
ELEMENTTIASENTAMISEN TYÖNJOHTAMINEN RAKENNUSTYÖMAALLA

Tuomas Turunen

Opinnäytetyö

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala		
Koulutusohjelma Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma		
Työn tekijä(t) Tuomas Turunen		
Työn nimi Elementtiasentamisen työnjohtaminen rakennustyömaalla		
Päiväys 22.11.2010	Sivumäärä/Liitteet	32+9
Ohjaaja(t) Toni Kekki		
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Rakennusliike Purmonen Oy		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyö pitää sisällään elementtirakentamisen työnjohdon eri tehtäviä ja tarpeita. Opinnäytetyössä kerrotaan kattavasti, mitä elementtiasennuksesta vastaavan työnjohtajan tulee tietää ja osata. Työssä on otettu huomioon myös työnjohdon kehittymistarpeita.</p> <p>Opinnäytetyö on tehty kerrostalotyömaalla, jossa rakennettiin yhtä aikaa kahta kerrostaloa. Työmaalla kiinnitettiin huomiota elementtiasennustyöhön ja siihen liittyviin asioihin. Elementtiasennustyötä tarkasteltiin työnjohtajan näkökulmasta. Työnjohtotehtävien ohessa kehitettiin yksinkertainen menekkilaskuri, jonka avulla helpotettiin työnjohtajan työn tekemistä ja ennakoimista.</p> <p>Työstä saadut tulokset kertovat sen, että elementtiasennusta valvovan työnjohtajan tulee olla kokenut ja loogisesti pätevä johtaja. Elementtiasennuksen fyysinen toteuttaminen tulee olla työnjohdon tiedossa, vaikka työnjohtaja ei sitä itse tekisikään. Työnjohtajan työn kehittäminen parantaa erityisesti tulosvastuullista lopputulosta.</p> <p>Tämä työ antaa tietoa elementtiasentamisesta ja siitä, kuinka sitä tulisi kehittää. Työ soveltuu hyvin työnjohtajille, jotka tarvitsevat tietoa elementtiasentamisesta ja siitä, kuinka siinä tulisi edetä.</p>		
Avainsanat Elementtiasentaminen, betonielementti, työnjohtaminen, kehittäminen		

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Industrial Engineering and Management			
Author(s) Tuomas Turunen			
Title of Thesis element of the installation work of leadership			
Date	22.11.2010	Pages/Appendices	32+9
Supervisor(s) Toni Kekki			
Project/Partners Rakennusliike Purmonen Oy			
<p>Abstract</p> <p>This thesis deals with different kinds of tasks and requirements, which are essential in the supervision of construction with prefabricated units. It will be explained exhaustively what a construction supervisor in charge of the assembly of prefabricated elements needs to know and be able to handle. Also the needs of development for the supervisors were taken into account in this work.</p> <p>Field study for the diploma work was obtained in a construction site where two apartment buildings were under construction. At the site observation was focused particularly on how the elements are mounted – from a supervisor’s point of view – and also the tasks associated with the mounting itself were examined thoroughly. A rudiment sales calculator, that allowed the facilitation and anticipation of the workload, was also contrived along with the regular supervision tasks.</p> <p>The results suggest that a supervisor in charge of the element construction ought to be well experienced, flexible and logical; and all of the supervisors working on a construction site are supposed to have the basic knowledge how the mounting of the prefabricated units is carried out. The most important aspect of further educating the supervisors lies especially in sufficient profit responsible end-result.</p> <p>The thesis provides with the basic information of prefabricated element construction as well as some ideas how to improve it in the future. The work is applicable for construction supervisors who need knowledge of the process in practice and in theory.</p>			
<p>Keywords Element of the installation, concrete element, work management, development</p>			

Sisältö

1	JOHDANTO	6
1.1	Opinnäytetyön taustaa	6
1.2	Opinnäytetyön tavoitteet	6
2	ELEMENTTIRAKENTAMISEN HISTORIAA.....	7
3	ELEMENTTIASENNUSTYÖNJOHTAJAN TEHTÄVÄT	8
3.1	Elementtiasennustyönjohtajan pätevyys.....	8
3.2	Resurssien ja materiaalien laskenta.....	9
3.3	Resurssit ja niiden määrittäminen	9
3.4	Aikataulun laadinta.....	11
3.5	Työturvallisuus	12
3.6	Työmaan aluesuunnitelma	13
3.7	Elementtien asennussuunnitelma.....	15
3.8	Kokoukset ja palaverit	16
3.9	Perehdyttäminen ja työnopastus	16
3.10	Työmaapäiväkirja	18
3.11	Tehtäväsuunnitelma	19
4	ELEMENTTIENTEN ASENNUSOHJE TYÖNJOHTAJILLE	20
4.1	Tilaus	20
4.2	Valmistelevat työt.....	20
4.3	Elementtien vastaanotto.....	21
4.4	Elementtienasennus jokikadulla	22
4.4.1	Asennusjärjestys.....	22
4.4.2	Asennuksen aikana tehtävät tarkastukset	22
4.4.3	Nostot	22
4.4.4	Välivarastointi	23
4.4.5	Paikalleen mittaus ja alustan tasaus	24
4.4.6	Elementtien paikoilleen asennus.....	25
4.4.7	Seinäelementtien saumojen täyttäminen.....	26
5	HANKKEEN LAADUNVARMISTUS	27
5.1	Työmaalla toteutettava laadunvarmistus	27
5.2	RunkoRYL 2000.....	27
5.3	Betonielementtien toleranssit 2003	29
6	ELEMENTTITYÖNJOHTAMISEN KEHITTÄMINEN	30
6.1	Menekkilaskuri	30
6.2	Menekkilaskurin kehittäminen	30
7	POHDINTA	31
	LÄHTEET	32

LIITTEET

Liite 1. Menekkilaskuri

Liite 2. Torninosturi Betox200

Liite 3. Autonosturin työmitat

Liite 4. Elementtien suunnitteluajakaulu

Liite 5. Elementtien valmistumisaikataulu

Liite 6. Elementtien asennusaikataulu

Liite 7. Nostoihin ja konetöihin liittyvät käsimerkit

Liite 8. Elpo-hormin asennus- ja turvallisuusohje

Liite 9. TR-mittauslomake

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön taustaa

Opinnäytetyön aiheen elementtiasentamisen työjohtamisesta sain Rakennusliike Purmonen Oy:n vastaavalta rakennusmestarilta tammikuussa 2009. Aihe oli haastava ja hyvin mielenkiintoinen, ja otin mielelläni työn vastaan. Rakennusliike Purmonen Oy:llä alkoi keväällä 2009 työmaa, jossa rakennettiin yhtäaikaan betonielementeistä kahta kerrostaloa. Rakennuskohde sijaitsee Joensuun kaupungin Penttilän kaupunginosassa Jokikadulla.

Rakennusliikkeen toimeksiantona oli elementtirakentamisen työjohtaminen ja työjohtamisen kehittäminen. Kehitystyönä laadin kustannuslaskentaohjelman. Menekkilaskurin kehitin helpottaakseni työjohtajan tehtäviä. Elementtiasennuksen työjohtotehtävien ohessa huomasin että laskurista saatuja lukemia vertailemalla pystyy pääsemään parempiin lopputuloksiin elementtiasennuksessa. Opinnäytetyö toimii ohjeena työjohtajalle. Opinnäytetyö on hyvä asiakirja elementtiasennustyöstä vastaaville työjohtajille.

1.2 Opinnäytetyön tavoitteet

Opinnäytetyöni jakautuu kahteen asiakokonaisuuteen. Ensimmäisenä tutkin työjohtajan kannalta tärkeitä toimenpiteitä elementtirakentamisessa, josta laadin työjohtajalle tarkoitetun asiakirjan. Toisena asiana kehitin käytännöllisen kustannuslaskentaohjelman.

Asiakirjan avulla työjohto voi tuottaa elementtiasennuksia laadukkaalla, turvallisella ja taloudellisella tavalla. Asiakirja sisältää työjohtajan tehtävät, asennusohjeet ja laadunvarmistuksen. Tavoitteena oli saada aikaan asiakirja, joka on yksinkertainen, mutta kattava tietopaketti elementtiasentamisen työjohtamisesta.

Tavoitteena oli saada aikaan helposti toimiva ja vähän työaikaa vievä kustannuslaskentaohjelma. Kustannuslaskentaohjelma helpottaa kustannuksien ja ajan laskemisessa. Toimitin kustannuslaskentaohjelman Excel-taulukkolaskentaohjelman avulla. Kustannuslaskenta työvälineen avulla helpotetaan elementtiasennustyöjohtajan tehtäviä. Tehtävät helpottuvat niin, että ennakointi helpottuu huomattavasti elementtiasennuksen aikana.

2 ELEMENTTIRAKENTAMISEN HISTORIAA

Ensimmäiset elementtikohteet 50-luvun alussa

Elementtitekniikkaa tutkittiin maailmalla jo ennen toista maailmansotaa. Sodan tuhojen korjaaminen lisäsi kysyntää taloudellisesti huonossa kunnossa olevissa maissa, joissa etsittiin mahdollisimman tehokasta ja taloudellista rakennustapaa. Ratkaisuksi löytyi elementtirakentaminen. Suomessa betonteollisuutta kehitettiin elementtiteknologian avulla 1940- ja 1950-lukujen vaihteessa. Ensimmäiset julkisivuelementit kiinnitettiin Viljo Revellin suunnittelemaan Palace-taloon. Tunnetuimpia varhaisia täyselementtirakennuksia on arkkitehti Aarne Ervin suunnittelema Helsingin yliopiston Porthania-rakennus. (Elementtirakentamisen historia, Betonteollisuus ry 2007.)

BES-rakentamista 70-luvulta lähtien

Vuosina 1968- 1970 kehitettiin Suomessa asuinrakentamista varten avoin BES-järjestelmä. Se perustui kantaviin pääty- ja väliseiniin, ei-kantaviin sandwich-ulkoseiniin ja välipohjina käytettäviin pitkälaattoihin. Parvekkeet olivat yleensä vapaasti perustuksilla seisovia torneja. Laattaelementteinä käytettiin esijännitetyjä ontelo- ja kotelolaattoja. BES-järjestelmässä standardoitiin betonielementit ja niiden liitosdetaljit siten, että urakoitsijoiden oli mahdollista hankkia valmisosia samaan rakennukseen useilta toimittajilta. Valittu runkojärjestelmä antoi lähes vapaat vaihtelumahdollisuudet asuntojen pohjaratkaisujen suunnittelulle. (Elementtirakentamisen historia, Betonteollisuus ry 2007.)

