saumat ovat puhtaat. Saumateräkset asennetaan ontelolaatastoon, että välipohja toimisi jäykistävänä rakenteena. Saumateräkset on asennettava sauman puolivälin alapuolelle, mutta on varottava, että teräksiä ei asenneta liian alas ja että terästen alapuolelle mahtuu betonia. Laatastoa kiertävät rengasteräkset asennetaan huolellisesti suunnitelmien mukaan. Tämä rauditus takaa, että laatasto toimii levyrakenteena ja estää saumojen halkeilut.



Asennustoleranssit ontelolaatta-asennuksessa	normaali luokka
• Sivusijainti	± 20 mm
• Sauman leveys	+15 mm...-5 mm
• Sauman hammastus	
– tuella	5 mm
– keskellä	8 mm tai L/1000
• Korkeusasema tuella	± 15 mm
• Tukipituus	-25 mm
• Alapinnan poikkeama vaakasuorasta tai nimelliskaltevuudesta 2 m mittauspituudella	± 10 mm

Asennustoleranssit TT-laattojen asennuksessa	normaali luokka
• Sivusijainti	± 30 mm
• Sauman leveys	± 15 mm
• Sauman hammastus	± 10 mm tai L/1000
• Korkeusasema tuella	± 15 mm
• Alapinnan poikkeama vaakasuorasta tai nimelliskaltevuudesta 2 m mittauspituudella	± 20 mm



6.3 Kuorilaattojen asennus

Kuorilaattaelementti- ja liittolevyasennuksen työryhmässä on kolme elementtiasentajaa ja nostoissa nostolaitteen kuljettaja. Kuorilaattaelementit nostetaan suoraan kuormasta tai välivarastosta suunnitellussa asennusjärjestyksessä. Asennustyön aikana henkilöiden liikkuminen nostoreittien alla estetään ja nostot tehdään vapaan alueen kautta. Nosturinkuljettajalla ja asentajilla tulee olla näkö- tai radioyhteys. Nostoja ohjataan käsimerkein, jotka kuljettajan ja merkinantajan on tunnettava. Varmistetaan, että nostokoukut ovat lukkiutuneessa asennossa, eivätkä ketjut pääse kiertymään. Elementtien siirroissa käytetään tarvittaessa ohjausköyttä./8/

Kuorilaatan asennuksessa on huomioitava jänneväli ja kuorilaatan päälle tulevan valun vahvuus riittävien lisätukien asentamiseksi. Kuorilaatta toimii rakenteellisesti laatan alapinnan raudoituksena ja laatan valun alapinnan muottina. Kuorilaatan alapuoliset tuennat ovat alapuolisten töiden tiellä suhteellisen pitkään, mikä on otettava huomioon alemman kerroksen töiden aikataulutuksessa.

Kuorilaatan valussa on otettava huomioon erityisesti, että laatat on tuettu riittävästi alhaalta päin. Kuorilaatan valu teettää aina jonkin verran muottitöitä reuna-alueilla. Kuorilaatan valun jälkeen on syytä käydä alhaaltapäin läpi kaikki kuorilaattojen saumat.

Asennustoleranssit kuorilaatta-asennuksessa	normaali luokka
• Sivusijainti	± 20 mm
• Sauman leveys	± 10 mm
• Sauman hammastus	
– tuella	5 mm
– keskellä	8 mm
• Korkeusasema tuella	± 15 mm
• Alapinnan poikkeama vaakasuorasta tai nimelliskaltevuudesta 2 m mittauspituudella	± 10 mm



6.4 Pilarien ja palkkien asennus

Pilari- ja palkkielementtityön työryhmässä on kolme elementtiasentajaa. Elementit nostetaan suoraan kuormasta tai väliavarastosta suunnitellussa asennusjärjestyksessä. Asennustyön aikana henkilöiden liikkuminen nostoreittien alla estetään ja nostot tehdään vapaan alueen kautta. Nosturinkuljettajalla ja asentajilla tulee olla näkö- tai radioyhteys. Nostoja ohjataan käsimerkein, jotka kuljettajan ja merkinantajan on tunnettava. Varmistetaan, että nostokoukut ovat lukkiutuneessa asennossa, eivätkä ketjut pääse kiertymään. Elementtien siirroissa käytetään tarvittaessa ohjausköyttä. Kuvassa 6 ollaan asentamassa palkkia. Nykyaikaisesti asentaessa olisi syytä käyttää henkilönostinta turvallisuussyistä./9/



