

# BETONI- JA TERÄSELEMENTTIEN TURVALLINEN ASENNUS

Suunnittelu ja toteutus

Joni Virtanen

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2011

Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Tekniikan ja liikenteen ala





Tekijä(t) VIRTANEN, Joni	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 18.5.2011
	Sivumäärä 95	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus ( ) saakka	Verkojulkaisulupa myönnetty ( X )
Työn nimi BETONI- JA TERÄSELEMENTTIEN TURVALLINEN ASENNUS Suunnittelu ja toteutus		
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) PITKÄNEN, Seppo, lehtori HAAPAMAA, Hannu, lehtori		
Toimeksiantaja(t) Lujatalo Oy FORSBERG, Tommi, työpäällikkö		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää betoni- ja teräselementtien turvalliseen asennukseen vaikuttavat tekijät suunnittelun ja toteutuksen kannalta. Itse tutkimuksen lisäksi opinnäytetyön toimeksiantaja, Lujatalo Oy, halusi nykyaikaistetun elementtiasennuksen perehdytysohjeen.</p> <p>Työ aloitettiin tutkimalla mitä laite- ja asetukset, määräykset sekä muut ohjeet kertoivat elementin suunnitteluun, valmistukseen ja asennukseen osallistuvien vastuista. Määräyksistä selvitettiin myös vaadittavat suunnitelmat ja niiden sisältö. Käytäntö selvitettiin asennusohjeista, joiden perusteella tutkittiin aiheeseen liittyvien elementin osien, kiinnitystekniikan ja turvallisuuslaitteiden oppaita. Lisäksi tutkittiin tapahtuneita työtapa- ja haastateltiin suunnittelijoita, työnjohtajia ja -tekijöitä.</p> <p>Tutkimuksessa havaittiin, että jokaisella osapuolella on merkittävä rooli turvallisen asennustapahuman luomisessa. Tutkimuksessa todettiin myös, että rakennuttaja usein siirtää vastuun turvallisuuden huomioimisesta suunnittelijalle, joidenkin suunnittelutoimistojen turvallisuussuunnittelun taso on jäänyt muista jälkeen ja että urakoitsijan turvallisuussuunnitelmat ovat asiansa ajavia. Työmiehen henkilökohtainen suojavarustus on pääosin käytännöllinen, mutta turvallisuuslaitteiden asennusmahdollisuuksissa on puutteita. Lisäksi selvisi, että hyvin harva työmies on saanut erillistä koulutusta betoniin tehtävien kiinnitysten tekoon ja että yleinen tapa kiinnittää turvalajaa yhden lyöntiankkurin varaan on kielletty.</p> <p>Rakennuttajalle ja suunnittelijalle tulisi olla selkeät seuraukset heidän turvallisuussuunnittelunsa tason mukaan, suunnittelijan ja urakoitsijan tulee tehdä yhteistyötä alusta asti sekä elementteihin tulee aina suunnitella varaukset suojakaiteille ja turvalajaille. Suojavarustusta on kehitettävä ja työmiehille koulutettava oikeaoppinen kiinnitystekniikka. Lisäksi turvalajaiden lyöntiankkuriinnitystä varten on kehitettävä kappale, joka yhdistää kaksi ankkuria yhdeksi kokonaisuudeksi.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Työturvallisuus, elementtirakentaminen, betonielementti, teräselementti, suunnittelu		
Muut tiedot		



Author(s) VIRTANEN, Joni	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 18.5.2011
	Pages 95	Language Finnish
	Confidential ( ) Until	Permission for web publication ( X )
Title SAFE ASSEMBLY OF PREFABRICATED CONCRETE AND STEEL BLOCKS Planning and Practice		
Degree Programme Civil Engineering		
Tutor(s) PITKÄNEN, Seppo, Senior Lecturer HAAPAMAA, Hannu, Senior Lecturer		
Assigned by Lujatalo Inc. FORSBERG, Tommi, Works Manager		
Abstract <p>The purpose of the bachelor's thesis was to study the factors which affect the safety of assembling prefabricated concrete and steel blocks concerning planning and practice. In addition to the research itself, the commissioner of the bachelor's thesis, Lujatalo Inc., wanted an updated orientation guide for element assembly.</p> <p>The work began by investigating what law, regulations and other instructions said about the responsibilities of the parties that participate in designing, manufacturing and assembling elements. From regulations, the required plans and their contents were also studied. The practical work was studied from assembly guides, from where subject related parts of prefabricated blocks, fastening technique and safety equipment instructions were studied. Also occupational accidents that had happened were investigated and construction engineers, foremen and workers were interviewed.</p> <p>Research revealed that every party has an important role in creating safe assembly task conditions. It was also discovered that the promoter often transfers his responsibility for taking safety into account to the construction engineer, some design offices are behind others in safety planning, and the contractor's safety plans are relevant. The construction worker's personal protection gear is mainly practical, but safety equipment's fastening possibilities are limited. In addition to the above mentioned, it was found out that very few workers have had special training in making fastenings to concrete and that a general way of creating an attachment point for safety harness by using a single drop-in anchor is forbidden.</p> <p>The promoter and construction engineer should have clear consequences according to their level of safety planning, the construction engineer and contractor must work together from the beginning, and reserves for safety handrails and harnesses must always be designed into elements. Personal protection gear should be improved and workers should be trained in proper fastening technique. For safety harness fastening, done with drop-in anchors, a piece should be developed that connects two anchors into one whole.</p>		
Keywords Work safety, prefabricated block building, prefabricated concrete block, prefabricated steel block, planning		
Miscellaneous		

# SISÄLTÖ

<b>1 TURVALLISUUS SUUNNITTELUSTA KÄYTÄNNÖKSI .....</b>	<b>5</b>
<b>2 ELEMENTTIEN MÄÄRITELMIÄ .....</b>	<b>8</b>
<b>3 ELEMENTTIRAKENTAMISEN OSAPUOLET JA VELVOITTEET .....</b>	<b>9</b>
<b>3.1 Rakennuttaja .....</b>	<b>9</b>
<b>3.2 Turvallisuuskoordinaattori .....</b>	<b>11</b>
<b>3.3 Suunnittelijat .....</b>	<b>11</b>
3.3.1 Vastaava rakennesuunnittelija .....	12
3.3.2 Elementtisuunnittelija .....	13
<b>3.4 Elementtien valmistaja .....</b>	<b>13</b>
<b>3.5 Urakoitsija .....</b>	<b>13</b>
3.5.1 Urakointiliikkeen velvollisuudet .....	14
3.5.2 Työnjohto .....	15
3.5.3 Työmiehet .....	16
<b>3.6 Valvoja .....</b>	<b>17</b>
<b>4 ELEMENTTIRAKENTAMISEN SUUNNITELMAT .....</b>	<b>18</b>
<b>4.1 Työmaasuunnitelma .....</b>	<b>18</b>
<b>4.2 Elementtien asennussuunnitelma .....</b>	<b>19</b>
<b>4.3 Putoamissuojaussuunnitelma .....</b>	<b>22</b>
4.3.1 Suunnitelman sisältö .....	22
4.3.2 Suojakaide .....	23
4.3.3 Kulkueste .....	24
4.3.4 Suojakannet .....	25
4.3.5 Turvaljaat .....	25
4.3.6 Työtelineet .....	27
4.3.7 A-tikkaat .....	28

<b>4.4 Vaikean noston nostotyösuunnitelma .....</b>	<b>28</b>
<b>4.5 Henkilönostotyösuunnitelma .....</b>	<b>29</b>
4.5.1 Suunnitelman sisältö .....	29
4.5.2 Henkilönostimen soveltuvuus ja rakenteellinen kunto .....	30
4.5.3 Turvalajaiden käyttö henkilönostimessa .....	31
4.5.4 Työskentelyalueen kantavuus ja turvallisuus .....	31
4.5.5 Henkilönostimen käyttäjän perehdytys .....	32
<b>5 ELEMENTTIEN TURVALLISUUSTEKIJÄT .....</b>	<b>32</b>
<b>5.1 Turvallisen käsittelyn periaatteet .....</b>	<b>32</b>
<b>5.2 Betonielementit .....</b>	<b>34</b>
5.2.1 Nostolenkit ja –ankkurit .....	35
5.2.2 Valuankkurit .....	38
5.2.3 Seinät .....	39
5.2.4 Laatat .....	41
5.2.5 Pilarit .....	44
5.2.6 Palkit .....	45
5.2.7 Portaat .....	45
5.2.8 Betoniin tehtävät kiinnitykset .....	46
<b>5.3 Teräselementit .....</b>	<b>50</b>
5.3.1 Teräslitokset .....	51
5.3.2 Pilarit .....	52
5.3.3 Palkit .....	52
5.3.4 Profiilipellit .....	53
5.3.5 Ristikot .....	56
<b>6 TUTKIMUSKOHEET JA -TULOKSET .....</b>	<b>56</b>
<b>6.1 Elementtityöturvallisuustapauksia .....</b>	<b>56</b>
6.1.1 Läheltä piti .....	56
6.1.2 Kuolemaan johtaneet .....	59
<b>6.2 Sattuneiden työtaturmien syyt .....</b>	<b>60</b>

<b>6.3 Suunnittelu</b> .....	<b>62</b>
<b>6.4 Turvallisuuden toteutuminen suunnittelussa</b> .....	<b>63</b>
<b>6.5 Asennus</b> .....	<b>65</b>
<b>6.6 Turvallisuuden toteutuminen käytännössä</b> .....	<b>65</b>
6.6.1 Työnjohtajien vastaukset .....	65
6.6.2 Työmiesten vastaukset .....	67
<b>7 POHDINTA</b> .....	<b>69</b>
<b>7.1 Haastatteluiden analysointi</b> .....	<b>69</b>
<b>7.2 Osapuolien vaikutusmahdollisuudet turvalliseen asennukseen ja niiden kehittäminen</b> .....	<b>70</b>
7.2.1 Rakennuttaja .....	70
7.2.2 Suunnittelija .....	70
7.2.3 Elementtien valmistaja .....	72
7.2.4 Urakoitsija .....	73
7.2.5 Työnjohto .....	74
7.2.6 Työmiehet .....	75
7.2.7 Valvoja .....	76
<b>7.3 Henkilökohtaisen suojaruustuksen ja työturvallisuutta parantavien elementin osien kehitysideat</b> .....	<b>76</b>
7.3.1 Varustus .....	76
7.3.2 Osat .....	77
<b>7.4 Loppupäätelmä</b> .....	<b>78</b>
<b>LÄHTEET</b> .....	<b>79</b>
<b>LIITTEET</b> .....	<b>82</b>
Liite 1. Suojakaiteet .....	82
Liite 2. Teräspala lyöntiankkureille turvavaljaiden kiinnittämisessä .....	84
Liite 3. Teräspala kiila-ankkurille turvavaljaiden kiinnittämisessä .....	87
Liite 4. Elementtisuunnittelun haastattelukysymykset .....	90

Liite 5. Työmaan haastattelukysymykset .....	91
Liite 6. Elementtiasennuksen perehdytysohje .....	93

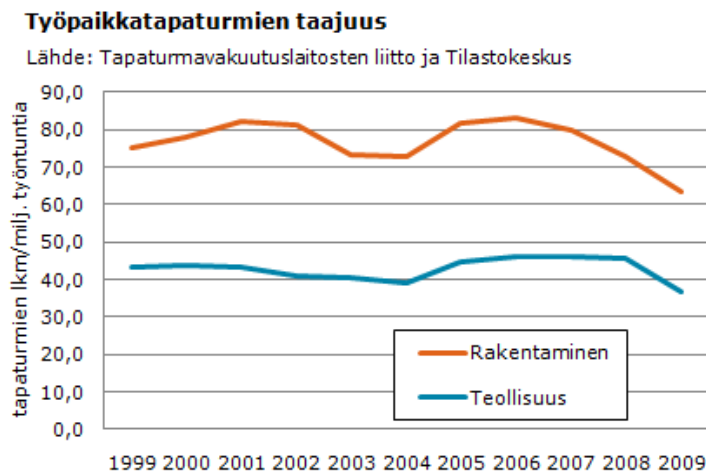
## KUVIOT

KUVIO 1. Työpaikkatapaturmien taajuus .....	5
KUVIO 2. Delta-palkki .....	9
KUVIO 3. WQ-palkki .....	9
KUVIO 4. Tällä työmaalla käytettävät henkilösuojaimet .....	17
KUVIO 5. Nostoraksi .....	33
KUVIO 6. Vinotuki .....	34
KUVIO 7. PLA-nostoankkurijärjestelmä .....	35
KUVIO 8. NE-nostolenkki .....	36
KUVIO 9. JB-nostolenkki .....	37
KUVIO 10. Sorvattu valuankkuri .....	39
KUVIO 11. Nostopuomi ja -sakset .....	41
KUVIO 12. Ontelolaattatarrain .....	43
KUVIO 13. Lyöntiankkuri HKD .....	46
KUVIO 14. Kiila-ankkuri HSA .....	46
KUVIO 15. Quicklock-turvavaljasankkuri .....	50
KUVIO 16. Ruukin kantavien poimulevyjen nostoapuväline .....	53
KUVIO 17. Ruukin kantavien poimulevyjen turvavaljasankkuri .....	55
KUVIO 18. Turva-ankkurin periaatepiirros .....	55

# 1 TURVALLISUUS SUUNNITTELUSTA KÄYTÄNNÖKSI

Ylivoimaisesti yleisimmät työtapaturman aiheuttajat kaikilla päätoimialoilla vuonna 2008 olivat henkilön putoaminen, hyppääminen, kaatuminen tai liukastuminen. Näiden osuus oli 30,3 % vähintään neljän päivän työkyvyttömyyteen johtaneista tapaturmista. Myös terävään esineeseen astuminen, takertuminen, itsensä kolhiminen, polvistuminen tai istuutuminen sekä esineen rikkoutuminen, putoaminen, liukuminen tai törmääminen olivat yleisiä työtapaturmien aiheuttajia 16,2 %:n ja 11,2 %:n osuuksillaan. (Palkansaajien työpaikkatapaturmat 2008.)

Samana vuonna talonrakennusammateissa tapahtui 10 330 vähintään neljän päivän työkyvyttömyyteen johtanutta työtapaturmaa sataatuhatta palkansaajaa kohden, mikä on noin nelinkertainen määrä keskimääräiseen tapaturmariskiin verrattuna. Markkasen (2004, 5) mukaan jokainen työtapaturma maksaa rakennusyriykselle keskimäärin n. 6000 euroa sisältäen välittömät ja välilliset kustannukset. Vuonna 2008 rakennusalan töissä sai surmansa 3,4 työntekijää sataatuhatta palkansaajaa kohti. (Palkansaajien työpaikkatapaturmat 2008.) Kuvio 1 havainnollistaa, kuinka paljon vaarallisempaa rakentaminen on verrattuna toiseksi vaarallisimpaan päätoimialaan, teollisuuteen.



KUVIO 1. Työpaikkatapaturmien taajuus (Rakennusalan työtapaturmatilastoja n. d.)



Kuviossa 1 vuoden 2005 hyppäys tapaturmissa johtuu samana vuonna käyttöön otetusta täyskustannusvastuujärjestelmästä, joka velvoittaa hoitolaitoksia tekemään jokaisen, myös lievän, tapaturman hoidosta ilmoituksen vakuutusyhtiölle (Rakennusalan työtaturmatilastoja n. d.).

Edellä mainittujen loukkaantumistapojen, prosenttien, tapaturmataajuuksien, koituvien kustannusten sekä kuolemantapausten perusteella voidaan todeta, että työturvallisuuden kehittäminen myös elementtirakentamisessa on tarpeellista ja ajankohtaista. Elementtirakentaminen tarkoittaa monesti useiden tonnien painoisten elementtien käsittelyä jopa kymmenien metrien korkeudessa vaihtelevissa sääolosuhteissa. Yhtään työtaturmaa ei saa hyväksyä. Työntekijän on saatava luottaa siihen, että hän pääsee työpäivän jälkeen terveenä kotiin perheensä luo.

### **Tutkimuksen tarkoitus**

Mikä tekee elementin asennuksesta turvallista? Lujatalo Oy:n Jyväskylän yksikkö halusi tutkimuksen, jossa käsitellään betoni- ja teräselementin turvalliseen asentukseen vaikuttavia tekijöitä suunnittelusta alkaen ja jonka tuloksena syntyisi nykyaikainen elementtiasennuksen perehdytysohje. Tämä opinnäytetyö painottui suunnittelu-kokonaisuuteen, työmaan käytännön toimiin ja jonkin verran elementin valmistajan osuuteen. Myös puuelementtien tarkastamista ja nostamista on sivuttu. Logistiikan osuus jätettiin pois sen suhteellisen vähäisen merkityksen vuoksi työmaan asennusturvallisuuden kannalta.

Työ aloitettiin tutkimalla mitä lait ja asetukset, määräykset sekä muut ohjeet kertoivat elementin suunnitteluun, valmistukseen ja asentukseen osallistuvien vastuista. Määräyksistä selvitettiin myös vaadittavat suunnitelmat ja niiden sisältö. Käytäntö selvitettiin asennusohjeista, joiden perusteella tutkittiin aiheeseen liittyvien elementtien osien, kiinnitystekniikan ja turvallisuuslaitteiden oppaita. Lisäksi tutkittiin tapah-tuneita työtaturmia ja haastateltiin suunnittelijoita, työnjohtajia ja -tekijöitä.

Tämän opinnäytetyön tekemisestä koituu hyötyä myös omalle ammatilliselle kehitykselleni. Aiheen kirjallisuusteorian tutkiminen sekä suunnittelijoiden ja työmaan käytännön tekijöiltä saatujen haastattelujen analysointi kehittävät tietämystäni turvallisuuden suunnittelusta ja käytännön osaamistani. Osaan ottaa turvallisuusasiat entistä paremmin huomioon niin suunnittelijana, kuin työnjohtajana.

### **Laki ja asetukset**

Valtioneuvoston asetus 205/2009 rakennustyön turvallisuudesta astui voimaan 1.6.2009. Päätös painottaa paitsi rakennuttajan ja suunnittelijan osuutta rakennustyön turvallisuudessa myös ennakoivan suunnittelun tärkeyttä työturvallisuuden kannalta koko rakennushankkeen ajan. Säädökset velvoittavat hankkeen jokaista osapuolta; rakennuttajan, suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden tulee tehdä oma osansa turvallisuuden varmistamiseksi. Rakennustöiden turvallisuusmääräykset selityksineen 2009 -teos käsittelee ja selventää asetuksen pykäläiä. (Hietavirta, Niskanen, Patrikainen & Päivärinta 2009, 9, 25.)

### **Lujatalo Oy**

Lujatalo kuuluu yhdessä Lujabetonin, Lujapalvelun ja Fesconin kanssa Lujayhtiöön. Lujatalo uudisrakentaa asuntoja ja toimitiloja, lisäksi yhtiön erikoisosaamisena on peruskorjaus (Lujatalo Oy n. d.). Yhtiöllä on 57 vuoden kokemus rakentamisesta. Moilasen (2011a) mukaan yhtiön liikevaihdon määrä on n. 260 miljoonaa euroa ja palkkalistoilla on yli 800 henkilöä. Asiakkaina Lujatalolla on lähinnä teollisuuden, liiketalouden ja julkisen puolen edustajia, mutta jonkin verran myös yksityisiä.

Työturvallisuutta edistää myös henkinen vireys, fyysinen jaksaminen ja muiden kanssa toimeentulo. Lujatalon sisällä toimii oma Lujatiimi, jonka jäseniksi voivat liittyä kaikki aktiivisessa työsuhteessa olevat lujatalolaiset. Lujatiimin toiminta pyrkii edistämään yhteenkuuluvuutta ja vapaa-ajan harrastuksia sekä hyvinvointia ja terveyttä. Tiimi järjestää Lujatalon budjetoimana yleensä työajan ulkopuolella esim. liikunta- ja kulttuuritapahtumia, tempauksia, kilpailuja, retkiä, juhlia sekä yritysvierailuja. Tiimi

tukee myös rajoitetusti omaehtoista liikuntaa. Pääosa vapaa-ajan toiminnasta tapahtuu paikkakunnittain.

Valtakunnallisesti Lujatalon työtaturmataajuus on kehittynyt huomattavasti parempaan suuntaan viime vuosina. Vuonna 2010 se oli vain 36,3 kappaletta yli yhden päivän työkyvyttömyyteen johtanutta tapaturmaa miljoonaa työtuntia kohti, mutta edelleen on paljon matkaa ammattiryhmien keskimääräiseen tapaturmataajuuteen. (Moilanen 2011a.)

## **2 ELEMENTTIEN MÄÄRITELMIÄ**

### **Elementti**

Elementti on jossakin muualla kuin asennuspaikalla esivalmistettu rakenne tai sen osa, jota täytyy käsitellä nostoapuvälineillä painonsa tai muotonsa vuoksi. Elementti voi olla esimerkiksi betonia, terästä, metallia, puuta, lasia tai muovia. (Markkanen 2004, 42.)

### **Sandwich-elementti**

Lähinnä ulkoseinäksi tarkoitettussa sandwich-elementissä lämmöneristekerros on kahden betonikerroksen välissä. Betoniset ulko- ja sisäkuoret ovat sidottu toisiinsa ns. teräsansailloin eristekerroksen läpi. Ulkokuori on ei-kantava, sisäkuoren kantavuus riippuu rakenteesta.

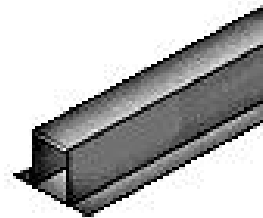
### **Delta- ja WQ-palkki**

Kuvioiden 2 ja 3 mukaisilla, teräslevyistä hitsatuilla delta- ja WQ-palkilla saadaan laatat tuettua suhteellisen pienellä rakennekorkeudella verrattuna teräsbetonileukapalkkiin, ja näkyviin jää korkeintaan ohut ala-laippa. Laataston asennuksen jälkeen delta-palkki betonoidaan umpeen ylälaipassa sijaitsevista valurei'istä, umpinaista WQ-palkkia ei betonoida. Delta-palkin etuna on se, että sen alalaippa ei tarvitse ra-

kenteellistä palosuojausta. Se on myös kevyempi ja laataston saumaterästen asennus on helppoa.



KUVIO 2. Delta-palkki (Deltapalkki 2007)



KUVIO 3. WQ-palkki (WQ-keskipalkki n. d.)

### **3 ELEMENTTIRAKENTAMISEN OSAPUOLET JA VELVOITTEET**

Jokaisen rakennushankkeen osapuolen edellytetään ottavan huomioon työturvallisuusnäkökohdat jo paljon ennen varsinaisen rakentamisen alkamista. Rakennuttajan, suunnittelijoiden ja pääurakoitsijan on edistettävä työntekijän turvallisuutta selvittämällä ja eliminoimalla mahdolliset vaaranpaikat hankkeen suunnittelu- ja valmisteluvaiheessa. Mikäli vaaroista ei päästä eroon, on suunniteltava niiltä suojautuminen erinäisin varotoimin. Rakennuttajan ja suunnittelijan vastuullisella toiminnalla on suuri vaikutus työntekijän turvallisuuteen. (Hietavirta ym. 2009, 29, 31.)

#### **3.1 Rakennuttaja**

Jokaisessa rakennushankkeessa on oltava rakennuttaja. Rakennuttajalla tarkoitetaan organisaatiota tai henkilöä, jonka toimeksiannosta rakennustyö toteutetaan, ja joka valvoo ja ohjaa rakennushanketta. Rakennuttajalla voidaan myös tarkoittaa raken-

nushankkeen tilaajaa, asiakasta tai käyttäjää. Mikäli rakennuttajalla ei itsellään ole tarpeeksi osaamista rakennusalasta, voi se antaa esimerkiksi osan tehtävistään rakennuttajakonsultin vastuulle. (Markkanen 2004, 11.) Hietavirran ja muiden (2009, 33) mukaan rakennuttajalla on valta sanoa viimeinen sana hankkeesta.

Rakennuttajan keskeisin tehtävä on selvittää yleisesti rakennuskohteen ominaisuuksista ja toteuttamistavoista johtuvat uhat turvallisuudelle, kuten putoamisvaara ja elementtirakentaminen. Nämä seikat rakennuttaja kokoaa ns. turvallisuusasiakirjaan, joka on tärkeä väline mm. suunnittelutehtäviä annettaessa. Rakennuttajan on huolehdittava siitä, että suunnittelijat ottavat turvallisuusasiat huomioon kaikissa suunnittelun vaiheissa. (Hietavirta ym. 2009, 27, 47.) Hän valitsee rakennushankkeelle myös urakoitsijan ja valvojan ja antaa näille turvallisuuteen liittyviä tehtäviä sekä huolehtii niiden toteutumisesta. Tätä varten rakennuttaja nimeää turvallisuuskoordinaattorin. Rakennuttajan edustajana turvallisuuskoordinaattori varmistuu siitä, että urakoitsija on ottanut turvallisuusasiat huomioon varsinaisen työn toteutussuunnittelussa, sekä seuraa yhdessä valvojan kanssa rakennustyömaan yleistä työturvallisuutta. Vaikka myös rakennuttajalta edellytetään turvallisuusvalvontaa, se ei vähennä urakoitsijan vastuuta. (RT 10-10982 2010, 3, 7.)