BES-standardien mahdollistamia muuntelumahdollisuuksia ei käytetty paljonkaan hyväksi. Asuntojen pohjaratkaisuihin oltiin yleisesti ottaen tyytyväisiä. Tarjosivathan ne tilaa, valoa, kylpyhuoneita, keittiöitä ja parvekkeita. Inhimillisen asuinympäristön muihin tekijöihin, kuten piharakenteisiin yms., ei rahoitusta juurikaan myönnetty. (Elementtirakentamisen historia, Betonteollisuus ry 2007.)

Vuonna 1979 tehtiin Asukas-, BES-tutkimus, jossa selvitettiin BES-talon julkisivun suunnittelumahdollisuuksia sekä rakennuksen äänitekniikkaa. Kahdeksankymmentäluvun alkuun tultaessa miljööni laadusta oli ehditty yleisesti huolestua. Vuosikymmenen betonirakentaminen näkyy pääkaupunkiseudulla mm. Länsi-Pasilan, Kivenlahden ja Matinkylän sekä Leppävaaraan asuinalueissa. (Elementtirakentamisen historia, Betonteollisuus ry 2007.)

3 ELEMENTTIASENNUSTYÖNJOHTAJAN TEHTÄVÄT

3.1 Elementtiasennustyönjohtajan pätevyys

”Elementtiasennustyönjohtajan tulee omata riittävät tiedot valmiin ja asennusaikaisen rakenteen toiminnasta, työnsuunnittelusta, asennuksesta ja työturvallisuudesta sekä riittävä käytännön kokemus elementtiasennustyön johtamisesta” (Elementtiasennustyönjohtajan pätevyysvaatimukset, Suomen Betoniyhdistys ry 2010).

Pätevyysvaatimukset

Elementtiasennustyönjohtajalla tulee olla vähintään teknillisen koulun tai ammattikorkeakoulun rakennusalan tutkinto ja elementtien asennusta koskeva koulutus sekä tehtävään soveltuva ja riittävä käytännön kokemus. Eri-tyisistä syistä, kuten kuuden vuoden kokemus elementtiasennuksen työnjohtajana ja hyvä menestyminen elementtiasennustyönjohtajakurssin kirjallisessa kokeessa, työnjohtajan pätevyys voidaan myöntää myös ilman vähimmäisvaatimuksena olevaa teknillisen koulun tutkintoa. Pätevyys arvioidaan elementtiasennustyönjohtajakurssin kirjallisen kokeen hyväksytystä suorituksesta saadun todistuksen ja käytännössä saavutetun työkokemuksen perusteella. Työkokemuksena vaaditaan riittävän monipuolinen kokemus elementtien asennustöistä vähintään kolmen vuoden ajalta. Pätevyyttä on haettava kolmen vuoden kuluessa kokeen suorittamisesta. (Elementtiasennustyönjohtajan pätevyysvaatimukset, Suomen Betoniyhdistys ry 2010.)

Pätevyyden toteamisen suorittaa tätä tarkoitusta varten asetettu toimikunta. Pätevyys myönnetään enintään kahdeksaksi vuodeksi kerrallaan. Pätevyys uusitaan hakemuksesta esitettyjen näyttöjen perusteella, josta tulee ilmetä hakijan pätevyuden säilyminen. Toimikunta voi peruuttaa myönnetyn pätevyuden erityisen painavista syistä ennen voimassaoloajan päättymistä. (Elementtiasennustyönjohtajan pätevyysvaatimukset, Suomen Betoniyhdistys ry 2010.)

3.2 Resurssien ja materiaalien laskenta

Työnjohtajat ovat vastuussa työmaan tuloksesta. Tulosvastuu tarkoittaa sitä, että resurssit ja materiaalit lasketaan mahdollisimman tarkasti ja kilpailutetaan mahdollisimman hyvin. Tehdystä työstä tulee jäädä yritykselle voittoa.

Materiaalien kilpailutus tapahtuu tavarantoimittajien kautta ja kokonaistaloudellisesti edullisin tarjous hyväksytään. Tarjouksen sisältö ja sopimustekniset asiat tulee tarkistaa ennen tarjouksen hyväksymistä. Paras tarjous tulee olla katteellinen. Resurssien kilpailutuksessa tehdään vertailu oman työn ja alihankintatyön välillä. Alihankinta kilpailutetaan myös silloin, kun omia resursseja ei ole käytettävissä tai omaa osaamista ei ole saavilla.

Menekkilaskuri helpottaa tulevaa ja tehtyä työtä (liite 1). Laskurin tarkoituksena on laskea resurssien kustannuksia ja kulutettua aikaa. Työnjohtajan työ perustuu ennakointiin ja menekkilaskuri helpottaa sitä huomattavasti. Lukuja vertailemalla päästään parempiin lopputuloksiin varsinkin, jos työmaalla on paljon ylityötunteja tai aikataulu on jäljessä.

3.3 Resurssit ja niiden määrittäminen

Laadullisesti hyvin toteutettuun elementtirakennushankkeeseen varataan riittävästi resursseja suunnitteluvaiheessa. Tarvittavia resursseja ovat henkilöstö-, kalusto- ja ulkopuoliset resurssit kuten alihankkijat.

Työntekijällä tulee olla soveltuva koulutus, ammattitaito ja työkokemus laatuvaatimusten mukaiseen työn toteutukseen. Henkilöstöresursseja elementtirakennustyömaalla ovat työnjohto, koneenkuljettajat, ammattimiehet ja apumiehet.

Nostokalusto

Nostokaluston merkitys on elementtirakentamisessa erittäin suuri, sillä oikealla nostokaluston valinnalla voidaan säästää merkittäviä summia rahaa ja aikaa. Väärä nostokalusto hidastaa elementtiasennusta merkittävästi, ja sen vuoksi nostokalusto on valittava huolella rakennushankkeeseen. Nostokaluston valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat mm. elementtien paino, kohteen sijainti, rakennuksen koko, työn järjestely, koneen soveltuvuus työhön ja työturvallisuus. Yllämainitut tekijät huomioon ottaen, Jokikadun hankkeen elementtien nostamiseen soveltui parhaiten torninosturi Betox200 (liite 2). Autonostureiksi valittiin Grove 4075-1 Mobil 750tnm ja Liebherr LTM 1090 900tnm (liite 3). Autonostureita käytettiin sandwich-elementtien nostoon (kuva 1).



Kuva 1. Sandwich-elementtien asentaminen.

Varastointikalusto

Varastointikalustossa on otettava huomioon elementtien välivarastoinnin hetkellinen määrä. Jokikadun työmaalle tilattiin 2 kpl elementtifakkeja. Elementtien välivarastoinnissa on hyvä olla vapaita paikkoja elementtitoimituksien varalle.

Käsityökalut

Elementtiasennuksessa tarvitaan seuraavia käsityökaluja:

- henkilökohtaiset työkalut (mitta, vasara, puukko yms.)
- leka
- moska
- vatupassi
- hylsysarja
- kottikärryt
- laastimylly
- tasolaseri
- iskuporakone
- hitsauskone
- elementtikanget
- Elementtitelineet.

Henkilöstöresurssit

Kerrostalojen elementtiasennuksen henkilöstövahvuus oli työnjohtajan lisäksi kaksi ammattimiestä ja yksi apumies. Muita henkilöstöresursseja olivat aliurakoitsijat, joiden tehtävänä olivat elementtien saumaukset.

3.4 Aikataulun laadinta

Laadin kolme eri aikataulua vastaavan rakennusmestarin laatiman yleisaikataulun pohjalta. Ensin tein suunnittelijoille aikataulun (liite 4) siitä, milloin elementtipiirustukset tulee olla valmiina tehtaan ja työmaan käytössä. Seuraavaksi laadin elementtien valmistusaikataulun (liite 5), josta käy selville, milloin tehtaalla tulee olla elementit valmiina ja tämän pohjalta tein asennusaikataulun. Asennusaikataulussa (liite 6) otettiin huomioon kahden kerrostalon eri työvaiheet. Kerrostalot olivat kooltaan erilaisia ja sen vuoksi aikataulut oli haasteellista.

Aikataulun laadinnassa käytin PlaNet-aikatauluohjelmaa ja Ratu-kirjaa, josta sain aikataulutietoa. Lisäksi vastaava rakennusmestari antoi suurpiirteisen aikataulun kokemuksensa perusteella.

3.5 Työturvallisuus

Rakennuttaja laatii turvallisuusasiakirjan, joka on pohjana rakennushankkeen turvallisuussuunnittelulle. Asiakirjan laadinnan yhteydessä selvitetään ja tunnistetaan osaltaan rakennushankkeen keskeisiä vaaroja erityisesti vaara- ja haittatekijät (VNp 205/2009). Turvallisuusasiakirja tehdään yleensä urakka-asiakirjojen laadinnan yhteydessä ja liitetään urakkatarjousasiakirjoihin, jolloin se on urakoitsijoiden käytössä jo urakkalaskentavaiheessa helpottaen urakoitsijan urakkalaskentaa turvallisuuskustannusten arvioimiseksi. Asiakirjan laadinta ei ole kertaluontainen toimenpide, vaan asiakirja täydentyy rakentamisprosessin etenemisen mukaan. (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta. Finlex 2009).

Työnjohtajan tehtäviin kuuluu mm. turvallisuussuunnitelman laadinta, vaarojen ja riskien arviointi rakennushankkeessa. Jokikadun turvallisuussuunnitelman teki työnjohtaja SRV Oy:n antamia aikaisempia turvallisuussuunnitelmia hyödyntäen. Turvallisuussuunnitelmassa on mainittu eri osa-alueiden vastuuhenkilöt ja yhteystiedot. Turvallisuussuunnitelmassa on myös tietoa siitä, miten työtehtäviin varaudutaan työturvallisesti.

Työmaalla tehtävät tarkastukset

Työsuojelumääräykset määräävät tehtävän tarkastuksia myös työmaalla ja tällaisia tarkastuksia ovat mm. viikkotarkastukset, koneiden ja muiden työvälineiden vastaanotto-tarkastukset, nostokaluston käyttöönottotarkastukset ja telineiden käyttöönottotarkastukset. Yksi tärkeimmistä elementtien tarkastuksista on torninosturin käyttöönottotarkastus. Tarkastuksessa oli mukana konevuokraamon edustaja, koneen käyttäjä ja vastaava rakennusmestari. Muita tärkeitä tarkastuskohteita olivat elementtitelineet. Tarkastukset koskevat niin omia kuin aliurakoitsijoiden työvälineitä ja koneita. Tarkastus tehdään yleensä vain kerran ja viikkotarkastuksen yhteydessä seurataan koneiden ja työvälineiden kuntoa. (Pyöriäinen 2009, 42.)

Talonrakennuksessa on käytetty jo useita vuosia TR-mittaria viikkotarkastusten yhteydessä. TR-mittauksessa tehdään havaintoja koko työmaa-alueesta ja havainnot kirjaataan tätä tarkoitusta varten laaditulle lomakkeelle. Virheelliset ja virheettömät havainnot lasketaan yhteen lomakkeen alaosaan. TR-taso ilmaistaan indeksinä, jonka yksikkönä on prosentti. (Pyöriäinen 2009, 42.)

