

Olli Korpi

Betonielementtien asennussuunnitelma

Opinnäytetyö

kevät 2012

Tekniikan yksikkö

Rakennustekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Seinäjoen ammattikorkeakoulu

Koulutusohjelma: Rakennustekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka/tuotanto

Tekijä: Olli Korpi

Työn nimi: Betonielementtien asennussuunnitelma

Ohjaaja: Heikki Ylihärtilä

Vuosi: 2012

Sivumäärä: 33

Liitteiden lukumäärä: 3

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä betonielementtien asennuksessa käytettävä nykyaikaisempi ja ohjeistava asennussuunnitelma, jota voidaan käyttää pohjana tulevissa rakennuskohteissa. Työ tehtiin case-työnä eli se sisältää oikean rakennuskohteen asennussuunnitelman. Kohteena työssä oli Betoniluoma Oy:n kohde Merta 2, joka sijaitsee Vilppulassa.

Betonielementtien asennussuunnitelma täytyy laatia asennuskohteeseen, jotta työ sujuisi selkeämmin ja ennen kaikkea turvallisesti kaikissa elementtityön vaiheissa. Työssä esitellään kaikki tarvittavat tiedot kuljetuksesta työn jälkeisiin tarkastuksiin, jotka täytyy löytyä betonielementtien asennussuunnitelmasta.

Opinnäytetyön toteuttamiseen käytettiin sekä kirjallisia että verkkolähteitä. Työn laatimisessa minulla oli suuri apu aiemmasta työhistoriastani alalta betonielementtien asennuksessa.

Avainsanat: betonielementti, asennussuunnitelma, työturvallisuus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: Building Construction

Author: Olli Korpi

Title of thesis: The installation plan of precast concrete

Supervisor: Heikki Ylihärsilä

Year: 2012 Number of pages: 33 Number of appendices: 3

The goal of the thesis was to create a modern and more briefing precast concrete installation plan which could be used as a guideline in coming projects. The thesis was made as a case-work so that it contains the installation plan of a real construction project. The subject of the work was the building project Merta 2 by Betoniluoma which is placed in Vilppula.

The installation plan of precast concrete has to be compiled so that the work goes straight and par excellence safely at all stages of the project. All the needed information from transport to post-work inspections, which are required in the installation plan, are listed and presented in this thesis.

My prior working history with precast concrete was a great help for me in making the thesis.

Keywords: precast concrete, installation plan, safety at work

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
SISÄLTÖ	4
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO	1
1.1 Opinnäytetyön tausta	1
1.2 Opinnäytetyön tavoite	1
1.3 Opinnäytetyön rakenne	1
2 BETONIELEMENTIT.....	2
3 LAINSÄÄDÄNTÖ	3
4 ELEMENTTIASENNUSSUUNNITELMA	6
4.1 Kohdetiedot työmaasta ja toteutusorganisaatio	6
4.2 Kuljetus ja varastointi	7
4.2.1 Vastuurajat kuorman purkamisessa.....	9
4.2.2 Työmaatiet	9
4.3 Asennettavat elementit.....	9
4.3.1 Tiedot erikoismenettelyä vaativista elementeistä	10
4.3.2 Asennusjärjestys.....	12
4.4 Nostotyö.....	13
4.4.1 Nostokalusto	14
4.4.2 Nostoapuvälineet	14
4.5 Asennustyö	16
4.5.1 Asennustyössä käytettävä kalusto	16
4.5.2 Elementtien purkujärjestys kuormasta	17
4.5.3 Kiinnitys ja tuenta.....	17
4.6 Toleranssit ja mittaukset	21
4.7 Liitokset.....	22
4.8 Työturvallisuus	24
4.8.1 Työtasot ja henkilönostimet.....	24

4.8.2	Kaiteet ja aukkojen suojaukset.....	26
4.8.3	Turvavaljaat	27
4.8.4	Sääolosuhteet ja niiden vaikutus.....	28
4.8.5	Henkilökohtainen suojarahustus	28
4.8.6	Työhön perehdyttäminen	30
5	ALLEKIRJOITUKSET.....	31
6	YHTEENVETO.....	32
	LÄHTEET	33
	LIITTEET	34

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Pakkolukittuva nostokoukku. (Haarukkaliittimellinen varmuuskoukku [viitattu 20.3.2012].)	15
Kuvio 2. Ontelolaattasakset. (Välipohja ontelolaatoista 2011.)	16
Kuvio 3. Paloseinäelementin kiinnitys	18
Kuvio 4. Kuukävelijä.....	25
Taulukko 1. Rakennuskohteen tiedot.....	6
Taulukko 2. Toteutusorganisaatio	6
Taulukko 3. Elementtien kuljetustapa ja kalusto	7
Taulukko 4. Varastointikalusto	8
Taulukko 5. Suurimat mitat ja massat elementtityypeittäin	10
Taulukko 6. Tiedot erikoismenettelyä vaativista elementeistä	11
Taulukko 7. Asennusjärjestys rakennuksittain	12
Taulukko 8. Asennusjärjestys tyypeittäin	13
Taulukko 9. Nostokaluston tiedot	14
Taulukko 10. Nostotyöhön tarvittava kalusto	17
Taulukko 11. Elementtien tuenta tyypeittäin	20
Taulukko 12. Tuentakalusto.....	21
Taulukko 13. Mittauksissa käytettävä laitteisto	22
Taulukko 14. Käytettävät toleranssiluokat.....	22
Taulukko 15. Liitokset	23
Taulukko 16. Hitsattavissa liitoksissa käytettävät teräsosat.....	24
Taulukko 17. Asennustyössä käytettävät henkilönostimet	26
Taulukko 18. Putoamissuojauksen järjestäminen	27
Taulukko 19. Allekirjoitukset	31

Käytetyt termit ja lyhenteet

Elementti	Valmisosa, joka on valmistettu ja jälkihoidettu sekä -käsitelty muualla kuin lopullisessa sijaintipaikassaan (RT 10-11011 2010).
Valmisosa	Betoni-, teräs-, puu tai muusta materiaalista valmistettu kappale tai elementti, joka on valmistettu kyseisen tuotestandardin ja sääntöjen mukaan muualla kuin lopullisessa sijaintipaikassaan (RT 10-11011 2010).
Tönäri	Metallinen pituussuunnassa säädettävä elementtituki, joka kiinnitetään kiila-ankkureilla tai pulteilla.
Kettinkiraksi	Kettinkiraksi on kettingistä ja siihen liitetyistä varusteista koottu nostoapuväline. Kettinkiraksi voi olla yksi- tai monihaarainen (Työsuojeluhallinto 2010) .
Ontelolaattasakset	Ontelolaattojen nostamiseen käytettävä nostoapuväline. Sakset kiinnittyvät ontelolaatan kyljissä oleviin uriin.

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön tausta

Tämä opinnäytetyö on tehty keväällä 2012 Seinäjoen ammattikorkeakoulun rakennustekniikan koulutusohjelmassa. Työn laatimiseen on käytetty Betoniluoma Oy:ltä saatuja tietoja sekä kirjallisia ja verkkolähteitä.

Työn aihe oli sopiva, koska olen työskennellyt betonielementtejä asentavassa yrityksessä, sekä aion toimia yrittäjänä kyseisellä alalla. Johtuen työhistoriasta aiheeseen syventyminen oli luontevaa.

1.2 Opinnäytetyön tavoite

Betonielementtien asennussuunnitelman laatimista varten on saatavilla valmiita koontilomakkeita, joihin voi täyttää tarvittavat tiedot. Nämä lomakkeet ovat kuitenkin suppeita ja luettelomaisia ja niistä puuttuu tarkempi ohjeistus. Tämän työn tarkoituksena on laatia kattavampi ja yksityiskohtaisempi betonielementtien asennussuunnitelma, joka sisältää ohjeistavampaa tietoa.

Tavoitteena on luoda pohja, jota yritys voi käyttää useammassa eri rakennusprojektissa vain muuttamalla projektikohtaiset tiedot.

1.3 Opinnäytetyön rakenne

Tämä työ on toteutettu case-työnä. Työssä on sisällytettyä Betoniluoma Oy:n rakennuskohteeseen Vilppulassa sijaitsevan Merta 2:n elementtiasennussuunnitelma. Itse asennussuunnitelma alkaa luvusta 4.

Kaikissa tässä työssä olevissa taulukoissa ei ole täytettyjä tietoja, koska kohteena olleessa projektissa kyseisiä kohtia ei tarvittu. Tein elementtiasennussuunnitelman kuitenkin niin, että siinä on kaikki vaaditut kohdat valmiina käytettäessä tätä suunnitelmaa pohjana muiden rakennuskohteiden asennussuunnitelmaa laadittaessa.