Yleensä kohteen rungon pystyttäjä on pääurakoitsija, mutta on toki mahdollista, että elementtiasennukset tekeekin sivu- tai aliurakoitsija urakkasopimuksen mukaisesti. Tällöin rakennuttajan on oltava erityisen huolellinen työnaikaisen turvallisuuden varmistamisessa. RT 10-10982 (2010, 7) määrittää rakennuttajan tärkeimmäksi tehtäväksi kyseisissä tapauksissa tiedonsiirron varmistamisen eri osapuolten välillä. Turvallisuusasiakirjan, sääntöjen ja ohjeiden tulee kattaa edellä mainitut urakkamuodot ja niiden suorittajat. Rakennuttaja valtuuttaa päätoteuttajan jakamaan turvallisuustehtävät muille osapuolille sekä hoitamaan niiden yhteensovittamisen. Turvallisuus säännöillä ja huolellisesti tehdyllä sivu-urakointisopimuksella rakennuttaja antaa päätoteuttajalle riittävät edellytykset valvoa työn turvallista toteutusta, mutta siitä huolimatta jokaisella työnantajalla on aina viranomais määräyksiin perustuvat velvollisuudet työturvallisuuden hoitamiseksi. (Mts. 7 - 8.)

Rakennuttajan on oltava perillä edellä mainituista työturvallisuuteen liittyvistä tehtävistä ja aktiivisesti hoidettava niitä sekä valvottava työn turvallista toteutusta. Mikäli rakennuttajalla ei ole riittävää asiantuntemusta näiden hoitamiseen, voi se käyttää ulkopuolista asiantuntijaa. Vaikka tehtävät olisivatkin annettu muiden hoidettavaksi, ei rakennuttaja vapaudu laissa määrätyistä vastuistaan. (RT 10-10982 2010, 3.)

### **3.2 Turvallisuuskoordinaattori**

Turvallisuuskoordinaattori on henkilö, joka rakennuttajan edustajana huolehtii sille vaadittujen turvallisuustehtävien yhteensovittamisesta. Näitä tehtäviä hän tekee yhteistyössä muiden osapuolien kanssa rakennushankkeen valmistelu-, suunnittelu- ja toteutusvaiheessa; esim. turvallisuusasiakirjan alullepano ja päivitys, yhteistoiminta rakennuttajan ja suunnittelijoiden kanssa, suunnittelutoimeksiannon laadinta, suunnittelijoiden töiden yhteensovittaminen ja valvonta, turvallisuussääntöjen ja -ohjeiden laadinta, töiden ja urakoiden yhteensovittaminen sekä niissä ilmenevien vaarojen ennaltaehkäisy. (Hietavirta ym. 2009, 33, 40.) RT 10-10982 (2010, 2) tähdentää vielä, että vaikka turvallisuuskoordinaattori huolehtii rakennuttajan työturvallisuuteen liittyvistä velvoitteista, niitä ei saa käsitellä irrallisina tehtävinä. Turvallisuuden on oltava selkeä ja tärkeä osa rakennuttajan töitä.

### **3.3 Suunnittelijat**

Hietavirran ja muiden (2009, 50) mukaan jokaisen suunnittelijan on otettava työturvallisuusseikat huomioon suunnitelmia laadittaessa. Elementtiasennukseen liittyvän varsinaisen tuotesuunnittelun keskeisimpiä henkilöitä ovat vastaava rakennesuunnittelija, jonka vastuulla on rakennuksen rungon kokonaistoimivuus, sekä yksittäisen elementin suunnittelija. Heidän on toimittava tehokkaasti ja tuloksettaasti yhteistyössä rakennuttajan, elementtivalmistajan ja urakoitsijan kanssa.

### 3.3.1 Vastaava rakennesuunnittelija

Vastaavan rakennesuunnittelijan tehtävänä on huolehtia siitä, että rungon rakennesuunnitelmat ja muut erityissuunnitelmat, esim. elementin vaikean noston nostotyösuunnitelma, ovat tehty asennusaikaista turvallisuutta silmällä pitäen. Niiden tulee muodostaa kokonaisuus, joka täyttää elementtirakentamisen työturvallisuusvaatimukset. Urakoitsijan vastuulla olevan elementtiasennussuunnitelman tekoa varten rakennesuunnittelijan täytyy toimittaa tarvittavat tiedot urakoitsijalle turvallisen asennustapahtuman luomiseksi. Näitä tietoja ovat mm. elementtien varastointi, asennusjärjestys, väliaikainen tuenta, kiinnittäminen muihin elementteihin ja rakenteisiin, elementtien nosto ja käsittely sekä putoamissuojauksen järjestäminen ja muiden turvallisuuslaitteiden käyttö. Edellä mainittujen tietojen pohjalta tehtyjen toimenpiteiden täytyy mahdollistaa asennusaikainen vakavuus eikä se saa vaarantua missään vaiheessa. Vastaava rakennesuunnittelija osaltaan hyväksyy asennussuunnitelman allekirjoituksellaan. (Hietavirta ym. 2009, 52, 115, 173, 184.)

Putoamissuojauksen suunnittelu on urakoitsijan vastuulla, mutta rakennesuunnittelijan tulee silti osallistua sen laadintaan. Hän antaa rakennesuunnitelmissa ohjeita rakennuttajan alustavasti suunnittelemissa putoamissuojausperiaatteista, esimerkiksi kaiteiden kiinnittämisestä elementtien varauksiin jo ennen nostoa. (RT 10-11011 2010, 6.) Näin osaltaan säästyy vaarallinen työvaihe, jossa kaiteet asennetaan mahdollisesti jopa kymmenien metrien korkeudessa.

Vastaavan rakennesuunnittelijan täytyy myös valvoa elementtirakentamisen työturvallisuuden toteutumista. Työmaakierroksella hän tekee havaintoja mm. rakenteiden suunnitelmien ja ohjeiden mukaisesta asennuksesta sekä tuennasta ja arvioi liitosten juotosbetonin lujuuden kehitystä. Havaitsemansa puutteet esimerkiksi nostotavoista, tuennasta ja kiinnityksistä suunnittelija tuo esille työmaakokouksissa. Mikäli asennussuunnitelmaan tulee muutoksia, esim. asennusjärjestykseen, on hänen myös annettava ohjeita niistä johtuvista uusista toimenpiteistä. (Mts. 6.)

### 3.3.2 Elementtisuunnittelija

Elementtisuunnittelijan tehtävänä on suunnitella elementit siten, että urakoitsija voi tehdä turvallisen asennussuunnitelman. Yksittäiseen elementtisuunnitelmaan on mitoitettava ja merkittävä nostoelimet, kiinnitysosat, väliaikaisten tukien ja pu-toamissuojauskaiteiden sekä -välineiden kiinnikkeet. Siihen on myös merkittävä elementin paino, painopiste, sallittu nostotapa ja -kulma sekä sallittu kääntötapa. Lisäksi suunnittelija antaa tiedot mm. elementinkäsittelylujuudesta, varastoinnista, tukipinoista sekä väliaikaistukien käytöstä, kiinnityksistä ja purkamisajankohdasta. (RT 10-11011 2010, 2 - 3, 5.)

### 3.4 Elementtien valmistaja

Elementin valmistajan tehtävänä on valmistaa elementti suunnittelijan suunnitelmi-  
en mukaisesti. Betonielementtitehdas tekee betonielementit ja konepaja teräsele-  
mentit.

Myös elementin valmistaja laatii ohjeet työmaalle elementin varastoinnista, nostois-  
ta, kiinnittämisestä, väliaikaisesta tuennasta ja muista turvallisuuteen liittyvistä työ-  
vaiheista. Jokainen elementti on varustettava tunnistetiedoilla, joista selviää elemen-  
tin valmistajan tiedot, valmistuspäivämäärä, tunnus ja paino. Konepajan on myös  
ilmoitettava poikkeuksellisen suurista tai muotoisista elementeistä ja siitä, vaatiiko  
niiden käsittely erikoiskalustoa tai työmenetelmiä. (Hietavirta ym. 2009, 179 - 180,  
185.)

### 3.5 Urakoitsija

Rakennuskohteella voi olla monta varsinaisen rakennustyön tekijää eli urakoitsijaa,  
joista yleensä yksi on pääurakoitsija ja loput aliurakoitsijoita. Pääurakoitsija on lähes



aina se, joka esimerkiksi pystyttää rakennuksen elementtirungon tai tekee valtaosan sisätöistä. Markkanen (2004, 11) kertoo, että rakennuttaja valitsee kohteelle pääurakoitsijan, josta käytetään myös nimitystä päätoteuttaja. Tässä opinnäytetyössä puhutaan pelkästään urakoitsijasta elementtien asentajana, ellei toisin mainita.

### **3.5.1 Urakointiliikkeen velvollisuudet**

Urakoitsijan tärkeimmät turvallisuuteen liittyvät tehtävät ovat turvallisuussuunnittelu, yhteistyökäytäntöjen selvitys eri osapuolien kanssa, työvaiheiden yhteensovitus, turvallisuuden johtaminen ja työmaan siisteydestä sekä järjestyksestä huolehtiminen. Turvallisuussuunnitteluun kuuluu olennaisesti mahdollisten vaaratekijöiden tarkempi selvitys, jossa isona apuna on rakennuttajan valmisteleva turvallisuusasiakirja. Niissä esiintyvät ja urakoitsijan omissa selvityksissä esiin tulleet vaarat ovat urakoitsijan valitsemillaan käytännön menetelmillä poistettava, tai mikäli se ei ole mahdollista, on niiden merkitys arvioitava turvallisuuden ja terveyden kannalta. Urakoitsijan oman suunnittelun pohjalta ja muiden osapuolien neuvojen sekä ohjeiden avulla urakoitsija tekee työvaihekohtaiset suunnitelmat, joita elementtirakentamiseen olennaisesti liittyviä ovat työmaasuunnitelma, elementtien asennussuunnitelma, putoamissuojaussuunnitelma, vaikeiden nostojen nostotyösuunnitelma ja henkilönostotyösuunnitelma. Urakoitsijan asennussuunnitelman laatija ja vastaava työnjohtaja osiltaan hyväksyvät sen allekirjoituksellaan. (Hietavirta ym. 2009, 68-69 71, 176.)

Lisäksi urakoitsijan on ohjeistettava ja järjestettävä elementtien tarkastus työmaalla ottaen huomioon valmistajan ohjeet. Jokainen elementti on todettava asianmukaisesti ennen sen käsittelyä työmaalla tarkistamalla silmämääräisesti, ettei elementtiin ole tullut vaurioita siirtojen ja kuljetusten aikana. Elementistä on myös löydyttävä valmistajan tunnistetiedot, ja ennen asennusta on varmistuttava siitä, että valmistajan käsittelyohjeet eivät ole ristiriidassa turvallisen asennuksen kanssa. (Mts. 180, 184.) Työturvallisuuteen kuuluu myös työntekijöiden pätevyyden varmistaminen. Urakoitsija pitää kirjaa jokaisesta työmiehestä ja antaa heille kuvallisen kulkuluvan,

jonka saamisen edellytyksenä on työntekijän perehdytys. Rakennuttaja voi myös edellyttää työmiehiltä työturvallisuus- tai työterveyskorttia. (RT 10-10982 2010, 6.)

### 3.5.2 Työnjohto

Työmaan varsinaiseksi johtohahmoksi ja vastuuhenkilöksi nimetään yleensä rakennustyömaan vastaava mestari. Hänen vastuullaan on rakennusaikainen työsuunnittelu, työntekijöiden ja muiden työhön liittyvien tekijöiden valvonta, kuten työolosuhteet, käytettävät koneet ja laitteet sekä työmenetelmät. Hänen tehtäviinsä kuuluu myös työntekijöiden perehdyttäminen ja opastus, työturvallisuussäännösten ja määräysten toteuttaminen sekä henkilökohtaisten suojavälineiden hankkiminen. Mutta vaikka vastaavalla mestarilla on suuri vastuu työturvallisuudesta, kuuluvat kaikki sen toteuttamiseen liittyvät tehtävät muillekin työmaan osapuolille. (Markkanen 2004, 11, 13, 133.)

Perehdyttämisellä vastaava mestari varmistuu siitä, että työntekijällä on ennen töiden aloittamista riittävä osaaminen ja tiedot turvalliseen työskentelyyn. Vähintään on selvitettävä yleiset vaaratekijät ja olosuhteet, työssä käytettävät työvälineet ja niiden käyttö sekä turvallinen työskentelytapa. Varsinkin erityistä vaaraa sisältävät työt, kuten elementtityöt, on selvitettävä yksityiskohtaisemmin ja varmistuttava ohjeiden perille menosta. Lisäksi mestari neuvoo palontorjuntaan, ensiapuun ja evakointiin liittyvät toimenpiteet sekä valvoo opastuksessa annettujen ohjeiden ja määräysten toteuttamista. Perehdytyksen lopuksi työntekijä allekirjoittaa työnopastuslomakkeen. (Mts. 131 - 132.) Ulkomaisen työntekijän kohdalla korostuu asian ymmärtämisen varmistaminen, ammattisanasto on opetettava suomeksi ja työohjeiden termit käännettävä työntekijän omalle kielelle. Perehdyttämisen jälkeen ulkomaiselle työntekijälle on annettava työopastusta esim. kuvallisten oppaiden avulla ja hyvänä keinona on käyttää työpärejä, jossa kokenut suomalainen opastaa ulkomaista. (Koski & Mäkelä 2006, 30.)

Osaltaan vastaavan mestarin velvollisuuksiin kuuluu myös työmaalla käytettävien koneiden toimintakunnosta huolehtiminen. Torni-, ajoneuvo ja kuormausnosturille sekä henkilönostimille täytyy tehdä oikea-aikainen käyttöönottotarkastus ja viikoittainen kunnossapitotarkastus, jossa apuna toimii koneen kuljettaja tai käyttäjä. Käyttäjän vastuulla on koneen päivittäinen kunnossapito, ja heiltä tulee vaatia koneen käyttöön oikeuttava todistus. (Markkanen 2004, 61 - 68, 83 - 84.)

### **3.5.3 Työmiehet**

Työntekijän on noudatettava saatuja määräyksiä ja ohjeita, käytettävä ja huollettava hänelle annettuja suojavälineitä sekä pidettävä työalue siistinä ja järjestyksessä. Hänen tulee myös viipymättä puuttua kollegansa turvallisuuden laiminlyönteihin, ilmoittaa hetimiten havaitsemansa viat ja puutteet työturvallisuuteen vaikuttavista tekijöistä, käyttää koneiden ja laitteiden turvallisuus- sekä suojalaitteita, ja välttää häiritsemästä muita työntekijöitä. Työntekijällä on kuitenkin oikeus kieltäytyä sellaisen työn tekemisestä, josta aiheutuu vakavaa vaaraa itselleen tai muille. Tällöin työnjohtajan on poistettava vaaratekijät tai muulla tavalla mahdollistettava työn turvallinen suorittaminen. (Koski & Mäkelä 2006, 33.)

Elementtiasennuksessa työmiehen henkilökohtaisen suojarustukseen kuuluvat kypärä, putoamissuojavarustus, turvakengät, suojavaatteet, huomioliivi, silmän- ja kuulonsuojaimet sekä suojakäsineet. Hitsaustöitä tehdessä on käytettävä hitsausmaskia. (Koskenvesa & Mäki 2008, 3.) Teräselementtejä käsiteltäessä olisi hyvä käyttää viiltosuojattuja suojakäsineitä. Moilanen (2011a) suosittelee asetettavaksi heti työmaan pääportin läheisyyteen kuvion 4 mukaisen ison ja selkeän kyltin, jossa kerrotaan työmaalla käytettävistä pakollisista henkilösuojaimista.



KUVIO 4. Tällä työmaalla käytettävät henkilösuojaimet (Lujatalo Oy)

### 3.6 Valvoja

Valvojan tehtäviin kuuluu rakennushankkeen yleisvalvonta, ajallinen valvonta, tekninen ja laadunvalvonta, taloudellinen valvonta, dokumentointi sekä muut valvonta-tehtävät, kuten sihteerinä oleminen työmaakokouksissa. Yleisvalvontaan kuuluu esim. työmaan yleisen turvallisuuden ja työturvallisuuden valvonta, ajalliseen eri urakoitsijoiden toisiltaan tarvitsemien suunnitelmien toimitusaikojen sekä sisällön seuranta, ja tekninen ja laadunvalvonta käsittää mm. elementtien valmistuksen tarkastamisen tehtaalla sovitussa laajuudessa. Dokumentointi sisältää mm. tarkastusten virheluetteloiden laatimisen. Valvojan tulee viipymättä ilmoittaa urakoitsijalle havaitsemansa puutteet työmaalla ja estää virheellisen työn suoritus. Hän myös pitää rakennuttajan tietoisena työmaan edistymisestä ja tärkeistä tapahtumista. (RT 16-10746 2001, 1 - 2.)

## 4 ELEMENTTIRAKENTAMISEN SUUNNITELMAT

### 4.1 Työmaasuunnitelma

Urakoitsijan tekemällä työmaasuunnitelmalla eli työmaan järjestelypiirroksella helpotetaan yleisen turvallisuuden, järjestyksen ja siisteyden hallintaa. Sillä myös ohjataan tavarantoimitusten kulkua työmaalla sekä helpotetaan jätteiden käsittelyä ja lajittelua. Selkeästi erilaisista rakennusvaiheista tehdään oma piirroksensa, elementtiasennusvaiheesta tehdään yleensä runkovaiheen työmaasuunnitelma. Siinä tärkeimpiä esitettäviä asioita ovat yleisen liikenteen liittymäkohdat, ajoneuvojen käyttämät väylät, elementtien vastaanotto- ja varastointipaikat, torninosturin sijoitus ratoineen, toimintasäteineen ja kapasiteetteineen sekä ajoneuvonosturin liikkumisalue, ulottuma ja tarvittava nostoteho. Tärkeitä kohtia turvallisuuden kannalta ovat myös työmaa-alueen rajaus aitauksilla, porteilla ja opasteilla, henkilöstö- ja varastotilat, vaarallisten aineiden varastointi, henkilönostolaitteiden sijoitukset, turvaetäisyydet, sähkölinjat, ensiapupisteet ja alkusammutuskalusto. Suunnitelma tulee laittaa näkyväälle paikalle, kuten henkilöstötiloihin. (Markkanen 2004, 36 - 37.)

Nosturit tulee sijoittaa siten, että nostot voidaan suorittaa suunnitellusti ja vaaraa aiheuttamatta muille työntekijöille. Tarvittaessa vaara-alue eristetään kiinteällä kaitteella, suojaseinillä tai muulla kulkuesteellä. Huomiota on kiinnitettävä nosturien puomien liikeratojen vaatimalle tilalle, sekä nostoreittien varrella olevien rakenteiden ja nostettavan taakan väliin täytyy jäädä turvaväli. Siinä on otettava huomioon myös puomin taipuma. Maapohjan kantavuus on tärkeä tekijä, jota ei saa unohtaa nosturien sijoituksia päätettäessä. Mikäli kantavuudesta ei ole varmuutta, on se selvitettävä luotettavasti geoteknisillä selvityksillä ja tarvittaessa maapohjaa on vahvistettava. Torninosturin radan rakenteeseen on kiinnitettävä huomiota; se täytyy perustaa luotettavasti ja siihen ei saa syntyä painumia, jotka vaarantavat koneen tasapainon ja vaikuttavat alentavasti nosturin kapasiteettiin. Ajoneuvonostureille riittää normaalisti 0,7 - 0,9 metrin paksuinen tiivistetty sepelikerros ja 0,9 metrin mittaiset kanttiinsa olevat teräslevyt tukijalkojen alla. Nosturinkuljettajalla tulee olla mahdoli-

simman esteetön näköyhteys elementtien vastaanottoaikaan, elementtivarastoon ja asennuskohteeseen, sekä nostoja työntekijöiden yli tulee välttää. (Hietavirta ym. 2009, 72, 105 - 108, 177 - 178.)

## 4.2 Elementtien asennussuunnitelma

Elementtien asennussuunnitelman laatiminen on urakoitsijan vastuulla, mutta siihen osallistuvat myös vastaava rakennesuunnittelija ja elementtien toimittaja. Heidän tulee toimittaa urakoitsijalle tarpeelliset tiedot asiantuntemuksensa puitteissa. Suunnitelman tarkoituksena on saada aikaan edellä mainittujen osapuolien kanssa selkeät toimintaperiaatteet turvallisen ja sujuvan asennustapahtuman luomiseksi. Asennussuunnitelmassa on esitettävä yksityiskohtaisesti elementtien kuljetus, vastaanotto ja varastointi työmaalla; elementit ja niiden nostamisessa käytettävät apuvälineet sekä vaatimukset itse nostokalustolle; elementtien nostot, asentaminen ja asennusjärjestys; väliaikainen tuenta ja vähimmäistukipinnat; sallitut mittapoikkeamat ja seurantamittaukset; elementtien lopulliset kiinnitykset; sekä asennustyön vaatimat työtasot ja putoamissuojauksen järjestäminen. Lisäksi suunnitelmaan tulevat kohdetiedot työmaasta sekä suunnitelman laadintaan ja toteutukseen osallistuvien allekirjoitukset. Suunnitelman sisältö on hyvä käsitellä työmaakokouksessa ja se tulee selvittää myös työmiehille. (Markkanen 2004, 42 - 43.)

Elementit olisi parasta asentaa suoraan kuormasta. Mutta mikäli se ei ole mahdollista, on ne varastoitava työmaasuunnitelmassa määritettyyn paikkaan. Elementtivaraston maapohjan vakavuus ja tasaisuus tulee olla riittävä, maapohjan painumista on erityisesti tarkkailtava roudan sulaessa tai elementtikuormituksen muuttuessa. Seinäelementtien varastointiin tarkoitettua kamppelilinaa, A-pukin tai elementtikontin painuminen estetään aluspuilla ja -levyillä. Elementtitelineen painumisen ja kaatumisen estämiseksi kamppeliline täytetään keskeltä reunoille päin ja A-pukki vuorotellen molemmille puolille. Laattaelementit asennetaan päällekkäin, korkeintaan neljä kappaletta, joiden väliin tulevat aluspuut. Pilarien ja palkkien ollessa kyseessä aluspuut

tulevat nostolenkkien tms. kohdille, ja porraselementit varastoidaan vaakatasoon tukien varaan. Sandwich-elementin tulee levätä aluspuun varassa pelkästään vahvemman sisäkuorensa välityksellä. Elementtien liikkuminen tulee olla estetty, mahdolliset sidonnat saa poistaa vain, kun nostoapuvälineet ovat kunnolla kiinni elementeissä ja nostoketjut kireällä. Suojakaiteet on hyvä kiinnittää jo varastointivaiheessa elementteihin ennen niiden nostoa ja asennusta. (Koskenvesa & Mäki 2008, 6.)

Urakoitsija huolehtii sopivan nostokaluston hankkimisesta työmaalle, johon vaikuttavat keskeisesti elementtien painot ja nostokaluston sijoitus. Elementtityypit määrittävät myös tarvittavat nostoapuvälineet. Torni- ja ajoneuvonosturien kapasiteetteja tarkastellessa täytyy ottaa huomioon myös nostoköysien, koukkupesän ja nostoapuvälineiden painot. Tällöin suoritusarvoltaan riittäväksi katsotaan nosturi, jonka nostokyky on 15 % suurempi raskaimpaan nostotilanteeseen nähden. Pienrakentamisessa voidaan käyttää myös kuormausnosturia lähinnä puuelementtien asennuksiin. Silloin on varmistettava, että kuormausnosturi soveltuu asennukseen, puomin liikkeet ovat riittävän hitaat ja tasaiset, äkkinäisiä liikkeitä ei saa tapahtua ja taakan on oltava nostoköyden varassa. (Hietavirta ym. 2009, 177 - 178, 181 - 182.)

Elementit tulee asentaa ja kiinnittää suunnitelman mukaisesti. Asennusnosturin on oltava työhön soveltuva, elementit ovat nostettaessa oltava tasapainossa ja nostoapuvälineiden tulee olla tarkoituksenmukaisia sekä tarkastettuja. Mikäli suunnitelmista joudutaan poikkeamaan, esim. asennusjärjestykseen tulee muutoksia, tulee muutosten vaikutus työturvallisuuteen arvioida ja tarvittaessa konsultoida suunnitelman tekijää. Ennen varsinaista nostoa on varmistuttava siitä, että kukaan ei joudu heiluvan taakan ruhjomaksi ja elementin mukana ei nouse mitään ylimääräistä. On myös tarkistettava nostokoukkujen lukittuminen ja asennettava mahdolliset lisävarmistukset. Heti kun elementti on noussut alustastaan, nosto pysäytetään ja tarkistetaan kiinnitykset ja nostokoukkuryhmän, raksien, tasainen kuormitus. Mikäli puutteita havaitaan tai elementti ei nouse oikeassa asennossa, se lasketaan takaisin alustalleen korjaustoimenpiteitä varten. Puuelementtiä nostettaessa on tarkistettava, etteivät rakenteet halkeile liittimien ja nostolenkkien kohdilla. Nostoja ei saa tehdä sok-

kona, eli nosturinkuljettajalla tai asennustyötä ohjaavalla on oltava suora näköyhteys elementtivarastoon ja asennuskohteeseen. Torninosturissa on oltava kameralaitteisto, jos suoraa näköyhteyttä ei ole. Ajoneuvonostureissa laitteisto ei ole pakollinen, mutta kuitenkin suotavaa. Nostojen ohjaus voidaan suorittaa radiopuhelimilla tai käsimerkeillä (ks. liitteen 6 viimeinen sivu) ja on varmistettava, että merkinantaja osaa ne. Sääolot on muistettava ottaa huomioon, yli 10 m/s puhaltavan tuulen vaikutus turvallisuuteen on aina arvioitava ja yli 15 m/s puhaltavalla tuulella asennusta ei saisi suorittaa ollenkaan. Myös sanka lumisade tai sumu voi estää asennustyön suorittamisen. Nostotyöt ovat aina suunniteltava etukäteen ja on pidettävä huoli, että nostotyöhön osallistuvat tietävät vaaranpaikat ja työn oikean suorittamisen. Jokaisesta vaikeasta nostosta on tehtävä erikseen kirjallinen nostotyösuunnitelma. (Mts. 114 - 115, 121, 181 - 183 ja 185.)