Elementtiasentamisen työturvallisuus

Elementtiasentamisessa on otettava huomioon paljon erilaisia työturvallisuusriskejä, joihin kuuluvat mm. putoamisvaara, tuulinen sää ja erilaiset elementin nostamiseen liittyvät riskitekijät (kuva 2). Elementtiasentamisen työturvallisuusasiat löytyvät elementtien asennussuunnitelmasta. Suunnitelma kertoo tarkemmin, mitä asentamiseen vaaditaan työturvallisuuden näkökulmasta.



Kuva 2. Nostosta aiheutuva työturvallisuusriski.

3.6 Työmaan aluesuunnitelma

Työmaa-aluesuunnittelussa on otettava huomioon erilaisten työvaiheiden vaatimukset ja tapahtumat. Suunnitelmassa pyritään kuitenkin mahdollisimman pysyvään ratkaisuun. Suunnitelma on onnistunut silloin, kun työvaiheiden edetessä suunnitelmaan on tehty mahdollisimman vähän muutoksia. Suunnitelman toteutus on monesti haasteellinen pienten työmaa-alueiden takia.

Työmaan aluesuunnitelmassa tulee esittää ainakin seuraavat toiminnot:

- työalueiden sijainti ja sisäinen järjestys
- työmaan liikenne
- koneiden ja laitteiden sijainti
- varastoalueet
- työmaarakennukset (sosiaalityilat, toimisto, varasto)
- vaarallisten aineiden varastot (räjähdysaineet, polttonesteet)
- alueenvalaistus ja sähköistys
- alkusammutuskalusto ja ensiapuvälineet
- vesipisteet
- alueen aitaus
- tiedot ympäristöstä.

Elementtiasennustyöt aluesuunnitelmassa

Työmaan aluesuunnitelma on tärkeä elementtiasennustyössä. Elementtien varastointi ja nosturien paikat harkitaan tarkkaan, koska ne tarvitsevat suuren kokonsa vuoksi paljon tilaa työmaalla. Työmaan aluesuunnitelmassa mietitään huolella torninosturin paikka ja varanostopaikat autonostureille. Elementtien varastoinnissa käytetään elementtitelineet, ja telineiden paikat merkitään tarkasti aluesuunnitelmaan. Suunnitelmassa on otettava huomioon elementtien varastointi, nostureiden- ja kulkuteiden sijainti toisiinsa nähden (kuva 3). Väärä sijainti saattaa aiheuttaa sen, että torninosturi ei jaksa nostaa elementtejä tai sijainti hidastaa työntekoa kohtuuttomasti.



Kuva 3. Nosturin, kulkutien ja elementtitelineen sijainti.

3.7 Elementtien asennussuunnitelma

Elementtien asennussuunnitelman on oltava kirjallisessa muodossa työmaalla. Elementtien asennussuunnitelmassa on esitettävä tiedot käytettävistä elementeistä, niiden nostaminen ja asentaminen, elementtien asennusjärjestys, mittausjärjestelmä ja mittatarkkuus, tukipintojen vähimmäismitat, väliaikainen tuenta, lopullinen kiinnitys sekä työtasot ja putoamissuojaus. Elementtien asennussuunnitelmassa on annettava edellämainitut tiedot. (Valtioneuvoston asetus elementtirakentamisen työturvallisuudesta, Finlex 2003.)

Elementtien asennussuunnitelmaa laadittaessa on otettava huomioon eri osapuolten elementtirakentamiselle asettamat työturvallisuusvaatimukset. Elementtien asennussuunnitelmassa on tarvittaessa esitettävä rakennesuunnittelijan esittämät tiedot yksittäisen elementin ja koko rakenteen eri työvaiheita koskevan asennusaikaisen vakavuuden säilymiseen. Elementtien asennussuunnitelma on hyväksyttävä asianmukaisella tavalla eri suunnittelijoilla. (Valtioneuvoston asetus elementtirakentamisen työturvallisuudesta, Finlex 2003.)

Elementtien asennussuunnitelmassa on esitettävä nostoista nostotyön nostokalusto, taakkojen paino elementtityypeittäin, nostopaikat, nostoapuvälineet elementtityypeittäin, nostojen ohjaus ja mahdolliset rajoitukset. Suunnitelmassa on elementin asennusnosturiksi valittava torninosturi, ajoneuvonosturi tai muu suoritusarvoltaan riittävä ja muilta ominaisuuksiltaan tarkoitukseen soveltuva nosturi. Nostolaitteiden nostokyvyn ja ulottuvuuden on oltava riittävä. Elementin nostokohta, kuten esimerkiksi nostokorvake, on määritettävä yksityiskohtaisesti. (Valtioneuvoston asetus elementtirakentamisen työturvallisuudesta, Finlex 2003.)

Elementtien asennussuunnitelmassa on esitettävä elementtien varastointilinieneen turvallista käyttöä varten tarvittavat tiedot. Muun muassa korkeiden elementtien painopisteen sijainti ja elementin epäsymmetrinen muoto on otettava huomioon määritettäessä elementin varastointitapaa. Elementtien varastoinnissa on otettava huomioon elementin valmistajan antamat ohjeet. (Valtioneuvoston asetus elementtirakentamisen työturvallisuudesta, Finlex 2003.)

Elementtien asennussuunnitelmassa on esitettävä ohjeet väliaikaisesta tuennasta ja tuennan purkamisesta ottaen huomioon tukien kuormat ja olosuhteet. Lisäksi on selvitettävä toimenpiteet osittain asennettujen rakenteiden riittävän lujuuden, paikallaan pysymisen ja sivusuuntaisen kestävyuden aikaansaamisessa sekä väliaikaisten siteiden ja tukien käytössä. Ohjeet on esitettävä asennusvaiheittain ja niissä on otettava huomioon valmistajan antamat tuotekohtaiset ohjeet. (Valtioneuvoston asetus elementtirakentamisen työturvallisuudesta, Finlex 2003.)

Elementin tuennassa on erityinen huomio kiinnitettävä:

- palkkeihin
- kattoristikoihin
- muodoltaan epäsymmetrisiin elementteihin
- kavennuksia tai varauksia sisältäviin laattoihin
- vinoon asentoon asennettaviin ontelolaattoihin
- tavanomaisesta sijoitusasemasta poikkeaviin elementteihin
(Valtioneuvoston asetus elementtirakentamisen työturvallisuudesta, Finlex 2003.)

3.8 Kokoukset ja palaverit

Työmaakokouksia pidetään tiedonkulun, yhteistoiminnan, asioiden ja kirjausten varmistamiseksi, jolloin kaikki päättävät osapuolet saadaan samanaikaisesti paikan päälle. Kokouksia pidetään ainakin kerran kuukaudessa. Kokouksiin osallistuvat urakoitsijat, rakennuttaja/ tilaaja(t) ja suunnittelijat. Rakentamisessa asiat liittyvät toisiinsa ja rakennushankkeen kannalta kaikkien edustajien tulisi käydä kokouksissa. Kokouksen puheenjohtajana toimii pääurakoitsijan edustaja. Asiat käsitellään tehdyn esityslistan mukaisesti, päätökset kirjataan ja kokouksesta laaditaan selkeä pöytäkirja. Pöytäkirja tulee lähettää päivitettyinä jokaiselle osapuolelle. Tällaisia käytäntöjä käytimme jokikadun työmaalla.

Palaveri on muutaman henkilön tapaaminen. Silloin suunnitellaan rakennushankkeen kannalta tärkeitä asioita ja yksityiskohtia sekä sovitaan muista ajankohtaisista asioista. Palaveri ei ole virallinen kokous, eikä siitä tehdä pöytäkirjaa.

3.9 Perekdyttäminen ja työnopastus

Rakennushankkeen osapuolten yleiset velvollisuudet

Koska esimies vastaa perehdyttämisestä, hänen täytyy tietää miten perehdytetään, vaikka ei itse tehtävään ryhtyisikään. Rakennushankkeessa on rakennuttajan, suunnittelijan, työnantajan ja itsenäisen työsuorittajan yhdessä ja kunkin osaltaan huolehdittava siitä, ettei työstä aiheudu vaaraa työmaalla työskenteleville eikä muille työn vaikutuspiirissä oleville henkilöille. (Valtioneuvoston asetus elementtirakentamisen työturvallisuudesta, Finlex 2003.)

Päätoteuttajan on huolehdittava perehdyttämällä ja opastamalla siitä, että kaikilla yhteisen rakennustyömaan työntekijöillä on riittävät tiedot turvallisesta työskentelystä ja että he tuntevat kyseessä olevan rakennustyömaan vaara- ja haittatekijät sekä niiden poistamiseen tarvittavat toimenpiteet (Valtioneuvoston asetus elementtirakentamisen työturvallisuudesta, Finlex 2003).

Opetus ja ohjaus elementtirakentamisessa

Valtioneuvoston asetukset määräävät työturvallisuus asioita rakennustyömaalle ja niitä tulee noudattaa. Asetuksien noudattamista valvoo työsuojelupiiri. Työntekijän perehdytys on tärkeä osa työturvallisuutta. Työsuojelupiiri voi sulkea työmaan, jos asetuksia ei noudateta ja työntekijäitä perehdytetä.

Työnantajan on annettava työntekijälle työnopastus sekä riittävät tiedot ja ohjeet elementtirakentamisen vaaroista ja niiden torjunnasta. Lisäksi työnantajan on huolehdittava siitä, että työntekijä perehdytetään riittävästi seuraaviin seikkoihin:

- 1) elementtien valmistajan ohjeet
- 2) elementtirakentamisen työvaiheet
- 3) työmenetelmät, kuten esimerkiksi varastointi, nostot, asennus ja putoamissuojaus
- 4) työvälineiden turvallinen käyttö, kuten esimerkiksi nostoapuvälineiden turvallinen kiinnitys ja käyttö
- 5) turvalliset työtavat, kuten esimerkiksi putoamissuojassuunnitelman toteuttamisen toimenpiteet.

Elementtirakentamisessa yksityiskohtainen opetus ja ohjaus on toteutettava käytettävän työmenetelmän mukaisesti ennen uuden työn ja työtehtävän aloittamista, työtehtävien muuttuessa sekä ennen uusien työvälineiden ja työmenetelmien käyttöön ottamista. Opetusta ja ohjausta on täydennettävä tarvittaessa. Työntekijän on noudatettava työnantajan antamia ohjeita. (Valtioneuvoston asetus elementtirakentamisen työturvallisuudesta, Finlex 2003.)