2 BETONIELEMENTIT

Betonielementeillä tarkoitetaan elementtitehtaalla valettuja seiniä, laattoja, pilareita, palkkeja ja erilaisia tilaelementtejä.

Betonielementtirakenteet ovat Suomessa yleisin tapa toteuttaa monikerroksisten asuin-, toimisto-, liike- ja julkisten rakennusten sekä teollisuus- ja varastorakennusten rungot. Betonielementtien käyttö rakentamisessa perustuu seuraaviin seikkoihin:

- Niitä on kehitetty vuosikymmenien ajan.
- Valmistajia on monia ympäri maata.
- Kuljetus tapahtuu rekka-autoilla.
- Asennuksiin ja nostoihin on käytettävissä riittävä nostokalusto.
- Betonielementtituottein voidaan toteuttaa koko rakennuksen runko.
- Suunnittelu tapahtuu vakioratkaisuina ja –liitososin.
- Valmistus tapahtuu säältä suojatuissa sisätiloissa laadunvalvonnan alaisuudessa.
- Rakennusaika on lyhyt ja rakennus saadaan nopeasti hyötykäyttöön.
- Tehdasvalmistus mahdollistaa korkealuokkaisen betonin käytön.
- Niihin voidaan soveltaa elinkaari- ja käyttöikäsuunnittelua.
- Rungon osat voidaan suunnitella purettaviksi ja poissiirrettäviksi. (RT 82-10821 2004, 2.)

3 LAINSÄÄDÄNTÖ

Elementtiasennussuunnitelma on oltava kirjallisena työmaalla ennen työn aloittamista. Suunnitelmalla pyritään selkeyttämään elementtityötä, välttämään riskejä ja ennen kaikkea tekemään elementtityöstä turvallisempaa.

Rakennesuunnittelijan on annettava toteutuksesta vastaaville elementtien asennussuunnitelman laadintaa varten riittävät tiedot elementtien asennusjärjestyksestä, väliaikaisesta tuennasta ja lopullisesta kiinnittämisestä siten, että rakenteellinen vakavuus säilyy kaikissa asentamisen vaiheissa. Lisäksi on annettava tiedot elementtien turvallisesta nostosta ja käsittelystä sekä työnaikaisista asennustasoista, suojakaiteista ja muista turvallisuuslaitteista ja niiden kiinnittämisestä. Rakentamiseen liittyvissä geoteknisissä suunnitelmissa on otettava huomioon nostolaitteista ja elementtien varastoinnista aiheutuvat väliaikaiset kuormat. (A 26.3.2009/205.)

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (2009/205) sisältää yksityiskohtaiset tiedot elementtiasennussuunnitelmassa vähintään oltavista tiedoista, jotka ovat liitteessä sekä esitetty alla:

- kohdetiedot työmaasta
- työmaa/rakennuskohde
- henkilöstö: rakennuttajan turvallisuuskoordinaattori, päätoteuttajan nimeämä vastuhenkilö, työmaan työnjohto, työmaan valvoja, pääsuunnittelija, rakennesuunnittelija, elementtisuunnittelija, elementtitoimittaja, asennustyönjohtaja, muut johto- ja vastuhenkilöt
- nosturit
- elementit, nostoapuvälineet ja erityistoimenpiteet
- elementtien valmistajan antamat tarvittavat tiedot esimerkiksi ylisuurista tai poikkeuksellisen muotoisista elementeistä, joiden käsittely vaatii erityisiä nostureita, laitteita tai työmenetelmiä
- elementtityypeittäin enimmäispituus, -leveys, -korkeus ja elementtimäärät ja nostoapuvälineet
- nostoapuvälineet ja nostotavat sekä erikoisnostoapuvälineet ja -nostotavat (esim. kääntämiset, yhteisnostot) ja erikoiselementtien käsittely

- elementtitoimittajan ohjeet erikoiselementtien käsittelystä ja elementti-kuormien purkamisesta
- rungon jäykistystapa
- liittyvät rakenteet
- elementtien kuljetus työmaalla, kuorman purku, vastaanotto ja työmaavarastointi
- työmaan aluesuunnitelma
- vaatimukset työmaan varastoalueelle
- työmaavarastointiin käytettävien elementtitelineiden vakavuus ja kestävyys
- kuljetustapa
- kuljetuskalusto
- kuljetusreitti työmaalla
- purkamisjärjestys elementtitoimittajan ohjeiden mukaan
- nostovälineet
- nostot, asennus ja asennusjärjestys
- nosturit ja nostolaitteet
- asennusjärjestys
- rungon asennusjärjestys lohkoittain tai linjoittain
- yksittäisten elementtien asennusjärjestys/asennusjärjestys elementtityypeittäin
- työvaiheiden järjestys, tarvittavat työohjeet ja tarvittaessa tehtävien tarkastusten pöytäkirjat
- yksityiskohtainen asennusjärjestys
- asennusaikainen vakavuus
- lopullisen vakavuuden ja elementtien lopullisen kiinnityksen edellyttämät toimenpiteet valmistajan ja suunnittelijan ohjeiden mukaan
- olosuhteiden vaikutus ja esim. talviolosuhteiden vaatimat erityistoimenpiteet
- asennuksen aikainen tuenta ja vähimmäistukipinnat
- asennuksen aikaiset kuormitukset
- asennuksen aikainen tuenta
- tukien purku/purkamisajankohta, olosuhteiden vaikutus jne.
- vähimmäistukipinnat eri elementtityypeille

- elementtitoimittajan ohjeet
- tarvittavat lisäohjeet asennuspiirustuksissa
- toleranssit ja seurantamittaukset
- toleranssiluokka
- lähtömittaus
- elementtien lopulliset kiinnitykset
- kiinnitykset, liitokset ja niiden työjärjestys
- betonointi
- pulttiliitokset
- muut liitokset
- työturvallisuus sekä asennuksessa tarvittavat työtasot ja putoamissuojaukset
- opetus ja ohjeet
- putoamissuojaus
- asennuksen aikana käytettävät työtasot, työtelineet, henkilönostimet, henkilönostokorit, nousutiejärjestelyt, rakennusaikaiset ja asennuksen myötä siirrettävät kaiteet, työntekijän turvalaajat henkilönsuojaimina ja niiden kiinnitys
- suunnittelun varmentaminen
- päätoteuttajan vastuuhenkilö
- rakennuttajan vastuullinen turvallisuuskoordinaattori
- pääsuunnittelija
- rakenne suunnittelija
- elementtisuunnittelija
- asennustyönjohtaja
- vastaava työnjohtaja
- elementtirakentamisen eri osapuolten toiminnan yhteensovittaminen
- muut varmentamiset.

4 ELEMENTTIASENNUSSUUNNITELMA

Tämä suunnitelma tulee olla paperimuodossa työmaalla elementtiasennustöiden alkaessa. Tämä asennussuunnitelmapohja on tarkoitettu täydennettäväksi projekti-kohtaisesti yhteistyössä eri osapuolten kanssa.

4.1 Kohdetiedot työmaasta ja toteutusorganisaatio

Alla olevaan taulukkoon täytetään rakennuskohteen tiedot niiltä osin kuin on mahdollista.

Taulukko 1. Rakennuskohteen tiedot.

Kohteen nimi ja työnumero	Merta 2
Rakennuslupanumero	
Puhelinnumero	
Osoite	Koivuseläntie 77, Vilppula
Sähköposti	

Taulukkoon 2 täytetään toteutusorganisaation tiedot mahdollisimman tarkasti, jotta ongelmatilanteissa voidaan ottaa yhteyttä oikeaan henkilöön.

Taulukko 2. Toteutusorganisaatio.

Rakennuttaja	
Pääurakoitsija	
Vastaava työnjohtaja	Erkki Ala-Kauttu, puh: 0409303651

Työmaan valvoja	
Pääsuunnittelija	
Rakennesuunnittelija	
Elementtitoimittaja	Betoniluoma Oy
Elementtituotannon vastuhenkilö	Sauli Hakala
Elementtiasennus urakoitsija	Betoniluoma Oy
Vastaava elementtityönjohtaja	
Asennustyönjohtaja	Sauli Hakala
Elementtisuunnittelija	Matti Paavola

4.2 Kuljetus ja varastointi

Taulukkoon 3 merkitään kuljetuksissa käytettävä kalusto sekä kuljetusreitti kuljetusluvan mukaisesti.

Taulukko 3. Elementtien kuljetustapa ja kalusto.

Kuljetustapa ja kalusto	Täysperävaunu yhdistelmillä
Kuljetusreitti	Kuljetusluvan mukaisesti välillä Teuva-Vilppula.

Jokaisesta elementistä on ennen kuorman purkamista löydyttävä:

- elementtitunnus
- valmistajan tiedot

- tiedot turvallisesta nostamisesta
- valmistuspäivämäärä
- paino merkittynä näkyvälle paikalle
- elementin painopiste ja käsittelyasento, jos normaalista poikkeavia.