Kuva 6. Palkkiasennus Tampereen yliopiston V-rakennusvaihe



Asennustoleranssit pilariasennuksessa

- Sivusijainti, korkeusasema, vapaa väli
- Poikkeama pystysuorasta

normaali luokka

± 15 mm
± 10 mm tai L/750

erikoisluokka

± 15 mm
± 10 mm tai L/1000

Asennustoleranssit teräsbetonipalkkiasennuksessa

ja pienissä (≤ 10 m) jännebetonipalkkiasennuksessa

- Sivusijainti, korkeusasema, vapaa väli,
sauman leveys tuella
- Poikkeama pystysuorasta

normaali luokka

± 20 mm
± 10 mm

erikoisluokka

± 15 mm
± 5 mm

Asennustoleranssit suurissa jännebetonipalkkiasennuksissa

- Sivusijainti, vapaa väli,
sauman leveys tuella
- Korkeusasema tuella
- Poikkeama pystysuorasta
- Sivukäyryys

normaali luokka

± 30 mm
± 20 mm
± 10 mm
± 20mm tai L/1000 tai L/50

/6/



6.5 Kääntökivien asennus

Kääntökiviksi kutsutaan elementtejä, jotka ovat niin korkeita, että ne aiheuttavat ongelmia kuljetuksessa, jos niitä ei käännetä auton lavalle 90 astetta. Useimmiten kääntökivet ovat korkeita maanpaineisiinä. Kääntökiviä nostettaessa tarvitaan kahta nosturia. Toisella nosturilla nostetaan elementti autonlavalta, ja toisella nosturilla otetaan elementin päässä olevista nostolenkeistä ja nostetaan (kuva 7). Tällöin elementti kääntyy takaisin oikeaan asentoonsa. Toisen nosturin nostokoukut irrotetaan ja elementti on valmis asennettavaksi.

Toinen tapa asentaa kääntökivi on nostaa se maapengertä vasten ja siirtää nostokoukut sivuilla sijaitseviin nostolenkkeihin. Tämä asennustapa ei kuitenkaan ole mahdollinen kaikilla rakennustyömailla. Muuten asennus noudattaa tavallisen seinäelementin asennusta.



Kuva 7. Kääntökiven kääntö kahdella nosturilla Tampereen yliopiston V-rakennusvaihe



6.6 Saumaustyö

Seinäelementtien vaakasaumat juotetaan asennuksen yhteydessä. Saumausbetoni levitetään juuri ennen asennusta tai sullotaan saumaan jälkeinpäin. Parempi työtapana ergonomisesti on kuitenkin se, että betoni levitetään ennen asennusta pinnalle. Juotossauman tarkoitus on jakaa kuorma tasaisesti alla olevalle rakenteelle. Jälkeinpäin sullomalla saumaus ei ole hyvä, koska betonia ei välttämättä saada levitettyä koko elementin leveydelle, ja betoni kuivuuessaan kutistuu, jolloin saumasta ei tule tiivis. Tämä aiheuttaa saumassa ääni- ja vetoisuusongelmia.

Seinäelementtien välisessä liitoksessa on vajjerilenkkejä, 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. Sauma muotitetaan tiiviisti niin, että betonia ei pääse pursuamaan muotin välistä. Muottien tuenta on varmistettava ennen valua. Valun aikana on varmistuttava siitä, että betonia kulkeutuu kaikkialle saumaan. Betoni johdetaan saumaan ontelolaattojen tai holvin päältä. Betonointiin voidaan käyttää nostastia tai pumppausautoa.