Ennen elementtiasennustyöhön ryhtymistä pidin Jokikatu työmaan työntekijöille perehdyttämistilaisuuden asennustyön vaara- ja haittatekijöistä. Perehdyttämiseen käytin Rakennusliike Purmonen Oy:n valmista perehdyttämislomaketta. Perehdyttämisen saaneilta otin kuittauksen lomakkeeseen ja kopioin molemmille osapuolille oman allekirjoitetun kappaleen. Perehdyttämiseen osallistuivat omat ja aliurakoitsijoina toimivat työntekijät.

Perehdyttämisessä käytiin läpi seuraavia asioita: kohteen yleisesittely ja työmaakierros, aikataulu, organisaatio, työmaatilat, varastot, P-paikat, työmaa-, elementtiasennus- ja turvallisuussuunnitelmiin perehtyminen, turvallisuusohjeet, henkilösuojaimet ja niiden käytön tarpeellisuus. Perehdyttämisessä korostin varovaisuutta erityisesti työskenneltä-

essä korkeilla paikoilla. Työntekijöille painotin putoamissuojausten tekemistä välittömästi silloin, kun se oli tarpeellista. Paikoissa, joissa oli asennuksen aikana putoamisvaara, määräsin käyttämään turvavaljaita.

3.10 Työmaapäiväkirja

Työmaan johtovelvollisuuksista vastaavan urakoitsijan on huolehdittava, että työmaalla pidetään työmaapäiväkirjaa, johon päivittäin merkitään työtä koskevat tiedot ja tapahtumat. Päiväkirjaan on pyydettyessä merkittävä tilaajan, viranomaisen ja kenen tahansa työmaan urakoitsijan, asiantuntijan tai tavaratoimittajan esittämä työmaata koskeva huomautus. Työmaapäiväkirjan pitäjän on kuittauksella tai muulla tavalla osoitettava, että jollekin muulle osapuolelle päiväkirjassa osoitettu huomautus on saatettu tämän tiedoksi. Työmaapäiväkirja on esitettävä työmaan valvojalle, joka kuittauksellaan osoittaa saaneensa sen tiedoksi. Myös muut osapuolet ovat velvollisia pitämään työmaapäiväkirjaa, mikäli asiasta erikseen sovitaan. (Ratu 5008 työmaapäiväkirja, Rakennustieto Oy.)

Jokikadun rakennushankkeessa Rakennusliike Purmonen Oy oli työmaan johtovelvollisuuksista vastaava pääurakoitsija, joten työmaan vastaavan rakennusmestarin oli pidettävä työmaasta työmaapäiväkirjaa. Päiväkirjaan merkitään työmaan tiedot, päivämäärä, sääolosuhteet, työvoima/kalusto, töiden kulku, työmaan tilanne, suunnitelmia koskevat asiat, poikkeamat suunnitelmista, muutos- ja lisätyöt, tarjoukset, valvojan antamat ohjeet/määräykset, aliurakoitsijoille annetut huomautukset ja ohjeet, muiden osapuolten kirjaukset, tarkastukset/kokoukset, päiväys ja allekirjoitukset. Lomakkeen sivut ovat kaksiosaisia, jolloin molemmille osapuolille, niin urakoitsijalle kuin valvojalle, jää omat kappaleet.

3.11 Tehtäväsuunnitelma

Tehtäväsuunnitelma on hyvä tuki ja pohja elementtiasentamisen työjohtamiseen. Suunnitelmaa laatiessa tutustuu tulevaan työtehtävään nopeasti ja monipuolisesti. Tehtäväsuunnitelma on lyhyt muutaman sivun suunnitelma, jossa on pähkinänkuoressa kaikki kyseiseen tehtävään liittyvät asiat.

Tehtäväsuunnittelu sisältää seuraavat asiat:

- työnsisältö
- alkutila ja aloituksen edellytykset
- lopputila
- aikataulu
- kustannukset
- laatuvaatimukset
- POA (potentiaalisten ongelmien arviointi)
- logistiikka
- koneet, kalusto, työvälineet
- työturvallisuus
- laadunvarmistus.

4 ELEMENTTIEN ASENNUSOHJE TYÖNJOHTAJILLE

4.1 Tilaus

Seinä-, porras- ja nousuputkistoelementtien tilauksessa on tarkastettava huolella, että työmaalla on saatavilla kaikki tieto, jota elementtivalmistajat tarvitsevat. Elementtivalmistaja tarvitsee työmaalta tietoa mm. asennusjärjestyksestä, asennusaikataulusta, nostokalustosta, yhteyshenkilöistä ja työturvallisuusasioista. Nämä asiat löytyvät asennussuunnitelmasta, joka toimitetaan elementtivalmistajalle noin kuukautta ennen elementtien toimitusta.

Ensimmäiset seinäelementit tilattiin Jokikadun työmaalle viikkoa ennen työn aloitusta ja sen jälkeen tilaukset tehtiin kaksi päivää ennen elementtien loppumista (liite 6). Elementtien tilauksessa on erityisesti huomioitava, että asennustyöt eivät pysähdy tilausten välillä ja sen vuoksi on otettava huomioon myös tilauksen mahdollinen myöhästymisen. Elementtien tilaus sovittiin tehtaan kanssa hyvissä ajoin, jotta varmistettiin saumaton yhteistyö. Elementtien tilausajat vaihtelivat tilattujen elementtimäärien mukaan.

4.2 Valmistelevat työt

Työmaalla tehtiin huolelliset esivalmistelevat työt, jotka helpottivat kaikkien osapuolten työskentelyä. Esivalmistelevia töitä olivat kulkuteiden ja elementtien välivarastoinnin järjestäminen, elementtiasentajien käsityökalujen ostaminen, asennussuunnitelman tarkastaminen, työntekijöiden perehdyttäminen ja opastus sekä nosturin tarkastus. Nämä asiat käytiin huolellisesti läpi ennen elementtien vastaanottoa ja asennustyön aloitusta.

Työmaalla olevat kulkutiet ja rampit oli järjestettävä niin, että raskaiden ajoneuvojen on helppo liikkua ja päästä nosturin purkuetäisyydelle. Teiden tulee olla niin hyvin tehtyjä, että kymmeniä tonneja painava elementtejä toimittava ajoneuvoyhdistelmä voi pysähtyä jäämättä kiinni työmaalla. Väliaikaiset luiskat tehtiin kaivinkoneella. Elementtien tilaaja on vastuussa työmaaliikenteestä. Jos ajoneuvoyhdistelmän saapuminen työmaalle vaatii kadun sulkemista, on siitä ilmoitettava kyseisen kaupungin tekniseen virastoon.

Elementtien välivarastointialue oli oltava mahdollisimman lähellä nosturia suhteessa rakennuksen sijaintiin työmaa-alueella. Elementtien välivarastointialueella on otettava huomioon myös elementtijaoneuvoyhdistelmän saapuminen työmaalle.

Elementtiasentajat perehdytetään asennukseen hyvin ennen työn alkamista. Asentajille kerrotaan asennussuunnitelman sisältö huolellisesti. Työntekijöille painotetaan erityisesti työturvallisuusasioita, asennusjärjestystä, työn saavutuksia ja yhteisesti sovittuja asioita. Elementtiasentajien on hyvä tutustua ennen työn aloitusta tuleviin työpisteisiin kuten alueeseen, jonne elementit asennetaan, varastoalueisiin ja työmaan eri työkohteisiin. Kierroksen aikana käydään läpi työvälineet ja telineet.

Nosturin kuntotarkastus tehdään ennen työn aloitusta. Nosturi on tarkastettava oheislaitteineen ja tarkastuksesta on tehtävä tarkastuspöytäkirja. Tarkastuspöytäkirjassa mainitaan nosturin tyyppi, nostokapasiteetti, tarkastetut kohdat, huomautukset ja korjauspäivämäärät.

4.3 Elementtien vastaanotto

Elementtien tultua työmaalle tehtiin ensimmäisenä vastaanottotarkastus (kuva 4). Vastaanottotarkastuksessa tarkastetaan elementtien laatuvaatimukset, kuljetuksen aikana tapahtuneet vauriot sekä elementtien tunnuksien vastaavuus kuormakirjaan merkittyihin tunnuksiin. Ilmenneet ongelmat ja virheet kirjataan kuormakirjaan ja valokuvataan omaa arkistointia varten. Tarkastuksessa ilmenneet virheet tulee ilmoittaa välittömästi tehtaalle.



Kuva 4. Elementtien saapuminen työmaalle.

Vaurioituneesta elementistä tehdään reklamaatio. Reklamaatioon liitetään valokuva, joka todistaa materiaalin olevan virheellinen. Tehtaassa oleva vastuuhenkilö huolehtii siitä kuinka virheellinen materiaali tulee korjata tai vaihtaa. Elementti rakentamisessa on nopeat aikataulut ja asia tulee hoitaa välittömästi.

4.4 Elementtien asennus jokikadulla

4.4.1 Asennusjärjestys

Elementit tulivat Jokikadun työmaalle tilatun asennusjärjestyksen mukaisesti. Elementit purettiin ajoneuvosta elementtitelineeseen, jonka jälkeen aloitettiin asennus. Elementit asennettiin niin, että ensin asennettiin nousuputkisto elementit, sitten seinäelementit ja porraselementit. Parvekelaattaelementit nostettiin paikoilleen ennen kerroksien välistä teräsbetoni-laatan valua.

4.4.2 Asennuksen aikana tehtävät tarkastukset

Elementtejä asennettaessa on tarkastettava, että elementit asennetaan pohjapiirustuksien ja asennusjärjestyksen mukaisesti. Pohjapiirustuksesta tarkastetaan ja verrataan, että elementtien tunnuksot täsmäävät. Tunnuksien tarkistamisessa on oltava tarkka silloin, kun työmaalla rakennetaan monta rakennusta yhtäaikaan.

4.4.3 Nostot

Elementtien nostot tapahtuvat niille tarkoitetuista nostolenkeistä (kuva 5). Elementtejä nostettaessa varmistetaan, että nostokulmat ovat ohjeiden mukaisesti. Elementtien muodosta ja koosta riippuen elementtien nostolenkkien määrä 1-6 kappaletta.

Ennen nostojen suorittamista tulee varmistaa, että asentajat ja nosturinkuljettaja ovat yhteydessä toisiinsa radiopuhelimilla. Radiopuhelimella tapahtuva kommunikointi on yleisesti tarkempaa kuin käsimerkeillä tapahtuva. Käsintapahtuva kommunikointi tapahtuu yleisesti käytössä olevilla käsimerkeillä (liite 7).



Kuva 5. Elementin nostaminen.

4.4.4 Välivarastointi

Elementtien välivarastoinnissa on otettava huomioon, että elementit on toimitettu asennusjärjestyksessä. Elementtien välivarastoinnissa on käytettävä oikeanlaisia varastointimuotoja, kuten seinäelementeissä tulee käyttää niille tarkoitettuja elementtitelineitä. Jos työmaalla on useampi elementeillä rakennettava työkohde, tulee elementit varastoida mahdollisimman lähelle oikeaa työkohdetta ja samalla on varmistettava, että eri rakennusten elementit eivät ole väärässä järjestyksessä.