Elementtisuunnittelijan ja -valmistajan on annettava ohjeet kunkin elementin väliaikaisesta tuennasta. Huomiota tulee kiinnittää varsinkin tukitankojen päiden kiinnityksiin, toispuoleisesti kuormitettujen leukapalkkien tuentaan sekä väliaikaisten tukien poistamisajankohtaan. Markkanen (2004, 43) muistuttaa vielä kattoristikoiden, muodoltaan epäsymmetrisen elementtien, kavennuksia tai varauksia sisältävien laattojen, vinoon asennettavan ontelolaatan tai muuten poikkeavasti asennettavan elementin tuennan haastavuudesta. Puuelementtien kohdalla on erityisesti huomioitava liitosten vaikutus työnaikaiseen vakavuuteen ja asennusturvallisuuteen. Nostoapuvälineitä ei saa irrottaa ennen, kuin väliaikaiset tuet ovat asennettu paikoilleen. Koskenvesan ja Mäen (2008, 7) mukaan laukaisinnarulla varustettujen nostokoukkujen käytöstä koituu selkeä etu verrattuna tavallisiin koukkuihin; tikkaita ei tarvitse niiden irrottamiseen. Väliaikaiset tuet voi poistaa vasta, kun rakenne on saavuttanut riittävän lopullisen lujuuden tai vakavuuden. Työntekijöille on myös selvitettävä, että väliaikaisesti tuettujen rakenteiden päälle saa varastoida rakennusmateriaalia ainoastaan erillisellä luvalla, ja silloinkin on varmistettava asian yksityiskohdat rakennussuunnittelijalta. Ohjeiden laiminlyöminen voi johtaa vakavaan onnettomuuteen. (Hietavirta ym. 2009, 178 - 179, 184 - 185.) Lisäksi on huolehdittava elementtien tu-



kipintojen puhtaudesta ja tasaisuudesta. Roskat, lumi, jää ja muu ylimääräinen on poistettava.

Työntekijän suojaus putoamiselta järjestetään putoamissuojaussuunnitelman sisältävillä toimenpiteillä. Yli kahden metrin putoamismahdollisuus tulee estää rakenteellisilla ratkaisuilla, kuten suojakaiteilla tai kansilla, mutta mikäli se ei ole mahdollista, on käytettävä turvavaljaita. Varsinkin teräsrakentamisessa on suuri putoamisen vaara. Ruuviliitosten asennus- ja kiristysjärjestystä sekä hitsausjärjestystä suunniteltaessa ja toteutettaessa on järjestettävä tehokas putoamissuojaus. (Mts. 182, 185.)

## **4.3 Putoamissuojaussuunnitelma**

### **4.3.1 Suunnitelman sisältö**

Urakoitsijan tekemällä putoamissuojaussuunnitelmalla tarkoitetaan toimenpiteitä, joilla estetään ihmisen putoaminen avoimilta reunoilta, työtasoilta, kulkuteiltä, aukoista tai telineiltä. Lisäksi sen tarkoituksena on myös estää tavaran putoaminen ihmisten päälle. Suunnitelman tekijän tulee tunnistaa putoamisvaarat eri työvaiheissa, suunnitelma voidaan tehdä jo työmaan esisuunnitteluvaiheessa rakennuttajan tekemää turvallisuusasiakirjaa apuna käyttäen. Siihen voi merkitä myös suojauksen aikaiset työt ja suojauksen purkamisajankohta. Tekijältä odotetaan tietämystä erilaisista putoamissuojauratkaisuista, kuten kaiteista, kansista, verkoista jne. sekä niiden soveltuvuudesta kyseessä olevalle työmaalle. Jos putoamista ei voida estää rakenteellisesti tai rakenteellinen suojaus joudutaan poistamaan väliaikaisesti jonkin työvaiheen takia, on käytettävä turvavaljaita. Poistettu suojarakenne on välittömästi työvaiheen päätyttyä asennettava takaisin paikalleen. Tekemiensä ratkaisujen vaatimat kiinnitystyytit sijainteineen suunnittelija ilmoittaa elementtien suunnittelusta vastaavalle. Suunnitelmaa tarkennetaan varsinaisilla rakenne- ja käyttösuunnitelmilla ennen putoamisvaaraa aiheuttavaa työvaihetta. (Markkanen 2004, 40 - 41.)

Elementtityön edetessä syntyneet putoamisvaaralliset paikat on mahdollisimman pian suojattava. Esim. laattoja tai seiniä asennettaessa suojakaiteet on laitettava paikalleen sitä mukaa, kun työ edistyy eikä niin, että holvin reuna on pitkään suojaamattomana. Yksinkertaisinta ja turvallisinta olisikin asentaa suojakaiteet elementteihin jo maassa ennen nostoa. Myös aukot on peitettävä mahdollisimman nopeasti suojakansilla tai eristettävä suojakaiteilla.

### 4.3.2 Suojakaide

Turvallinen työskentely edellyttää putoamissuojaukselta kokonaisvaltaisuutta, jolloin suojakaiteiden on oltava mahdollisimman yhtenäisiä; korkeintaan 25 cm:n väli sallitaan. Suojakaiteita asennetaan normaalisti välipohjien vapaille reunoille, vesikatoille, kulkusilloille, työtasoille, porrassyöksyille ja hissikuilujen aukoille. Mutta nyrkkisääntönä on, että kaide on rakennettava silloin, kun putoamiskorkeus ylittää 2 m. Myös alle 2 metrin putoaminen on estettävä kaiteilla hukkumisen tai erityisen tapaturman uhatessa, esim. jos putoamispaikka on kivikkoisen tai siinä on betoniteräksiä pystyssä. Portaat ja porrastasot on aina varustettava suojakaiteella, portailla riittää tietyissä tapauksissa käsijohde. (Hietavirta ym. 2009, 139 - 140, 145.)

Kaide koostuu kaidepylväistä, ylä- ja välijohdeesta sekä jalkalistasta. Kaiteen on oltava vähintään 1,0 m korkea, mutta suositeltava korkeus on 1,1 m. Ylimmän johteen ja kaidepylvään tulee kestää 1,0 kN:n pistekuorma mistä suunnasta tahansa. Välijohde on asennettava siten, että pystysuora vapaaväli ei ylitä 0,5 m, ja sen tulee kestää epäedullisin 0,5 kN:n pistekuorma. Vähintään 10 cm korkean jalkalistan on myös kestävä edellä mainittu kuormitus. Mikäli kaide tulee selkeästi kaltevalle tasolle, on mitoituskuormia kaksinkertaistettava (vrt. mts. 140). Suunniteltaessa esivalmisteisia kaiteita kuormien varmuuskertoimena on käytettävä vähintään 1,5. Kaiteen kuormituksessa sen mikä tahansa rakenne saa taipua väliaikaisesti korkeintaan 10 cm, eivätkä johteiden kiinnitykset saa pettää. (Mts. 140 - 142.)

Perusmallin suojakaiteet on mahdollista korvata muilla ratkaisuilla, esim. vastaavan kuormituksen kestäväillä levyillä tai metalliverkolla, mutta em. täytyy kestää myös mielivaltaisesti sijoitettu 0,5 kN:n pistekuorma ja metalliverkon silmäkoon yläraja on 15 cm (vrt. Hietavirta ym. 2009, 140 - 141, 143). Lisäksi suojauksen voi järjestää myös ristikkorakenteisilla kaiteilla, pystypienakaiteilla tai suojaverkoilla. Ristikkorakenteisen kaiteen ristikkosauvojen muodostaman kolmion väliin täytyy mahtua 0,5 m halkaisijaltaan oleva kuvitteellinen ympyrä, ja pystypienarakenteisen pienojen väli saa olla korkeintaan 25 cm. Suojaverkkoa käytettäessä tulee se asentaa niin, että putoaminen on täysin estetty taikka putoamismatka ja -alusta on merkityksetön. (Mts. 141.)

Moilanen (2011a) muistuttaa vielä, että jos puinen suojakaide kaikkine osineen maalataan taustastaan selkeästi erottuvalla värillä tai käytetään metallisia elementtisuojakaiteita, työmaan turvallisuudesta vastuussa olevan työnjohtajan on helppo varmistua suojakaiteiden sääntöjenmukaisuudesta. Esimerkiksi punaiset johteet ja jalkalistat näkyvät kauas harmaasta betonielementtitaustasta, sekä elementtikaiteet ovat varmasti määräysten mukaisia.

### **4.3.3 Kulkueste**

Kulkuesteen tarkoituksena on estää pääsy vaaralliselle alueelle tai rajata jokin alue, kuten työskentely- tai kulkualue. Sen on oltava helposti havaittavissa eikä se saa siirtyä tarkoituksettomasti paikaltaan. Esteen tulee olla vähintään 1,5 metrin etäisyydellä putoamisvaarallisesta paikasta, muussa tapauksessa sen on täytettävä suojakaiteen kaikki vaatimukset. Kulkuesteen on tehokkaasti estettävä ihmisen joutuminen vaara-alueelle, tällainen voi olla esim. yksijohteinen suojakaide. (Hietavirta ym. 2009, 142.)

#### 4.3.4 Suojakannet

Aukkojen peitoksi tarkoitettujen suojakansien tulee olla riittävän lujia eivätkä ne saa siirtyä tahattomasti paikoiltaan. Lisäksi ne tulee merkitä selvästi esim. maalauksella tai raidallisilla teipeillä. Kannen tulee kestää 2,0 kN:n tasainen pintakuorma tai 1,5 kN:n pistekuorma, mutta jos sen päältä pitää pystyä ajamaan koneilla, on kansi mitoitettava kestävämmän kyseinen kuormitus. Muutoin koneen pääsy sen päälle on estettävä. Moilasen (2011a) mukaan isot aukot kannattaa ympäröidä suojakaiteilla, koska suuria kansia paikalleen asettaessa tai poistettaessa työmiehet voivat pudota aukkoon kannen painon vuoksi. (Hietavirta ym. 2009, 145 - 146.)

#### 4.3.5 Turvavaljaat

Turvavaljasjärjestelmää valitessa pitää ottaa huomioon työn asettamat vaatimukset ja olosuhteet. Työympäristö ja työn kesto sekä toistuvuus sanelevat omat ehtonsa, samoin kuten jään, kosteuden ja kemikaalien vaikutus suojaimeen. Työergonomian tulee olla hyvä varsinkin pitkään samassa asennossa työskenneltäessä, valjaiden nopea asennusmahdollisuus on myös tärkeä ominaisuus. Lisäksi on otettava huomioon, että pudotessaan työntekijä ei saa päästä iskeytymään alla oleviin rakenteisiin. Elementin asennukseen sopiva yhdistelmä ovat kokovaljaat, vaimennin ja pituudensäätimellä varustettu turvaköysi tai kelautuva tarrain. Ne sopivat myös muihin töihin, kuten telinetyöhön, suojaverkon asennukseen ja henkilönostokorista käsin tehtyihin töihin. (Ritaranta 2010a.)

Putoamisesta syntyvä nykäisy vaimennetaan vaimentimella ja tasataan kokovaljaiden olka- ja reisihihnoilla. Hihnat levittävät vaimennetun nykäyksen laajemmalle osalle kehoa, jolloin työntekijä ei loukkaannu. Hietavirta ja muut (2009, 145) muistuttavat turvaköyden vaatimasta pituudensäätölaitteesta, sillä muuten köysi voi sotkeentua, siihen voi kompastua ja löysän köyden takia putoamismatka voi olla kohtalokas. Kelautuva tarrain muodostuu suljetusta kokonaisuudesta, johon kuuluu vaijerikela ja jarrulaite. Kelan jousimekanismi pitää vaijerin kireällä kokoajan ja jarru pysäyttää

liian nopeasti liikkuvan, "putoavan", vaijerin. Vaimennin kuuluu tähän järjestelmään. (Ritaranta 2010a.) Mutta Moilanen (2011a) tuo esille esimerkkitilanteen, jossa turvalajaiden oikeaoppinen käyttö voi siltikin johtaa käyttäjänsä vammautumiseen: Joskus työntekijä on holvilla asentamassa kaiteita turvalajaisissa ja alempi holvi jatkuikin pitemmälle kuin se, jolla työntekijä on. Kerroskorkeus, ja siten putoamismatka, on tyypillisesti 3 m. Vaimentimella varustettu turvalajajärjestelmä kiinnitetään käyttäjänsä selkäpuolelle normaalisti n. 1,5 metrin korkeudelle, joten järjestelmä ehtii pysäyttää putoavan henkilön lopullisesti vasta sitten, kun jalat ovat jo osuneet alempaan betoniholviin. Toki jalkojen mahdollinen poikkimeneminen on pienempi paha kuin se, että koko työmies iskeytyy hengenvaarallisesti betonille ilman valjaita. Tässä esimerkkitilanteessa kannattaakin harkita vaimentamatonta turvalajajärjestelmää, koska vaimennin lisää putoamismatkaa aina n. 0,5 m.

Turvalajasköyden tai -vaijerin voi kiinnittää esim. betonirakenteisiin, tuettujen elementtien nostovaruksiin tai vaakasuoriin kiskoihin. Kiinnityspisteen täytyy kestää putoamisesta aiheutuva nykäisy, 15 kN per yksi henkilö on riittävä mitoituslujuus. Kiinnityspisteen paikka täytyy valita siten, että pudotessa ei synny vaarallista sivuitaisheilahdusta ja, että putoamismatka olisi mahdollisimman pieni. Sivuitaisheilahdus voidaan myös estää käyttämällä vaakasuoralla vaijerilla tai kiskolla liikkuvaa vauhua, johon valjaat kiinnitetään, taikka käyttämällä kahta pituudensäätimellä varustettua köyttä eri kiinnityspisteistä. (Ritaranta 2010a.)

Joka kerta ennen käyttöä on turvalajaat tarkastettava kuluneisuuden varalta, ja vähintään kerran vuodessa valmistajan valtuuttama henkilö tarkastaa sekä tarvittaessa myös huoltaa ne. Käyttötilanteessa on terävät reunat peitettävä, sillä ne voivat putoamistilanteessa katkaista köyden. Mikäli valjasjärjestelmä on yhdenkin kerran pysäyttänyt putoamisen, on se poistettava käytöstä tai palautettava valmistajalle huoltoon. Suojaimet varastoidaan riippuvassa asennossa, säilytyspaikan täytyy olla kuiva, ilmastoitu ja suojattuna haurastuttavalta auringonvalolta ja liuottimilta sekä muilta syövyttäviltä aineilta. (Mt.)

### 4.3.6 Työtelineet

Elementtiasennuksen puitteissa työteline tarkoittaa lähinnä pientä, kevytrakenteista siirreltävää elementtitelinettä tai työpukkia. Suojakaiteellinen elementteline tulee kyseeseen ainakin silloin, kun työskentelykorkeus ylittää 2 metriä. Kyseisen telineen työtason vähimmäisleveys on 0,6 m, kunhan siinä ei välivarastoida eikä karrätä materiaalia. Muutoin vastaavat vähimmäisleveydet ovat 1,2 ja 1,8 metriä. Työpukkeja voidaan käyttää matalalla tehtäviin asennustöihin, alle 2 metrin pukeissa työtason leveydeksi riittää 40 cm ja alle 1 metrin pukeissa 30 cm. Työtasoissa ei myöskään saa olla 3 cm:ä suurempia aukkoja. (Hietavirta ym. 2009, 149, 223, 225.)

Siirreltävän telineen seisontavakavuudesta on pidettävä erityinen huoli. Sen työtason korkeus saa olla korkeintaan kolme kertaa telineen pienin tukileveys, sitä saa käyttää vain painumattomalla alustalla ja telineen pyörät pitää lukita käytön ajaksi. Pienintä tukileveyttä, ja sitä kautta työtason korkeusasemaa, voidaan kasvattaa erillisillä tukijaloilla. Tukijalkoja käytettäessä ohjeet niiden käytöstä on tarkistettava käyttöohjeesta sekä varmistuttava jalkojen liikkumattomuudesta työtilanteessa. Telineeseen nousu on myös järjestettävä turvallisesti. Siinä huomioon otettavia asioita ovat telineen korkeus ja rakenne, putoamisen mahdollisuus ja työn kesto. Matalahkoihin telineisiin riittävät tukevasti asennetut porras- tai askelmatikkaat. (Mts. 223 - 225.)

Työpukin työtason on kestävä 1,5 kN:n pystysuuntainen pistevoima missä kohdassa tahansa, mutta pystysuorien voimien ei oleteta vaikuttavan 10 cm:ä lähempänä tason reunaa. Lisäksi työpukin tulee kestää epäedullisimmin sijoitettu 0,3 kN:n vaakasuuntainen pistekuormitus. Työskentely, josta aiheutuu pukkiin suuri vaakasuuntainen rasitus, on kielletty. Mikäli työpukki on yli 1 metrin pituinen ja sillä on tarkoitus työskennellä korkeintaan kaksi työmiestä, on se mitoitettava kestäämään kaksi 1,5 kN:n pystysuuntaista pistekuormaa, jotka sijaitsevat metrin päässä toisistaan tason kestävyys kannalta vaarallisimmassa kohdissa. Yli 0,5 metriä korkeille pukeille nousu on toteutettava kiinteillä, molemminpuolisilla vaakataso suuntaisilla askelmilla. Niiden syvyys on oltava vähintään 5 cm ja leveys 30 cm, sekä askelväli enin-

tään 30 cm. Hietavirran ja muiden (2009, 306) mukaan työpukin seisontavakavuutta mitoitettaessa on sen varmuuden kaatumista vastaan oltava vähintään 1,5. Työpukin jalkojen ja rakenneosien lukitukset eivät saa aueta tai löystyä käytön aikana. (Ritaranta 2010b.)

#### **4.3.7 A-tikkaat**

Itsestään seisovia A-tikkaita saa käyttää vain, jos niiltä käsin tehtävä työvaihe on lyhytaikainen, jolloin työtelineiden tai henkilönostimien käytöstä muodostuisi kohtuuton rasite ajankäytön tai kätevyyden kannalta. Normaalisti A-tikkailta saa työskennellä korkeintaan alle metrin korkeudelta, mutta mikäli niiden seisontavakavuus saadaan vastaamaan työpukin vaatimuksia, voidaan työskentelykorkeutta kasvattaa alle 2 metriin. Käytännössä se tarkoittaa tikkaiden tukemista alapienatuilla, sivutuentarakenneosilla ja alatukipalkeilla. Tikkaita saa käyttää ainoastaan tasaisella ja painumattomalla alustalla. Lisäksi A-tikkailta on kiellettyä tehdä töitä, joista aiheutuu työntekijään vaakavoimia tai yleensäkin töitä, joiden tekemiseen täytyy käyttää suurivoimaisia työkaluja, kuten paineilmakoneita. Elementtiasennuksissa A-tikkaiden käyttö onkin mietittävä tarkoin. (Hietavirta ym. 2009, 153.)

### **4.4 Vaikean noston nostotyösuunnitelma**

Vaikeista nostotöistä tulee aina tehdä kirjallinen suunnitelma. Näihin töihin lukeutuu erityisen painavien tai suurien elementtien nosto hankalissa olosuhteissa, elementin nostaminen useammalla kuin yhdellä nosturilla, elementin kääntäminen sekä muu tarkempaa suunnittelua vaativa nosto. Suunnittelussa on selvitettävä ulkoiset olosuhteet, nosturin ja nostoapuvälineiden soveltuvuus, nosturin alla olevan maapohjan vahvistamistarve, elementin nostokohdat ja muut sen käsiteltävyyteen vaikuttavat ominaisuudet, nostotavat tarvittaessa elementin vastuullisen suunnittelijan kanssa, eri nostotyövaiheet, yleiseen turvallisuuteen liittyvät toimenpiteet, työhön osallistuvien työntekijöiden opastus sekä vastuuhenkilöt. (Markkanen 2004, 43, 53.) Hietavir-

ran ja muiden (2009, 115) mukaan suunnitelmassa kannattaa esittää myös nostojen ajoitus ja kaluston hankinta.

Nostotyösuunnitelman teko on urakoitsijan vastuulla, mutta tarvittaessa on käytettävä vastaavan rakennesuunnittelijan asiantuntemusta. Mikäli nostotyö tehdään ajoneuvonosturilla, tulee myös nosturin toimittajan osallistua suunnitteluun. Työssä esiintyvät riskit ja vaaratilanteet on tunnistettava ja suunniteltava toimenpiteet niiden poistamiseksi. Käytettäessä useampaa kuin yhtä nosturia on huolehdittava kuormituksen jakaantumisesta oikein nostureiden ja nostoapuvälineiden kesken, tarvittaessa voidaan käyttää tasapainottavaa palkkia. Nostettaessa pitkää kappaletta pystyyn on otettava huomioon se, että kuormitukset jakaantuvat hyvin epätasaisesti nostureille noston loppuvaiheessa. Jos nosturien on suoritettava kääntöliikkeitä, avustavan nosturin tulee pystyä vapaaseen kääntöön. Sillä ehkäistään sivuedon esiintymistä, jota nosturien ylikuormakatkaisimet eivät noteeraa. Vaikea nostotyö on syytä tehdä hitailla ja hallituilla liikkeillä, sekä useamman nosturin suorittamassa nostotyössä tulee etukäteen sopia nostonopeudet. Kaikkien työhön osallistuvien tulee perehtyä tehtyyn suunnitelmaan. (Hietavirta ym. 2009, 114 - 116, 121.)

## **4.5 Henkilönostotyösuunnitelma**

### **4.5.1 Suunnitelman sisältö**

Henkilönostotöistä on tehtävä kirjallinen suunnitelma ennen varsinaista työtä sen urakoitsijan toimesta, joka ryhtyy työhön. Suunnitelmassa on selvitettävä työssä käytettävän henkilönostinkoneen soveltuvuus työhön, sen rakenteellinen kunto, turvalajaiden käyttö, työskentelyalustan tai maapohjan kantavuus, työalueen turvallisuus ja koneen käyttäjien perehdytys. On myös varmistettava henkilönostimen käyttöohjeiden olemassaolo sekä annettava käyttäjälle kirjallinen lupa nostintyyppin käyttöön perehdytyksen jälkeen. Ennen käytettävän henkilönostimen valitsemista on otettava huomioon, että henkilönostoja saa pääasiallisesti tehdä vain siihen tarkoitetuilla ko-



neilla. Jos käyttötarkoituksen mukaisen henkilönostimen käyttö on jostain syystä mahdotonta tai vaarallista, on lupa käyttää torni-, ajoneuvo- tai kuormausnosturia. Silloinkin näiden koneiden on täytettävä varsinaisten henkilönostimien vaatimukset. Samassa tilanteessa myös haarukkatrukilla voidaan nostaa henkilöitä. Tällöin on varmistettava, että työskentelyalusta on tasainen, tarpeeksi kantava eikä trukin kaa- tumisvaaraa ole. Kurottajankin käyttö on mahdollista, mutta vain siinä tapauksessa, että koneen valmistaja on suunnitellut sen myös henkilönostimeksi. (Hietavirta ym. 121 - 122, 126 - 127.) Moilanen (2011a) tähdentää, että kurottajaa käytettäessä hen- kilönostoissa on sitä ajettava korista käsin. Markkasen (2004, 53) mukaan työkonee- seen on tehtävä selvä merkintä henkilönostokiellosta, mikäli konetta ei saa käyttää henkilöiden nostamiseen ja, jos sitä saatetaan erehdyksessä siihen käyttää.

#### **4.5.2 Henkilönostimen soveltuvuus ja rakenteellinen kunto**

Henkilönostimen tyyppiä päätettäessä on otettava huomioon rakennuskohteen eri- tyisominaisuudet. Valintaan vaikuttavat työn vaatima kuormitus, suurin työskentely- korkeus ja -ulottuma, itse tehtävä työ ja sen vaatimat työkalut sekä materiaalit, nos- timen siirtotarve, työskentelyalustan kantavuus ja tasaisuus sekä oviaukkojen ja koh- teen muiden rakenteellisten tekijöiden asettamat rajoitukset. Valintaan vaikuttaa myös koneen käyttövoima, eli toimiiko se sähköllä, akkuvoimalla vaiko polttomootto- rilla. Tosin polttomoottorillisia tulee välttää sisätiloissa tehtävissä töissä niiden tuot- tamien pakokaasujen takia, jolloin katonrajassa työskentelevät työmiehet voivat kär- siä hapen puutteesta kaasujen korvatessa sen (Moilanen 2011a). Henkilönostimen käyttö on kielletty, jos sen kunnossa havaitaan puutteita. Ennen työhön ryhtymistä on tarkastettava nostimen pöytäkirjaan merkityt vuositarkastukset, hätäpysäyttimen, varalaskun, hallintalaitteiden, tukijalkojen ja työtason vakainlaitteiston toiminta, työ- tason portin kunnollinen sulkeutumien sekä hydrauliiikka öljyvuotojen varalta. (Hiet- avirta ym. 123 - 124.)

### 4.5.3 Turvalajaiden käyttö henkilönostimessa

Henkilönostimen korista putoaminen voi johtaa halvaantumiseen, jopa kuolemaan. Näitä onnettomuuksia on sattunut useita jatkuvasti, mikä on johtunut nostimen rakenteellisesta viasta tai sen väärinkäytöstä. Teleskooppi- ja nivelpuominostimien koreista tehtävissä töissä turvalajaiden käyttö onkin pakollista, vaatimus koskee jokaista työkorissa työskentelevää. Valjaiden kiinnityspisteeltä henkilönostimessa edellytetään 10 kN:n lujuutta, joihinkin nostimiin on tehtävä vaatimuksen mukaiset muutokset. Muita henkilönostimia ja nostureita käytettäessä on turvalajaiden tarpeellisuus katsottava erikseen riskienarvioinnin perusteella. (Hietavirta ym. 126.)