Sauma voidaan myös valaa ilman muotteja, jolloin saumausbetonoidaan pumppaamalla tarkoitukseen kehitetyllä erikoismassalla. Kun työ tehdään huolellisesti, ei tarvita jälkitöitä. Erikoismassa tehdään työmaalla. Molemmilta puolilta avoimen sauman toiselle puolelle asennetaan stopparilauta, joka poistetaan massan alettua kovettua. 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. Hitsausliitoksia kuitenkin pyritään välttämään.



Ontelolaattojen saumojen betonoinnin yhteydessä on järkevää tehdä kaikki betonointityöt samalla kertaa, kuten paikalla valukaistat. 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. Saumoissa olevien sähköputkien määrä on tarkistettava rakennesuunnittelijalta, koska liian suuri määrä putkistoja heikentää sauman lujuutta. Saumausbetonin lujuus on merkitty rakennepiirustuksiin. Maksimi raekokona käytetään 4 tai 8 mm:ä. Tarvittaessa saumausbetoni voi notkistaa työmaalla 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 kautta suoraan onteloiden saumoihin. Massa tiivistetään täryttimellä. Ylimenevä saumabetoni vedetään lastalla 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 66 mm. Saumaus on aina myös tiivistettävä. Nämä tiedot täytyy varmistaa aina betonin valmistajalta./1/

Kolmas saumaustapa on kuivabetonointi. Massa toimitetaan työmaalle aina kuivatuotteena ja vasta käytettäessä siihen sekoitetaan vesi. Saumabetoni pumpataan saumapumpulla, jonka paksuus 35 - 50 mm. Betonin notkeuden ja pienen raekoon takia saumaa ei tarvitse tiivistää. Tämä on sama menetelmä kuin seinien vaakasaumojen betonoinnissa./1/

Saumauksen jälkeen laatasto harjataan ja puhdistetaan. Harjaamalla varmistetaan pintabetonin tai taasoitteen tartunta. Jos laataston päälle tulee pintabetoni, jätetään saumat 20 mm vajaiksi, jotta saadaan hyvä tartunta. Valettu sauma myös jälkihoidetaan.



Jälkihoitoon kuuluvat asiat:

- Valetun rakenteen suojaaminen sadetta, tuulta, auringonpaistetta, virtaavaa vettä ja kylmää vastaan
- Veden haihtumisen estäminen ja rakenteen kastelu
- Oikeasta kovettumislämpötilasta huolehtiminen.

Saumaustyöstä on Suomen betoninormien mukaan pidettävä betonipöytäkirjaa. Jos aikaa jää, olisi hyvä tehdä saumaustyöstä suunnitelma, jossa on määritelty työn vaatimukset, vastuuhenkilö ja käytettävät menetelmät. Saumaustyön onnistumisen lähtökohtina pidetään oikeaa saumaussmassan 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 työtä seuraavissa työvaiheissa./1/



LÄHDELUETTELO

Painetut lähteet

- /1/ Betonielementtien saumavalut, Betonikeskus ry, Suomen betonitieto Oy, 2002, 30 s.
- /2/ Betonielementtirakenteet RIL 115, Suomen rakennusinsinöörien liitto, Helsinki 1977, 414 s.
- /3/ Elementtiasennuksen suunnittelu ja toteutus asuinrakennustyömaalla, Tekijä Outi Tervakangas, 40 s.
- /4/ Elementtien hankintasopimus, SBK-julkaisu n:o 9, Suomen betoniteollisuuden keskusjärjestö rt, Lahti 1975.
- /5/ Elementtityöt, Tekijät Seppo Huhtiniemi ja Jukka Kiviniemi, Rakennustieto, 176 s.
- /6/ Rakennustöiden laatu 2005, Tekijät Tarja Mäki, Anssi Koskenvesa ja Sampsa Nissinen
- /7/ Ratu 25-0278
- /8/ Ratu 25-0279
- /9/ Ratu 25-0280
- /10/ Ratu 25-0281
- /11/ Suomen säädöskokoelma 578/2003, Valtioneuvoston asetus elementtirakentamisen työturvallisuudesta
- /12/ Talonrakennuksen tuotantotekniikka, Hannu Järvisen kurssi syksyllä 2005: Muistiinpanot
- /13/ Talvirakentaminen, Rakennusteollisuuden keskusliitto, Rakentajain kustannus 1989, 2. painos, 110 s.
- /14/ Teollinen betonirakentaminen. Toimittanut Eero Lahti, Rakennustieto Oy, Gummerus kirjapaino 1996, 186 s.
- /15/ Työnsuunnittelu/NCC Puolimatka/Seinäelementin asennus
- /16/ Valtioneuvoston päätös rakennustyön turvallisuudesta 23.6.1994/629