Ennen kuorman purkamista on todettava elementtien asianmukainen kunto. Kuljetuksessa tulleet vauriot on tarkastettava ja kirjattava ylös. Havaituista virheistä tehdään merkinnät kuormankirjaan. Jos tarkastuksessa havaitaan vakavia työturvallisuutta vaarantavia laatueroja, niistä on välittömästi ilmoitettava pääura-koitsijan työturvallisuushenkilöstölle sekä työsuojeluviranomaiselle. Tällaisia tilanteita on esimerkiksi nostolenkin kokonaan tai osittain irtoaminen elementistä. Edellä mainitun tapauksen kaltaisissa tilanteissa työt on välittömästi keskeytettävä ja niitä jatketaan vasta, kun työn jatkamisen turvallisuus on varmistettu.

Elementit varastoidaan työmaalla siihen tarkoitettuun telineeseen eli fakkiin tai asennetaan suoraan paikalleen. Taulukossa 4 on tiedot työmaalla tarvittavasta varastointikalustosta projektikohtaisesti. Elementtejä varastoitaessa on otettava huomioon niiden painopiste sekä huomattava massa. Varastointialueen on oltava riittävän tasainen ja sen alla ei saa olla viemäri- tai putkilinjoja, jotka voisivat vaurioitua varastoitavista elementeistä maahan kohdistuvasta paineesta. Elementtien varastoinnissa on käytettävä huomattavaa huolellisuutta ja varmistuttava turvallisuudesta olosuhteiden muuttuessa.

Taulukko 4. Varastointikalusto.

Varastointikalusto	Elementit asennetaan suoraan kuormasta. Tarvittaessa käytetään kampafakkia.
---------------------------	--

Varastoitavat elementit on suojattava niin, etteivät ne pääse vahingoittumaan sään eikä ulkopuolisten rasitteiden kuten työkoneiden vaikutuksesta. Maahan varastoitavien elementtien alle laitetaan aluspuut, jotka estävät elementtien pintojen vaurioitumisen. Aluspuut on asetettava huolellisesti, jotta säilytetään varastoitavien

elementtien vakavuus. Epäselvissä tilanteissa elementeille sopiva varastointitapa varmistetaan elementtisuunnittelijalta.

4.2.1 Vastuurajat kuorman purkamisessa

Elementtitoimittaja on vastuussa elementeistä siihen asti, kunnes nostoraksit on työmaalla kiinnitetty elementtiin. Asennusurakoitsija on vastuussa elementeistä niiden noston sekä asennuksen ajan. Asennus- ja nostotyön aikana tulevat vauriot tulee dokumentoida sekä kirjata ylös mahdollisimman tarkasti, jotta mahdollisilta epäselvyytilanteilta vältyttäisiin. Suurten vaurioiden, kuten elementin halkeamisen tai katkeamisen sattuessa työt on keskeytettävä sekä otettava yhteyttä rakenne-suunnittelijaan.

4.2.2 Työmaatiet

Ennen asennustöiden aloittamista työmaalla on huolehdittava työmaateiden asiallisesta kunnosta sekä niiden kantavuudesta. Työmaatiet tehdään työmaasuunnitelman mukaisesti ja ne mitoitetaan kuljetus- sekä nostokaluston huomattava paino sekä leveys huomioon ottaen. Työmaateita suunniteltaessa huomioidaan pitkien autoyhdistelmien vaatima kääntymistila, jolloin vältytään teiden ruuhkautuminen ja edesautetaan töiden jouhevaa etenemistä. Työmaateiden asianmukaisesta kunnosta vastaa pääurakoitsija.

4.3 Asennettavat elementit

Taulukossa 5 on kerrottuna tiedot kunkin elementtityypin suurimmista mitoista. Taulukon liitteenä (liite 3) jokaisen elementin tiedot sisältävä elementtiluettelo.

Taulukko 5. Suurimmat mitat ja massat elementtityypeittäin.

Tyyppi	Tunnus	Massa (kg)	Korkeus (mm)	Leveys (mm)	Pituus (mm)
Pilari	RKP	2500	2765	300	7700
Palkkielementti	RKK	2500	2765	300	7700
Kantava seinä	RK	10800	6020	395	7500
Kevyt seinä					
Väliseinä	RKV	9100	6640	490	7272
Ontelolaatta					
TT-laatta					
Kuorilaatta					
Parvekelaatta					
Porrastaso					
Porraselementti					

4.3.1 Tiedot erikoismenettelyä vaativista elementeistä

Taulukkoon 6 kerätään tiedot erikoismenettelyä vaativista elementeistä. Erikoismenettelyllä tarkoitetaan esimerkiksi elementin kääntämistä tai muuta normaalista poikkeavaa asennukseen, kuljetukseen tai käsittelyyn liittyvää toimintatapaa.

Taulukko 6. Tiedot erikoismenettelyä vaativista elementeistä.

Tunnus	Massa (tn)	Nostoväline	Erityistoimenpide

Elementeistä joiden asentamiseen ja nostamiseen käytetään kahta nosturia, on tehtävä erikseen nostosuunnitelma. Nostosuunnitelma, nosturien sijainnit, kommunikointi, taakan kiinnitys ja siirrot käydään läpi yhdessä nosturinkuljettajien kanssa ennen työn aloittamista. Nosturien laskennallisen kapasiteetin vähennykset, taakan sijainti, puomien asemat, maan pinnanmuodot ja liikkeen nopeus työssä tarkastetaan. (Nosto-ohjeet 2010.)

Ilmassa käännettävien elementtien asentamiseen on kiinnitettävä erityishuomiota ja varmistettava työturvallisuudesta. Elementtiä käännettäessä elementin läheisyydessä olemisen on ehdottomasti kielletty. Asennustyönjohtaja sekä nosturinkuljettaja ovat velvollisia keskeyttämään noston, jos vaara-alueella on henkilöitä.

Käännettävien elementtien nostoon käytetään joko kahta tai yhtä nosturia. Käytettäessä yhtä nosturia sen on sovellettava kyseiseen työhön. Periaatteessa tämä tarkoittaa, että nosturi tulee olla varustettu kahdella vinssillä, jolloin toisella elementti nostetaan kuormasta tai välivarastosta ja toisella vinssillä elementti käännetään pystyasentoon. Elementtien kääntäminen onnistuu yhdellä nosturilla myös, jos se on varustettu puomin päässä olevalla kiinnityspisteellä sekä tekniset suoritusarvot sallivat puomin jatkamisen/lyhentämisen kuormalla. Jälkimmäistä tapaa

käytettäessä elementti nostetaan puomin päähän kiinnitetyillä ketjuilla ja käännetään vinssin koukkuun kiinnitetyllä kääntöpyörällä.

Kääntöpyörän käyttö elementtejä käännettäessä on suositeltavaa ja isoimpien elementtien kanssa pakollista. Käytettäessä kääntöpyörää hallitaan elementin liikkeitä käännön aikana ja sen vakavuus säilyy. Elementtejä käännettäessä ilman kääntöpyörää elementti voi alkaa käännön eri vaiheissa pyöriä ilman, että nosturin kuljettaja pystyisi sitä hallitsemaan.

4.3.2 Asennusjärjestys

Asennusjärjestyksen antaa rakennesuunnittelija. Asennusjärjestyksen noudattaminen on tärkeää, jotta säilytetään rakennusaikainen vakavuus. Jos asennusjärjestyksestä joudutaan pakottavista syistä poikkeamaan, tulee uusi asennusjärjestys hyväksyttävä rakennesuunnittelijalla. Tällaisia tilanteita on esimerkiksi aikatauluviivytykset kuljetuksessa tai elementtien valmistuksessa. Taulukoissa 7 ja 8 on kerrottu elementtien asennusjärjestys rakennesuunnittelijan antamien ohjeiden mukaisesti. Liitteessä 2 yksityiskohtainen asennusjärjestys merkittynä elementtipiirustukseen.

Taulukko 7. Asennusjärjestys rakennuksittain.

Asennusjärjestys rakennuksittain
Kohteessa yksi rakennus joka sisältää asennettavia betonielementtejä

Taulukko 8. Asennusjärjestys tyypeittäin.

Yksittäisten elementtien asennusjärjestys
Liitteessä 2 yksittäisten elementtien asennusjärjestys

4.4 Nostotyö

Elementtien nostoon on käytettävä auto- tai torninosturia tai muuta vastaavaa konetta, jonka nostoarvot riittävät kyseisen elementin nostamiseen. Käytettävä nosturi on oltava ominaisuuksiltaan elementtityöhön soveltuva ja tarkoitettu. Esimerkiksi kaivinkoneen käyttö elementtien nostamisessa ei ole sallittua.