### 4.5.4 Työskentelyalueen kantavuus ja turvallisuus

Työskentelyalueen tai maapohjan kantavuudesta ja tasaisuudesta on pidettävä huoli asennettaessa ja käytettäessä henkilönostinta. Vesisateella tai roudan sulaessa maapohjan kantavuus voi heiketä, kaltevia alustoja tulee välttää, liukkaalla alustalla käytetään tartuntoja ja mahdolliset kanavat sekä kaivannot on huomioitava. Tukijalat tulee levittää äärimmilleen ja käyttää niiden alla lisäaluslevyjä, sekä on tarkistettava, että renkaat nousevat ilmaan tukijalkoja käytettäessä. Vaaka-asennon osoitinlaitteista on tarkistettava nostimen vaakasuoruus joka suuntaan, ja mikäli kone on samassa asennossa useita päiviä, on se tarkistettava joka päivä. Vaaranpaikkoja on työalueella ehkäistävä varmistamalla koneen pääsy työkohteeseen, selvittämällä mahdollisten sähköjohtojen sijainti, pitämällä huoli törmäysvaaran eliminoimisesta muiden koneiden tai kohteen rakenteiden kanssa sekä suojaamalla työalue muulta liikenteeltä puomeilla ja kulkuesteillä ja pimeään aikaan merkkivaloilla. Eryteisesti on kiinnitettävä huomiota nostimen pääsyn estämiseen putoamisvaarallisiin paikkoihin, kuten holvin reunalle. Tavalliset suojarakenteet henkilöitä varten eivät kestä ajettavien nostimien törmäystä. (Hietavirta ym. 124 - 125.)

#### 4.5.5 Henkilönostimen käyttäjän perehdytys

Työntekijälle on opastettava henkilönostimen oikeaoppinen käyttö. Läpikäytäviä asioita ovat nostimen rakenteellisen kunnon tarkistus, hallinta- ja turvalaitteiden käyttö, työskentelyalueen kantavuuden varmistus, käyttöä estävät sääolosuhteet ja suurin sallittu kuorma. Hallinta- ja turvalaitteiden toimintojen kokeilu suoritetaan alasennoissa tehdyllä koeajolla ennen varsinaista työtä. Työntekijää on myös muistutettava ulottuma-alueen äärirajoilla työskentelyn välttämisestä, harkittujen ja rauhallisten liikkeiden käytöstä, puristuksiin jäämisen vaarasta, lumen, jään ja lian poistamisesta koneesta sekä lähiympäristön jatkuvasta tarkkailusta. Henkilönostinta saa käyttää vain korista käsin tehtävään työhön, esimerkiksi hissinä sen käyttö on kielletty. (Hietavirta ym. 125 - 126.)

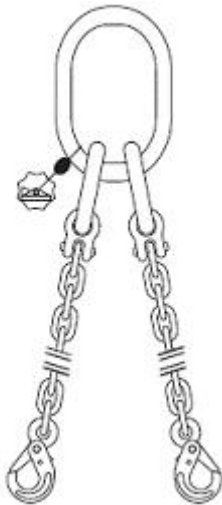
## 5 ELEMENTTIEN TURVALLISUUSTEKIJÄT

### 5.1 Turvallisen käsittelyn periaatteet

Elementin käsittelyssä on kyse pääasiassa sen nostamisesta, asentamisesta ja tukemisesta. Jokainen vaihe on rakenne- ja elementtisuunnittelijoiden pidettävä mielessä työturvallisuuden kannalta rakennuskohteen rakennejärjestelmää ja yksittäisiä elementtejä suunniteltaessa. Käytännössä se tarkoittaa sitä, että elementtiin tulee suunnitella "ylimääräisiä" osia elementtitehtaan tai konepajan asennettavaksi työmaan turvallisen ja tehokkaan noston, asentamisen ja tukemisen mahdollistamiseksi.

Elementtien nostoissa pelkkien liinujen käyttöä tulee välttää, sillä ne voivat leikkautua rikki teräviä reunoja pitkin varsinkin teräselementtejä nostettaessa. Elementit voivat pudota tuhoisin seurauksin myös, jos liinat on huolimattomasti asennettu tai sijoitettu väärään kohtaan elementtiä. Tarkastettujen nostoketjujen ja lukittuvien nostokoukkujen käyttö suunniteltujen nostokohtien yhteydessä onkin paljon turvalli-

sempaa. Silti jokaisen täytyy olla valppaana ja poissa nostoreitin alapuolelta, koska nostopiste voi pettää ja elementti tippua. Nostorakseja (ks. kuvio 5) käytettäessä on muistettava suurimmat sallitut kaltevuus- ja haarakulmat, jotka ovat 60 ja 120 astetta, ellei erikseen muuta ohjeisteta (Heiska & Koskenvesa 2007, 29). Kaltevuuskulma on 0 astetta, kun nostoketju on kohtisuorassa elementin suhteen. Haarakulma tarkoittaa raksiketjujen välistä kulmaa.



KUVIO 5. Nostoraksi

Asennusaikaiset putoamissuojaus- ja väliaikaiset tukiratkaisut tulisi myös voida kiinnittää valmiisiin kiinnityksiin, sillä työmaalla tehdyt kiinnitykset ovat riskialttiimpia. Valuankkurit soveltuvat hyvin molempiin, suojausratkaisuissa voidaan hyödyntää myös nostolenkkejä tai -ankkureita. Heiska ja Koskenvesa (2007, 43) muistuttavat, että mikäli työmaalla joudutaan tekemään omia kiinnityksiä, lähinnä betoniin, kiinnikkeet on asennettava ohjeiden mukaisesti. Työmaalla tulee olla tyyppikohtaiset kiinnitysohjeet. Turvavaljaita kiinnitettäessä elementtiin on varmistuttava siitä, että kyseinen elementti on tuettu huolellisesti tai se jo on kiinnitetty lopullisesti paikalleen. Betonilaattojen tarvitsee olla vain laskettuna paikalleen ja nostoketjut irrotettuna.

## 5.2 Betonielementit

Betonielementit nostetaan nostolenkeistä tai -ankkureista, jotka on asennettu elementtiin ennen sen valamista. Kaatumisalttiit elementit tuetaan väliaikaisesti yleensä joko vinoilla tai pystysuorilla elementtituilla, ns. tönäreillä (ks. kuvio 6) tai tylyillä.



KUVIO 6. Vinotuki

Ainoastaan elementtien tukemiseen tarkoitettuja tukia saa käyttää, niiden on kestävä sekä puristusta että vetoa, ja yhteen tukipisteeseen saa kiinnittää vain yhden tuen. Elementtituet kiinnitetään ensisijaisesti pulteilla sisäkierteellisiin valuankkureihin, ns. vemoihin. Tartuntarautoihin kiinnitettäessä käytetään muottilukkoja. (Heiska & Koskenvesa 2007, 43.)

Betonielementit tulisi saumavalaava hetimiten, jotta rakenne saavuttaisi lopullisen kantavuuden sekä vakavuuden mahdollisimman pian. Tämän jälkeen väliaikaiset tuet voidaan poistaa. Erityisesti talviolosuhteet luovat omat haasteensa saumavalun onnistumiselle. Juotos ei saa missään tapauksessa jäätyä, ennen kuin se on saavuttanut 5 MPa:n lujuuden. Talvella tuleekin käyttää pakkasbetonia, joka kovettuu jopa -15

Celsius-asteessa. Suositeltavaa olisi myös käyttää yhtä luokkaa lujempaa massaa, kuin vaatimus osoittaa, jolloin kriittinen alkulujuuden kehitys olisi nopeampaa.

### 5.2.1 Nostolenkit ja -ankkurit

Nostolenkkejä ovat pyörötanko- ja jännepunoslenkit, jotka katkaistaan noston päätyttyä niille tehdyistä varauksista. Varaukset paikataan lopuksi paikkausmassalla. Nostoankkurijärjestelmä (ks. kuvio 7) koostuu elementtiin pysyvästi jäävästä sisäkierreellisestä tartuntaosasta sekä nosto-osasta. Nosto-osa tarkoittaa vaijerinostolenkkiä, joka kierretään nostoankkuriin kiinni noston ajaksi ja sen loputtua poistetaan uutta käyttökertaa varten. Lopuksi näkyviin jäänyt ankkuri peitetään muovitulpalla.

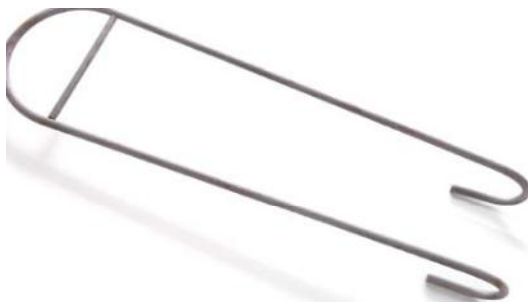


KUVIO 7. PLA-nostoankkurijärjestelmä (Peikko Tuoteluettelo 2009-2010 n. d.)

Nostolenkkejä ja -ankkureita koskevat yhteiset suunnittelupääperiaatteet, joita turvalliseen asentamiseen liittyviä ovat varmuuskertoimen käyttö ja erilaisten kuormitustilanteiden huomioon otto. Nostolenkit ja -ankkurit on suunniteltava kestämään nelinkertainen nostettavan elementin aiheuttama kuormitus. Kuormituksen määrittämisessä on otettava huomioon haara- ja nostokulman vaikutus, kuorman epätasainen jakautuminen sekä tuoreen betonin ja muottipinnan välinen mahdollinen imu-

voima. Haara- ja nostokulman huomioiminen tulee kyseeseen, kun elementtiä nostetaan ilman nostopuomia, jolloin nostoelimeen vaikuttaa vino vetorasitus. Mikäli nostoelimet sijaitsevat epäsymmetrisesti suhteessa elementin painopisteakseliin, on kuormitus jakautunut epätasaisesti nostoelimien välillä. Samanlainen tilanne syntyy myös, jos elementtiä nostetaan vähintään neljästä pisteestä ilman nostopuomia; tällöin kuormitus jakaantuu ainoastaan kahdelle vastakkaiselle nostoelimelle. Myös elementin tarttuminen vaakamuottiin, jota ei voida kääntää pystyasentoon, aiheuttaa lisärasitusta nostoelimille. Silloin on tiedettävä, valmistetaanko elementti öljytyllä teräsmuotilla, sileällä puumuotilla vaiko karkealla puumuotilla. (Betonielementtien nostolenkit ja -ankkurit 2003, 6 - 10.)

Pyörötankolenkin taivutustyyppin valintaan vaikuttavat nostettava elementtityyppi sekä lenkin sallittu nostokulma. Esimerkiksi sandwich-elementtiin soveltuu kuviossa 8 esitetty NE-taivutettu nostolenkki, jonka suurin sallittu nostokulma sen symmetria-akselin suhteen on 30 astetta.



KUVIO 8. NE-nostolenkki

Pyörötankolenkkien ankkurointi betoniin tapahtuu pääasiassa taivutetun päätökoukun avulla vaaditussa ankkurointipituudessa. NE-tyyppin nostolenkissä koukun taivutussäde tulisi olla viisinkertainen tangon halkaisijaan nähden, jotta nostolenkin kapasiteetti saataisiin kokonaan hyödynnettyä. Myös ruostumattoman harjasteräs-nostolenkin käyttö on mahdollista. Kyseisen lenkin haarojen välisen keskiömitan on oltava 80 mm suurempi, kuin elementin eristekerroksen paksuus. (Mts. 13 - 14, 21.)

Varsinkin sandwich-elementtien kohdalla tulee huomioida levypaksuuden vaikutus nostolenkin kapasiteettiin. Ankkurointikoukku aiheuttaa ohuisiin betonikuoriin halkaisuvoimia, jolloin nostolenkin murtokuorma saa olla korkeintaan betonin halkeiluvoiman suuruinen. Näin teräksen lujuus voidaan käyttää kokonaan hyväksi eikä nostolenkin ankkurointi petä. Sandwich-elementtien nostoelimiä tulee käyttää ruostumattomia nostolenkkejä, jolloin on myös otettava huomioon ruostumattoman teräksen ja betonin erilainen lämpölaajeneminen ja siitä aiheutuva lisärasitus betoniin. Mikäli lämpötila voi muuttua 15 Celsius-astetta korkeammaksi, kuin elementin valmistuslämpötila, paksujen nostolenkkien käyttöä ohuissa kuorissa tulee välttää. (Mts. 15 - 17.)

Kuvion 9 mukaisia JB-nostolenkkejä käytettäessä on pidettävä huoli lenkin vaadituista reuna- ja keskiöetäisyydestä sekä upotussyvyydestä (ks. Betonielementtien nostolenkit ja -ankkurit 2003, 22). Vähimmäisreunaetäisyys on 60 % lenkin upotussyvyydestä, minimikeskiöetäisyys on 120 % upotussyvyydestä ja vaaditut upotussyvydet kunkin lenkin kohdalta löytyvät valmiiksi taulukoituna. (Mts. 22.)



KUVIO 9. JB-nostolenkki

Jännepunoslenkin ankkurointi betoniin perustuu vaadittuun tartuntapituuteen riittävän korkeissa elementeissä, matalissa elementeissä jännepunoslenkin päät on myös taivutettava vähintään 50 mm:n taivutussäteellä. Lenkin ulkonevalle osalle on määrätty minimipituus 250 mm. Jännepunoslenkin sallittuun kuormaan vaikuttaa nostokoukun muoto. Koukun poikkileikkauksen kaarevuussäteestä tai sen nostolenkkiin tukeutuvan osan keskuskulman suuruudesta riippuu, kuinka paljon jännepunoslenkin



sallittua kuormaa on pienennettävä. Mikäli punoksen suojana käytetään teräsholkkia, voidaan yhden punoksen sallittua kuormaa korottaa 25 %, mutta ei kuitenkaan yli nostolenkin vetomurtokuorman. Niputettaessa punoksia holkin käyttö on pakollista. (Mts. 23 - 25.)

Nostoankkureista voidaan nostaa jopa 90 asteen nostokulmalla, mutta yli 25 asteen nostokulma vaatii lisäraudoitusta ankkurille. Mikäli nosto on tehtävä yli 45 asteen kulmassa, ei pelkkä nostovaijerilenkki riitä, vaan on käytettävä myös vaijeriohjaimia. Esimerkiksi painelevyllä varustetulla vaijerilenkillä voidaan nostaa 90 asteen kulmassa parvekelaattoja niiden kyljistä. Tällöin on suunnittelijan muistettava pienentää nostoankkurien sallittuja kuormituksia puolella. (Betonielementtien nostolenkit ja -ankkurit 2003, 34, 36.) Nostoankkurien valmistajilta löytyvät ohjeet kunkin nostoankkurityypin soveltuvuudesta eri elementeille, sallitut kuormitukset ja vaaditut reuna- ja keskiöetäisyydet sekä lisäraudoitukset.

## 5.2.2 Valuankkurit

Valuankkureita eli vemoja suunniteltaessa ja laskettaessa on ensisijaisesti pidettävä huoli, että niiden veto- tai leikkauslaskentakapasiteetti jää vähintään yhtä suureksi, kuin vastaavan kuormitustilanteen laskentakuorma. Mikäli valuankkurille tulee sekä veto-, että leikkausrasitusta, on kuormat käsiteltävä yhdisteltyinä laskentakuormina (ks. Vemo-valuankkurit käyttöohje 2009, 11, 14). Kunkin ankkurityypin veto- ja leikkauskestävyydet ovat taulukoitu em. käyttöohjeeseen toimintakokeiden perusteella käyttäen C25/30 lujuusluokan betonia. Betonin lujuus voi olla alimmillaan luokkaa C16/20, mutta silloin ankkurien laskentakapasiteetteja on pienennettävä betonien vetolujuuksien suhteessa. Lujemmalla betonilla ei ole vaikutusta taulukkoarvoihin. Väliaikaisen tuennan aiheuttamat kuormitukset ankkureille ovat usein suurempia ja arvaamattomampia kuin pysyville kiinnityksille tulevat kuormat. Niitä varten onkin syytä valita sorvatut valuankkurit (ks. kuvio 10), joilla on enemmän kapasiteettia verrattuna vastaavan kokoluokan putkivaluankkureihin. Lisäksi pysyviä kiinnityksiä, joi-

den täytyy kestää vaativia olosuhteita, varten on käytettävä ruostumattomia tai happonkestäviä ankkureita. (Mts. 11 - 14, 16, 19.)



KUVIO 10. Sorvattu valuankkuri (Semtu Oy)

Valuankkurit on sijoitettava vähintään 175 mm:n päähän betonirakenteen reunasta, muutoin on käytettävä apuraidoitusta. Mutta jos valuankkurin puolitoistakertainen pituus on suurempi kuin 175 mm, on sitä käytettävä vähimmäisreunaetäisyytenä. Keskiöetäisyyden on oltava vähintään kolminkertainen valuankkurin pituuteen nähden. Ankkuri on upotettava kokonaan betonin sisään ja toiseen päähän on jäätävä vähintään betonin suojaetäisyys. (Mts. 17.) Ankkurien korkeustason on oltava elementin painopisteen yläpuolella ja sopiva sivusuuntainen sijainti on yleensä nostolenkkien kohdilla.

### 5.2.3 Seinät

Seinät nostetaan nostolenkeistä kiinnittämällä niihin lukkiutuvat nostoraksit. Ennen nostoa varmistetaan raksien koukkujen lukkiutuminen ja, etteivät ketjut pääse kiertymään. Mikäli seinässä on aukko ovea tms. varten eikä sitä ole tuettu tehtaalla riittävästi, tulee sen vapaa pää tukea esim. kiilaamalla siihen lankku. Noston aikana voidaan käyttää ohjausköyttä. Elementin löydettyä paikkansa se tuetaan väliaikaisesti vinotuella, yli 1,5 m pitkä seinäelementti täytyy tukea vähintään kahdella tuella. Vasta, kun elementti on luotettavasti tuettu muihin rakenteisiin, voidaan nosturin koukut irrottaa nostolenkeistä. Helpointa ja turvallisinta olisi käyttää laukaisinnarulla

varustettuja nostokoukkuja, jolloin kenenkään ei tarvitse kiivetä telineille tai tikkaille. (Heiska & Koskenvesa 2007, 40.)

Korkea seinäelementti on kuljetettava työmaalle vaaka-asennossa. Sen nostaminen elementtirekkaan tapahtuu elementin kyljessä olevista nostolenkeistä, pystyyn nostamiseen ja asennukseen tarvitaan myös elementin yläpään nostolenkkejä. Pystyyn kääntämisessä käytetään kahta nosturia, joista toisen nostoketjut kiinnitetään elementin kyljessä sijaitseviin nostolenkkeihin ja toisen nosturin ketjut elementin päässä oleviin nostolenkkeihin. Pystyyn noston aloittaa kylkinosturi, joka nostaa elementin ilmaan. Sen jälkeen päänosturi aloittaa elementin kääntämisen. Kun seinä on pystyssä, kylkinosturin nostokoukut irrotetaan ja päänosturi vie elementin paikalleen. Elementtisuunnittelijan on äärimmäisen tärkeää huomata, että seinän kääntämisen loppuvaiheessa koko elementin paino kohdistuu alimmalle nostolenkille. Kyseinen nostoelin onkin suunniteltava kestävään em. kuormitus.

Sandwich-elementin yhteydessä voi käyttää villanvälikäidettä tai vesikattokaidetta (ks. liitteen 1 kuvat 1 ja 2). Villanvälikäidetolppa asetetaan huolellisesti ulkokuoren ja eristekerroksen väliin, jonka jälkeen se kiristetään veivillä paikalleen vähintään kahdella kierroksella ensimmäisestä tartuntakosketuksesta. Vesikattokaide soveltuu nimestään huolimatta myös seinäelementin yhteyteen. Tolppa asennetaan ulkopintaan kahdella M12-pultilla elementissä valmiina oleviin vastaavan kokoisiin valuankkureihin. (Turvakaideopas n. d., 10, 12.) Villanvälikäiteen asennus ei vaadi minkäänlaisia kiinnikkeitä, joten julkisivun ulkokuori säilyy eheänä. Haittapuolena on kaiteen poistamistarve seuraavan kerroksen seinäelementin asennuksen tieltä, jolloin syntyy putoamisvaarallinen tilanne. Vesikattokaiteen asennustapa mahdollistaa kaiteen poistamisen vasta, kun sitä ei tarvita, mutta valuankkurivaraukset vaativat pieniä jälkitöitä arkkitehtonisesta näkökulmasta katsottuna. Sopivia turvavaljaiden kiinnityskohtia seinäelementeissä ovat nosto- ja vaarnalenkit, muuten kiinnitysten on hyvä olla n. 2 m:n korkeudessa (Turvavaljaiden ja köysien käyttö elementtiasennuksessa n. d.).

## 5.2.4 Laatat

### Ontelolaatat

Ontelolaatat nostetaan yleensä joko kuvion 11 mukaisella jatkettavalla tai kiinteällä nostopuomilla, joka on varustettu päistään nostosaksilla ja varmuusketjuilla.



KUVIO 11. Nostopuomi ja -saksit (Betoniteollisuus Ry)

Ennen nostoa puomista pitää tarkistaa sen nostokapasiteetti, ja puomia voidaan jatkaa vain sen ollessa rasittamattomana maassa tai alustalla. Puomin pituus säädetään sopivan pituiseksi, jotta nostosaksit voidaan asentaa laattaan kohtisuoraan siinä kulkeviin nostouriin 20 cm:n päähän laatan päistä, jolloin elementin statiikan suunniteltu toimintatapa säilyy. On hyvä muistaa, että saksien puristuspuunnan pituus on n. 0,5 m. Nostopuomia käytettäessä nostoketjujen haarakulma saa olla korkeintaan 60 astetta, mutta jos ontelolaatta on alle 3 m pitkä ja ketjujen haarakulma korkeintaan 10 astetta, voidaan nosto tehdä ilman puomia. Tällöin ketjujen pituus on oltava vähintään 10 m ja nostosaksit voidaan asentaa 20 - 30 cm:n päähän laatan päistä. Pitkien ja raskaiden ontelolaattojen tapauksissa on käytettävä kahta useampaa nostosaksea. Saksissa olevat varmuusketjut pujotetaan ontelolaatan alitse, ne kiristetään ja varmistetaan lukitus. Mikäli mahdollista, varmuusketjut tulee voida avata holvin alapuolelta ja vasta sitten, kun laatta on alle 10 cm:n päässä tukipinnasta. Jos laatat on va-

rustettu nostolenkeillä, on nostot tehtävä niistä. Esim. yli 8 metriä pitkiin kavennettuihin laattoihin on aina suunniteltava nostolenkit. (Heiska & Koskenvesa 2007, 30, 38 - 39.) Ontelolaattoja asennettaessa on vielä muistettava, että saman tilan laattaryhmille on voitu suunnitella kullekin oma käyttökuormitus, joten on oltava tarkkana asennussuunnitelmassa ohjeistetun laattojen sijoituksen kanssa.

Holvin reunoille ja aukoille sopivat holvinreunakaide, pinta-asenteinen reunakaide ja holkkiasenteinen kaide (ks. liitteen 1 kuvat 3, 4 ja 5). Reunoille käyvät myös tasokiinnityskaide ja vastapainokaide (ks. liitteen 1 kuvat 6 ja 7). Holvinreunakaidetolppa asetetaan reunalle ja kiristetään veivillä vähintään viisi kierrosta ensimmäisen tartuntakosketuksen jälkeen. Pinta-asenteinen reunakaidetolppa kiinnitetään holvin pintaan M12-kokoisella lyöntiankkurilla vähintään 100 mm etäisyydelle holvin reunasta. Holkkiasenteinen kaidetolppa asennetaan elementissä valmiina olevaan 200 mm syvään holkkiin, jonka leveysmitat ovat 50 mm x 50 mm, tai 200 mm:n pituiseen pintatappiin, jonka halkaisija on 20 mm. Holkkien ja tappien väli on oltava korkeintaan 2 m minimireunaetäisyyden ollessa 90 mm. Tasokiinnityskaidetolppa kiinnitetään holvin pintaan kahdella M12-lyönti- tai kiila-ankkurilla. Vastapainokaidetolppa asennetaan paikalleen asettamalla vastapaino säädettävän aisan päälle, tolpat voivat olla korkeintaan 3 m etäisyydellä toisistaan. (Turvakaideopas n. d., 6 - 9, 17.)

Ontelolaatta- tai holvikaideasennuksissa voidaan turvavaljaiden kiinnittymispisteenä käyttää aikaisemmin asennetun laatan nostolenkkiä tai kuvion 12 mukaista ontelolaattatarrainta, joka asennetaan sopivaan kohtaan laattaa.



KUVIO 12. Ontelolaattatarrain (Betoniteollisuus ry)

Tosin tarraimen käytöllä on melko isoja rajoituksia. Siihen kiinnitettävän turvaköyden suurin sallittu pituus on 2,9 m (Ontelolaatta-ankkuri Leenstra 018025A n. d.) ja Moilasen (2011b) mukaan tarraimen pituussuunnan suhteen yli 30 asteen kulmassa tapahtuvan putoamisen seurauksena laite irtoaa ontelolaatasta. Näiden seikkojen takia ontelolaattatarrainta täytyykin kokoajan siirrellä asennustyön edistyessä, mikä hankaloittaa sen käyttöä.