Sähköiset lähteet

- /17/ <http://www.betoni.com> (luettu 8.7.2006).
- /18/ <http://www.parma.fi> (luettu 12.7.2006).
- /19/ <http://www.pielisenbetoni.fi> (luettu 12.9.2006).
- /20/ <http://www.tkk.fi> (luettu 14.9.2006)



LIITTEET

LIITE 1: Elementtien asennussuunnitelma, lähde: NCC Starnet

LIITE 2: Nostoapuvälineiden käyttöönottotarkastuspöytäkirja, lähde: NCC Starnet

LIITE 3: Asennustyön aloituskatselmus, lähde: www.betoni.com

LIITE 4: Erikoiskohteen elementtiasennuksen työohje



20.09.2006

ELEMENTTIEN ASENNUSSUUNNITELMA

Nosturityyppi 1

Nosturiteho / ulottuma

Max. Tukijalkakuorma
Nosturityyppi 2

Nosturiteho / ulottuma

Max. Tukijalkakuorma

Suunnitelman laatija

Puh.

2. ELEMENTIT, NOSTOAPUVÄLINEET JA ERITYISTOIMENPITEET

Elementit	Tyyppi	Max. mitat (m) Pit., lev., kork.	Max. paino (tn)	Määrä (kpl)	Nostoapuvälineet
Pilarit					Nostoakseli, ø
Palkit TB					
Palkit JB					
Ontelolaatat					Puomi ja sakset
TT-laatat					
HTT-laatat					
Sokkelit					Nostoraksit
Väliseinät					Nostoraksit
Julkisivut					Nostoraksit
Kuorielementit					Nostoraksit

- Erityistoimenpiteet



20.09.2006

ELEMENTTIEN ASENNUSSUUNNITELMA**3. ELEMENTTIEN KULJETUS JA PURKAUS**

- Elementtitoimittaja, liite 1
- Suunnittelija, liite 2

- Vastaanotto:
Purkamisjärjestys elementtitoimittajan ja kuljetusliikkeen antamien ohjeiden mukaan. Ks. liite 1.

- Työmaavarastointi:

- Työmaakalusto:

- Työmaavarastointipaikat:

4. ASENNUSJÄRJESTYS

Yksityiskohtainen järjestys, ks. liite 3.

5. TOLERANSSIT JA SEURANTAMITTAUS

TOLERANSSIT:

Lähtömittaus ennen asennuksen aloittamista

Sijaintimittaus pilareiden asennuksen jälkeen

SEURANTAMITTAUS:



20.09.2006

ELEMENTTIEN ASENNUSSUUNNITELMA**6. ASENNUKSEN AIKAINEN TUENTA JA VÄHIMMÄISTUKIPINNAT****7. ELEMENTTIEN LOPULLISET KIINNITYKSET**

- Liitostavat
- Hitsaus

Hitsausmenetelmä:

Hitsausluokka:

Perusaine:

Lisäaine:

- Erityistoimenpiteet



20.09.2006

ELEMENTTIEN ASENNUSSUUNNITELMA

- Betonointi
 - Saumabetonit:

- Lujuudenkehityksen seuranta
 - Lämmitys:

- Laadunvalvonta ja tarkastukset
 - Koekuutiosuunnitelma:

 - Hitsaussaumojen tarkistus:



20.09.2006

ELEMENTTIEN ASENNUSSUUNNITELMA

8. ASENNUKSESSA TARVITTAVAT TYÖTASOT JA PUTOAMISSUOJAUS

1. Asennuksessa tarvittavat työtasot

2. Putoamissuojaus

2.1 Nousutiejärjestys

2.2 Kerrosten putoamissuojaus

2.3 Vesikattokaiteet ja katolle kulku

2.4 Erityistoimenpiteet



20.09.2006

ELEMENTTIEN ASENNUSSUUNNITELMA

Pääurakoitsija vastaa kaiteiden ja aukkojen suojauksen ylläpidosta asennustöiden aikana.

Asennussuunnitelman
liitteet

Liite 1, liite 2, liite 3, liite 4 = autonostureiden ja elementtien kuljetusajoneuvojen liikennöintialueet sekä elementtien varastointialueet.

Allekirjoitukset / päivämäärät

Päärakennesuunnittelija:

Asennustyönjohtaja:

Vastaava mestari:


 Työmaan nimi/no _____

NOSTOAPUVÄLINEIDEN KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUSPÖYTÄKIRJA Pvm _____

	kunnossa	korjattava		kunnossa	korjattava
1. Nostoraksi			4. Nostohaarukka		
- numerokilpi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- numerokilpi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- lenkki	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- painomerkintä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- liittimet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- nostolenkki	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- koukut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- rakenne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Nostopalkki			5. Nostoliina		
* ontelolaatoille	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- pintarakenne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
* portaalle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- ompeleet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- numerokilpi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- painomerkintä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- raksit (kohta 1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
- tarraimet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6. Muu nostolaite		
- nostokorvakkeet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	mikä _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- numero	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- painomerkintä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			- raksit (kohta 1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Nostolaatikko			- rakenne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- numerokilpi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- painomerkintä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- raksit (kohta 1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- rakenne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

 työsuojelupäällikkö

 työsuojeluvastuuutettu

ASENNUSTYÖN ALOITUSKATSELMUS

Pidetään ennen asennustyön aloittamista

Koollekutsujana kohteen työmaan vastaava tai projektipäällikkö / tuotantopäällikkö

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

1. Kohde
2. Vastuhenkilöt
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 sosiaalililat, varastot
12. Työmaan vartiointi, kulkuluvat
13. Asennussuunnitelma
14. Asennusjärjestys (rakennuksittain / lohkoittain), asennusaikataulu
15. Työturvallisuus
16. Asennustyön laadunvarmistus
17. Elementtien vastaanottotarkastus
18. Asennustyön palautekäytännöt
19. Asennustyön aloittamisen hyväksyntä

ERIKOISRAKENNUSKOHTEN ELEMENTTIASENNUKSEN TYÖOHJE (20.10.2006)

Koskee seinäelementtejä, ontelolaattoja, pilareita ja palkkeja.

Tämä työohje on liite opinnäytetyöstä: Erikoisrakennuskohteen elementtiasennuksen kehittäminen

Tekijä: Jouni Eskonen / TAMK / Rakennustekniikka / Rakennustuotanto

Tämän liitteen lähteet sisältyvät opinnäytetyöhön.

Tämä ohje on koottu ohjeeksi erikoiskohteen elementtiasennuksesta. Ohjeesta selviää pääpiirteittäin oleelliset asiat, mitä elementtiasennuksessa tulee ottaa huomioon.

ELEMENTTIEN SUUNNITTELUVAIHE

Tarkista, että

- Liitokset ovat toteutettavissa ja soveltuvat rakennusaikaan.
 - Elementtien koot ovat asennuksen kannalta sopivia.
 - Pilarien korkeus ei ylitä kahta kerrosta, jos niin on varmistettu, että taipuma ei ylitä asennustoleransseja.
 - Rungon jäykistystapa etenee asennuksen aikana sujuvasti.
-
- Tee elementtiasennussuunnitelma ja hyväksytä se rakennesuunnittelijalla. Kysy myös geosuunnittelijan mielipide maapohjan kantavuudesta nosturien ja rekkojen alla.