Varastoinnissa huomioon otettavat asiat:

- välivaraston pohjan tulee olla jämäkkä ja suora
- varastoinnin sijainti
- oikeanlainen varastointitapa eri elementtimalleille
- riittävä määrä varastointiin tarvittavaa kalustoa (elementtitelineet)
- varastointitilan riittävyys.

Seinäelementit on helppo varastoida niille tarkoitetuille elementtitelineille (kuva 6). Elementtitelineet ovat pakollisia seinäelementtien ja parvekelaattojen välivarastoinnissa. Porraselementit ja elpo hormit olivat helppo varastoida pituussuunnassa maata vasten ja niitä voidaan laittaa päällekkäin.



Kuva 6. Elementtiteline.

4.4.5 Paikalleen mittaus ja alustan tasaus

Elementtien paikoilleen mittaus tehtiin käyttäen rakennuksen moduulilinjoja ja muita mittauspisteitä. Elementtien alapinnan korkeusasema varmistetaan käyttämällä tasolaseria ja mittaa. Sijaintien siirto seuraaviin kerroksiin tapahtuu moduulilinjojen avulla. Paikoilleen mittauksessa otetaan huomioon elementtitoimittajien antamat asennustoleranssit. Elementtien asennuspaikat tasataan oikeaan korkoon ja puhdistetaan epäpuhtauksista ennen elementtien paikoilleen asennusta. Korkolappujen materiaali ei saa olla elävää materiaalia.

Seinäelementtien pohjan tasauksessa käytetään muovisia korkolappuja tai kivilevystä leikattuja erikorkuisia korkolappuja. Seinän paikka merkitään tarkasti käyttäen spraymaalaa ja puusta tehtyjä ohjauspalikoita (kuva 7).



Kuva 7. Linjat ja korkoasemat.

Elpo-hormit asennetaan hormi/kerros ja sen vuoksi ensimmäinen hormi on asennettava kerralla oikeaan korkoasemaan (liite 8). Ensimmäisen elpo hormin jälkeen jokainen hormi asennetaan suoraan paikoilleen. Tästä syystä korkoa ei säädetä korkolapuilla.

Porraselementtien asennuksessa käytetään pieniä korkolappuja esim. muoviset korkolaput soveltuvat hyvin tähän tarkoitukseen. Parvekelaatat asennetaan ennen kerroksien välisen teräsbetoni- ja betonilaatan valua paikalleen pystytukien päälle. Mittauksessa käytetään tasolaseria ja mittaa.

4.4.6 Elementtien paikoilleen asennus

Elementtien asennus aloitetaan siinä järjestyksessä kuin ne on merkitty laadittuun asennusjärjestykseen. Ennenkuin elementtien paikoilleen sovittaminen alkaa, varmistetaan vielä kerran, että elementin tunnus ja järjestysnumero on sama kuin suunnitelmissa ja piirustuksissa.

Seinäelementit

Seinäelementit nostetaan niille merkityille paikoille ja asennetaan holviin asetettujen tappien päälle. Tapit ovat 12 mm paksua harjaterästä ja niiden tarkoitus on pitää elementti paikoillaan. Seinäelementin ollessa oikealla paikallaan, tuetaan se vinotuilla (2-3 kpl/elem.). Nosturin nostoroput poistetaan, kun vinotuet ovat jämekästi kiinni elementissä ja jossakin kiinteässä pisteessä. Vino- ja pystytuet poistetaan, kun holvin ja saumojen valut ovat kuivuneet riittävästi.

Porraselementit

Porraselementit asennetaan tasojen väliin ja nostetaan hyvässä kulmassa paikoilleen asennuksen aikana. Asennus vaiheessa käytetään korotuslappuja. Korotuslapuilla säädetään elementti oikeaan korkeuteen ja asentoon. Porraselementin ollessa oikeassa asennossa voidaan irrottaa nostoroput.

Elpo hormit

Elpo hormi elementtiin kiinnitetään painelevylliset nostolenkit. Elementit nostetaan maasta yksitellen, nostoraksin haarakulma on max 60°. Elementeille jätetään 20 millimetrin väli koviin seiniin. Alimman elementin päältä harjataan roskat pois. Sen jälkeen kierretään erimittaiset ohjaintapit paikoilleen, ohjaintapit tulevat alemman elementin yläpintaan. Tämän jälkeen voidellaan elementin tiivisteet ja liitinyhteet. Yhteet työnnetään asennettavan elementin alapäähän pohjaan asti. Asentaessa kohdistetaan elementti ohjaintappeihin ja lasketaan paikoilleen (liite 8).

Parvekelaatat

Parvekelaatat nostetaan painelevyllisiä nostolenkkejä apuna käyttäen. Laatat nostetaan suoraan pystytukien päälle ja säädetään pystytuella oikeaan korkeuteen. Säättämisessä käytetään tasolaseria ja mittaa. Parvekelaatan tartuntaraudat hitsataan kiinni holvin rau-

doitukseen, jotta laatat eivät pääse liikahtamaan. Asentaessa on otettava huomioon esijännitys. Esijännityksen ansiosta laatta laskeutuu oikeaan asentoon, kun pystytuet poistetaan laatan alta.

4.4.7 Seinäelementtien saumojen täyttäminen

Betonisauman vaarnaraidoituksena käytetään joustavia vaijerilenkkejä, jotka helpottavat elementtien asennusta. Saumaan asennetaan harjateräs pystyasentoon suunnittelijan ohjeen mukaisesti. Betonisauman valussa on kaksi päätekniikkaa: sauma joko muotitetaan ja valetaan notkealla massalla päältä tai sauma pumpataan tarkoitukseen kehitetyllä betonilla. Saumojen pumppuvalu (kuva 8) on suositeltavaa, koska tällöin säästetään turhalta jälkityöltä ja myös säästetään aikaa ja rahaa.

Elastinen sauma pursotetaan elementin ulkopuolelle. Elastisuus elää lämpölaajenemisen mukana, joka auttaa rakenteen säilymisessä. Elastinen sauma ehkäisee kosteuden aiheuttamilta ongelmilta.



Kuva 8. Elementin saumaus.

5 HANKKEEN LAADUNVARMISTUS

Laadunvarmistus toimenpiteillä varmistetaan paras mahdollinen lopputulos. Laadunvarmistuksesta huolehtivat alihankkijat, elementtivalmistajat, suunnittelijat ja erityisesti pääurakoitsija. Laadunvarmistuksen tärkein osa-alue on kokemuksen tuoma hyöty elementtirakentamisessa. Suurin vastuu laadunvarmistuksesta on elementtiasennuksen työnjohdolla.

5.1 Työmaalla toteutettava laadunvarmistus

Ennen elementtiasennustyöhön ryhtymistä perehdytetään kaikki asennustyöhön osallistuvat työntekijät hyvin ja käydään läpi asennukseen liittyvät pääkohdat. Värilliset ja kuviolliset elementit on hyvä käydä tarkistamassa elementtitehtaalla ennen elementtien varsinaista valmistusta ja asennusta. Arkkitehti ja vastaava rakennusmestari tarkistivat mallielementit yhdessä tehtaan työnjohdon kanssa.

Elementtiasennuksen aikana työnjohtaja valvoo työn etenemistä. Työnjohtaja tarkkailee valmistuvan työn laatua vähintään silmämääräisesti. Työnjohdon on välittömästi puututtava havaittuihin virheisiin ja ne on korjattava välittömästi. Asennettuihin elementteihin on vaikea tehdä korjauksia myöhemmin. Erityisesti kuviollisten elementtien asennusta on valvottava huolella, koska kuvion korjaaminen on vaikeaa jälkikäteen. Elementtiasennus työtä valvovan työnjohtajan on tiedettävä perusasiat ja etenkin betonielementtien toleranssit (taulukko 1 ja 2. 31).

5.2 RunkoRYL 2000

RunkoRYL 2000 on kehitelty työnjohtajille, suunnittelijoille ja elementtien valmistajille. RunkoRYL 2000 sisältää rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Laatuvaatimukset tulisi olla elementtiasennuksesta vastaavan työnjohtajan tiedossa.

Laadunvalvonta

Jos elementtitehdas ei ole RTL ry:n jatkuvan valvonnan alainen, tehdas esittää vaadittaessa kirjallisen selvityksen tuotantotekniikastaan ja laadunvalvonnastaan. Elementtien mitat ovat julkaisussa 1.20 Betonielementtien toleranssit (tai Valmisosarakentamisen ohjeisto, osa E) annettujen sallittujen mittapoikkeamien rajoissa. Jos elementtien tilaaja haluaa saada kirjallisen selvityksen kunkin elementin mittatarkkuudesta, sopivat tilaaja ja valmistaja asiasta erikseen. (Rakennustietosäätiö 1998, 177.)

Elementtien kuljetus

”Elementit sidotaan ja suojataan kuljetuksen ajaksi likaantumiselta ja kolhiintumiselta julkaisussa 1.13 Betonielementtien sitominen kuljetuksen aikana esitetyllä tavalla” (Rakennustietosäätiö 1998, 177).

Elementtien varastointi

”Elementit varastoidaan sekä elementtitehtaalla että työmaalla siten, ettei niihin pääse syntymään haitallisia muodonmuutoksia, ulkonäköä heikentäviä virheitä tai ettei eristys kastu” (Rakennustietosäätiö 1998, 177).

Lämmöneristeet

Lämmöneristyslevyjen sauma- ja liitoskohdat ovat tiiviit. Levyt kiinnittyvät tiiviisti kiinnityspintana (lämpimämpi pinta) olevaan betonipintaan. Lämmöneristyslevyissä mahdollisesti olevat tuuletus- yms. kanavat puhdistetaan tarvittaessa ja suojataan tukkeutumiselta ennen betonoinnin aloittamista. Lämmöneristyslevyihin kohdistuva kuormitus ei saa ylittää levyjen valmistajan ilmoittamaa nimelliskuormitusta. Levyjen kokoonpuristuma saa olla sellainen, ettei valmiin rakennusosan U-arvo ylitä asiakirjoissa määrättyä arvoa. (Rakennustietosäätiö 1998, 178.)

Elementtien tarkastaminen työmaalla

Kun elementit saapuvat työmaalle, tarkastetaan elementtien ulkonäkö ja mahdolliset kuljetusvauriot ainakin silmämääräisesti. Elementtien tilaaja tekee heti havaituista ulkonäköpoikkeamista ja vaurioista yksilöidyn kirjallisen ilmoituksen elementtien valmistajalle. Reikien ja aukkojen mittatarkkuudessa noudatetaan soveltuvin osin uuden rakenteenmittatarkkuutta, julkaisu 1.21. Elementteihin tehtävien reikien mittatarkkuus on julkaisun Valmisosarakentaminen osan E kohdan 4 mukainen. (Rakennustietosäätiö 1998, 178.)