### **TT-laatat**

Myös TT-laatat nostetaan nostopuomin avulla niiden pitkien jännevälien vuoksi. Nostoraksit kiinnitetään vaijerinostolenkki-nostoankkuri -yhdistelmään, jotka sijaitsevat laatan ripojen kohdilla. Suojakaiteista TT-laatoille soveltuvat holvin reunakaide ja vastapainokaide. Lisäksi laatan päätyihin ripojen kohdille voi asentaa myös vesikatokaiteen, pinta-asenteisen reunakaiteen, holkkiasenteisen kaiteen sekä tasokiinnityskaiteen. Nostoankkureihin on myös hyvä kiinnittää turvaljaat, joita varten on syytä olla useampi kiinnityspiste (Turvaljaiden ja köysien käyttö elementtiasennuksessa n. d.).

## **Kuorilaatat**

Kuorilaattojen nosto tapahtuu lähes täysin samoilla periaatteilla kuin ontelolaatan kohdalla; nostosaksilla ja -puomilla tai kavennetut kuorilaatat nostolenkeistä. Nostoketjujen nostokulma ei saa ylittää 45 astetta pystysuoraan nähden. Lisäksi kuorilaatat voidaan myös nostaa laatassa olevista ansaista. Jos kuorilaatta on yli 6,5 m pitkä tai siinä on reikiä taikka muita heikennyksiä, on luotava kolmas nostokohta keskelle laatata kuitenkin niin, että nostokohdat eivät tule reikien kohdalle. On myös pidettävä huoli, etteivät nostopisteiden reuna- ja keskiöenimmäisetäisyydet ylity (ks. Parel-liittolaatat asennus- ja työmaaohjeet 1999, 5). Nostosaksilla tällaista elementtiä nostettaessa on keskimmäisen nostoketjun oltava yhden lenkin verran lyhyempi kuin muut nostoketjut. (Mts. 4 - 5.) Valun ajaksi kuorilaatasto on tuettava alapuolelta kannatinpalkkeilla ja pystytuilla taipumisen estämiseksi. Palkit asennetaan poikittain laatastoon nähden ja tuet kiristetään palkkeja vasten. (Heiska & Koskenvesa 2007, 44.)

## **Parvekelaatat**

Parvekelaatat tulevat työmaalle elementtirekassa kyljellään, jolloin niiden nosto elementtivarastoon tapahtuu laatan sivussa sijaitsevista nostolenkeistä. Lopulliselle paikalle nostaminen tapahtuu vaijerinostolenkeistä, jotka kiinnitetään elementin nurkkiin sijoitettuihin nostoankkureihin. Parvekelaatat voidaan myös ympäröidä aiemmin mainitulla holvinreunakaiteella (Turvakaideopas n. d., 6).

### **5.2.5 Pilarit**

Pilarit tulevat työmaalle elementtirekassa makuuasennossa, jolloin niiden nosto elementtivarastoon tapahtuu pilarin kyljessä sijaitsevista nostolenkeistä. Asennettaessa pitkiä pilareita nostetaan ne pystyyn nostotapin avulla, joka pujotetaan pilarin yläpäässä olevan asennusreiän läpi. Kun elementti on saatu asennettua ja tuettua, voi laukaisinnarulla varustetun nostotapin irrottaa. Irrottaminen tapahtuu maasta käsin köydestä vetämällä, jolloin vältetään henkilönostimien tai telineiden käytöltä. Lyhyempien pilarien päät voidaan varustaa nostolenkillä, josta pystyyn nosto tapahtuu

nostoketjuilla. Tuennan jälkeen nostolenkit voidaan irrottaa henkilönostimesta, telineeltä, A-tikkailta tai turvallisemmin laukaisinnarulla maasta käsin, mikäli käytetään sen mahdollistavia nostokoukkuja. Pilarit tuetaan vähintään kahdella tönärillä vierekkäisiltä sivuilta, jotka pultataan pilarissa sijaitseviin sisäkierreankkureihin. (Heiska & Koskenvesa 2007, 37, 44.) Pyöreän pilarin ollessa kyseessä on käytettävä pantaa, joka kiertää pilarin ympäri vinotukien kohdalta (Betonielementtien käsittelyohjeet 2009).

Turvavaljaat voidaan kiinnittää pilarin nostolenkkeihin tai vaijerinostolenkkiin. Vaijerilenkkiä varten tulisi pilarissa olla nostoankkureita kerroksittain pilarin korkeudesta riippuen. On myös mahdollista kiertää vaijeri tai kettinki pilarin ympäri, johon valjaat voidaan kiinnittää. (Turvavaljaiden ja köysien käyttö elementtiasennuksessa n. d.) Tällöin tosin on hankalaa saada kiinnityspiste suositeltavaan n. 2 m:n korkeuteen.

### **5.2.6 Palkit**

Palkit nostetaan niiden päissä olevista nostolenkeistä nostoraksien avulla. Ketjut voidaan irrottaa vasta, kun elementti on asennettu ja tuettu ohjeiden mukaisesti. Irrottaminen tapahtuu samoilla periaatteilla kuin pilarin tapauksessa. Varsinkin yksipuolisten leukapalkkien tuentaan on kiinnitettävä erityistä huomiota, sillä esim. ontelolaatoilta tuleva toispuoleinen kuormitus voi aiheuttaa tukemattoman leukapalkin kiepahtamisen, jolloin vahingot ovat usein merkittävät. Elementti tuetaan pystytuilla, jotka asennetaan leuan juureen 20 - 50 cm:n etäisyydelle tukipisteistä. (Heiska & Koskenvesa 2007, 38, 44.) Palkin koosta riippuen sen yläpintaan voidaan asentaa pinta-asenteiden reunakaide, holkkiasenteinen kaide ja palkin kylkeen vesikatokaide. Turvavaljaat voi kiinnittää nostolenkkeihin.

### **5.2.7 Portaat**

Porraselementtien asennus vaatii aina elementtityypikohtaiset nostoraksit, jotta portaat voidaan nostaa ja asentaa paikalleen niiden lopullisessa asennossa. Raksien täytyy olla pituussäädeltävät, ja niiden koukut kiinnitetään joko elementissä oleviin



nostolenkkeihin tai sisäkierreankkureihin. Suorat porraselementit nostetaan neljästä nurkasta, ylempien nurkkien kohdalla nostoketjut on lyhennettävä oikean asennon aikaansaamiseksi. Kierre- ja L-portaat nostetaan valmistajan ohjeiden mukaisesti kolmesta tai neljästä nostopisteestä, myös suorien portaiden kohdalla on varmistettava valmistajan ohjeet nostosta. Portaiden kaiteet ja käsijohteet on asennettava paikalleen mahdollisimman pian, mieluiten jo ennen nostoa. (Heiska & Koskenvesa 2007, 41 - 42.)

Portaiden lepotasoille soveltuvat holvinreunakaide, pinta-asenteinen reunakaide ja holkkiasenteinen kaide, holvinreunakaide sopii myös porrasnousujen yhteyteen. (Turvakaideopas n. d., 6 - 8.)

### 5.2.8 Betoniin tehtävät kiinnitykset

Työmaalla joudutaan monesti tekemään omia kiinnityksiä betoniin. Esimerkiksi elementtitehtaan betonimies on saattanut unohtaa asentaa valuankkurit elementtiin väliaikaisia tukia varten tai elementtisuunnittelija ei ole suunnitellut elementtiin varauksia suojakaiteille. Tässä tapauksessa saadakse asennettua vaaditun tuen tai suojakaiteen paikalleen työmiehen on tehtävä riskialtis kiinnitys kovettuneeseen betoniin. Jotta kiinnitys olisi turvallinen, on työ tehtävä ohjeiden mukaisesti ja huolellisesti. On myös muistettava, että palkin tai ontelolaatan alapintaan tehtäviä kiinnityksiä tulee ehdottomasti välttää. Muuten kiinnityksiä voidaan tehdä melko vapaavalintaisiin paikkoihin. Työmaalla käytetään useita erimallisia kiinnikkeitä, mutta yleisimmät kiinnikkeet betonia varten ovat kuvion 13 mallinen HKD-lyönti- ja kuvion 14 mallinen HSA-kiila-ankkuri.



KUVIO 13. Lyöntiankkuri HKD  
(Hilti Oy)



KUVIO 14. Kiila-ankkuri HSA (Hilti Oy)

HKD-lyöntiankkurit valmistetaan hiiliteräksestä. Kuviossa 13 on esitetty perusmallin ankkuri, jossa on kaulus. Vaativissa olosuhteissa pysyvinä kiinnikkeinä tulee käyttää haponkestäviä teräslaatuja, joita ovat HKD-S(R) kauluksen kanssa ja HKD-E(R) ilman kaulusta. (HKD Lyöntiankkuri 2010, 1.) Kuviossa 14 on esitetty perusmallin mukainen HSA-kiila-ankkuri, joka valmistetaan hiiliteräksestä. HSA-R tarkoittaa haponkestävää ankkuria ja HSA-F kertoo ankkurin olevan kuumasinkittyä hiiliterästä. (HSA Kiila-ankkuri 2010, 1.)

### **HKD-lyöntiankkurin toimintaperiaate ja asennus**

Lyöntiankkuri koostuu kahdesta osasta, rungosta ja kiilasta. Nimensä mukaisesti ankkurin kiilautuminen betoniin tapahtuu lyömällä se esiporattuun reikään, jolloin kiila levenee puristuen reiän seinämiin. Rungon sisäkierteisiin voidaan asentaa vastaavan kokoinen pultti tai kierretanko. (HKD Lyöntiankkuri 2010, 1, 5.)

Lyöntiankkurin asennusvaiheita ovat poraus, reiän puhdistus, ankkurin painaminen reikään ja lyönti paikalleen. Ennen porausta on katsottava asennuspaikka, joka täyttää vaaditut reuna- ja keskiöetäisyydet. Lisäksi on varmistettava myös kiinnitysalustan riittävä paksuus. Esimerkiksi kokoluokkaa M16x65 oleva ankkuri, jossa M tarkoittaa ankkurin rungon sisäkierteityyppiä ja 16 ilmaisee ankkurin paksuutta ja 65 pituutta, on asennettava vähintään 230 mm:n etäisyydelle betonin reunasta ja vähintään 130 mm:n päähän toisesta ankkurista betonin paksuuden ollessa minimissään 130 mm. (HKD Lyöntiankkuri 2010, 5, 7.) Mikäli poranterä osuu betoniteräkseen, on porattava uusi reikä vähintään kolminkertaisen virheporaussyvyuden etäisyydelle entisestä. Kaksinkertaista vaadittua asennussyvyyttä pitemmälle ei kuitenkaan tarvitse mennä. Uusi reikä voidaan tehdä myös edellisen viereen, mutta silloin on porattava virheporauksen verran syvemmälle samalla varmistuen siitä, että syvälle asennettu ankkuri ei tule kärsimään taivutusrasitusta. (Jokela & Tanskanen 1991, 24.)

Esimerkkiankkuria varten tehtävä esiporausreikä on porattava 20 mm:n poranterällä vähintään 70 mm:n syvyyteen. Reiän puhdistus on syytä tehdä huolellisesti, mikä onnistuu parhaiten paineilmalla tai puhalluspumpulla. Ankkurin painamisen jälkeen

se on lyötävä oikealle syvyydelle, joka tehdään erityisellä lyöntituurnalla. Kullekin ankkuripaksuudelle on käytettävä sille tarkoitettua lyöntituurnaa. Ankkuriin kierrettävä M16 pultti on asennettava korkeintaan 60 Nm:n kiristysmomenttia käyttäen vähintään 16 mm:n, mutta enintään 30,5 mm:n syvyyteen. Pultin turvallinen kiristäminen on suoritettava momenttiavaimella. Kyseisellä pultilla kiinnitettävän kappa-  
leen asennusreiän halkaisija saa olla korkeintaan 18 mm. M16x65 lyöntiankkuri on myös riittävä turvalajaiden kiinnityksessä, jossa vaatimuksena on 15 kN:n suunnitelukuorman kesto. On tosin huomattava, että HKD Lyöntiankkuri -ohjeen taulukoissa ilmoitetut ankkurien kapasiteetit pitävät paikkansa vain, jos betoni on lujuusluokaltaan vähintään C20/25. (HKD Lyöntiankkuri 2010, 1 - 2, 5 - 6.) Lyöntiankkurin kiilautuminen betonia vasten on kuitenkin suhteellisen epäluotettava mekanismi. Jokela ja Tanskanen (1991, 53) suosittelivatkin vinotuen pään kiinnityksessä käytettävän varmuuden vuoksi kahta ankkuria. Myös turvalajaiden kiinnitys on varmistettava toisella ankkurilla.

On totta, että Tanskasen ja Jokelan mietteet ovat niinkin kaukaa, kuin vuodelta 1991. Heidän ohjeistuksensa virheporauksen jälkeisistä toimenpiteistä sekä kiila-  
ankkurikiinnityksen varmistamisesta toisella ankkurilla ovat siltikin mielestäni päteviä edelleen, sillä ei betonin tai kiila-ankkurin käyttäytyminen eri rasiutilanteissa ole muuttunut mihinkään vuodesta 1991. Lisäksi tekniikan tohtori Jokelan ja diplomi-insinööri Tanskasen raportti on Valtion teknillinen tutkimuskeskus VTT:n julkaisema, joten pidän teosta luotettavana.

### **HSA-kiila-ankkurin toimintaperiaate ja asennus**

Kiila-ankkuri koostuu pääasiassa kolmesta osasta, rungosta, mutterista ja kiilaholkista (HSA Kiila-ankkuri 2010, 3). Ankkurin kiinnittyminen saadaan aikaan kiertämällä yläpäästään kierteistetyn rungon mutteria, jolloin kiilaholkki levenee kartioksi muotoillun rungon alapään ansiosta ja näin ollen tarttuu esiporatun reiän betoniseinämiin. (Jokela & Tanskanen 1991, 33.)

Kiila-ankkurin asennusvaiheita ovat poraus, reiän puhdistus, ankkurin paikalleen naputtelu ja kiristys. Ennen porauspäättöä ohjeista on katsottava ankkurikohtaiset reuna- ja keskiöetäisyysvaatimukset sekä kiinnitysalustalta vaadittava minimipaksuus. Esimerkiksi M12 kiila-ankkuri, joka myös kestää 15 kN:n rasiutukset, on asennettava vähintään 90 mm:n etäisyydelle reunasta ja 75 mm:n päähän toisesta ankkurista. Betonirakenteen on oltava ainakin 140 mm syvä. (HSA Kiila-ankkuri 2010, 4 - 5.) Porausvirheen aiheuttamat toimintaperiaatteet ovat samat, kuin lyöntiankkurin tapauksessa.

Esiporausreikä kyseessä olevaa ankkuria varten on tehtävä 12 mm:n poranterällä vähintään 95 mm:n syvyyteen, jonka jälkeen syntynyt reikä on puhdistettava huolellisesti paineilmalla. Ankkuri asennetaan paikalleen kevyesti vasaralla naputtelemalla, jonka jälkeen kiinnitettävän kappaleen asennus tapahtuu kiertämällä ankkurin mutteri kiinni. M12 kiila-ankkurin mutteri on väännettävä momenttiavaimella mahdollisimman tarkasti kiristysmomenttiin 50 Nm. Kiinnitettävälle kappaleelle on omat vaatimuksensa, joita tässä tapauksessa ovat enimmäispaksuus 205 mm sekä reiän suurin sallittu halkaisija 14 mm. Myös HSA Kiila-ankkuri -ohjeen taulukkoarvot perustuvat olettamukseen betonin vähimmäislujuusluokasta, joka on C20/25. (Mts. 1, 4.)

### **Lyönti- ja kiila-ankkuri turvalajaiden kiinnityksessä**

Lyöntiankkuri ja siihen kierrettävä vaijerilenkki on yleinen turvalajaiden kiinnitystapa nykyään, mutta tässä työssä aiemmin mainittu VTT:n tutkimus selvästi kieltää kyseisen kiinnitystavan, koska siinä työturvallisuus on yhden toiminnaltaan epävarman lyöntiankkurin varassa. Tutkimuksen mukaan sellainen kiinnitys täytyy aina varmistaa toisella lyöntiankkurilla. Ongelmaa pohtiessani päädyin kehittelemään teräspalaa, joka yhdistää kaksi lyöntiankkuria yhdeksi kiinnityspisteeksi turvalajaita varten (ks. liite 2). Kahden kiinnikkeen käyttö yhdessä pisteessä voidaan välttää käyttämällä varmatoimisempaa kiila-ankkuria. Sen käytön pohtiminen turvalajaiden kiinnityksessä johti toisenlaisen teräspalan kehittelyyn (ks. liite 3), sillä kiila-ankkuriinhan ei voida kiertää mitään kiinni. Molempien palojen muoto on pyritty optimoimaan siten, että kiinnikkeisiin kohdistuisi mahdollisimman puhtaasti pelkkää vetorasitusta. Te-

räspalojen on myös tarkoitus olla yksinkertaisia toiminnaltaan ja helppoja asentaa sekä myös poistaa uutta käyttöä varten. Materiaalin laatuun tai palojen ulkoihin mittoihin en ole liiemmin ottanut kantaa, tarkemmat kestävyyslaskut ja tyyppihyväksynnän saaminen ovat turvalaitevalmistajan tehtävä.

### Quicklock-turvavaljasankkuri

Mikäli turvavaljaita varten joudutaan tekemään oma kiinnityspiste betoniin eikä haluta, että käytön jälkeen kiinnityselin jäisi lopullisesti rakenteeseen, kannattaa käyttää kuvion 15 mukaista Quicklock-turvavaljasankkuria. Se vaatii ainoastaan esiporausreiän, joten se on nopea asentaa, ja sitä voidaan käyttää uudelleen.



KUVIO 15. Quicklock-turvavaljasankkuri (Cresto AB)

Porauskohdan on oltava vähintään 155 mm:n päässä reunasta ja 188 mm:n etäisyydellä toisesta ankkurista. Vähintään 90 mm syvä reikä on tehtävä 16-18 mm:n poranterällä minimipaksuudeltaan 110 mm olevaan betoniin, jonka on kestettävä 23 N/mm<sup>2</sup>:n vetojännitys. Ankkuri asennetaan (ks. Quicklock-käyttöohjeet, 32 - 33) upottamalla se 80 mm:n syvyyteen, joka on varmistettava pitämällä asemanilmaisimen keskikohta betonin pinnassa. (Quicklock-käyttöohjeet, 31 - 33.)

## 5.3 Teräselementit

Teräselementit nostetaan elementtiin tehtaalla hitsatuista nostokorvakkeista, palkkitarraimilla, silmukkaruuveista tai nostotapin avulla (Teräselementtien käsittelyohjeet

2009). Ristikot ja profiilipellit nostetaan liinoilla, muuten niiden käyttöä tulee välttää. Rautaruukki Oyj:n valmistamia kantavia profiilipeltejä voidaan nostaa myös yhtiön valmistamalla nostoapuvälineellä, joka on nimenomaan tarkoitettu Ruukin profiilipeltien nostoon (Nostoapuvälineen käyttöohjekirja 2010, 1). Teräselementit kiinnitetään lopullisesti paikalleen heti asennuksen yhteydessä, jolloin väliaikainen tuenta jää yleensä pois. Poikkeuksen tekevät delta- ja WQ-palkit, jotka on tuettava kaatumista vastaan laataston asennuksen ajaksi, sekä hyvin korkeat pilarit, jotka on tuettava vinotuilla alapään pulttikiinnityksien lisäksi.

### 5.3.1 Teräslitokset

Työmaalla teräselementit kiinnitetään toisiinsa pultti- tai hitsauskiinnityksin liitosjärjestystä noudattaen. Pulttikiinnitysten teko on suhteellisen yksinkertainen ja selkeä työvaihe verrattuna hitsauskiinnitykseen, jonka onnistuminen työmaalla on epävarmempaa. Rakennesuunnittelijan tulisikin suosia konepajahitsauksia, jolloin työmaalla tehtävät kiinnitykset olisivat ainakin suurimmaksi osaksi pulttikiinnityksiä.

Ennen pulttikiinnityksen tekoa on varmistettava, että pultit, aluslevyt ja mutterit ovat piirustusten mukaisia, vahingoittumattomia ja puhtaita. Myös liitettävät osat tulee puhdistaa liasta ja varmistaa, etteivät ne ole vahingoittuneet. Mutterin kiinnipysyminen on varmistettava ohjeiden mukaisesti toisella mutterilla, lukkomutterilla tai lukkoaluslevyllä. Ohjeistuksen puuttuessa on mahdollista särkeä pultin kierteet heti mutterin ulkopuolelta. (Teräsrakenteiden suunnittelu ja mitoitus 2010, 174.)

Hitsausliitoksen valmisteluun kuuluvat liittyvien osien kohdistus ja tuenta, hitsaus-työn sääsuojaus ja hitsattavan pinnan puhdistus sekä kuivaus. Hitsaajalla tulee olla voimassaoleva vähintään C-luokan pätevyys, ainoastaan hyväksytyt hitsausmenetelmät ovat luvallisia ja hitsausohjeita tulee noudattaa tarkasti. (Mts. 175.)

### 5.3.2 Pilarit

Kuten betonipilarit, myös teräspilarit nostetaan pystyyn pääasiassa nostotapin avulla, joka pujotetaan pilarissa olevan reiän läpi. Lyhyet I-profiilit voidaan nostaa kiinnittämällä lukittava nostokoukku suoraan uumassa olevaan reikään. Päätylevylliseen I-profiiliin on mahdollista kiinnittää pulttikiinnityksellä levy, johon on hitsattu kiinni nostokorvake pystyyn nostoa varten. Nosto onnistuu myös palkkitaraimella pilarin uumasta. Lisäksi päätylevyllinen putkiprofiili voidaan nostaa pystyyn kierrettävästä nostosilmukasta, jota varten konepajalla on tehtävä M20-kierteinen reikä. Nostosilmukoita käytettäessä on materiaalin paksuus oltava vähintään 12 mm. Rekasta elementtivarastoon nosto tapahtuu pilarin kyljessä olevista nostokorvakkeista, -silmukoista tai palkkitaraimilla samalla pitäen huolen siitä, että nostoketjujen haarakulma ei ylitä 60 astetta. Nostopuomin käyttö on mahdollista. (Teräselementtien käsittelyohjeet 2009.)

Pilarien kyljissä on monesti rakennejärjestelmän suunnitellun toiminnan mahdollistamiseksi jo valmiiksi hitsattuja sisäkierrehylsyjä tms., joita voi hyödyntää turvalajaiden kiinnityspisteinä kiertämällä niihin nostovaijerilenkin tai silmukkaruuvien. Mikäli rakennejärjestelmähylsyjä ei ole tarpeeksi turvalajaita varten, voidaan pilariin suunnitella konepajan tehtäväksi sisäkierteellisiä reikiä. Samalla on kuitenkin muistettava, että reiät eivät saa aiheuttaa kestäättömiä rasituksia elementtiin. I-profiileissa laipat ovat usein rasitetuimpia osia, joten reiät tulisi suunnitella profiilin uumaan. Reikiä suunniteltaessa on otettava huomioon myös vaijerinostolenkin vaatima kiinnitysmateriaalin paksuus, joka Miettisen (2011) suosituksen mukaan turvalajaita varten on 5 mm. Sama pätee myös silmukkaruuveille. Työmaalla on muistettava kiertää lenkit tai ruuvit aina pohjaan saakka.

### 5.3.3 Palkit

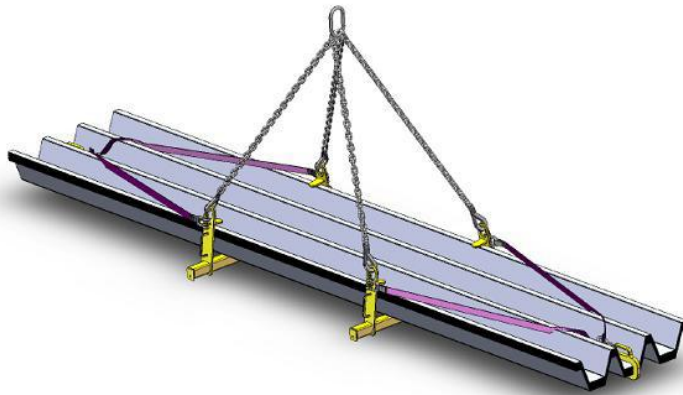
Teräselementtien käsittelyohjeen (2009) mukaisesti I- ja putkiprofiili- sekä WQ-palkkien nosto tapahtuu samalla tavalla, kuin pilarien nostot rekasta väliaikaiseen

varastoon. Delta-palkin nostossa hyödynnetään sen ylälaipassa olevia betonointireikiä. Niiden vierelle on suunniteltava ylimääräiset reiät, joihin nostokoukut voidaan kiinnittää. Mikäli tämä ei ole mahdollista, on nostoketjut vietävä delta-palkin kyljissä olevien reikien läpi. Ja kuten jo aiemmin on mainittu, leukapalkit on tuettava laaston asennuksen ajaksi.

Suojakaiteita on melko hankala kiinnittää teräselementteihin ilman ylimääräisiä osia tai yksinkertaisesti, profiilipalkkien ja yksileukaisten WQ- tai delta-palkkien kohdalla voidaan ajatella käytettävän holvinreunakaidetta. Turvavaljaita varten profiili- tai WQ-palkin ylälaippaan voidaan konepajalla hitsata teräslevy, jossa on sisäkierteellinen reikä vaijerinostolenkille tai silmukkaruuville. Levyn paksuus on oltava vähintään kierrettävän elimen kierreosan pituus. Delta-palkkien valu- ja nostokoukkureikiä kannattaa myös suoraan hyödyntää valmiina kiinnityspisteinä.