Nostoissa käytettävät nostoapuvälineet kuten raksit ja kääntöpyörä on oltava tarkoitukseen soveltuvia ja varustettu tarvittavilla tarkastusmerkinnöillä.

Nosturi on pedattava työmaalle siten, että siitä on esteetön näköyhteys asennuspisteeseen sekä sen nostoarvot riittävät elementin nostamiseen. Jos näköyhteyttä ei ole mahdollista saada on käytettävä radiopuhelimia tai käsimerkkejä niin, että nosto voidaan suorittaa turvallisesti.

Nostotyön ohjauksessa on käytettävä radiopuhelimia, joiden kanavat ovat varattu vain nostotyön ohjaukseen ja suljettu muulta radioliikenteeltä. Merkinantaja nimeetään erikseen. On myös varmistettava että hän osaa hyväksytyt merkinannot. (A 26.3.2009/205.)

Asennustyötä aloitettaessa on varmistuttava, että elementtejä ei nosteta ihmisten yli. Työt joita tehdään nostoreitin alapuolella on keskeytettävä ja tarvittaessa järjestetään vartiointi.

4.4.1 Nostokalusto

Taulukko 9. Nostokaluston tiedot.

Malli	Nostoteho (tn)	tukijalkakuorma (tn)	Ulottuvuus (m)
Faun atf 90-4	90	90	42

4.4.2 Nostoapuvälineet

Elementtien nostoissa käytetään pääsääntöisesti nostorakseja. Nostoliinoiden käyttö on sallittua vain tilanteissa, joissa raksien käyttö on mahdotonta tai kyseinen elementti on suunniteltu nostettavaksi käyttäen nostoliinoja. Joidenkin toimitusten mukana tulevien kertakäyttöisten nostoliinoiden sekä vaijerien käyttö asennustyössä on ehdottomasti kielletty. Kaikissa elementtiasennuksessa käytettävissä rakseissa ja ketjuissa tulee olla sulkeutuvat koukut. Alla olevassa kuvassa on ns. pakkolukittuva koukku, joka lukittuu itsestään kun nosto aloitetaan. Avokoukkujen käyttö on kiellettyä kaikessa elementtirakentamisessa.



Kuvio 1. Pakkolukittuva nostokoukku. (Haarukkaliittimellinen varmuuskoukku, [viitattu 20.3.2012].)

Nostoissa käytettävät nostoapuvälineet on oltava tarkoitettuja kyseiseen työhön ja ne on tarkastettava ennen työn aloittamista. Nostoapuvälineiden oikeanlaisesta käytöstä vastaa nosturinkuljettaja sekä asennustyönjohtaja. Osittain rikkoutuneiden nostoapuvälineiden käyttö on kielletty.

Jos suunnitellusta elementin nostosta joudutaan poikkeamaan, on turvallinen nostotapa suunniteltava uudelleen ja tarvittaessa hyväksyttävä rakennesuunnittelijalla. (Elementtien asennus 2010.)

Kaikista nostoapuvälineistä tulee löytyä merkintälevy, josta selviää maksimikuormitus eri tilanteissa. Merkintälevyssä kerrottua maksimikuormaa ei saa ylittää.

Elementtien nostoissa tulee huomioida, että raksien välisen kulman suurentuessa myös rakseihin kohdistuva voima kasvaa. Yli 120 asteen kulmaa ei saa käyttää nostoissa, vaan on raksien pituutta kasvatettava tai kiinnityspisteitä muutettava jotta rakseihin kohdistuva rasitus pienenee.

4.5 Asennustyö

4.5.1 Asennustyössä käytettävä kalusto

Asennusurakoitsija vastaa tarvitsemistaan käsityökaluista itse. Tällaisia ovat esimerkiksi asennuskanget, porat, puristimet, vatupassi sekä tasolaser. Taulukossa 10 on kerrottu nostotyöhön tarvittava erityiskalusto. Ontelolaatta asennuksessa tarvittavat erityisnostovälineet kuten ontelolaattasakset ja puomin toimittaa elementtitoimittaja.



Kuvio 2. Ontelolaattasakset. (Välipohja ontelolaatoista 2011.)

Nosturin kuljettaja huolehtii työmaalle lähettäessä, että hänellä on nostoissa tarvittavat raksit, liinat, sakkelit ja muu kalusto mukanaan. Nosturia tilattaessa tilaaja varmistaa nosturin soveltuvuuden työhön sekä ilmoittaa erikoisnostoissa tarvittavasta kalustosta kuten kääntöpyörästä tai pilaritapista.

Taulukko 10. Nostotyöhön tarvittava kalusto

Nostotyöhön tarvittava kalusto
Elementtiraksit 6 tn
Elementtiraksit 12 tn
Ontelolaattasakset ja puomi

4.5.2 Elementtien purkujärjestys kuormasta

Elementtien purkamisessa noudatetaan valmistajan antamia ohjeita. Elementtien purkujärjestyksessä on otettava huomioon tuleva asennusjärjestys, eli ensimmäisenä asennettavat elementit pyritään purkamaan kuormasta välivarastoon viimeisenä.

Kuormaa purettaessa on kiinnitettävä huomiota kuljetusauton vakavuuteen. Jos elementtejä kuljetetaan a-pukissa, on molempia pukin puolia purettava vuorotellen. Näin meneteltäessä vältetään painon epätasaiselta jakaantumiselta sekä kuorman ja auton kaatumiselta.

4.5.3 Kiinnitys ja tuenta

Elementit asennetaan tyypistä riippuen metallisten tai muovisten asennuslaattojen varaan. Laatat on etukäteen vaaittava, jotta saadaan asennusalustan kuten anturan epätasaisuudet kumottua. Aluslaattoja vaaittaessa on otettava huomioon rakennuksen korkeusasemointi ja tarvittavat juotosvarat. Kuviossa 3 näkyy palosei-

näelementin alapää sekä etukäteen korkeusasemien mukaan vaaitut rautaiset asennuslaatat. Yleensä yhtä elementtiä kohden vaaitaan kaksi laatta kasaa, yksi kumpaankin päähän elementtiä. Tarvittaessa voidaan elementin molempiin päihin tai oviaukkojen ja muiden reikien reunoihin laittaa lisälaattakasat.

Asennettava elementti on tarkastettava silmämääräisesti ennen asennusta valmistajan antamien ohjeiden mukaisesti. Tarkastettavan elementin kiinnitysosien on oltava kunnossa ja paikoillaan. Elementtiä ei saa asentaa, jos tarkastettavan elementin kiinnitysosissa on turvallisuutta vaarantavia puutteita. (A 26.3.2009/205.)



Kuvio 3. Paloseinäelementin kiinnitys.

Elementtien tukemiseen käytetään joko hitsattavia kiinnikkeitä (kuvio 3), pulttiliitosta tai elementtitukia eli tönäreitä. Rakennesuunnittelija antaa ohjeet elementtien

kiinnittämisestä ja asennusjärjestyksestä siten, että rakennuksen vakavuus säilyy koko asennusajan. Kuviossa 3 näkyy myös anturan ja elementin välinen valuliitos, joka sitoo elementin estäen alapään liikkeen sivusuunnassa.

Tönäreitä käytettäessä on muistettava niiden oikeaoppinen käyttö ja varmentaminen. Viallista tönäriä ei saa käyttää elementtien tukemiseen missään tapauksessa. Vielliset tönärit poistetaan käytöstä tai palautetaan vuokraamoon ja ilmoitetaan asiasta. Tönärit tulee olla varustettuja sokalla, joka estää lukitustapin tippumisen.

Ontelolaattojen tuennat tehdään yleensä ontelolaattojen asennuksen jälkeen tehdään täydentämien suunnitelmien tai rakennesuunnittelijan ohjeiden mukaan. Ontelolaatasto tuetaan tarvittaessa säädettävillä pystytuilla. Pystytuet voidaan poistaa vasta, kun saumavalu on kovettunut. Jos ontelolaatan jompikumpi pää ei tule tuelle tai ontelossa on esimerkiksi aukko tuen kohdalla, on työnaikainen tuenta tehtävä ennen laatan nostamista paikoilleen. (Asennusaikainen stabiliteetti 2010.)

Ontelolaatat asennetaan paikalleen vasta sen jälkeen kun

- alla olevien elementtien juurivalut on suoritettu
- juurivalujen tarvittava lujuus on saavutettu
- kaikki alla olevien elementtien hitsattavat kiinnitykset on hitsattu
- kaikki mahdolliset lisätuennat, kuten tönärit, on asennettu.

Taulukko 11 sisältää tiedot jokaisen elementtityypin asentamisessa käytettävästä tuentatavasta. Tuentatavana tarkoitetaan esimerkiksi tönäreitä tai pultiliitosta.