5.3 Betonielementtien toleranssit 2003

Betonielementtien toleranssit 2003 korvaa SBK :n vuodelta 1993 olevat julkaisut 1.20 Betonielementtien toleranssit- vaatimukset sekä 1.21 Betonielementtien toleranssit- opastavia tietoja. Betonielementtien toleranssit 2003 korvaa myös betonirakentamisen ohjeiston julkaisun E. Elementtiasennus, siinä esitettyjen toleranssien osalta. (Betonikeskus ry 2003, 3.)

Taulukko 1. Seinäelementtien toleranssit (Betonikeskus ry 2003, 25).

SEINÄT	Normaaliluokka	Erikoisluokka
Rakentamistoleranssit	[mm]	[mm]
Mittauksen kohde	Normaaliluokka	Erikoisluokka
Sivusijainti	±15	±10
Sivusijainti ylä- tai alapuolisesta seinästä	±10	±5
Vapaa väli	±15	±10
Sauman leveys		
Sandwich, elastinen sauma	±8	±5
Sandwich, saumaprofiilit	±5	±3
Väliseinät	±10	-
Hammastus, kaikissa suunnissa	8	5
Yläreunan korkeusasema vaakarakenteisiin liityttäessä	±10	±5
Poikkeama pystysuorassa	h/600	h/600

Taulukko 2. Porraselementtien toleranssit (Betonikeskus ry 2003, 25).

PORRASELEMENTIT JA PORRAS- KELMAT	Normaaliluokka	Erikoisluokka
Rakentamistoleranssit	[mm]	[mm]
Mittauksen kohde	Normaaliluokka	Erikoisluokka
Porraselementit		
Sijainti pituussuunnassa	±20	±15
Sijainti poikittaissuunnassa	±15	±10
Korkeusasema	±7	±5
Porrasaskelmat		
Sijainti pituus- ja poikittaissuunnassa	±5	±3
Korkeusasema	±5	±5
Poikittaiskaltevuus	L/250	

6 ELEMENTTITYÖNJOHTAMISEN KEHITTÄMINEN

6.1 Menekkilaskuri

Kehittämäni menekkilaskurin tarkoituksena on nopeuttaa ja helpottaa työnjohdon tehtäviä. Menekkilaskurilla seurataan asennettujen elementtien määrää ja verrataan asennettujen ja asentamattomien elementtien määrää. Tällaisen vertailun tarkoituksena on helpottaa ajankäyttöä ja sen seuraamista. Menekkilaskurilla on myös tarkoitus seurata resurssien käyttämiä työtunteja. Laskuri laskee käytetyt tunnit ja sitä kautta toteutuneet kustannukset. Kehittämäni menekkilaskuri on yksinkertainen mutta toimiva. Laskuri on muokattavissa omien käyttötarkoitusten mukaan.

Menekkilaskurin kehittelyn idean sain, kun valvoin elementtiasennusta ja yritin keksiä kuinka siinä voisi päästä parempiin tuloksiin. Aluksi tein luetteloa, jossa oli asennetut elementit ja työtunnit. Luetteloinnin yhteydessä huomasin, että tekemällä menekkilaskurin ja vertailemalla lukemia päästää tehokkaampiin lopputuloksiin. Lukujen vertailun avulla voidaan lisätä tai vähentää työntekijöiden määrää tai muuttaa työ tapoja, mikäli tähän on tarvetta. Menekki laskurin kehitin työn ohessa, jonka takia laskuria ei päässyt hyödyntämään Jokikadun työmaalla.

6.2 Menekkilaskurin kehittäminen

Menekkilaskurista tulisi kehittää yksityiskohtaisempi ja sähköisesti toimiva. Sähköisesti toimiva laskuri parantaisi yhteistyötä tehtaan ja suunnittelijoiden välillä. Tehtaan yhdyshenkilö näkisi automaattisesti, milloin seuraavat elementit tulee lähettää työmaalle. Suunnittelijat näkisivät, missä vaiheessa työmaa on menossa, ja se auttaisi heitä tekemään tarvittavat muutokset ajoissa. Näillä asioilla yritykset säästäisivät aikaa ja rahaa.

Laskurin täyttämiseen kuluu aikaa päivässä noin 30 sekuntia ja se tilastoi työsaavutukset automaattisesti määrälaskentaluetteloon. Yksityiskohtaisempaan menekkilaskuriin olisi mahdollista tallentaa lähtötietoja ja niitä voisi käyttää esimerkiksi seuraavalla työmaalla, mikäli lähtötiedot ovat samoja. Tulevaisuudessa tulisi panostaa työnjohtamisen kehittämiseen menekkilaskurin avulla. Se helpottaisi ja tarkentaisi työnjohdon tehtäviä.

7 POHDINTA

Jokikadun työmaan elementtiasennuksen työnjohtotehtävät olivat haastavia, koska toimin työmaalla samaan aikaan myös muissa työnjohtotehtävissä. Työmaa sijaitsi Joensuuun Penttilässä Jokikadulla. Elementtiasennuksen työnjohtaminen on vaativaa ja täsmällisyyteen perustuvaa työtä.

Elementtiasentaminen rakennustyömaalla tuo työnjohdolle mukanaan monimuotoisen ja haastavan työn, koska elementtiasentaminen vaatii oikeanlaiset resurssit suhteessa käytettävään aikaan ja kustannuksiin. Työnjohdon tulee osata huolehtia rakennustyömaan oikeanlaisesta työnjohdollisesta tasapainosta elementtirakentamisen ja muiden töiden aikana. Työnjohdon rutiini nopeuttaa toistuvissa työvaiheissa. Kokemuksesta on hyötyä aikataulun seurannassa ja siihen liittyvissä tulevilla työvaiheissa riippumatta siitä, millaista elementtirakennusta rakennetaan.

Työnjohdon kehittäminen on tärkeää, koska tulevaisuudessa elementtirakentaminen yleistyy ja se tuo mukanaan työnjohdolle uusia haasteita erityisesti aikataulun, työturvallisuuden ja kustannuksien vuoksi. Kehittämäni kustannuslaskentaohjelma on yksinkertainen, mutta toimiva. Tulevaisuudessa elementtityönjohtamisen helpottamiseksi tulisi tehdä parempia aikataulun ja kustannuksien laskentaohjelmia, jotka toimisivat kokoajan ”reaaliajassa”. Kustannuslaskentaohjelma tulisi kehittää sähköisesti toimiva ja se antaisi tiedon kululle uudet mahdollisuudet.

Elementtirakentamisen helppous tuo mukanaan pienemmät kustannukset, lyhyemmän aikataulun ja nopeuttaa LVIS-töitä. Elementtejä voidaan tehdä monista eri materiaaleista. Elementtirakentaminen on tulevaisuuden rakentamista.

LÄHTEET

Betonikeskus ry. 2003. Betonielementtien toleranssit 2003.

Hyssälä, L. & Niskanen, T. 2009. Valtioneuvoston asetus rakennustyön tuvallisuudesta. [Viitattu 13.8.2010.] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205>

Mönkäre, S. & Niskanen, T. 2003. Valtioneuvoston asetus elementtirakentamisen työturvallisuudesta. [Viitattu 13.8.2010.] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2003/20030578>.

Pyöriäinen, R. 2009. Vastaavan työnjohtajantehtävät. Joensuu: Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Rakennustietosäätiö. 1998. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset 2000.

Rakennustieto Oy. Ratu-kortisto 5008 työmaapäiväkirja. [Viitattu 22.11.2010.] Saatavissa: <http://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/5qv1OIZhk%3A5RTU7809?RANEget=/channels/public/www/rane.fi/index/haku>.

Suomen Betoniyhdistys ry. 2009. Elementtirakentamisen historia. [Viitattu 13.8.2010.] Saatavissa: <http://www.betoni.com/fi/Elementtirakentaminen/Historia/>.

Suomen Betoniyhdistys ry. 2010. Elementtiasennustyönjohtajan pätevyysvaatimukset. [Viitattu 13.8.2010.] Saatavissa: http://www.betoniyhdistys.fi/default/www/patevyydet/elementti_asennus_tyonjohtaja/.

Menekkilaskuri

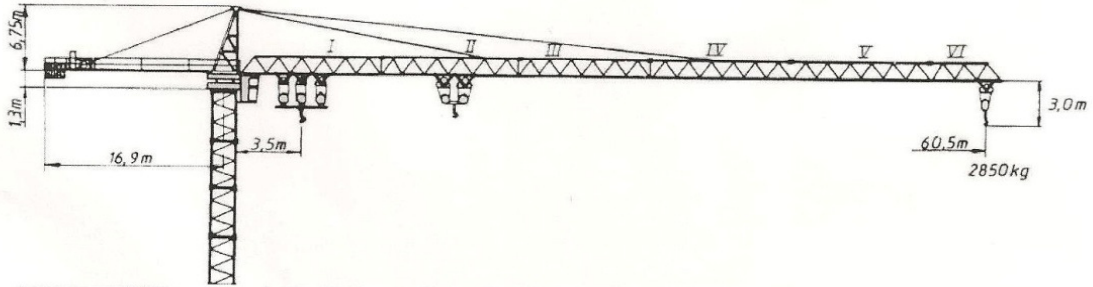
B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
6											
7	Halli										
8	Pvä	Elem/Pvä	Aser elem/pvä	Henkilö1/ tuntia	Henkilö2/ tuntia	Henkilö3/ tuntia	Hitsaaja/ tuntia	Autonosturi/ tuntia	Kiinteät kustannukset		
9	1	15,6	14	8	8	8	3	8	✓/notuut		
10	2	15,6	16	8	8	8	2	8	Elementtfakkt *2		
11	3	15,6	14	8	8	8	2	8			
12	4	15,6	14	8	8	8	3	8			
13	5	15,6	16	8	8	8	3	8			
14	yhteensä	7B	74	40	40	40	13	40	700		
15											
16											
17	Asern elem +/-		-1		Henkilö1 €/h	12	480				
18	Pvä +/-		-0,3		Henkilö2 €/h	13,5	540				
19					Henkilö3 €/h	10,1	404				
20					Hitsaaja €/h	11	143				
21					Autonosturi €/h	85	3400				
22											
23					€ Yht				5667		
24					Littera				8500		
25					TULO				2833		
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32											
33											
34											