### 5.3.4 Profiilipellit

Ruukin kantavat profiilipellit kannattaa nostaa käyttämällä kuvion 16 mukaista nostoapuvälinettä, jolloin kattopeltien putoaminen noston aikana on tehokkaasti estetty. Kovalla tuulella kevyiden peltilevyjen käsittelyä tulee välttää.



KUVIO 16. Ruukin kantavien poimulevyjen nostoapuväline (Rautaruukki Oyj)



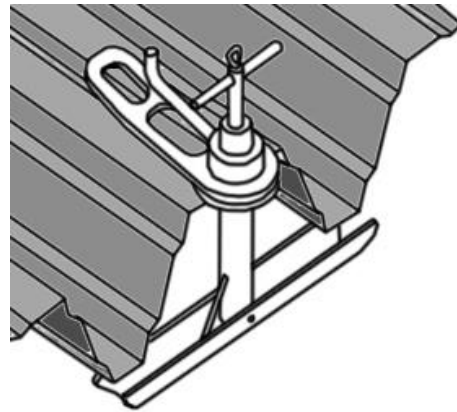
Nostinapuvälineen kantokyky on 1500 kg ja nostettavan peltinipun paksuus saa olla korkeintaan on 215 mm. Palkit, joilla pellit makaavat, tulee asettaa symmetrisesti nostettavaan taakkaan nähden siten, että palkkien väliseksi etäisyydeksi jää vähintään kolmasosa nostettavan pellin pituudesta. On myös pidettävä huoli, että palkkien reunojen yli tulevat päätylaput osoittavat alaspäin. Taakkaa sen poikittaissuunnassa pitelevät lattaosat siirretään pelteihin kiinni siten, että taakka on mahdollisimman keskellä palkkeja. Peltien pituussuuntaisen liukumisen estävät koukut sijoitetaan peltien päähän mahdollisimman keskelle. Lopulta palkki-latta-yhdistelmät ja koukut sidotaan keskenään kiinni liinoilla ja nostoapuväline on valmis nostoketjujen kiinnitystä varten. Ruukin nostoapuvälineen yhteydessä on nostoketjun pienin sallittu kaltevuuskulma pystysuoraan nähden 10 astetta, mikä on muistettava varsinkin nostopuomia käytettäessä. Suositeltavaa on tarkistaa myös nostettavien profiilien maksimipituudet, eri pituisten profiilien yhtäaikainen nosto ja taakan lasku vinolle alustalle sekä välineen käsittely, varastointi, kunnossapito, tarkastukset ja käyttörajoitukset (ks. Nostoapuvälineen käyttöohjekirja 2010, 12 - 14). (Mts. 4, 6 - 12.)

Muut profiilipellit nostetaan liinoilla suojakulmien kanssa, jotka ehkäisevät nostettavan pellin liukumista ja suojelevat sitä vaurioitumiselta (Teräselementtien käsittelyohjeet 2009). Nostopuomin käyttö vähentää liukumisvaaraa.

Kattopeltien päällä voi olla todella liukasta, joten putoamissuojauksenkin kannalta olisi hyvä käyttää Ruukin tuotteita. Yhtiö on kehittänyt heidän kantavia peltiprofiileja varten oman turvalasankkurin (ks. kuviot 17 ja 18).



KUVIO 17. Ruukin kantavien poimulevyjen turva-avaljasankkuri (Rautaruukki Oyj)



KUVIO 18. Turva-ankkurin periaatepiirros (Rautaruukki Oyj)

Ennen ankkurin käyttöä on siitä tarkistettava vuositarkastuksen päivämäärä, valjaan kiinnityslenkin ja U-teräksen vapaa pyöriminen akselinsa ympäri sekä sen palautuminen vaaka-asentoon irti päästettäessä, U-teräksen kierreosan puhtaus, kiristyskammen kevyt pyöriminen ja vaijerin sekä vaijerilukon eheys ja oikea sijainti. Kiinnitysalustana toimivien kantavien poimulevyjen tulee olla yhteensopivia, niiden täytyy olla kiinnitettyinä molemmista päistä kantaviin rakenteisiin, ja profiilin reunan ja ankkurin välissä on oltava vähintään kaksi aaltoa peltiä. (Ks. Käyttöohje, Turva-ankkuri 2010, 2 - 3.) Turva-ankkuri kiinnitetään poraamalla 50 mm:n reikä keskimäiseen laippaan niin, että profiilin päähän jää matkaa vähintään 1 m. Välineen vaijerista vetämällä U-teräs kääntyy pystyyn, jolloin ankkuri mahtuu tehdystä reiästä läpi. Vaijeria löysäämällä ja kääntökahvasta kääntämällä U-teräs asettuu poikittain levyn poimujen alapuolelle. Lopuksi kiristyskampea kiertämällä kiristetään turva-ankkuri tukevasti paikalleen. Tätäkin turva-avaljaskiinnityspistettä saa käyttää kerrallaan vain yksi työmies. Käytön rajoitukset, kunnossapito- ja säilytysohje sekä korjausohje tulee myös tarkistaa (ks. mts. 3, 6). (Käyttöohje, Turva-ankkuri 2010, 4 - 5.)

### **5.3.5 Ristikot**

Myös ristikot nostetaan liinoilla. Liinat asetetaan diagonaalisauvojen ja yläpaarteen liitoskohtaan siten, että noston aikana liinat eivät pääse liikkumaan. Ristikot on nostettava niiden painopisteen yläpuolelta, liinojen välinen suurin sallittu haarakulma on 60 astetta ja ne tulee suojata teräviltä kulmilta. Noston aikana ristikot eivät saa päästä kiepahtamaan, joten tarvittaessa korkea ristikko on sidottava nostopuomiin yläpaarteista. (Teräselementtien käsittelyohjeet 2009.)

## **6 TUTKIMUSKOHTEET JA -TULOKSET**

Kuten alussa mainittiin, opinnäytetyöprosessiin kuului määräyksien ja ohjeiden tutkimisen lisäksi myös tapahtuneiden työtaturmien tutkiminen sekä suunnittelijoiden, työnjohtajien ja -miesten haastattelut. Työn tuloksen, elementtiasennuksen perehdytysohjeen, kohdat perustuvat enimmäkseen luvussa 5 esitettyihin asioihin. Oman lisänsä ohjeeseen toivat myös osapuolien velvoitteiden, vaadittavien suunnitelmien ja työturvallisuustapauksien selvitys sekä haastattelut. Perehdytysohje on liitteessä 6.

### **6.1 Elementtityöturvallisuustapauksia**

#### **6.1.1 Läheltä piti -tilanteet**

Tilanteet A-H ovat peräisin Lujatalo Oy:n tietokannasta. Nämä tapaukset ovat ns. läheltä piti -tilanteita, joissa henkilövahinkoja ei päässyt syntymään.

### **Tapaus A**

Maanpaine-elementtiseinä kallistui helmikuussa 2011. Elementti oli tarkoitus tukea lopullisesti paikalleen valamalla kolmionurkkaus täyteen betonia valukorkeuden ollessa 2,7 m. Valun ajaksi elementin yläpää hitsattiin parilla teräspalaselällä muihin rakenteisiin ja elementin alapäästä noin puoli metriä oli valettu kiinni. Valettaessa elementin hitsauskiinnitykset pettivät, jolloin elementti kaatui puoli metriä ulospäin.

### **Tapaus B**

Elementti putosi syyskuussa 2010. Torninosturikuski oli nostamassa elementtiä elementtitelineeseen, kun sen nostolenkit pettivät ja elementti putosi osittain. Nosturin kuljettaja ehti siirtää elementin sivuun, jolloin henkilövahingoilta vältyttiin.

### **Tapaus C**

Elementtiasentaja tipahti kesken työn elokuussa 2010. Asentaja oli telineillä hitsaamassa teräspilarien yläpäitä kiinni tehdasvalmisteiseen kattokehikkoon kolmannen kerroksen terassilla. Alapää oli jo kiinnitetty kiila-ankkureilla. Kehikko ei ollut täysin vaakasuorassa, jolloin yksi pilareista jäi 10 mm:n päähän kehikon rungosta. Toinen asentajista löysensi pilarin alapään kiinnityksiä sen verran, että sai rautakangen mahdumaan pilarin alle ja alkoi kangeta pilaria vaaditut 10 mm ylöspäin. Tällöin täyteen betonia valettu pilari lähti kaatumaan repien alapään kiila-ankkurien mutterit jengoiltaan. Telineillä oleva asentaja yritti estää pilaria kaatumasta pitelemällä siitä kiinni siinä kuitenkaan onnistumatta, jolloin asentaja tuli telineiden mukana alas. Terassia kiertävät kaiteet lähtivät myös irti pilarin mukana, joten ne eivät pystyneet estämään telinettä kaatumasta.

### **Tapaus D**

Nostoapuväline irtosi ontelolaatasta kesäkuussa 2008. Ontelolaattaa paikalleen laskettaessa toisen pään nostosokset irtosivat ja elementti jäi varmistusketjun varaan. Elementti saatiin kuitenkin laskettua välittömästi paikalleen.

### **Tapaus E**

Delta-palkki tippui maaliskuussa 2008. Palkin noston loppuvaiheessa torninosturin nostomoottorin jarru petti, jolloin elementti tippui maahan.

### **Tapaus F**

Ulkoseinäelementti kallistui elokuussa 2007. Elementti oli asennettu lopullisesti paikalleen, minkä jälkeen väliaikaisia tukia alettiin purkaa. Pystysaumavalu murtui tuentaa purettaessa, jolloin elementti kallistui ulospäin n. 100 mm.

### **Tapaus G**

Ontelolaatta katkesi toukokuussa 2007. Ontelolaatassa ei havaittu mitään vikaa ja sen asennus sujui normaalisti, mutta noin puoli tuntia asennuksen jälkeen ontelolaatta katkesi ja tippui noin metrin matkan tuulettuvaan alapohjaan.

### **Tapaus H**

Vakava putoamisvaara syntyi lokakuussa 2006. Elementtiasentaja oli asentamassa ontelolaattaa neljännen kerroksen seinien varaan. Laatta oli laskettu seinien päälle, ja asentaja alkoi nousta nojatikkailla laatan sivulta sen toiseen päähän. Torninosturin ketjut olivat kiinni elementissä. Asentaja oli nousuvaiheessa puoli vartaloa elementin yläpuolella, kun toinen asentaja alkoi siirtää laattaa asennuskangilla, jolloin laatta lähti liikkumaan vieden tikkailla olevan asentajan mukanaan. Asentaja roikkui ilmassa käyden lenkin rakennuksen ulkoseinälinjan ulkopuolella neljännen kerroksen korkeudella nostoketjusta kiinni pitäen ja samalla kyynärpäillä ontelolaatasta tukea ottaen. Nosturinkuljettaja reagoi heti vetämällä sisään puomin vaunua, josta nostoköydet riippuvat, ja toinen asentaja sieppasi putoamisvaarassa olleen asentajan takaisin holville.

## 6.1.2 Kuolemaan johtaneet tapaukset

### Tapaus I

Neljä ontelolaattaa putosi vuonna 2003. Elementin alle jäi kirvesmies, joka menehtyi välittömästi. Ontelolaatat oli asennettu toisesta päästään aikaisemmin asennettujen väliseinäelementtien ja toisesta hissikuiluelementtien päälle sekä yksi laatta oli asennettu toisesta päästään sisäkuorielementin varaan. Sisäkuori oli asennettu samana päivänä aamulla metallisten asennuspalojen varaan. Sekä väliseinien että sisäkuoren alapää oli saumavalettu niiden asennuksien yhteydessä. Koska seuraava ontelolaattakuorma oli myöhässä, työsuunnitelmasta oli poikettu ja asennusjärjestystä muutettu nostamalla kaksi pakettia hormielementtiä myöhemmin pudonneiden ontelolaattojen päälle. Noin 20 minuuttia laattojen asennuksen jälkeen yksi väliseinäelementti murtui yläreunastaan ja rikkoutui osittain, toinen kallistui ja sisäkuorielementti putosi maahan, jolloin ontelolaatat putosivat holville hormielementit mukanaan. (Ontelolaattojen alla mittaustyötä tehnyt kirvesmies jäi elementtien alle niiden pudottua alas holville, 2006.)

### Tapaus J

Väliseinäelementti kaatui vuonna 2001. Elementin alle jäi rakennusmies, joka menehtyi välittömästi. Rakennusmiehen aikeena oli asentaa höyrynsulku ja sisäverhouslevyt ulkoseinään. Tätä varten hänen täytyi irrottaa parvekkeen väliseinäelementin väliaikainen tuki, sillä se oli asennustyön tiellä. Tuen purkamisen mies aloitti irrottamalla yläpään pultin, jolloin saumavalamaton elementti kaatui miehen päälle. (Rakennusmies jäi väliseinäelementin alle, 2004.)

## 6.2 Sattuneiden työtapaturmien syyt

### **Tapaus A, maanpaine-elementtiseinän kallistuminen**

Seinän työnaikaista tukemista ei ollut ohjeistettu millään tavalla, joten työmaa joutui tekemään tukemISRatkaisun itse. Teräspalojen hitsauskiinnitykset eivät kestäneet betonin valun aiheuttamaa painetta elementtiin.

### **Tapaus B, elementin putoaminen**

Elementin valmistaja oli käyttänyt nostolenkinä suoraa harjaterästä ja se oli asennettu väärin.

### **Tapaus C, elementtiasentajan tipahtaminen**

Täyteen betonia valetun teräspilarin paino oli n. 200 kg ja pituus 2,5 m, joten vähäinkin pilarin kallistuminen riittää sen kaatumiseen eikä sitä voida estää käsivoimin. Kevyt alumiiniteline kaatuu helposti mukana, eikä sitä välttämättä heti huomaa.

### **Tapaus D, nostoapuvälineen irtoaminen**

Elementin asentaja ei kiinnittänyt nostosaksia ontelolaattaan tarpeeksi huolellisesti, mutta varmistusketjun asentaja kuitenkin kiinnitti oikein.

### **Tapaus E, delta-palkin tippuminen**

Torninosturin nostomoottorin jarrupalat olivat kuluneet liikaa.

### **Tapaus F, ulkoseinäelementin kallistuminen**

Pystysaumavalu oli jäänyt vajaaksi ja sen takia valu ei riittänyt elementin jäykistykseen ja pystyssä pitämiseen.

### **Tapaus G, ontelolaatan katkeaminen**

Elementtitehtaalla ontelolaatan varastointi oli tehty virheellisesti. Varastoinnin aikana elementtiin oli tullut sitä heikentäviä suunnittelemattomia rasituksia, lisäksi laatasta oli valmistusvirhe.

### **Tapaus H, vakavan putoamisvaaran syntyminen**

Toisen asentajan alkaessa siirtää ontelolaattaa asennuskangilla torninosturin nostoketjut olivat vielä osittain jännittyneessä tilassa ja puomin vaunu oli nostokohdan ulkopuolella, jolloin laatta lähti helposti liikkumaan.

### **Tapaus I, ontelolaattojen putoaminen**

Onnettomuuden jälkeisessä tutkinnassa oli huomattu, että maahan pudonnut sisäkuorielementti oli siirtynyt sivusuunnassa, minkä mahdollisti kuoren asennus pelkikkeen asennuspalojen varaan. Väliseinäelementin yläreunan epätasaisuus, ontelolaatan asennuspalojen epäkeskeisyys, pieni tukipinta ja hormielementeistä koitunut ylimääräinen kuorma aiheuttivat seinälle liian isoja rasituksia, jolloin sen yläreuna lohkesi. Sen jälkeen laatat lähtivät liukumaan vinoa murtopintaa pitkin aiheuttaen seinälle kaatavaa voimaa, jolloin sen vinotuki irtosi ja seinä katkesi. Tuki oli kiinnitetty väärään vemoon, kyseessä olevan vemon tarkoituksena oli vain tukea elementin sähkökaapelien suojaputkia valun aikana. Työmaalla ei ollut käytettävissä kuorielementin asennusohjeita, elementtitehdas ei ollut toimittanut omia ohjeita väliseinän asentamisesta eikä rakennesuunnittelija ollut ohjeistanut ontelolaatatason työnaikaista kuormitusta. Työmaalla olleen normaalin käytännön mukaan saumaamattoman, mutta kuitenkin kuormittamattoman ontelolaatatason alapuolella saattoi työskennellä. (Ontelolaattojen alla mittauksia tehnyt kirvesmies jäi elementtien alle niiden pudottua alas holville, 2006.)

### **Tapaus J, väliseinäelementin kaatuminen**

Elementtien tukitankojen purkamisen sai tehdä vain vastaavan mestarin luvalla, jota rakennusmiehellä ei ollut kaatuneen seinän tapauksessa. Seinää ei myöskään ollut vielä saumavalettu, mitä asentaja ei tosin tiennyt. Hän myös ryhtyi poistamaan vino-



tukea irrottamalla yläpään pultin ensin, mikä on vastoin annettuja ohjeita. Jos rakennusmies olisi ensimmäiseksi alkanut vapauttaa vinotuen säätölukitusta hänelle annetun ohjeistuksen mukaisesti, olisi mies todennäköisesti huomannut ajoissa, että elementti liikkuu tuen mukana ja että lukitus ei vapaudu. Parvekkeelle asennettu väliseinäelementti oli myös tuettu ainoastaan yhdellä vinotuella johtuen siitä, että kyseisen parvekerakenteen jäykkyyteen vaikuttavat tekijät eivät sallineet seinän tukemista parvekkeen lattiaan. Tällöin elementti jouduttiin tukemaan puuseinärakenteen läpi huoneiston puoleiseen ontelolaattaan. Jos tämä poikkeus olisi otettu huomioon rakennesuunnitelmissa ja elementtien asennussuunnitelmassa mahdollistamalla seinäelementin tukemisen parvekelaattaan määräysten mukaisesti kahdella vinotuella, ei rakennusmiehen olisi tarvinnut irrottaa yhtään tukea höyrynsulun ja rakennuslevyjen asennuksen tieltä. (Rakennusmies jäi väliseinäelementin alle, 2004.)

### 6.3 Suunnittelu

Elementtisuunnitteluhaastattelut tehtiin ajalla 12. - 20.4.2011 kolmessa eri suunnittelutoimistossa Jyväskylässä, jokaisesta tehtiin yksi haastattelu. Ennen haastattelua haastateltavaa pyydettiin vastaamaan kysymyksiin mahdollisimman laajasti ja perustellen, ja lopuksi kysyttiin muita mieleen tulevia asioita turvallisuuteen liittyen elementtisuunnittelussa. Haastattelukysymykset ovat liitteessä 4.

Jokaisella haastateltavalla oli runsaasti kokemusta rakenne- sekä elementtisuunnittelusta, tosin yhden suunnittelijan elementtisuunnittelutyö oli ollut hyvin vähäistä määrällisesti viimeisen 10 vuoden aikana. Siitä huolimatta otan hänen vastauksensa huomioon, koska eräässä työmaahaastattelussa tuli esille se, että haastatellun suunnittelijan edustaman suunnittelutoimiston piirustukset olivat puutteellisia työturvallisuuden kannalta; niissä ei ollut otettu mitenkään kantaa suojakaiteiden tai turvaväljaiden kiinnityksiin. Näin ollen tämän vuosiin elementtejä suunnittele mattoman vastaukset antanevat osviittaa sen toimiston, ja varmasti monen muunkin, elementti-

suunnittelun tilasta työturvallisuuden huomioon ottamisessa. Vastauksissaan hän oli selkeä ja varman oloinen.

## 6.4 Turvallisuuden toteutuminen suunnittelussa

Kahden suunnittelijan mukaan lakisääteinen velvollisuus turvallisuusasioiden huomioon ottamisessa näkyy heidän työssään siinä, että he suunnittelevat elementteihin turvalliset nostokohdat ja varaukset suojakaiteille. Yksi heistä toi esille myös turvaväljälle suunniteltavat varaukset ja rakennesuunnittelun siten, että elementtiä ei tarvitsisi asentaa henkilönostimen varassa ulkopuolelta. Toinen kertoi SKOL:n (Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen liitto) tekemästä elementtien käsittelyohjeista, joita hän käyttää suunnitellessaan turvallista nostoa ja suojakaiteiden käyttöä elementeissä. Hän tosin mainitsi, että useasti pääurakoitsijan antamat ehdotukset ovat parempia, kuin SKOL:n ohjeet. Yksi haastateltava, joka nykyisin on suunnitellut elementtejä hyvin vähän, ei ollut koskaan suunnitellut elementteihin putoamissuojaukseen liittyviä osia. Asennusaikaisen tuennan hän kyllä ohjeistaa aina.

Yhdessä toimistossa suunnittelupalaverin aikana käsitellään turvallisuusasiat aina. Kyseisen toimiston edustaja vastasi myös, että mikäli niistä ei ole mainintaa asiakirjoissa, ne selvitetään ja kirjataan. Toinen suunnittelija kertoi, että heillä julkisen puolen urakoissa käsitellään harvoin turvallisuusasioita suunnittelupalaverin aikana, sillä silloin pääurakoitsija ei usein ole mukana palaverissa. Suunnittelijan mukaan siinä vaiheessa suunnittelu on vielä sen verran karkeaa, että turvallisuusasioita ei mietitä eivätkä ne esim. arkkitehtiä tai LVI- ja sähkösuunnittelijaa kosketa. Sen sijaan palaverissa, jossa pääurakoitsija on mukana, turvallisuusasiat käydään läpi tarkkaan. Kolmaskin suunnittelija oli samoilla linjoilla. Mikäli urakoitsija ei ole palaverissa mukana, turvallisuusasioiden pohtiminen jää pelkästään suunnittelijan varaan. Mutta vaikka urakoitsija onkin joskus ollut mukana palavereissa, ei keskusteluissa ole käyty läpi putoamissuojauksen huomioon ottamista suunnittelussa vaan ainoastaan itse asentamiseen liittyviä seikkoja.

Kukaan suunnittelijoista ei ollut koskaan saanut rakennuttajalta tai turvallisuuskoordinaattorilta ohjeistusta turvallisuuden huomioon ottamisesta. Kahden suunnittelijan kohdalla ohjeistusta oli saatu pääurakoitsijalta putoamissuojauksen järjestämisessä. Yksi heistä mainitsi, että rakennuttaja usein siirtää vastuun suunnittelijalle sopimukseen sisältyvällä viittauksella, jossa veloitetaan suunnittelijaa ottamaan huomioon turvallisuusmääräykset ja -asetukset. Kolmas suunnittelija kertoi, että jos hän huomaa vaikean kohdan suunnittelussa elementin asentamisen kannalta, hän ottaa yhteyttä urakoitsijaan ja kysyy sen mielipidettä. Varsinaiseen putoamissuojauksen suunnitteluun hän ei ole saanut ohjeistusta keneltäkään eikä siten ollen mietikään sitä.

Kaksi suunnittelijaa kertoi pääurakoitsijoilta saamien ohjeiden ja vaatimusten olevan päteviä ja riittäviä, tosin he miettivät aina itse lopullisen ratkaisun työturvallisuuden takaamiseksi. Kolmas suunnittelija ei ollut tyytyväinen ohjeistuksen tasoon tai määrään, sillä hän joutuu aina itse selvittämään ne.

Kaikki suunnittelijat suunnittelevat ohjeistuksen puuttuessa itse turvallisuutta parantavia osia elementteihin. Tosin yksi tarkoitti näillä osilla lähinnä rakenteen kokonaisstabiliteetin turvaamista, muut kertoivat suunnittelevansa myös putoamissuojausta ja turvallista nostoa edistäviä osia elementteihin.

Ainoastaan yksi suunnittelija kertoi saaneensa turvallisuuskoulutusta, ja sekin tapahtui vain kerran pari vuotta sitten. Tällöin urakoitsija kertoi suunnittelijalle sen näkemyksiä työturvallisuusasioista.

Yksikään suunnittelija ei ollut kuullut, että jokin taho olisi järjestänyt työturvallisuuden liittyviä suunnittelijakokouksia. Yhdessä suunnittelutoimistossa turvallisuusratkaisut ohjeistetaan konsernitasolla ja niitä käydään viikkopalavereissa läpi. Ohjeet laitetaan yhtiön sisäiseen verkkoon asianosaisille.

Jokainen suunnittelija oli sitä mieltä, että turvallisuusasiat kuuluvat myös suunnittelijalle, mutta pääasiassa kuitenkin urakoitsijalle. Yksi suunnittelija tähdensi, että työturvallisuuden suunnittelu ei kuulu suunnittelijan tehtävälisiin, joten se ei myöskään näy suunnittelupalkkiossa. Lain mukana tulleesta lisätyöstä ei makseta.

Yksi suunnittelija lisäsi vielä, että sallittujen mittapoikkeamien, toleranssien, on otettava huomioon ja tarkasti määritelty. Mikäli niitä ei ole tai ne eivät pidä paikkaansa, työmaalla joudutaan tekemään ratkaisuja, jotka ovat lähes aina huonoja. Jos elementit saadaan menemään kerralla kohdalleen, on asennus huomattavasti turvallisempaa työmiesten kannalta.

## **6.5 Asennus**

Työmaahaastattelut tehtiin ajalla 1. - 9.3.2011 kolmella Lujatalon työmaalla Jyväskylässä, joista yhdessä aliurakoitsija vastasi elementtiasennuksesta. Haastateltavina oli neljä työnjohtajaa ja kuusi työmiestä, haastattelukysymykset oli eritelty erikseen haastateltavan aseman mukaan. Ennen jokaista haastattelua haastateltavia pyydettiin vastaamaan kysymyksiin mahdollisimman laajasti ja perustellen, ja lopuksi kysyttiin muita mieleen tulevia asioita turvallisuuteen liittyen. Haastattelukysymykset ovat liitteessä 5.