Tästä työvaiheesta huomioon otettavaa: (merkitse tähän sellaiset asiat, jotka on hyvä tietää tulevissa asennuksissa)

ASENNUKSEN SUUNNITTELU

Käy läpi

- Asennussuunnitelma
 - Betonielementtirakenteiden työselostus
 - Elementtiluettelot
 - Elementtikaaviot
 - Kaikki elementtiasennukseen liittyvät piirustukset. Hanki puuttuvat piirustukset rakennesuunnittelijalta ja elementtisuunnittelijalta.
-
- Tarkista reikä- ja varauspiirustukset.
 - Mieti, millainen nosturi tarvitaan (torninosturi, autonosturi). Nosturin paikka!
 - Tarkista elementtiluettelosta elementtien painot ja vertaa nosturin kapasiteettiin.
 - Mieti jokaisen kerroksen elementtien asennusjärjestys. Ulkoseinäelementit asennettava perätysten niin, ettei mitään elementtiä tarvitse asentaa toisen väliin.
 - Tee asennusaikataulu.
 - Varaudu elementtitoimitusten mahdollisiin myöhästymisiin.
 - Huomioi asennusaikataulussa työryhmän ja asennustavan vaikutus.
 - Lähetä asennusaikataulu elementtitehtäälle.
 - Varmista elementtisuunnittelijalta, että tehtäälle on toimitettu oikeat piirustukset.
 - Tee elementtitehtaan kanssa elementtitoimitusten mahdollisia myöhästymisiä koskeva sopimus.
 - Tarkista työmaasuunnitelmasta liikennejärjestelyt, teiden kestävyys ja välivarastointipaikka.
 - Varmista, että LVIS-työt voivat edetä asennuksen kanssa samassa tahdissa.

Tästä työvaiheesta huomioon otettavaa: (merkitse tähän sellaiset asiat, jotka on hyvä tietää tulevissa asennuksissa)

ASENNUKSEN VALMISTELUVAIHE

Varmista, että työmaalla on käytössä

- Putoamissuojaussuunnitelma
 - Tarvittavat kaideosat
 - Turvavaljaat tarvittavine kiinnityspisteineen
- Varmista, että nosturille ja nostoapulaitteille on tehty vaaditut tarkastukset.

Pidä aloituspalaveri asentajien kanssa. Aloituspalaverissa käsiteltävät asiat:

- Aikataulu
- Työjärjestys
- Asennukseen liittyvät työt
- Ongelmat
- Suunnitelmat
- Laatuvaatimukset (asennustoleranssit)
- Laadunvarmistus
- Työturvallisuus

Pidä aloituskatselmus, jos sellainen on työselostuksessa määrätty pidettäväksi.

Tarkista, että työmaalta löytyy

- Betonisaumaukseen tarvittava kalusto
- Nostokoukut
- Nostoraksit
- Kuormaverkot
- Nostosakset
- Nostoastiat
- Nostolavat
- Nostohaarukat
- Nostopalkki

Tarkista, että asentajilla on seuraavat työkalut:

- Kuormaliinat
- Asennuskanki
- Porakone
- Räikkä
- Vatupassi
- Luotilanka
- Leka
- Pajavasara
- Linjalauta
- Vaaituskone
- Täkymetri
- Mittanauha

- Varmista, että työmaalta löytyy tarpeeksi kunnossa olevia vinotukia.