Torninosturi Betox200

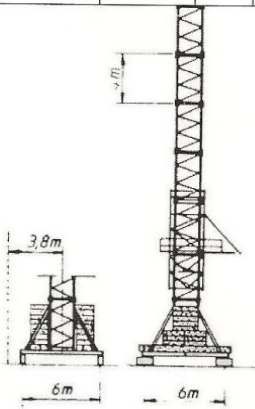
SUOMALAINEN TORNINOSTURI

BETOX 200

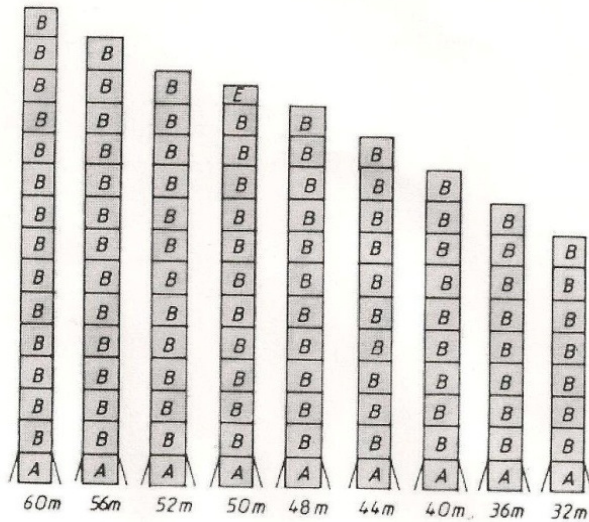
DIN 15018 RYHMÄ B3/HI



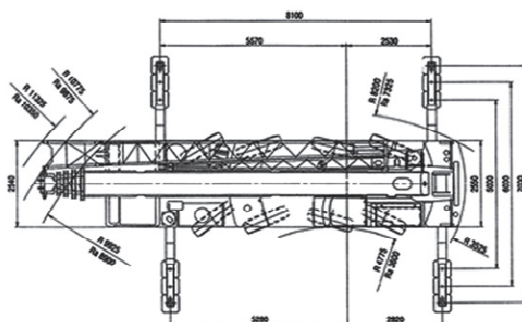
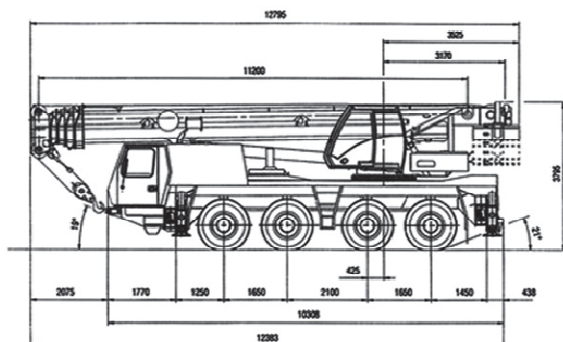
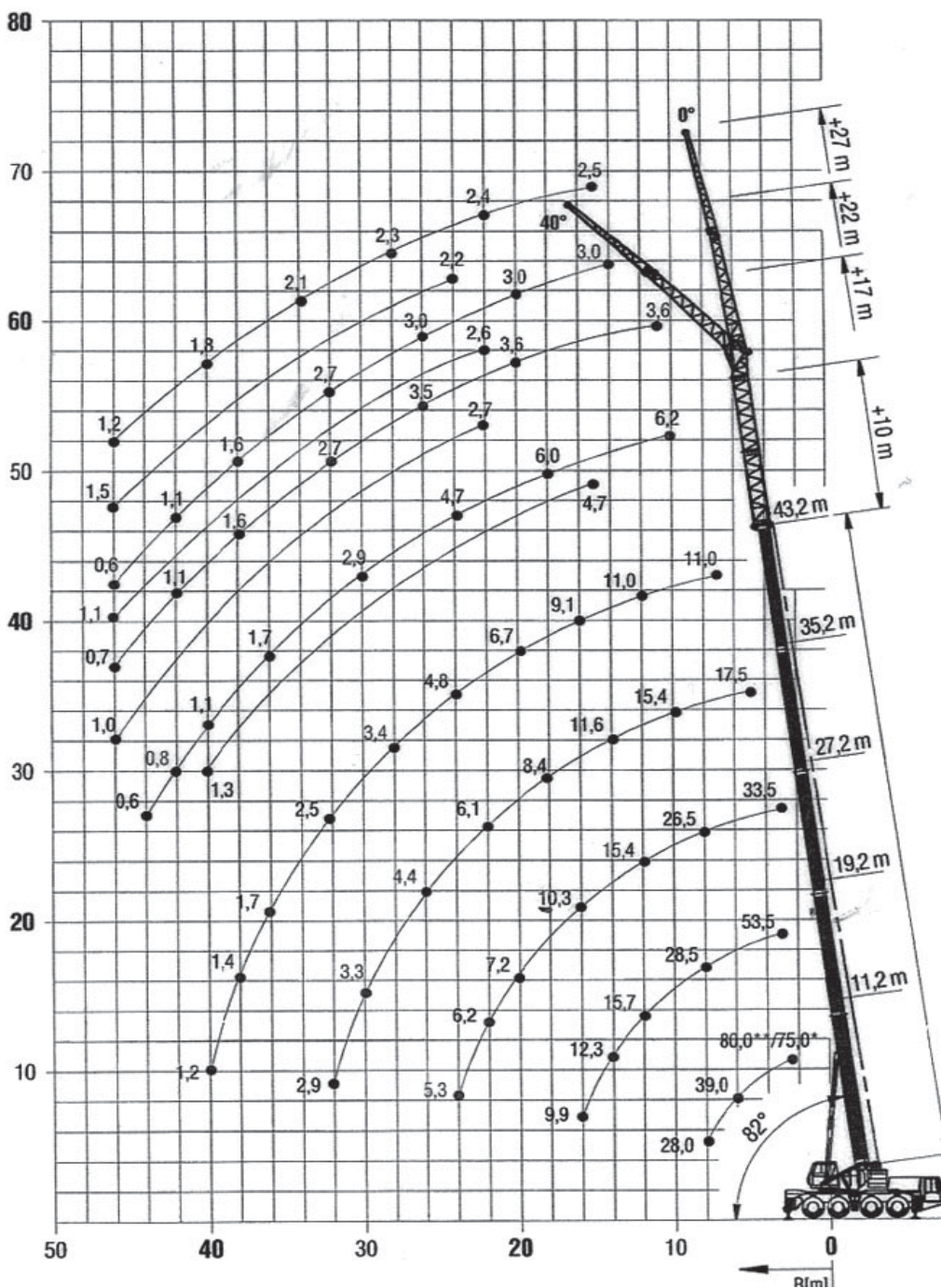
SÄDE (m)		20	22	25	27	30	32	35	37	40	42	44	47	50	52	55	57	60
60 m	12 T / 17.3	10.1	9	7.5	7.5	6.5	6	5.2	4.9	4.4	4	3.9	3.8	3.4	3.1	3	2.9	2.85
55 m	12 T / 17.7	10.5	9.3	7.7	7.9	6.8	6.2	5.5	5.1	4.6	4.2	4	3.8	3.8	3.5	3.4		
50 m	12 T / 18.4	10.6	9.4	8.1	8	7	6.5	5.9	5.4	4.9	4.5	4.4	4	3.8				
44 m	12 T / 18.9	11.1	9.9	8.5	7.9	7.2	6.8	6	5.8	5.1	4.9	4.55						



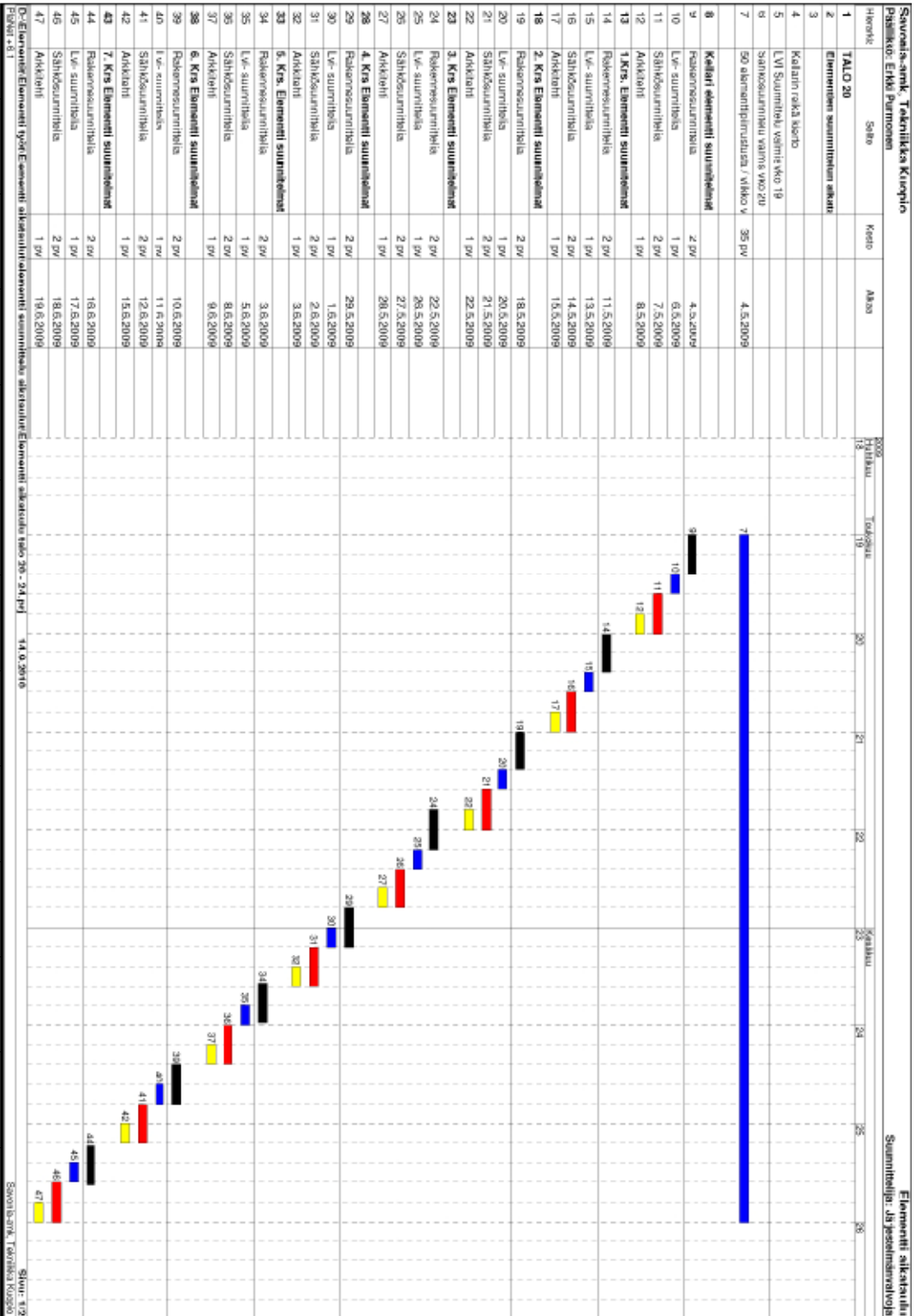
TORNIYHDISTELMÄT



Autonosturin työmitat



Elementtien suunnitteluajakaulu



Elementtien valmistumisaikataulu

Savonia-amk, Tekniikka Kuopio				Elementti aikataulu												
Pääliikkö:				Suunnitelija: Järjestelmävalvoja												
Hierarkia	Selite	Kesto	Alkaa	2009			Kesäkuu			Heinäkuu			Elokuu			
				20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
1	TALO 20															
2	Elementtien valmistumi															
3	SW - elementit	5 pv	18.5.2009		3											
4	Kellari	3 pv	18.5.2009		4											
5	1. Krs. Elementit	2 pv	1.6.2009				5									
6	2. Krs. Elementit	2 pv	8.6.2009					6								
7	3. Krs. Elementit	2 pv	15.6.2009						7							
8	4. Krs. Elementit	2 pv	22.6.2009							8						
9	5. Krs. Elementit	2 pv	29.6.2009								9					
10	6. Krs. Elementit	2 pv	1.7.2009									10				
11	7. Krs. Elementit	2 pv	3.7.2009										11			
12	TALO 24															
13	Elementtien valmistumi															
14	SW - elementit	5 pv	25.5.2009			14										
15	Kellari	3 pv	25.5.2009			15										
16	1. Krs. Elementit	2 pv	4.6.2009				16									
17	2. Krs. Elementit	2 pv	11.6.2009					17								
18	3. Krs. Elementit	2 pv	18.6.2009						18							
19	4. Krs. Elementit	2 pv	25.6.2009							19						