Suunniteltua tuenta- tai kiinnitystapaa ei saa muuttaa ilman rakennesuunnittelijan lupaa. Jos elementin kiinnitystä ei pystytä toteuttamaan työmaalla suunnitellusti, on otettava yhteys suunnittelijaan ja varmistuttava elementin vakavuudesta.

Taulukko 11. Elementtien tuenta tyypeittäin.

Elementtityyppi	Tuentatapa
Pilari	Pulttiliitos anturaan valettuihin peruspulttiryhmiin
Palkki	Pulttiliitos
Kantava seinä	Hitsausliitos ala- ja yläreunasta anturassa oleviin teräsosiin sekä toisiinsa Yläkerran elementeissä lisäksi tönärit
Kevyt seinä	
Väliseinä	Hitsausliitos ala- ja yläreunasta.
Ontelolaatta	
TT-laatta	
Kuorilaatta	
Parvekelaatta	
Porrastaso	
Porraselementti	

Työmaalla tarvittava tuentakalusto merkitään taulukkoon 12. Tuentakalustolla tarkoitetaan liitosten lisäksi tarvittavia rakennusaikaisia tukia, joilla elementti ja rakennus vakautetaan siksi aikaa kunnes kaikki liitokset ovat valmiita ja kestävät niille kohdistuvat rasitukset.

Taulukko 12. Tuentakalusto.

Tuentakalusto	10 kpl elementtituki 4+ (pituus 4,6–6,0 m)
----------------------	--

Elementti irrotetaan rakseista vasta kun:

- kaikki kiinnikkeet on hitsattu
- tarvittavat tuet on asennettu
- elementin asemointi muuhun rakennukseen nähden on varmistettu
- elementin pysyminen paikallaan on varmistettu.

Asennusaikainen tuenta voidaan poistaa, kun elementit on kiinnitetty lopullisella kiinnityksellä, kiinnitykset on tarkastettu ja suunnittelija antaa luvan tukien poistamiseen. Suunnittelija antaa ohjeet purkamisajankohdasta, purkamisjärjestyksestä sekä jälkituennasta. (Asennusaikainen stabiliteetti 2010.)

4.6 Toleranssit ja mittaukset

Ennen asennustyön aloittamista pääurakoitsijan mittamies merkitsee asennustyössä tarvittavat moduulilinjat ja korkeusasemat. Tarvittaessa vastaava elementtityön johtaja antaa yksityiskohtaisemmat tiedot tarvittavista lähtömittauksista.

Asennuskorkoja vietäessä kerroksittain on lähtömittaus tehtävä aina samalta mitauspisteeltä. Tällöin vältetään haitallisilta mittausvirhekesaumilta.

Taulukossa 13 on esitetty työmaalla tehtävissä mittauksissa käytettävä kalusto. Seurantamittauksia tehtäessä käytettävä laitteisto harkitaan tapauskohtaisesti. Elementtejä asennettaessa yleensä asentajilla on käytössään tasolaser, vaaituskone, tarkkuuspassi ja rullamitta. Takymetrillä ja teodoliitilla tehtäviin mittauksiin käytetään mittausalan yritystä.

Taulukko 13. Mittauksissa käytettävä laitteisto.

Päämitat	Takymetri
Pystymitoitus	Tasolaser tai vaaituskone
Pystysuoruus	Tarkkuuspassi, teodoliiti tai takymetri
Vaakasuoruus	Tarkkuuspassi ja rullamitta

Betonielementtirakentamisessa käytetään toleransseille joko normaali- tai erityisluokkaa. Näistä erityisluokka on tiukempi. Taulukkoon 14 merkitään kussakin rakennusosassa käytettävä toleranssiluokka.

Taulukko 14. Käytettävät toleranssiluokat.

Asennettava elementti	Käytettävä toleranssiluokka
Julkisivut	Normaaliluokka (SBK 1.21)
Väliseinät	Normaaliluokka (SBK 1.21)
Laatat	Normaaliluokka (SBK 1.21)
Pilarit ja palkit	Normaaliluokka (SBK 1.21)

4.7 Liitokset

Betonielementtirungossa voimat siirtyvät elementeiltä toisille niiden välisten liitosten avulla. Liitokset ovat tyypillisesti jälkivalettavia saumoja, joissa on yleensä teräsosat varmistamassa liitoksen toimintaa.

Betonielementtien liitokset tehdään työmaalla käyttäen vakioliitoksia ja vakioteräsosia. Vakioteräsosille on yleensä käytettävissä käyttöseloste ja käyttöohje, joista suunnittelija voi tarkistaa materiaalit, tuotteen käyttötavat ja kestävyudet erilaisille rasiuksille. (Teräsosien suunnittelu, [viitattu 20.2.2012].)

Hitsattavia liitoksia tehtäessä tulee muistaa, että hitsaus on tulityötä, joten hitsattaessa on otettava huomioon tulityömääräykset. Hitsausten ja juotosten yhteydessä tulee tarkistaa, että liitospinnat ovat kuivat, puhtaat ja riittävän lämpimät. Liitospintojen puhtaudesta tulee huolehtia erityisesti talvella. Kun elementtejä kiinnitetään hitsaamalla, rakenteellisten hitsiliitosten tulee täyttää suunnitelmissa esitetyt vaatimukset. Hitsausliitokset tarkastetaan työmaalla silmämääräisesti kauttaaltaan. Taulukossa 15 on kerrottu hitsausten tarkistamiseen kussakin projektissa käytettävä menetelmä.

Hitsarilla tulee olla voimassa oleva tulityökortti sekä liitoksien hitsaamista vastaavat hitsiluokat. Ennen työn aloittamista hitsarin tulee varmistua, että työmaan olosuhteet edellyttävät hitsaamisen aloittamisen. Hitsauspisteen läheisyydessä ei saa olla helposti syttyviä materiaaleja.

Taulukkoon 16 on kerätty rakennesuunnittelijan suunnittelemat materiaalivahvuudet ja pituudet hitsattavissa liitoksissa käytettäville teräsosille. Jos suunnitelluista ainevahvuuksista joudutaan pakottavista syistä poikkeamaan on teräsosan käyttö hyväksyttävä rakennesuunnittelijalta erikseen.

Taulukko 15. Liitokset.

Hitsausluokat, menetelmät ja hitsauksien tarkistaminen	Hitsiluokka C, puikkohitsaus Kaikki saumat tarkistetaan silmämääräisesti
Juotosvalujen lujuusluokat, menetelmät ja juotoksien tarkistaminen	Pystysaumabetoni k40, talvilaatu Menetelmänä pystysaumabetonointi pumpulla Tarkistaminen juotosten kovetettua

Taulukkoon 16 merkitään elementtien hitsattavissa liitoksissa käytetyt teräsosat. Erikoisterästen kuten ruostumattoman teräksen käyttö tulee merkitä taulukkoon. Oikein teräslaadun käytöstä tulee varmistua työmaalla.

Taulukko 16. Hitsattavissa liitoksissa käytettävät teräsosat.

- Alakerran väliseinät hitsataan anturan tartuntoihin latalla 80*5 L150
- Alakerran elementit hitsataan toisiinsa yläreunasta latalla 50*4 L180
- Yläkerran elementit hitsataan toisiinsa yläreunasta latalla 50*4 L180

4.8 Työturvallisuus

Jokaisella elementtiasentajalla pitää olla voimassa oleva työturvallisuuskortti, henkilökohtaiset suojavarusteet sekä tulitöitä tehtäessä tulityökortti. Kaikki työskentelyvaiheet ja tavat on suunniteltava ja toteutettava niin, että työturvallisuus säilyy koko asennustyön ajan.

4.8.1 Työtasot ja henkilönostimet

Tarvittaessa elementtiasennustyössä käytetään tehdasvalmisteisia alumiinitelineitä tai asennuspukkeja. Asennuspukkien käyttö edellyttää alle kahden metrin työskentelykorkeutta. Käytettäessä alumiinitelineitä asennustyönjohtaja tarkastaa ne ennen niiden käyttöä.

Nojatikkaiden käytöstä on säädetty laissa seuraavasti:

Nojatikkaita ei saa käyttää työalustana. Nojatikkaita saadaan käyttää vain tilapäisinä kulkuteinä, nostoapuvälineiden kiinnittämiseen ja irrottamiseen sekä muihin vastaaviin lyhytaikaisiin, kertaluonteisiin töihin. Nojatikkaiden pituus saa olla enintään kuusi metriä. (Valtionneuvoston asetus elementtirakentamisen työturvallisuudesta, 205/2009).

A-tikkaiden käyttö asennustyössä on sallittua vain silloin, kun työskentelytaso on alle yhden metrin korkeudessa.