## **6.6 Turvallisuuden toteutuminen käytännössä**

### **6.6.1 Työnjohtajien vastaukset**

Työnjohtajien mukaan kaikilla työmailla elementtiasennukseen ja sen turvallisuuteen liittyvät suunnitelmat oli tehty, ne löytyivät työmaalta ja elementtiasennussuunnitelmista löytyivät tarvittavat allekirjoitukset. Suunnitelmat olivat heidän mielestään pääasiassa asiansa ajavia eikä niissä myöskään ollut paljoa kehitettävää. Ensimmäi-

sen työmaan työnjohtaja kertoi, että putoamissuojaussuunnitelmassa ei ollut ohjeistettu turvalajaiden kiinnityksiä, joten ne tehtiin työmaalla tilanteen mukaisiin paikkoihin. Työmaakiinnitysten teko tosin johtui siitä, että elementeissä ei ollut paikkoja valjaille eikä valjaiden kiinnittämisestä siten ollut ohjeistusta saatavilla. Samainen vastaava työnjohtaja lomitti varsinaista johtajaa, joten hän ei osannut vastata varmuudella henkilönostotyösuunnitelman olemassaolosta eikä työmaalla tehdyistä vaikeista nostoista. Hänellä ei myöskään ollut paljoa kokemusta elementtiasennuksista. Toisella työmaalla ei henkilönostoja tarvinnut tehdä. Samaisen työmaan johtaja vastasi, että suunnitelmissa kehitettävää olisi lähinnä niiden noudattaminen. Varsinkin aliurakoitsijoiden valvominen henkilökohtaisen suojaruustuksen käyttämisestä on hankalaa. Kyseisen työmaan aliurakoitsija toivoi, että rakennesuunnittelija antaisi aina erityisohjeet erikoisratkaisuksista.

Elementtisuunnittelijat olivat hyvin ottaneet huomioon turvallisuustekijät elementeissään kahdella työmaalla, yhdellä työmaalla niitä ei ollut otettu huomioon lainkaan. Kyseisen työmaan elementeissä ei ollut suojakaide- eikä turvalajavarauksia, turvalajaat jouduttiin kiinnittämään omiin kiinnityksiin. Delta-palkeissa oli kuitenkin paikat nostokoukuille.

Elementtien asennukset olivat menneet suunnitelmien mukaan, tosin yhdellä työmaalla oli haastatteluhetkellä vasta toinen asennusviikko menossa. Toisella työmaalla oli tullut muutoksia suunnitelmaan ja niistä oli oltu yhteydessä rakennesuunnittelijaan, jolloin työt jatkuivat päivitetyn suunnitelman mukaan.

A-tikkaita oli käytetty ainakin yhdellä työmaalla, jonka työnjohtajan mukaan muiden vaihtoehtojen käyttö olisi hankala toteuttaa käytännössä. Vastaavan mestarin sijainen ei osannut sanoa, että oliko hänen työmaallaan käytetty A-tikkaita. Hän ehdotti niiden sijaan holvilla käytettäväksi kevyttä, siirreltävää alumiinitelinettä. Elementtiasennusaliurakoitsija oli sitä mieltä, että työpukki on A-telinettä parempi. Hänen mielestään myös luistonestolla varustetut nojatikkaat ovat kätevät nostokoukkujen irrottamiseen elementistä, ettei telineitä tarvitsisi raahata joka paikkaan. Samaisen

työmaan vastaavan mestarin mielestä elementtitikkaat, joissa on elementtiin tarttuvat koukut yläpäässä, ovat hyviä nostokoukkujen irrottamiseen.

Millään työmaalla ei ollut tarvinnut kääntää korkeita seinäelementtejä, mutta kahdella työnjohtajalla oli aikaisempaa kokemusta niistä. Yhdelle edellä mainittuja työvaiheita on tullut eteen niin harvoin, että hänelle ei ole tullut tarvetta pohtia kahden nosturin ja taittopyörän käytölle parempaa ratkaisua. Kokeneempikaan ei osannut sanoa selkeästi parempaa tapaa kääntää korkea seinäelementti, mutta toi esille kuitenkin kahdella vinssillä varustetun nosturin, jolloin yhdelläkin nosturilla pärjäisi. Kumpikaan ei tuonut esille parannusehdotusta kierreportaikun nostamiselle, jolloin nostoketjujen mittaaminen elementin ollessa maassa on ainut käytännöllinen tapa. Muilla työnjohtajilla ei ollut kokemusta myöskään kierreportaikun asentamisesta.

Lisäksi kaksi työnjohtajaa korosti turvalajaiden käyttöä ja sen valvomista. Toinen heistä painotti myös, että elementin nostoreitin alapuolella ei saa olla missään tilanteessa. Eräs työnjohtaja toi esille turvalajaan tarraimen liittyvän ongelman; hänen mukaansa tarrain voi ottaa kiinni väärässä tilanteessa. Tällöin voi syntyä vaaratilanne, jossa asentaja ei valjasköyden jumiutumisen vuoksi pääse elementin reitiltä pois, eikä nosturin kuljettaja välttämättä näe kyseistä tilannetta.

### **6.6.2 Työmiesten vastaukset**

Lähes kaikki vastasivat, että he kokevat elementin asentamisen turvallisena työvaiheena. Yhden työmiehen kertoman mukaan siinä on puutteita. Hänen mukaansa kaiteiden asennus holville on vaarallista ja läpiviennit pitäisi peittää heti, myös toinen työmies kertoi holvikaiteiden puuttumisen olevan riski. Eräs työmies ilmoitti turvattomuuden tunteen aiheuttajaksi nostolenkkien peittämismahdollisuuden. Neljä työmiestä lisäsi, että elementtien asennus on turvallista, kunhan se tehdään asetusten ja määräysten mukaan. Turvallisuutta luovat turvalajaat, kunnossapidetyt ja tarkastetut nostoapuvälineet, turvakengät varvassuojineen, asennussuunnitelman noudattaminen sekä tuttu asennusporukka, jonka kanssa työskentely on sujuvaa.

Neljälle työmiehelle ei tullut mieleen parannusehdotuksia. He kertoivat myös, että asennustyövaiheessa tulee aina jotain kehitettävää mieleen, mutta eivät haastatteluhetkellä kuitenkaan muistaneet ideoitaan. Muut halusivat enemmän turvavaljaiden kiinnityspisteitä tai työmiehen mukana liikkuvan kiinnityspisteen, elementteihin valmiit paikat suojakaiteita varten ja paremmat suojalasit. Suojalasit naarmuuntuvat herkästi käytössä, varsinkin betonia poratessa tai piikatessa.

Turvavaljaiden käytössä ja asentamisessa olisi neljän työmiehen mukaan kehitettävää. Ne on hankala pukea päälle ainakin ensimmäisellä kerralla ja joissakin malleissa ei ole taskuja työvälaineille. Turvavaljasköysi sotkeentuu aina vino- ja pystytukiin, joten kiinnityspisteitä pitäisi olla useampia. Ongelma korostuu varsinkin niissä turvavaljasmalleissa, joissa on käytössä pitkä, kelautumaton köysi.

Ainoastaan yksi työmies oli saanut erilliskoulutusta betoniin tehtävien kiinnitysten tekoon. Erään kuolemaan johtaneen työtapaturman jälkeen kiinnikkeiden valmistaja tuli työmaalle antamaan koulutusta heidän kiinnikkeidensä oikeaoppiseen asentukseen.

Puolet työmiehistä vastasi, että sääsuojauksen asentaminen tai poistaminen ei vaikuta työturvallisuuteen. Muiden vastauksista ilmeni, että roskeen viemättä jääneisiin muoveihin on helppo liukastua talvella. Yksi työmies toi esille tilanteen, jossa sääsuojauksen poistaminen vaatii nojatikkailta työskentelyä; joskus vinotuet estävät telineiden käytön eikä niitä saa poistaa, joten ainoaksi vaihtoehdoksi jää silloin nojatikkailta käsin sääsuojauksen poistaminen.

Jokainen työmies oli sitä mieltä, että torninosturin kanssa työskentely on huomattavasti turvallisempaa kuin ajoneuvonosturin kanssa. Torninosturin kuljettaja näkee koko ajan kameralaitteiston välityksellä elementin sijainnin, jolloin välimiestä radion kanssa ei tarvita ohjaamaan elementti lopulliselle paikalleen. Yksi työmies muistutti, että ylimääräinen liike on aina vaaratekijä. Tuulisella säällä torninosturinkuljettaja ehtii nopeammin reagoimaan elementin liikkeisiin. Toinen työmies toi esille elemen-

tin "pomppimisongelman" käytettäessä ajoneuvonosturia. Siirtäkseen elementtiä pituussuunnassa kuljettajan täytyy pidentää tai lyhentää puomia, jolloin elementti liikkuu myös ylös tai alas. Samankaltainen ongelma on myös sivuittaissiirrossa käytettäessä ajoneuvonosturia. Eräs työmies kertoi, että ajoneuvonosturi työskentelee joskus heikolla alustalla, jolloin se voi vajota kesken noston.

Lisäksi yksi työmies kertoi vielä, että joskus riippuu torninosturinkuljettajasta noudatetaanko tuulirajoja vai ei. Toinen työmies oli joskus nähnyt varmistussokattomia vinotukia tai niiden tilalla oli käytetty nauvoja tms.

## **7 POHDINTA**

### **7.1 Haastatteluiden analysointi**

Haastattelut olivat pääasiassa onnistuneita. Kuten jo aikaisemmin on mainittu, yhdellä suunnittelijalla ei ollut viime käden tietoa elementtien suunnittelusta. Silti hänen vastauksensa heijastanevat joidenkin suunnittelutoimistojen nykytasosta hieman jälkeen jäänyttä turvallisuussuunnittelua. Muilla suunnittelijoilla sitä vastoin oli paljon viime käden tietoa elementtisuunnittelusta. Kahden työmaan haastateltavat työnjohtajat olivat varsinaisten mestarien sijaisia eikä heillä ollut pahemmin kokemusta elementtiasennuksen johtamisesta, joten osa haastatteluista olisi pitänyt ajoittaa paremmin. Siitä huolimatta he pystyivät vastaamaan lähes kaikkiin kysymyksiin, ja kuitenkin muilla haastatelluilla työnjohtajilla oli runsaasti kokemusta elementtiasennuksista. Samalla kahdella työmaalla työntekijöille suunnattu tiedustelu parannusehdotuksista jäi suurimmaksi osaksi vaille vastauksia, koska elementit oli jo asennettu aikaa sitten. Senkin takia haastattelut olisi pitänyt tehdä aikaisemmin, sillä asennuksen aikana työmiehille tulee mieleen ideoita asennustyön turvallisuuden parantamiseksi. Tosin opinnäytetyön etenemisen ja aikataulullisten seikkojen vuoksi haastattelut täytyi tehdä suurin piirtein mainittuina ajankohtina. Tärkeintä haastatte-



lujen kannalta oli kuitenkin se, että kaikilla työmiehillä oli paljon kokemusta elementtien asentamisesta ja mielenkiintoa vastata kysymyksiin.

## **7.2 Osapuolien vaikutusmahdollisuudet turvalliseen asennukseen ja niiden kehittäminen**

### **7.2.1 Rakennuttaja**

Rakennuttajan tehdessä päätöksiä rakennuskohteen aikaansaamiseksi tulisi hänen pitää mielessä alusta lähtien, kuinka päätetyt ratkaisut vaikuttavat elementtiasentajan työturvallisuuteen. Rakennuttajalla, tai turvallisuuskoordinaattorilla, tulee olla motivaatiota panostaa turvallisuusasiakirjan laadintaan. Sitä ei välttämättä rakennuttajalla kuitenkaan ole, mikäli toiminnasta ei palkita tai rangaista. Nykytilanne täytyisi korjata kehittämällä järjestelmä, joka vaikuttaisi suoraan rakennuttajan talouteen ja maineeseen työturvallisuuden huomioimisasteen perusteella. Putoamisvaarallisten paikkojen lisäksi rakennuttajan on syytä miettiä myös, keillä urakka- ja suunnittelutarjouskilpailuun osallistuvista pääurakoitsijoista ja suunnittelijoista on maine työturvallisuuteen panostavina firmoina. Näin varsinkin silloin, kun rakennuttaja siirtää vastuun kokonaan suunnittelijoille. Yhdessä suunnittelijahaastattelussa tuli ilmi, että tällainen toimintatapa on varsin yleistä.

### **7.2.2 Suunnittelija**

Suunnittelija on se, joka työllään vaikuttaa eniten siihen, kuinka turvallisesti elementin asennuksen voi tehdä. Mutta hän ei kykene tekemään parasta mahdollista suunnitelmaa ilman pääurakoitsijan apua, kuten suunnittelijoiden haastatteluista voidaan todeta. Yksi suunnittelija oli sitä mieltä, että ison mittakaavan suunnittelussa varsinkin ns. tavallisissa kohteissa ei tarvitse vielä huomioida turvallisuusseikkoja. Mutta mielestäni ne on kuitenkin hyvä aina käydä läpi, jolloin siitä muodostuu normaali

toimintatapa eikä mitään jää huomaamatta. Pääurakoitsijan tulee olla alusta asti mukana suunnittelussa, jolloin hän kertoo toteuttamiskelpoiset käytännön ratkaisut elementtien asentamisesta ja sen turvallisuuden toteutumisesta. Muutoin turvallisuuden suunnittelu ei välttämättä vastaa todellisuutta, pahimmassa tapauksessa esim. putoamissuojausta ei suunnitella lainkaan. Nykyään kuitenkin osa suunnittelijoista selvittää asian itse, mikäli urakoitsijalta ei saada ohjeistusta.

Vaativien kohteiden ja rakenteiden yksityiskohtien suunnittelu edellyttää suunnittelijalta kokemuksen tuomaa asiantuntemusta. Nostokohtien, väliaikaistuennan tukipisteiden sekä muiden elementtien asennukseen ja kiinnitykseen tarkoitettujen osien käyttöehdot on aina tarkistettava oppaista tai valmistajan ohjeista, toleransseja unohtamatta. Valmiit varaukset suojakaiteille ja varsinkin turvavaljaiden kiinnityspisteille lisäävät huomattavasti asennusaikaista työturvallisuutta, ja betonielementtien lisäksi myös teräselementtien nosto on syytä suunnitella nostoketjujen ja –koukkujen avulla tehtäväksi. Elementtirakentamisen kohdalla onnettomuudella on yleensä vakavat seuraukset, kuten sattuneet työtapaturmat osoittavat. Ontelolaattojen työnaikainen kuormitus täytyy ohjeistaa aina, yhden väliaikaisen tuen käytön suunnittelua tulisi välttää ja rakenteen kokonaisstabiilitetti täytyy aina miettiä tarkoin, jota työmaalla ei yleensä ole edellytyksiä ratkaista. Ja vaikka ontelolaatan suunniteltu tukipinta olisi juuri vaaditun suuruinen, kannattaa vakavasti harkita sen pidentämistä. Suunnittelijan tulee miettiä kokoajan omaa työtä tehdessään, että kuinka hänen suunnitelmansa voidaan toteuttaa turvallisesti työmaalla eikä vaaranpaikkoja pääsisi syntymään.

Jokainen suunnittelija oli sitä mieltä, että työmiehen turvallisuus on osaksi heidän vastuullaan. Tällainen asenne on välttämätöntä, jotta turvallisuutta edistävä suunnittelu olisi mahdollista. Vastuullisesta toiminnasta tulisi myös saada tunnustusta, johon liittyvän epäkohdan yksi suunnittelija toikin esille: uuden asetuksen tuomasta lisätyöstä ei makseta palkkaa eikä sitä ole merkitty suunnittelijan tehtäväluetteloon. Niin kauan, kuin turvallisuuden huomioimisen vastuita ei ole selkeästi osoitettu eikä lisääntyneestä työmäärästä makseta, ainakin osa suunnittelijoista kokee työturvalli-

suuden huomioon ottamisen ylimääräisenä rasitteena. Sellainen vaikuttaa hyvin negatiivisesti laadukkaaseen suunnitteluun. Huonokin turvallisuussuunnittelu tulisi vaikuttaa suunnittelijan saamaan tunnustukseen. Se voisi olla pienempi suunnittelupalkkio verrattuna hyvin toteutettuun suunnitteluun, mutta ei kuitenkaan pienennä suunnittelijan "peruspalkkaa". Olisi myös hyvä kehittää järjestelmä, joka esim. pisteyttäisi suunnittelufirmat sen perusteella, kuinka ne ovat onnistuneet työturvallisuutta edistävässä suunnittelussa. Näin rakennuttaja näkisi heti, mitkä yhtiöt ovat vastuullisia kyseisessä asiassa suunnittelutarjouskilpailun voittajaa päätettäessä. Samanlainen järjestelmä tulisi kehittää myös urakoitsijoille.

Suunnittelijoiden vastausten perusteella voi todeta, että mikään taho ei järjestä koontumisia, jossa eri toimistojen suunnittelijat keskustelisivat työturvallisuudesta ja jakaisivat tietoa keskenään. Vain yksi suunnittelija oli kerran käynyt kuuntelemassa urakoitsijan näkemyksiä asiaan. Sellaiselle tapahtumalle, jossa eri firmojen urakoitsijat ja suunnittelijat vaihtaisivat ajatuksia keskenään työturvallisesta elementtiasennuksesta ja sitä edistävistä suunnittelusta, olisi varmasti paikkansa. Jokainen suunnittelutoimisto voisi sen jälkeen järjestää koulutuksen varsinkin uusille ja nuorille suunnittelijoilleen, jossa turvallisuustapahtumasta saatu uusi tieto siirtyisi kaikille. Tällöin työturvallisuuden kehitys tehostuisi valtakunnallisesti ja työtapaturvallisuuden laskusuhdanne jatkuisi entistä jyrkempänä.

### **7.2.3 Elementtien valmistaja**

Elementtitehtaan ja konepajan selkeä valtti on siinä, että niiden tuotteet valmistetaan hyvissä olosuhteissa sisätiloissa jatkuvan laadunvalvonnan alaisena. Mutta koska elementtejä tekevät enimmäkseen ihmiset, varsinkin betonielementtejä, virheitä voi syntyä. Sattuneiden työtapaturmien jälkitutkinnassa on havaittu tehtaalla väärin asennettuja nostoelimiä, elementtien virheellistä varastointia, valmistusvirheitä ja puuttuvia ohjeita koskien elementtien asentamista ja väliaikaista kuormittamista sekä tukemista. Ja vaikka betonimassan valmistus on hyvin pitkälle koneistettu, silti sen koostumuksen päättää viime kädessä ihminen. Elementin valmistajien ja mylläri-

koulutukseen onkin panostettava ja työaikaista sekä valmiin tuotteen laadunvalvontaa parannettava. Elementin tiedot sen ominaisuuksista ja käsittelystä on aina toimitettava työmaalle.

#### **7.2.4 Urakoitsija**

Urakoitsijalla on suunnittelijan ohella suurin vaikutus turvallisen asennustapahtuman toteuttamismahdollisuuksiin. Heidän tulee tehdä tiivistä yhteistyötä alusta alkaen, jolloin urakoitsija kertoo suunnittelijalle, mitä turvallisuuskalustoa heillä on käytettävissään ja kuinka asennustyö voi yleensäkin edetä. Tästä suunnittelijan on helppo lähteä tekemään omaa työtään. Yhteistyön on jatkuttava loppuun saakka, sillä aina voi tulla esiin ongelmia rakennuskohteen valmistuessa. Työmaan työnjohtajien haastatteluiden perusteella työmaa-, asennus-, putoamissuojaus- ja henkilönostosuunnitelma sekä vaikean noston nostotyösuunnitelma ovat olleet pääasiassa hyviä ja toteuttamiskelpoisia nykyisellään. Yhdessä työnjohtohaastattelussa tuli esille se, että vaikeiden ja monimutkaisten rakenteiden toteutuksesta ei ole aina riittävän tarkkaa ohjeistusta asennussuunnitelmassa. Tämäkin vaatii suunnittelijalta kokemusta ja yhteistyötä urakoitsijan kanssa.

Aliurakoitsijatyönjohtajan ehdottama tapa kääntää korkea seinäelementti yhdellä nosturilla poistaisi toisen nosturin tarpeen kyseisessä työvaiheessa ja mahdolliset kommunikaatio-ongelmat kahden nosturin väliltä. Se taas onnistuu ainoastaan torninosturilla, jonka puomilla olisi kaksi vinssiä. Joka tapauksessa se olisi nopeampaa ja turvallisempaa, koska tällöin yksi torninosturikuski näkisi kokoajan kameralaitteiston välityksellä seinän kääntymisen ja näin koko työvaihe olisi tehokkaasti yhden henkilön hallinnassa. Tämä myös johtaisi vaikean noston nostotyösuunnitelman yksinkertaistamiseen. Ajoneuvonosturi on toki joissakin tilanteissa välttämätön. Mutta urakoitsijan olisi silti hyvä muistaa nostotyösuunnitelmaa tehdessään, että kaikki työmiehet kokevat torninosturin kanssa työskentelyn paljon turvallisempaan.

Ainoastaan yksi työmies oli saanut erillistä koulutusta betoniin tehtävien kiinnitysten tekoon, ja sekin tapahtui vain silloin, kun kuolemaan johtanut työtapaturma oli jo tapahtunut. Urakoitsijan tulisi järjestää tarpeen mukaan koulutustapahtumia, joissa kiinnikevalmistajan ammattilaiset kouluttaisivat työmiehiä eri kiinnikkeiden asentamiseen varsinkin työturvallisuuteen liittyvissä kiinnityksissä. Muutoin on vaarana, että kiinnitystekniikka perustuu puutteelliseen tai jopa väärään tietoon. Erityisesti olisi syytä huomioida, että VTT:n tutkimusten perusteella yksittäiset lyöntiankkurit ovat hyvin epävarmoja kiinnikkeitä, joita kuitenkin nykyään käytetään melko yleisesti turvalajaskiinnityksissä. Näissä tulisikin ehdottomasti käyttää vain tyyppihyväksytyjä ja testattuja tuotteita.

### **7.2.5 Työnjohto**

Työnjohtajan täytyy huolehtia siitä, että hänellä on käytettävissään ammattitaitoinen ja motivoitunut asennusryhmä. Varsinkin uudet työntekijät tulee perehdyttää ennen työn aloittamista. Tähän työnjohtaja voi käyttää apunaan liitteessä 4 olevaa perehdytysohjetta, jonka tarkoitus on muistuttaa elementtiasennuksen turvallisesta toteutuksesta ja sen vaaranpaikoista. Myös kokeneiden työntekijöiden olisi hyvä käydä lista läpi. Motivaatio turvalliseen työskentelytapaan lähtee työmiehistä itsestään, mutta johtaja on silti ratkaisevassa asemassa. Ennen kaikkea omalla esimerkillään johtaja luo työilmapiirin, jossa miehistö noudattaa annettuja turvallisuusohjeita ja on valppaana. Työnjohtaja voi vaikuttaa työturvallisuuteen asennusryhmän kokoonpanoa miettimällä, mikä ilmeni työmiesten haastatteluista: montaa kokematon tai toisilleen tuntematon työmies ei kannata laittaa samaan ryhmään. Tärkeää on myös valvonta ja epäkohtiin välitön puuttuminen, joihin kuuluvat mm. koneiden ja laitteiden kuntotarkastukset. Ne on syytä tehdä ajallaan ja huolellisesti, jottei esim. elementtiä nosteta nosturilla, jossa on vaarallisen kuluneet jarrupalat.

Vaadittavan suojarustuksen hankinnan lisäksi työnjohtajan on päätettävä, minkälaista kalustoa hänen työmaallaan käytetään elementtiasennuksessa. Niistä välittömmin vaikutus työntekijän turvallisuuteen ovat nostokoukkujen irrottamisessa tai väliai-

kaisten tukien asentamisessa ja purkamisessa apuna käytettävät telineet. Haastatteluiden perusteella epävarmoja A-tikkaita ei enää käytetä, mutta eräs työnjohtaja puolusti nojatikkaiden kätevyyttä. Ne ovat kyllä nopeat ja yksinkertaiset asentaa, mutta ne on myös hyvin helppo asentaa vaarallisesti. Paras teline nostokoukkujen irrottamiseen turvallisuuden ja kätevyyden kannalta ovatkin elementtitikkaat, sekä työpukki tukien asentamiseen ja purkuun. Turvallisin ratkaisu nostokoukkujen irrottamiseen olisi kuitenkin laukaisunarulla varustettujen koukkujen käyttö, jolloin min-käänlaisia telineitä ei tarvita koukkujen irrottamiseen.

### **7.2.6 Työmiehet**

Työntekijöiden vaikutusmahdollisuudet omaan työturvallisuuteen tarkoittavat halua ja taitoa käyttää heille annettua turvallisuuskalustoa sekä suunnitelmien ja ohjeiden noudattamista. Haastatteluvastausten perusteella nykyiset määräykset, suunnitelmat ja rakenteellinen sekä henkilökohtainen suojaus ovat riittäviä elementtien turvalliseen asennukseen. Vastauksista ilmeni myös, että suojausvälineistöt ovat pääasiassa asiansa ajavia eikä niitä ole hankala käyttää. Turvalajaiden tosin pitäisi olla helpommin päälle puettavia ja niissä pitäisi olla taskuja työkaluille, parempia malleja onkin jo olemassa. Valjaille tulisi myös olla selkeästi enemmän kiinnityspisteitä, myös suoja-kaiteille työmiehet halusivat valmiit varaukset elementteihin. Suojalasiin tulisi olla ehdottomasti sellaiset, että ne eivät häiritsisi työntekoa. Nykyiset naarmuuntuvat mallit eivät sitä ole. Esille tuli myös työmaan siisteyden tärkeys, työmiesten onkin syytä mm. viedä sääsuojausmuovit heti roskalavalle varsinkin talvella. Haastatteluista voidaan päätellä, että nykyään työmiehet pääasiassa ymmärtävät, haluavat ja osaa-vat käyttää työturvallisuusvälineistöä. Pienempien aliurakoitsijafirmojen kohdalla asia ei välttämättä ole yhtä hyvällä tasolla, mutta toivottavasti asenteet paranisivat välineistön kehityksen myötä.