Tarkista, että työmaalla on seuraavat kiinnitystarvikkeet:

- Naulat
- Kiila-ankkurit
- Vemot
- Muottilukot
- Ruuvipuristimet

Tarkista, että työmaalta löytyy seuraavat käytettävät telineet:

- Työpukit
 - Siirrettävät telineet
 - Lavat
 - Kiinteät telineet
-
- Mieti, mitkä elementit kannattaa väliavarastoida. Sovi etukäteen nokkamiehen kanssa.
 - Pääsääntöisesti elementit kannattaa asentaa suoraan autosta.
 - Nosturin kuljettajalla on oltava esteetön näköyhteys asennuskohteeseen ja elementtivarastoon. Yhteydenpito tapahtuu radiopuhelimella ja käsimerkein.
 - Huolehdi, että väliavarastointipaikassa on tarvittava määrä elementtivakkeja.
 - Tukien kiinnitys riippuu työtavasta / työryhmästä. On mahdollista, että alapäät kiinnitetään ennen varsinaista asennusta. Käy nokkamiehen kanssa läpi koko työvaihe ja kalusto.
 - Varaudu talven aiheuttamiin asennuksen keskeytyksiin.
 - Jään poisto elementistä tapahtuu harjalla, petkeleellä, paineilmalla ja kuumailmalla.
 - Varmista, että ylimääräinen lumi poistetaan holveilta.
 - Elementtiä nostettaessa tuulen nopeuden yläraja on 15 m/s.
 - Muista, että pakkasella betonoinnin kovettuminen täytyy varmistaa.
 - Pyri hyvään siisteyteen ja järjestykseen työmaalla.

Tästä työvaiheesta huomioon otettavaa: (merkitse tähän sellaiset asiat, jotka on hyvä tietää tulevissa asennuksissa)

PILARIEN ASENNUS

- Tarkista asennustoleranssit pilariasennuksessa.
- Ennen pilarin nostamista siitä on löydyttävä tiedot painosta ja nostamisesta.

Ennen asennusta on **varmistuttava**, että

- pilaria kantavien rakenteiden kunto
 - tukipinnat
 - elementtien kiinnitysosat
- ovat sellaiset, että pilari voidaan niihin asentaa.
- Reklamoii elementtien laadusta tarpeen vaatiessa välittömästi tehtaalle.
 - Tarkista pilariliitos huolellisesti. Jos kyseessä on hitsattu liitos, hitsarin pätevyys on tarkistettava.
 - Jos pilariasennus tapahtuu kuormaliinoilla, tarkista kuormaliinojen kunto ja nostokapasiteetti.

Varmistetaan elementtien

- Oikea asema
 - Linjaukset
 - Liitokset
 - Riittävät tukipinnat
 - Oikea korko
 - Riittävä asennusaikainen tuenta
- Elementtituet saa poistaa vasta juotosbetonin saavutettua rakennesuunnittelijan määrittelemän lujuuden.

Tästä työvaiheesta huomioon otettavaa: (merkitse tähän sellaiset asiat, jotka on hyvä tietää tulevissa asennuksissa)

PALKKIEN ASENNUS

- Tarkista asennustoleranssit palkkiasennuksessa.
- Ennen palkin nostamista, siitä on löydyttävä tiedot painosta ja nostamisesta.
- Reklamoit elementtien laadusta tarpeen vaatiessa välittömästi tehtaalle.

Ennen asennusta on **varmistuttava**, että

- Palkkien kantavien rakenteiden kunto
 - Tukipinnat
 - Elementtien kiinnitysosat
- ovat sellaiset, että niihin voidaan palkki asentaa.

Varmistetaan elementtien

- Oikea asema
- Linjaukset
- Liitokset
- Riittävät tukipinnat
- Oikea korko
- Riittävä asennusaikainen tuenta.

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

SEINÄELEMENTIN ASENNUS

- Varmista, että nostolenkit ovat kunnossa.

Tutki seuraavat riskit seinäelementin asennuksessa:

- Tukien liian aikainen poisto
- Villakaistan puutteellinen asennus
- Puutteellinen jälkihoito saumauksissa
- Puutteellinen pakkassuojaus saumoissa

Varaudu seuraaviin seinäelementin valmistusvirheisiin:

- Nostolenkkien kolot liian pienet
- Vemojen puutteellisuus
- Raudoituksen väärä sijainti elementissä (S-pisteet)
- Paikkausjäljet
- Värierot
- Halkeamat

- Reklamoi elementtien laadusta tarpeen vaatiessa välittömästi tehtaalle.
- Ennen elementin nostamista, siitä on löydettävä tiedot painosta ja nostamisesta.