Elementtiasennustyössä käytettäviä henkilönostimia ovat kuukävelijä (kuvio 4), saksilavanostin, nivelpuominostin sekä nostokori. Henkilönostimen käyttäjällä tu-

lee olla työnantajan lupa käyttää nostinta. Jokainen nostimen käyttäjä pitää perehdyttää nostimen käyttöön.

Rakennustyömaalla on ennen henkilönostimen käyttöä varmistettava, että henkilönostin on rakenteellisesti kunnossa, että työskentelyalustan tai maapohjan kantavuus säilyy riittävänä ja että henkilönostimen työskentelyalue on turvallinen. Rakennustyömaalla on oltava käytössä olevan henkilönostimen käyttöohjeet. Työnantajan on varmistettava, että työntekijä osaa käyttää turvallisesti henkilönostinta sen käyttöohjeiden mukaisesti. Erityistä huomiota on kiinnitettävä tuennan varmistamiseen, hallinta- ja turvalaitteiden toimintaan sekä työliikkeiden mahdollisiin rajoituksiin. (A 26.3.2009/205.)

Henkilönostimesta työskenneltäessä ei saa kurotella tai nousta kaiteelle seisomaan. Myös erilaisten tikkaiden ja työtasojen käyttö nostimen lavalla tai korissa on kielletty. Tarvittaessa nostimen paikkaa siirretään tai käytetään nostoarvoiltaan parempaa ja työhön soveltuvaa nostinta.



Kuvio 4. Kuukävelijä.

Alla olevassa taulukossa on kerrottuna jokaisen asennustöissä käytetyn henkilönostimen tyyppi (kuukävelijä, nivelpuominostin, saksilavanostin tai nostokori), malli ja valmistaja sekä kyseisen laitteen maksimi ulottuvuus.

Taulukko 17. Asennustyössä käytettävät henkilönostimet.

Tyyppi	Malli ja valmistaja	Ulottuvuus

4.8.2 Kaiteet ja aukkojen suojaukset

Jokaiselle työmaalle on erikseen tehtävä putoamissuojauksuunnitelma. Suunnitelmasta tulee selvittää työmaan putoamissuojaustarve sekä käytettävät ratkaisut.

Putoamissuojaus on järjestettävä aina, jos työtasolta tai kulkutieltä on mahdollista pudota yli 2 metriä tai jos putoamisesta aiheutuu suurta vaaraa. Turvakaiteita on käytettävä aina, jos putoamiskorkeus on vähintään 3 metriä. (Palvimo 2009, 25.)

Putoamisen estävien suojarakenteiden ja -laitteiden, kuten esimerkiksi suojakaitteiden, on oltava suojausvaikutukseltaan mahdollisimman yhtenäisiä.

Jos työn tekeminen edellyttää, että putoamisen estävä suojarakenne tai -laite väliaikaisesti poistetaan, on käytettävä muita korvaavia suojoitoimia. Työtä ei saa tehdä ennen kuin nämä suojoitoimet on toteutettu. Putoamisen estävä suojarakenne tai -laite on palautettava paikalleen heti sen jälkeen, kun kyseinen työ on päättynyt tai keskeytynyt. (A 26.3.2009/205.)

Holvilla työskennellessä käytetään ympäri holvin kiertävää aidoitusta, joka järjestetään käyttämällä holvireunakaiteita. Reunakaiteet poistetaan etukäteen vain seuraavan elementin asennuspaikalta, jolloin minimoidaan putoamisriski. Kuten yllä olevassa lainauksessa valtionneuvoston asetuksesta (2009/205) kerrotaan, myös töiden keskeytyessä on töiden takia poistettu putoamissuojaus palautettava välittömästi paikalleen. Holvilla olevien aukkojen ympärille kiinnitetään aidat. Pienem-

pien reikien ja aukkojen suojaukseen riittää paksu rakennuslevy joka kiinnitetään paikalleen ankkureilla tai betoninauloilla. Reikä on myös merkittävä näkyvästi kirkaalla spraymaalilla. Elementtitoimittaja voi osaltaan parantaa putoamissuojausta sekä työturvallisuutta jättämällä laattoihin tulevien reikien ja aukkojen kohtaan raudotusverkon. Edellä mainittu verkko poistetaan vasta työmaalla muun putoamissuojauksen valmistuttua tai juuri ennen aukkoon tulevan kojeen tai läpiviennin asentamista. Taulukkoon 18 on merkitty kaikki työmaalla tarvittavat kaide ja putoamissuojaus järjestelyt ja niistä vastuussa oleva taho.

Taulukko 18. Putoamissuojauksen järjestäminen.

Putoamissuojaus	Järjestäjä
Holvin reunakaiteet	Pääurakoitsija
Porrastasot	Pääurakoitsija
Aukkojen ja reikien suojaus	Pääurakoitsija sekä elementtitoimittaja

4.8.3 Turvavaljaat

Nostokori ja henkilönostin töissä käytetään turvavaljaita. Turvavaljaat on tarkistettava ennen käyttöä ja niiden toiminta varmistettava. Valjaiden kiinnityspiste on valittava niin että se on tarpeeksi kestävä sekä lähellä työskentelypistettä, jotta vältetään liian suurelta sivuheilahdukselta. Kiinnityspisteeksi soveltuu esimerkiksi elementin nostolenkki. Ontelolaatta asennuksessa valjaiden kiinnityspisteenä voidaan käyttää ontelolaattatarrainta. Turvavaljaita on käytettävä myös töissä, joissa putoamissuojausta ei pystytä muuten järjestämään.

4.8.4 Sääolosuhteet ja niiden vaikutus

Sään vaikutus ja olosuhteiden muuttuminen tulee ottaa huomioon elementtiasennuksessa. Maapohjan pehmeneminen välivarastoinnin aikana saattaa aiheuttaa elementtien kaatumisen. Ilman selkeää lämpeneminen aiheuttaa talvella asennettaessa lumen ja jään sulamista, mikä vaikeuttaa raskaiden koneiden liikkumista sekä itse asennustyötä.

Talvella asennettaessa tulee kaikki lumi ja jää poistaa joko mekaanisesti tai sulattamalla elementtien asennuspaikoilta. Varsinkin korkopalojen alle jäävä jää voi aiheuttaa rakenteiden siirtymistä sekä korkeusheittoja.

Työmaan vastaava mestari varmistaa, että ennen elementtien asentamista työmaa-alue puhdistetaan lumesta, jotta vältetään vaaratilanteilta sekä turhalta asennustöiden myöhästymiseltä.

Kova tuuli aiheuttaa ongelmia niin nostotyöhön kuin itse asennukseen. Jos tuulenopeus ylittää 15 m/s, työt on keskeytettävä ja niitä voidaan jatkaa vasta tuulen laannuttua.

Kovalla lumi- tai vesisateella on harkittava töiden keskeyttämistä johtuen huonosta näkyvyydestä. Kovalla vesisateella on huomioitava hitsattavien kiinnitysten laatuvaatimukset ja niiden täyttyminen.

4.8.5 Henkilökohtainen suojarustus

Jokaisella elementtiasennustyömaalla työskentelevällä tulee olla oma henkilökohtainen suojarustus. Työnantaja on velvollinen hankkimaan varusteet ja huolehtimaan niiden käytöstä. Vahingoittuneita suojarusteita ei saa yrittää korjata ja niiden tilalle on hankittava välittömästi uudet. Kaikki varusteet tulee olla merkittyjä CE-merkillä. Jokaisesta suojarusteesta pitää myös olla saatavilla käyttöohjeet.

Henkilökohtaisiin suojarusteisiin kuuluvat:

- kypärä
- kuulosuojaimet

- suojavaatteet
- turvajalkineet
- suojalasit
- työhön soveltuvat turvakäsineet
- polvisuojaimet, sekä
- suojaliivit.

Valtioneuvoston asetuksessa rakennustöiden työturvallisuudesta (2009/205) kerrotaan henkilökohtaisista suojaruusteista seuraavasti:

71 §

Henkilönsuojainten tarve rakennustöissä

Sen lisäksi, mitä henkilönsuojainten valinnasta ja käytöstä työssä annetussa valtioneuvoston päätöksessä (1407/1993) säädetään, on rakennustyössä otettava huomioon, mitä tämän pykälän 2–8 momentteissa säädetään.

Työnantajan on valittava henkilönsuojaimet työntekijän turvallisuudelle ja terveydelle aiheutuvien vaarojen tunnistamisen ja niiden merkityksen arvioinnin perusteella.

Rakennustyömaalla on käytettävä suojakypärää. Tarvittaessa kypärä on varustettava alushupulla.

Rakennustyössä on käytettävä työn ja työolosuhteiden edellyttämää henkilökohtaista silmien suojausta. Työnantajan on annettava työntekijöille käyttöön suojalasit niissä töissä, joissa on merkittävä silmäta-paturmanvaara.