D:\Elementit\Elementti työt\Elementti aikataulu\Elementtien valmistus\Kataulu\Elementtien valmistuminen.prf

Sivu: 1/1
Savonia-amk, Tekniikka Kuopio

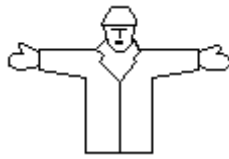
Elementtien asentamisaikataulu

Savonia-arnk, Tekniikka Kuopio				Elementti aikataulu																		
Päällikkö: Erkki Purmonen				Suunnittelija: Järjestelmänvalvoja																		
Hierarkia	Selle	Kesto	Alkaa	2009			Heinäkuu			Elokuu			Syyskuu			Lokakuu						
				23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
1	TALO 20																					
2	Elementtien asennus																					
3	Kallari	5 pv	15.6.2009			3																
4	1. Krs. elementit	5 pv	29.6.2009				4															
5	2. Krs. elementit	5 pv	13.7.2009					5														
6	3. Krs. elementit	5 pv	27.7.2009							6												
7	4. Krs. elementit	5 pv	10.8.2009								7											
8	5. Krs. elementit	5 pv	17.8.2009									8										
9	6. Krs. elementit	5 pv	24.8.2009										9									
10	7. Krs. elementit	5 pv	31.8.2009											10								
11	TALO 24																					
12	Elementtien asennus																					
13	Kallari	5 pv	8.6.2009			13																
14	1. Krs. elementit	5 pv	22.6.2009				14															
15	2. Krs. elementit	5 pv	6.7.2009					15														
16	3. Krs. elementit	5 pv	17.7.2009							16												
17	4. Krs. elementit	5 pv	3.8.2009								17											

D:\Elementit\Elementti työt\Elementti aikataulut\elementti asennus aikataulu\Elementtien Asennus.prl

Savonia-arnk, Tekniikka Kuopio

Nostoihin ja konetöihin liittyvät käsimerkit



YLEISET MERKIT

ALOITA, Huomio, Käskyn alku: molemmat kädet on levitetty vaakasuoraan eteen



SEIS, Keskeytys, Liikkeen lopetus: oikea käsivarsi osoittaa ylös kämmen eteen

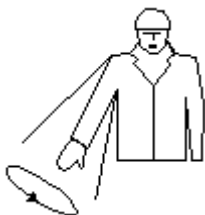


Toiminnon LOPPU molemmat kädet vastakkain rinnan korkeudella



PYSTYSUORAT LIIKKEET

NOSTA: oikea käsivarsi osoittaa ylöspäin kämmen eteenpäin ja tekee hitaasti ympyrän



LASKE: oikea käsivarsi osoittaa alaspäin kämmen sisäänpäin ja tekee hitaasti ympyrän



PYSTYSUORA ETÄISYYS: kädet osoittavat kyseisen etäisyyden

Nostoihin ja konetöihin liittyvät käsimerkit

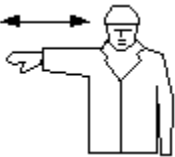


VAAKASUORAT LIIKKEET

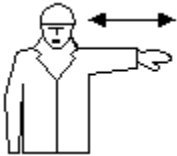
LIIKU ETEEN: molemmat käsivarret taivutetaan kämmenet ylöspäin ja kädet kyynärpäistä lähtien tekevät hitaita liikkeitä kehoa kohti



LIIKU TAAKSE: molemmat käsivarret taivutetaan kämmenet alaspäin ja kädet kyynärpäistä lähtien tekevät hitaita liikkeitä kehosta pois päin merkinantajasta



OIKEALLE merkinantajasta: oikea käsivarsi ojennetaan vaakasuoraan kämmen alaspäin ja tehdään hitaita pieniä liikkeitä oikealle merkinantajasta



VASEMMALLE merkinantajasta: vasen käsivarsi ojennetaan vaakasuoraan kämmenpuoli alaspäin ja tehdään hitaita pieniä liikkeitä vasemmalle



VAAKASUORA ETÄISYYYS: kädet osoittavat kyseisen etäisyyden

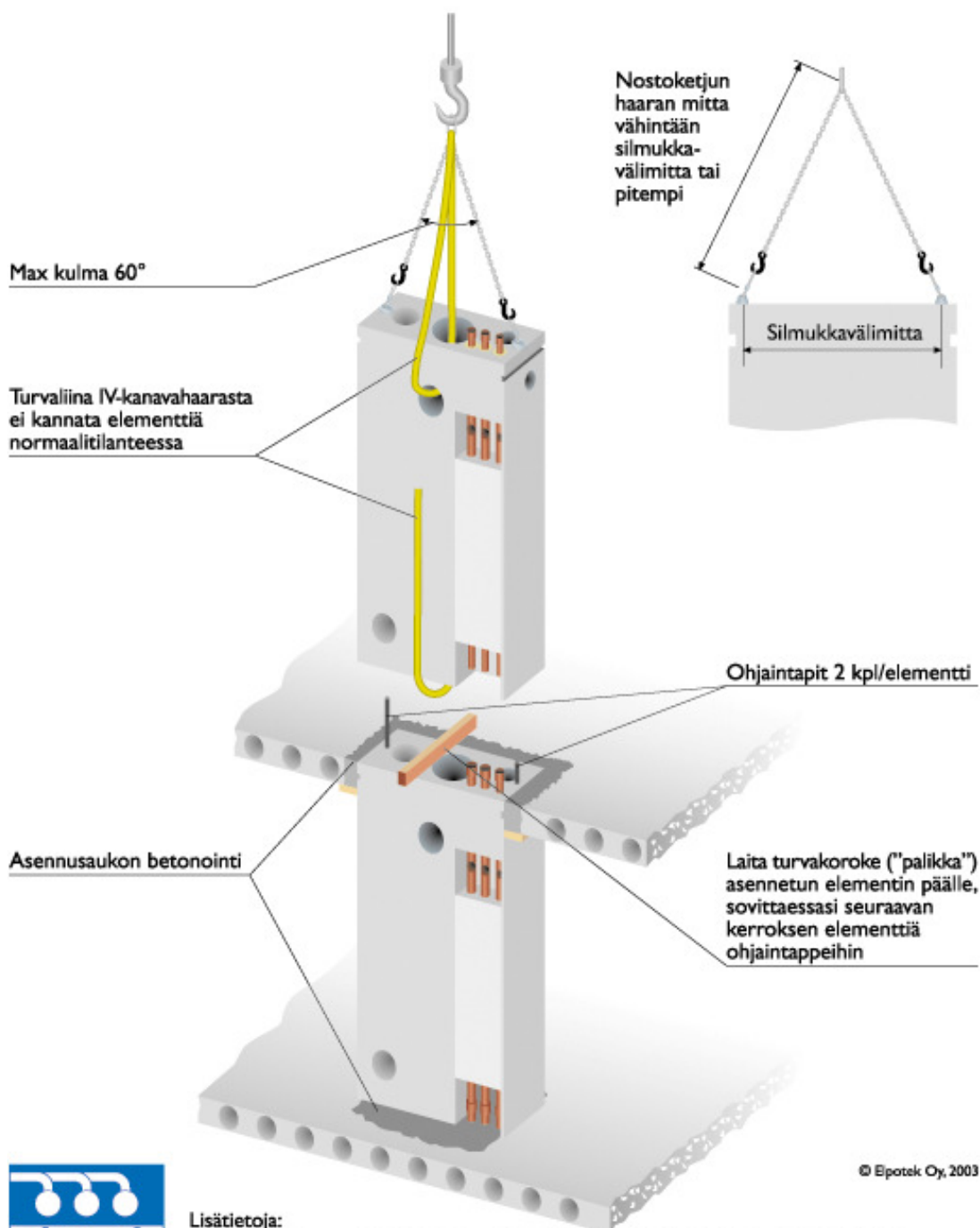
VAARA



Hätäpysäytys molemmat käsivarret osoittavat ylöspäin kämmenet eteenpäin

elpo hormi

Asennus- ja turvallisuusohje



Lisätietoja:
Elpotek Oy, Vasaratie 9, 48400 Kotka. Puhelin (05) 226 5400. Telefax (05) 226 5490

© Elpotek Oy, 2003

1.1/06.03

TR-mittauslomake

RAKENNUSLIKE	
TYÖMAAN NIMI	
TYÖNRO	
MITTAAJA	
PÄIVÄYS	



Työterveyslaitos



KOHDE	OIKEIN	YHT.	VÄÄRIN	YHT.
1. TYÖSKENTELY				
2. TELINEET, KULKUSILLAT JA TIKKAAT				
3. KONEET JA VÄLINEET				
4. PUTOAMIS- SUOJAUS				
5. SÄHKÖ JA VALAISTUS				
6a. JÄRJESTYS JA JÄTEHUOLTO				
6b. PÖLYISYYS				
	OIKEIN YHTEENSÄ		VÄÄRIN YHTEENSÄ	

$$\text{TR-TASO} = \frac{\text{OIKEIN (KPL)}}{\text{OIKEIN + VÄÄRIN (KPL)}} \times 100 = \text{—————} \times 100 = \text{———} \%$$

HUOMAUTUKSET	VASTUUHENKILÖ	KORJATTU PVM

 TYÖNANTAJAN EDUSTAJA

 TYÖNTEKIJÖIDEN EDUSTAJA

www.savonia.fi