Ennen asennusta on **varmistuttava**, että

- Elementtiä kantavien rakenteiden kunto
 - Tukipinnat
 - Elementtien kiinnitysosat
- ovat sellaiset, että niihin voidaan elementti asentaa.

Varmista, että

- Villakaista tulee hyvin asennettua seinäelementtien väliin.
 - Seinälinjat ja korot on mitattu oikein
 - Asennuspaloilla on oikea sijainti.
-
- Suurinta sallittua kuormaa ei saa ylittää elementtiä nostettaessa.
 - Seinälinjan asennuksen jälkeen on varmistuttava, että seinäelementit ovat keskenään suorassa. → Mittavirheet puolitetaan tukia säätelemällä.
 - Ennen elementin asentamista elementti on tarkastettava silmämääräisesti elementtisuunnittelijan tai valmistajan antamien ohjeiden mukaan.
 - Vaakasauman saumabetoni on hyvä levittää ennen seinäelementtien asennusta.
 - Pystysauman juotos voi tapahtua muottien avulla tai erikoismassalla.
 - Muottien tuenta on varmistettava ennen betonointia. On varmistuttava, että betonia kulkeutuu kaikkialle.
 - Ennen pystysauman juotosta, täytyy tarkistaa, että pystyteräs on oikein sijoitettu pystysaumaan.
 - Elementtituet voidaan poistaa juotosvalujen kovettuttua tarpeeksi tai elementtisuunnittelijan annettua siihen luvan. Tuet siirretään seuraavalle asennuspaikalle.
 - Jos elementtitoimitus myöhästyy, ota syy selville ja reklamoi.
 - Saumaustyön onnistumisen lähtökohtana pidetään saumausmassan oikeaa valintaa ja oikeaa käsittelyä.

Tästä työvaiheesta huomioon otettavaa: (merkitse tähän sellaiset asiat, jotka on hyvä tietää tulevissa asennuksissa)

ONTELOLAATAN ASENNUS

- Tarkista seinien ja laattojen asennustoleranssit.
- Varaudu ontelolaatan valmistusvirheisiin (halkeilut ja esikorotusten poikkeamat).
- Reklamoï elementtien laadusta tarpeen vaatiessa välittömästi tehtaalle.
- Ontelolaatat nostetaan suoraan kuorma-autosta.
- Ennen elementin nostamista, siitä on löydyttävä tiedot painosta ja nostamisesta.

- Ennen asennusta on **varmistuttava**, että
 - elementtiä kantavien rakenteiden kunto
 - tukipinnat
 - elementtien kiinnitysosat ovat sellaiset, että niihin voidaan elementti asentaa.

- **Tutki** seuraavat riskit ontelolaatan asennuksessa:
 - Liian lyhyt tukipinta
 - Ontelolaattojen vinoon asentaminen
 - Tukipinnan epätasaisuus

- Ontelolaatat asennetaan asennuskaavion mukaan. Autonkuljettajan ja asentajien on keskenään varmistuttava, että asennusjärjestys on oikea.
- On varmistuttava, että ontelolaatan alle tulevat vanerilaput ovat oikeilla paikoilla ja tukipinta on riittävä.

Varmista, että

- saumavälit ovat oikeat ja elementit ovat suorassa (eli molemmat päät etenevät samoin)
- asennus tapahtuu laatumääräysten ja työturvallisuusmääräysten mukaan
- raudoitukset tulevat oikein asennettua ja oikeille paikoille
- saumat ovat puhtaat ja sähköputkia ei ole liikaa.

- Valitse paras saumausmenetelmä: nostoastialla, pumpaamalla tai käyttäen kuivabetonia.
- Muista saumauksen jälkihoito.
- Saumaustyön onnistumisen lähtökohtana pidetään saumausmassan oikeaa valintaa ja oikeaa käsittelyä.

Tästä työvaiheesta huomioon otettavaa: (merkitse tähän sellaiset asiat, jotka on hyvä tietää tulevissa asennuksissa)