Käytettäessä valjastyypistä turvavyötä köysineen on käytettävä itse-toimivalla pituuden säätimellä varustettua varmistusköyttä, jos köyden pituutta joudutaan jatkuvasti säätämään.

Rakennustyömaalla on yleensä käytettävä turvajalkineita.

Lattiatöissä ja muissa vastaavissa polvia rasittavissa töissä on käytettävä polvensuojaimia.

Rakennustyömaalla on käytettävä heijastavaa varoitusvaatetusta, jotta työntekijä näkyy hyvin. Työskenneltäessä tie- ja katualueella tai muilla liikenteeseen käytetyillä paikoilla on käytettävä varoitusvaatetusta, josta säädetään erikseen.

4.8.6 Työhön perehdyttäminen

Asennustöiden turvallisesti ja jouhevasti sujumisen kannalta on tärkeää, että jokainen työntekijä on perusteellisesti perehdytetty työhönsä. Työnantaja on velvollinen järjestämään perehdyttämisen. Perehdyttämisessä on painotettava elementti-työn riskejä ja niiden minimoimista.

Työntekijän perehdyttämisessä tulee huomioida

- työssä käytettävät koneet ja välineet sekä niiden turvallinen ja oikeaoppinen käyttö
- betonielementtirakentamisen eri työvaiheet
- elementtivalmistajien antamat ohjeet elementtien käsittelystä, varastoinnista sekä asentamisesta.

Edellä mainittujen seikkojen lisäksi työntekijän perehdytyksessä tulee ottaa huomioon yhteiset työskentelytavat ja yleinen toimiminen työmaalla, jotta vältetään sekaannuksilta eri urakoitsijoiden työntekijöiden välillä.

5 ALLEKIRJOITUKSET

Taulukkoon 18 kerätään osapuolilta allekirjoitukset, joilla he hyväksyvät suunnitelman sekä sitoutuvat noudattamaan sitä.

Taulukko 19. Allekirjoitukset.

	Allekirjoitus	pvm
Suunnitelman laatija		
Rakennesuunnittelija		
Elementtisuunnittelija		
Asennustyönjohtaja		
Vastaava työnjohtaja		

6 YHTEENVETO

Tässä työssä oli tavoitteena uudistaa betonielementtien asennussuunnitelmaa ja luoda pohja, jota voidaan käyttää niin suunnitelmana kuin myös ohjeena. Työssä käytettiin esimerkikohdetta, jotta suunnitelman hahmottaminen ja laatiminen oli helpompaa. Esimerkkikohteen käyttäminen auttaa myös tämän työn lukijaa hahmottamaan eri kohtien merkitystä ja sisältöä.

Työn alussa esiteltiin lyhyesti betonielementtejä, jotta lukija ymmärtää, mitä elementit ovat ja millaisissa rakennuksissa niitä voidaan käyttää.

Työn merkittävin osuus oli selvästi itse asennussuunnitelma ja sen laatiminen. Suunnitelman laatimisen pohjana käytin liitteessä 1 olevaa listaa valtioneuvoston asetuksesta rakennus työn turvallisuudesta. Asennussuunnitelman laatimisessa oli suuri hyöty itselläni jo olevasta kokemuksesta betonielementtien asentamisesta.

Yhtenä isona tavoitteena ja päämääränä oli luoda asennussuunnitelman pohjasta sellainen, että se toimisi myös ohjeena elementtien asentamiseen eikä vain lain vaatimana pakollisena dokumenttina.

LÄHTEET

A 26.3.2009/205. Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta.

Asennusaikainen stabiliteetti. Elementtien tuenta. Päivitetty 25.3.2010. [Verkkosivu]. Betoniteollisuus Ry. [Viitattu 13.2.2012]. Saatavana: <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/elementtien-asennus/asennusohjeet/asennusaikainen-stabiliteetti>

Elementtien asennus. 2010. [Verkkosivu]. Betoniteollisuus Ry. [Viitattu 16.1.2012]. Saatavana: <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/elementtien-asennus>

Haarukkaliittimellinen varmuuskoukku luokka 10. [Verkkosivu]. Certex. [Viitattu 20.3.2012]. Saatavana: http://www.certex.fi/fi/komponentit/varmuuskoukku-haarukkaliitimella-luokka-__11852

Nosto-ohjeet. Kahden nosturin yhteisnostot. Päivitetty 3.2.2010. [Verkkosivu]. Betoniteollisuus Ry. [Viitattu 14.2.2012]. Saatavana: <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/elementtien-asennus/nostoohjeet>

Palvimo. O. 2009. Työturvallisuus elementtirakentamisessa. Perehdytyskaavake ja ohje Asennuspojat LM Oy:lle. Tampereen ammattikorkeakoulu. Rakennustuotannon yksikkö, rakennustekniikan ohjelma. Opinnäytetyö.

RT 82-10821. 2004. Betonielementtirunkorakenteet. Helsinki: Rakennustieto.

RT 10-11011. 2010. Rakennesuunnittelijan työturvallisuustehtävät. Helsinki: Rakennustieto.

Teräsosien suunnittelu. [Verkkosivu]. Betoniteollisuus Ry. [Viitattu 20.2.2012]. Saatavana: <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/liitokset/terasosien-suunnittelu>

Työsuojeluhallinto. Nostoapuvälineet, työsuojeluoppaita ja -ohjeita 12. 2010. Tampere: Työsuojeluhallinto.

Välipohja ontelolaatoista. Päivitetty 11.5.2011. [Verkkosivu]. Rakentaja.fi. [Viitattu 14.2.2012]. Saatavana: http://www.rakentaja.fi/tv/e1749valipohja_ontelolaatoista.aspx

LIITTEET

Liite 1 Elementtien asennussuunnitelmasta löydyttävät tiedot

Elementtien asennussuunnitelmassa on annettava tarpeelliset tiedot muun muassa seuraavista asioista.

1. Kohdetiedot työmaasta

1.1. Työmaa/rakennuskohde;

1.2. Henkilöstö: rakennuttajan turvallisuuskoordinaattori, päätoteuttajan nimeämä vastuhenkilö, työmaan työnjohto, työmaan valvoja, pääsuunnittelija, rakennussuunnittelija, elementtisuunnittelija, elementtitoimittaja, asennustyönjohtaja, muut johto- ja vastuhenkilöt;

1.3. Nosturit.

2. Elementit, nostoapuvälineet ja erityistoimenpiteet

2.1. Elementtien valmistajan antamat tarvittavat tiedot esimerkiksi ylisuurista tai poikkeuksellisen muotoisista elementeistä, joiden käsittely vaatii erityisiä nostureita, laitteita tai työmenetelmiä;

2.2. Elementtityypittäin enimmäispituus, -leveys, -korkeus ja elementtimäärät ja nostoapuvälineet;

2.3. Nostoapuvälineet ja nostotavat sekä erikoisnostoapuvälineet ja -nostotavat (esim. kääntämiset, yhteisnostot) ja erikoiselementtien käsittely;

2.4. Elementtitoimittajan ohjeet erikoiselementtien käsittelystä ja elementtikuormien purkamisesta;

2.5. Rungon jäykistystapa;

2.6. Liittyvät rakenteet.

3. Elementtien kuljetus työmaalla, kuorman purku, vastaanotto ja työmaavarastointi

3.1. Työmaan aluesuunnitelma;

3.2. Vaatimukset työmaan varastoalueelle;

3.3. Työmaavarastointiin käytettävien elementtitelineiden vakavuus ja kestävyys;

3.4. Kuljetustapa;

- 3.5. Kuljetuskalusto;
- 3.6. Kuljetusreitti työmaalla;
- 3.7. Purkamisjärjestys elementtitoimittajan ohjeiden mukaan;
- 3.8. Nostovälineet.
- 4. Nostot, asennus ja asennusjärjestys
 - 4.1. Nosturit ja nostolaitteet;
 - 4.2. Asennusjärjestys;
 - 4.3. Rungon asennusjärjestys lohkoittain tai linjoittain;
 - 4.4. Yksittäisten elementtien asennusjärjestys/asennusjärjestys elementtityypeittäin;
 - 4.5. Työvaiheiden järjestys, tarvittavat työohjeet ja tarvittaessa tehtävien tarkastusten pöytäkirjat;
 - 4.6. Yksityiskohtainen asennusjärjestys;
 - 4.7. Asennusaikainen vakavuus;
 - 4.8. Lopullisen vakavuuden ja elementtien lopullisen kiinnityksen edellyttämät toimenpiteet valmistajan ja suunnittelijan ohjeiden mukaan;
 - 4.9. Olosuhteiden vaikutus ja esim. talviolosuhteiden vaatimat erityistoimenpiteet.
- 5. Asennuksen aikainen tuenta ja vähimmäistukipinnat
 - 5.1. Asennuksen aikaiset kuormitukset;
 - 5.2. Asennuksen aikainen tuenta;
 - 5.3. Tukien purku/purkamisajankohta, olosuhteiden vaikutus jne.;
 - 5.4. Vähimmäistukipinnat eri elementtityypeille;
 - 5.5. Elementtitoimittajan ohjeet;
 - 5.6. Tarvittavat lisäohjeet asennuspiirustuksissa.
- 6. Toleranssit ja seurantamittaukset
 - 6.1. Toleranssiluokka;
 - 6.2. Lähtömittaus.

7. Elementtien lopulliset kiinnitykset

7.1. Kiinnitykset, liitokset ja niiden työjärjestys;

7.2. Betonointi;

7.3. Pulttiliitokset;

7.4. Muut liitokset.

8. Työturvallisuus sekä asennuksessa tarvittavat työtasot ja putoamissuojaukset

8.1. Opetus ja ohjeet;

8.2. Putoamissuojaus;

8.3. Asennuksen aikana käytettävät työtasot, työtelineet, henkilönostimet, henkilönostokorit, nousutiejärjestelyt, rakennusaikaiset ja asennuksen myötä siirrettävät kaiteet, työntekijän turvavaljaat henkilönsuojaimina ja niiden kiinnitys.

9. Suunnittelun varmentaminen

9.1. Pää toteuttajan vastuuhenkilö;

9.2. Rakennuttajan vastuullinen turvallisuuskoordinaattori;

9.3. Pääsuunnittelija;

9.4. Rakennesuunnittelija;

9.5. Elementtisuunnittelija;

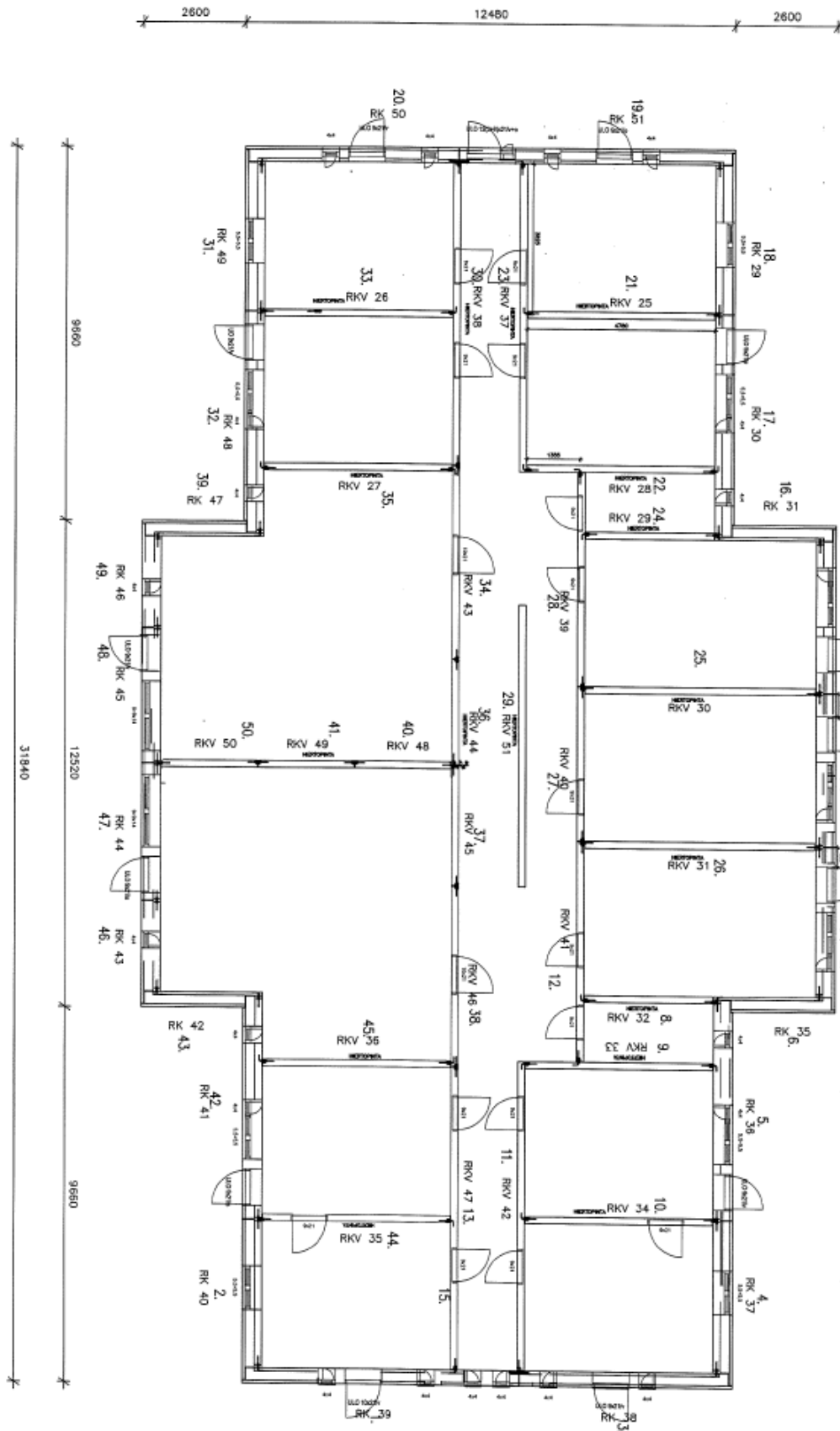
9.6. Asennustyönjohtaja;

9.7. Vastaava työnjohtaja;

9.8. Elementtirakentamisen eri osapuolten toiminnan yhteensovittaminen;

9.9. Muut varmentamiset.

liite 2 Pohjakuva sekä asennusjärjestys.



Liite 3 Elementtiluettelo.

Elementtien painot

RKV	1	6,4	RK	2	4,3
RKV	1-1	6,4	RK	2A	4,3
RKV	2	6,3	RK	3	1,6
RKV	2-1	6,4	RK	3	1,6
RKV	3	6,4	RK	4	5,1
RKV	4	4,4	RK	4A	5,1
RKV	5	7,9	RK	5	5,1
RKV	6	6,4	RK	5A	5,1
RKV	7	6,4	RK	6	1,6
RKV	8	2,4	RK	6	1,6
RKV	9	3,1	RK	7	4,3
RKV	10	5,0	RK	7	4,3
RKV	11	7,5	RK	8	3,9
RKV	12	8,8	RK	8A	3,9
RKV	13	8,8	RK	9	3,4
RKV	14	0,8	RK	9	3,4
RKV	15	10,1	RK	10	3,4
RKV	16	9,9	RK	10	3,4
RKV	17	5,5	RK	11	6,0
RKV	18	6,0	RK	12	7,7
RKV	19	6,0	RK	13	3,0
RKV	20	0,5	RK	13	3,0
RKV	21	8,1	RK	14	4,8
RKV	22	5,1	RK	15	6,0
RKV	23	2,6	RK	15-1	4,8
RKV	24	3,4	RK	16	3,0
RKV	25	5,8	RK	16A	3,0
RKV	26	5,8	RK	17	9,1
RKV	27	5,8	RK	18	4,8
RKV	28	5,8	RK	19	5,8
RKV	29	4,0	RK	20	5,3
RKV	30	7,1	RK	21	4,7
RKV	31	7,1	RK	22	8,5
RKV	32	4,0	RK	23	8,0
RKV	33	5,8	RK	24	5,8
RKV	34	4,9	RK	25	7,7
RKV	35	4,9	RK	26	6,0
RKV	36	5,8	RK	27	5,0
RKV	37	7,8	RK	28	6,7
RKV	38	7,6	RK	29	6,1
RKV	39	4,8	RK	30	7,7
RKV	40	3,9	RK	31	3,1
RKV	41	5,0	RK	32	4,9
RKV	42	7,8	RK	33	4,8
RKV	43	5,1	RK	34	4,8
RKV	44	6,8	RK	35	3,1
RKV	45	7,6	RK	36	7,6
RKV	46	4,7	RK	37	6,2
RKV	47	7,6	RK	38	5,2
RKV	48	6,1	RK	39	6,9
RKV	49	6,1	RK	40	6,1
RKV	50	6,1	RK	41	7,7
RKV	51	9,2	RK	42	3,5
RKV	52	3,1	RK	43	6,1
RKV	53	3,5	RK	44	7,6
RKK	1	2,5	RK	45	7,6
RKP	1	0,6	RK	46	6,1
RK	1	3,9	RK	47	3,5
RK	1A	3,9	RK	48	7,7
			RK	49	6,1
			RK	50	5,2
			RK	51	6,1