Elementtien turvallinen asennus edellyttää pääluvussa neljä selvitettyjen asennus- ja turvallisuus suunnitelmien ehdotonta noudattamista. Mikäli jokin työvaihe vaatii suunnitelmista poikkeamista, tulee poikkeaman vaikutus arvioida ja sen mukaan

mahdollisesti varmistettava työn turvallinen toteutus työnjohtajalta tai rakenne-suunnittelijalta. Erityisesti mainittakoon asennussuunnitelmassa ilmoitetun asennusjärjestyksen noudattaminen, jolloin voidaan varmistua jo asennettujen elementtien stabiliteetin säilymisestä. Työmaahaastatteluiden perusteella yllä kuvatulla tavalla onkin toimittu jokaisella työmaalla.

### **7.2.7 Valvoja**

Työnjohtajan lisäksi myös valvojan tärkeimpiin tehtäviin kuuluu työturvallisuuden valvonta. Ulkopuolisena asiantuntijana ja uusimmalla tiedolla varustettuna hän voi huomata sellaisia epäkohtia asennustyön turvallisuudessa, mitä työnjohtaja ei välttämättä hoksaa tai muista muiden töittensä ohella. Mikäli valvoja havaitsee vaarallisia työtapoja tai muita epäkohtia, tulee hänen puuttua niihin välittömästi. Elementtien valmistajien toiminnan valvonta varsinkin elementtien valmistusvaiheessa osataan ennaltaehkäiseä mahdollisia työturvallisuutta vaarantavia valmistusvirheitä.

## **7.3 Henkilökohtaisen suojaruustuksen ja työturvallisuutta parantavien elementin osien kehitysideat**

### **7.3.1 Varustus**

Nykyinen suojaruustus on jo melko korkeatasoinen, mutta pienillä parannuksilla ja lisäyksillä työntekijän turvallisuus voisi silti parantua kohtalaisesti.

Talvella jää, lumi ja sen alle jääneet rakennusjätteet voivat yllättää varomattoman työntekijän, turvakengien olisikin hyvä saada erilliset nastat pidon parantamiseksi. Usein elementtiä ohjataan paikalleen asennuskangilla, jolloin työmiehen vääntäessä voimalla tukipisteen, eli jalkojen, tulee olla tiukasti paikoillaan. Siinäkin nastoitus ehkäisisi vaarallista liukastumista.

Silmävamma voi syntyä hyvin herkästi esim. betonia poratessa, piikatessa tai hioessa, jossa lentää paljon pieniä ja teräviä kivenpalasia. Nykyiset suojalasit naarmuuntuvat kuitenkin melko nopeasti, jolloin niiden läpinäkyvyys ja käytettävyys heikkenevät huomattavasti. Suojalasien tuotekehitykseen olisi syytä panostaa, myös huurtumisen kannalta.

Ja ehkäpä tulevaisuudessa kameratekniikan kehittyessä nosturien kuljettajat näkevät asentajan kypäräkameran kautta elementin tarkan sijoittumisen, jolloin asennustyö nopeutuisi ja työturvallisuutta vaarantavat ylimääräiset liikkeet vähenisivät entisestään.

### **7.3.2 Osat**

Jatkuva turvalajaiden kiinnityspisteen vaihto hidastaa työskentelyä ja hankaloittaa niiden käyttöä. Kyseinen tilanne korostuu varsinkin ontelo- ja TT-laattojen asennuksissa taikka niihin tulevien suojakaiteiden kiinnityksissä. Ontelolaattatarrainta täytyy siirrellä myös työskentelysektorin levetessä, vaikka valjaiden köyden pituus muuten riittäisi. Joidenkin laattojen pintaan olisi hyvä suunnitella turvalajaskisko, jota pitkin turvalajaan kiinnityskohta liikkuisi työmiehen mukana. Kelautuvan köyden pysyessä mahdollisimman lyhyenä tulisi näin myös eliminoidua putoamisessa syntyvä vaarallinen sivuittaisheilahdus. Kiskon voi korvata vaikka pitkällä vaijerilla, joka kiinnitetään päistään esim. nostolenkkeihin tai vaijeriohjaimilla varustettuihin nostovaijerilenkkeihin. Silloin on huolehdittava vaijerin kireydestä, ettei putoamismatkaan tule yllätyksiä. Pitkillä jänneväleillä sen käyttö onkin rajoitettua.

Muissakin elementtiasennustilanteissa on pyrittävä aina löytämään varmoja kiinnityspisteitä turvalajaille, kuten tuettujen elementtien nostolenkkejä. Mikäli se ei ole mahdollista ja joudutaan tekemään riskialtis kiinnityspiste ehjään betoniin, on suositeltavaa käyttää Cresto AB:n Quicklock-turvalajaskuria. Valjaiden kiinnittämistä yhden lyöntiankkurin varaan on vältettävä. Liitteissä 2 ja 3 olevien teräspalojen kestävyyslaskut voisi soveltua opinnäytetyön tai muun tutkimuksen aiheeksi, mikäli te-



räspaloille syntyisi kysyntää. Näin saataisiin lisää vaihtoehtoja turvavaljaiden kiinnittämiseen betoniin.

## 7.4 Loppupäätelmä

Elementin tie ajatuksesta valmiiseen rakennukseen kulkee monen käden kautta. Jokaisella taholla on mahdollisuudet luoda edellytykset turvalliselle asennustapahtumalle. Yhdenkään osuutta, oli se sitten rakennuttaja edustajineen, suunnittelija, elementin valmistaja, urakoitsija, työnjohtaja tai valvoja, ei tule aliarvioida tai vähätellä. Sillä loppujen lopuksi kyse on hengenvaarallisen painavia elementtejä käsittelevän työmiehen terveydestä.

Työkalut turvalliseen elementin asennukseen ovat jo olemassa ja nykyinen suuntaus työtapaturmatilastoissa on oikea. Luomalla selkeä taloudellinen ja eri tahojen maineeseen vaikuttava seuraus niiden työturvallisuuden huomioimisasteen perusteella, panostamalla yksittäisen suunnittelijan ja työmiehen koulutukseen, kehittämällä elementtitehtaiden laadunvalvontaa sekä varusteita edelleen kehittämällä pääsemme yhä lähemmäs lopullista tavoitetta, joka on nolla tapaturmaa. Tavoitteeseen pääseminen vaatii työmaan muidenkin osa-alueiden kehitystä, esim. korkealla tapahtuva paikalla valu tai telinetyöt voisivat olla hyviä tutkimuksen aiheita.

## LÄHTEET

Betonielementtien käsittelyohjeet. 2009. Julk. Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen liitto SKOL Ry. 4.11.2009. Viitattu 26.3.2011.

[Http://www.skolry.fi/toiminta/tutkimus\\_ja\\_kehitys/talonrakennussektori](http://www.skolry.fi/toiminta/tutkimus_ja_kehitys/talonrakennussektori), Betonielementtien käsittelyohjeet (pdf).

Betonielementtien nostolenkit ja -ankkurit. 2003. 2. p. Helsinki: Suomen Betonitieto.

Deltapalkki. 2007. Esite. Peikko Finland Oy 4/2007. Viitattu 10.5.2011.

[Http://www.peikko.fi/Default.aspx?id=520135](http://www.peikko.fi/Default.aspx?id=520135), Lataa Deltapalkkiesite (pdf, 585 kB).

Heiska, T. & Koskenvesa, A. 2007. Betonielementtien turvallinen asennus. Helsinki: Suomen Betonitieto.

Hietavirta, J., Niskanen, T., Patriainen, H. & Päivärinta, K. 2009. Rakennustöiden turvallisuusmääräykset selityksineen 2009. Helsinki: Multikustannus.

HKD Lyöntiankkuri. 2010. Ohje. Hilti Oy 11/2010. Viitattu 16.3.2011.

[Http://www.hilti.fi/holfi/page/module/techlib/teli\\_results.jsf?lang=fi&nodeld=-230139&selectedOid=-365942](http://www.hilti.fi/holfi/page/module/techlib/teli_results.jsf?lang=fi&nodeld=-230139&selectedOid=-365942), HKD lyöntiankkuri (pdf) 0.99 MB [suomeksi].

HSA Kiila-ankkuri. 2010. Ohje. Hilti Oy 11/2010. Viitattu 16.3.2011.

[Http://www.hilti.fi/holfi/page/module/techlib/teli\\_results.jsf?lang=fi&nodeld=-230139&selectedOid=-365942](http://www.hilti.fi/holfi/page/module/techlib/teli_results.jsf?lang=fi&nodeld=-230139&selectedOid=-365942), HSA kiila-ankkurit (pdf) 0.69 MB [suomeksi].

Jokela, J. & Tanskanen, K. 1991. Betoniin tehtävien kiinnitysten turvallisuus. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus VTT.

Koskenvesa, A. & Mäki, T. 2008. Betonielementtien turvallinen asennus. Asentajan opas. Helsinki: Suomen Betonitieto.

Koski, H. & Mäkelä, T. 2006. Rakennustöiden turvallisuusohjeet. Raturva 2. Helsinki: Rakennustieto.

Käyttöohje, Turva-ankkuri. 2010. Rautaruukki Oyj 03/2010. Viitattu 29.3.2011.

[Http://www.ruukki.fi/Tuotteet-ja-ratkaisut/Rakentamisen-ratkaisut/Kantavat-poimulevyt/Kantava-poimulevy-T130-75L-930](http://www.ruukki.fi/Tuotteet-ja-ratkaisut/Rakentamisen-ratkaisut/Kantavat-poimulevyt/Kantava-poimulevy-T130-75L-930), Turvallisuus, Lataa turva-ankkurin käyttöohje (pdf, 0.78MB).

Lujatalo Oy. n. d. Lujatalo Oy:n verkkosivut. Viitattu 21.2.2011.

[Http://www.lujatalo.fi/index.asp](http://www.lujatalo.fi/index.asp).

Markkanen, J. 2004. Rakennustyömaan turvallisuussuunnittelu. Rakennusyrityksen ja rakennusprojektin lakisääteiset ja sopimuksiin perustuvat työsuojelutehtävät ja -toimenpiteet. 1. uud. p. Helsinki: Pohjola.

Miettinen, V. 2011. Peikko Finland Oy:n tekninen asiakaspalvelu. Haastattelu 4.4.2011.

Moilanen, J. 2011a. Lujatalo Oy:n turvallisuuspäällikkö. Haastattelu 25.2.2011.

Moilanen, J. 2011b. Lujatalo Oy:n turvallisuuspäällikkö. Haastattelu 8.4.2011.

Nostoapuvälineen käyttöohjekirja. 2010. Rautaruukki Oyj 02/2010. Viitattu 29.3.2011.

[Http://www.ruukki.fi/Tuotteet-ja-ratkaisut/Rakentamisen-ratkaisut/Kantavat-poimulevyt/Kantava-poimulevy-T130-75L-930](http://www.ruukki.fi/Tuotteet-ja-ratkaisut/Rakentamisen-ratkaisut/Kantavat-poimulevyt/Kantava-poimulevy-T130-75L-930), Turvallisuus, Lataa kantavien poimulevyjen nostolaitteen käyttöohje (pdf, 2MB).

Ontelolaatta-ankkuri Leenstra 018025A. n. d. Käyttöohje. Suojalaite Oy. Viitattu 8.4.2011.

[Http://kauppa.suojalaite.fi/epages/Suojalaite.sf/fi\\_FI/?ObjectPath=/Shops/Suojalaite/Products/645CT1275](http://kauppa.suojalaite.fi/epages/Suojalaite.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/Suojalaite/Products/645CT1275).

Ontelolaattojen alla mittaustyötä tehnyt kirvesmies jäi elementtien alle niiden pudottua alas holville. 2006. Diasarja. Tapaturmavakuutuslaitosten liitto 10.7.2006. Viitattu 11.3.2011.

[Http://www.tvl.fi/www/page/tvl\\_www\\_1366](http://www.tvl.fi/www/page/tvl_www_1366), TOT 2003-31 kalvosarja.

Palkansaajien työpaikkatapaturmat. 2008. Suomen virallinen tilasto SVT: Työtapatu-  
rmat. ISSN=1797-5999. Helsinki: Tilastokeskus. Viitattu: 21.2.2011.

[Http://www.stat.fi/til/ttap/2008/ttap\\_2008\\_2010-11-30\\_kat\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/ttap/2008/ttap_2008_2010-11-30_kat_001_fi.html).

Parel-liittolaatat asennus- ja työmaaohjeet. 1999. Uud. p. Parma Oy 1.6.1999. Viitattu 14.3.2011.

[Http://www.parma.fi/fi/Ammattirakentajalle/Ty%C3%B6maaohjeet/](http://www.parma.fi/fi/Ammattirakentajalle/Ty%C3%B6maaohjeet/), Parel-liittolaatat asennus ja työmaaohje.

Peikko Tuoteluettelo 2009-2010. n. d. Peikko Finland Oy. Viitattu 10.5.2011.

[Http://www.peikko.fi/Default.aspx?id=420775](http://www.peikko.fi/Default.aspx?id=420775), Peikko tuoteluettelo 2009-2010 .pdf.

Quicklock-käyttöohjeet. n. d. Cresto AB. Viitattu 8.4.2011.

[Http://www.cresto.com/usersguide/fi/usersguide.html](http://www.cresto.com/usersguide/fi/usersguide.html), Cresto 9270.

Rakennusalan työtaturmatilastoja. n. d. Työturvallisuuskeskus. Viitattu 20.2.2011.

[Http://www.tyoturva.fi/index.phtml?s=323](http://www.tyoturva.fi/index.phtml?s=323).

Rakennusmies jäi väliseinäelementin alle. 2004. Diasarja. Tapaturmavakuutuslaitosten liitto 1.6.2004. Viitattu 11.3.2011.

[Http://www.tvl.fi/www/page/tvl\\_www\\_1366](http://www.tvl.fi/www/page/tvl_www_1366), TOT 2001-23 kalvosarja.

Ritaranta, S. 2010a. Turvalajajat. Työterveyslaitos 9.9.2010. Viitattu 13.2.2011.  
[Http://www.ttl.fi/fi/toimialat/rakennus/turvapakki/putoamissuojaus/turvalajajat/Sivut/default.aspx](http://www.ttl.fi/fi/toimialat/rakennus/turvapakki/putoamissuojaus/turvalajajat/Sivut/default.aspx).

Ritaranta, S. 2010b. Työpukit ja pukkitelineet. Työterveyslaitos 9.9.2010. Viitattu 14.2.2011.  
[Http://www.ttl.fi/fi/toimialat/rakennus/turvapakki/putoamissuojaus/pukit/sivut/default.aspx](http://www.ttl.fi/fi/toimialat/rakennus/turvapakki/putoamissuojaus/pukit/sivut/default.aspx).

RT 16-10746. 2001. Talonrakennustyön työmaavalvonnan tehtäväluettelo. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS. Viitattu 9.2.2011.  
[Http://www.jamk.fi/kirjasto](http://www.jamk.fi/kirjasto), Nelli-portaali, RT verkkopalvelu ja RYL-käsikirjat (Online).

RT 10-10982. 2010. Rakennuttajan työturvallisuusveloitteet rakennushankkeessa. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS. Viitattu 19.1.2011.  
[Http://www.jamk.fi/kirjasto](http://www.jamk.fi/kirjasto), Nelli-portaali, RT verkkopalvelu ja RYL-käsikirjat (Online).

RT 10-11011. 2010. Rakennesuunnittelijan työturvallisuustehtävät. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS. Viitattu 19.1.2011.  
[Http://www.jamk.fi/kirjasto](http://www.jamk.fi/kirjasto), Nelli-portaali, RT verkkopalvelu ja RYL-käsikirjat (Online).

Teräselementtien käsittelyohjeet. 2009. Julk. Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen liitto SKOL Ry. 4.11.2009. Viitattu 26.3.2011.  
[Http://www.skolry.fi/toiminta/tutkimus\\_ja\\_kehitys/talonrakennussektori](http://www.skolry.fi/toiminta/tutkimus_ja_kehitys/talonrakennussektori), Teräselementtien käsittelyohjeet (pdf).

Teräsrakenteiden suunnittelu ja mitoitus. 2010. Eurocode 3 –oppikirja. Helsinki: Teräsrakeneyhdistys.

Turvakaideopas. n. d. Vepe Oy. Viitattu 24.3.2011.  
[Http://www.vepe.fi/template\\_page1.asp?sua=1&lang=1&s=90&q=y](http://www.vepe.fi/template_page1.asp?sua=1&lang=1&s=90&q=y), Turvakaideopas.pdf.

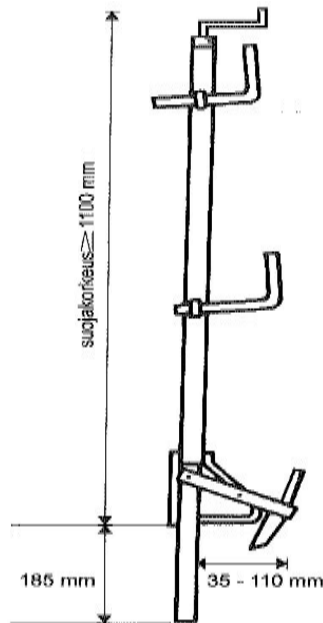
Turvalajajaiden ja köysien käyttö elementtiasennuksessa. n. d. Elementtisuunnittelu.fi-sivusto. Julk. Betoniteollisuus ry. Viitattu 25.3.2011.  
[Http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/elementtien-asennus/asennusohjeet/suojakaiteet-ja-turvakoysi#](http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/elementtien-asennus/asennusohjeet/suojakaiteet-ja-turvakoysi#).

Vemo-valuankkurit käyttöohje. 2009. Semtu Oy 18.12.2009. Viitattu 13.3.2011.  
[Http://www.semtu.fi/?1;2;1000;1000.html](http://www.semtu.fi/?1;2;1000;1000.html), VEMO-käyttöohje.pdf.

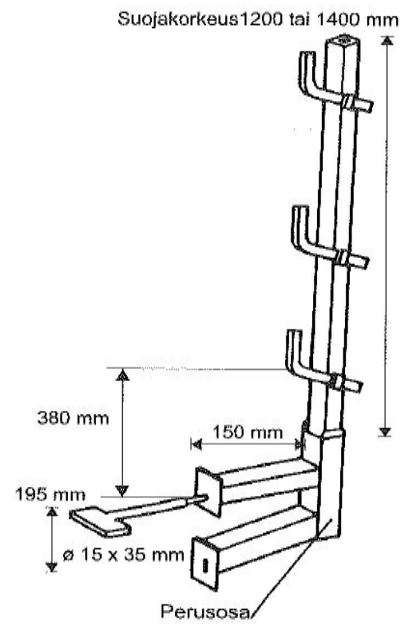
WQ-keskipalkki. n. d. Kuva. Rautaruukki Oyj:n verkkosivut. Viitattu 10.5.2011.  
[Http://www.ruukki.fi/Tuotteet-ja-ratkaisut/Hakutulokset?mainid={10677B0D-0C5D-4EC5-8DB6-63265F261172}&childid={817C83FB-3E2D-45F7-B436-37D996DA1DAC}](http://www.ruukki.fi/Tuotteet-ja-ratkaisut/Hakutulokset?mainid={10677B0D-0C5D-4EC5-8DB6-63265F261172}&childid={817C83FB-3E2D-45F7-B436-37D996DA1DAC}).

# LIITTEET

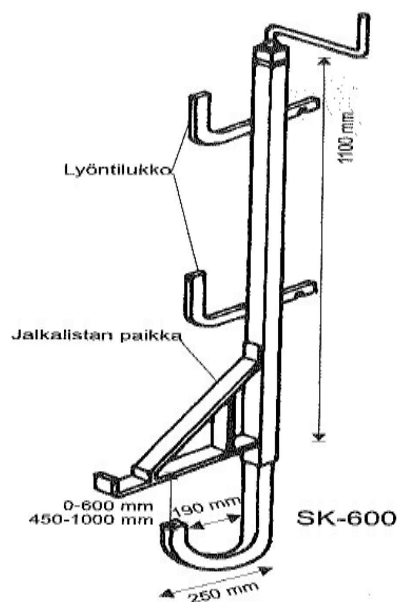
## Liite 1. Suojakaiteet



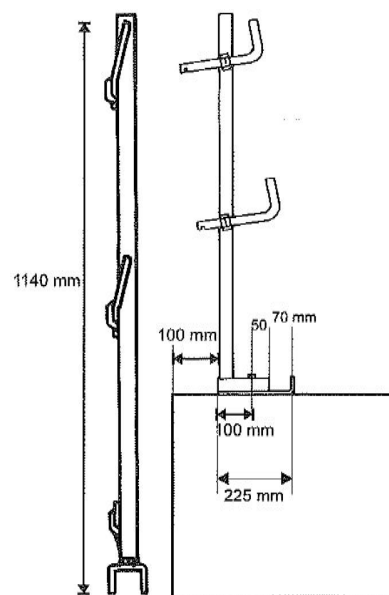
KUVIO 1. Villanvälikaide (Vepe Oy)



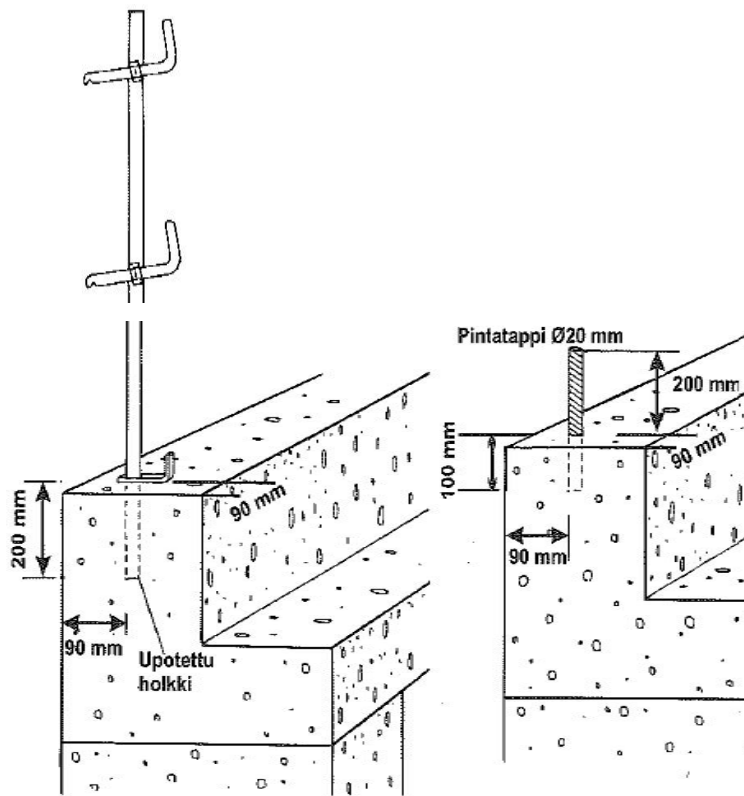
KUVIO 2. Vesikattokaide (Vepe Oy)



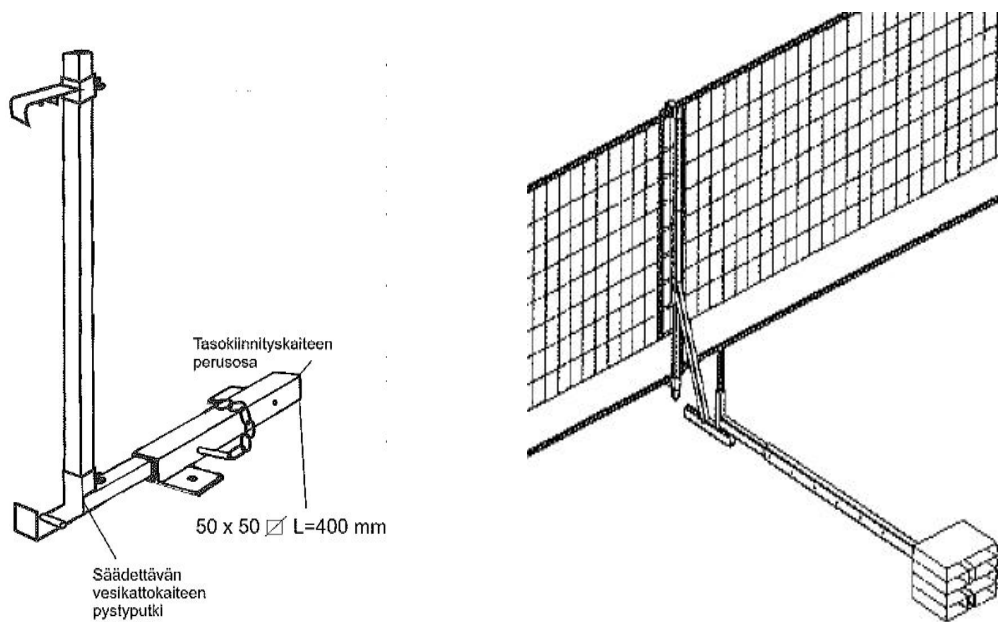
KUVIO 3. Holvin reunakaide  
(Vepe Oy)



KUVIO 4. Pinta-asenteinen reunakaide  
(Vepe Oy)



KUVIO 5. Holkkiasenteinen kaide (Vepe Oy)

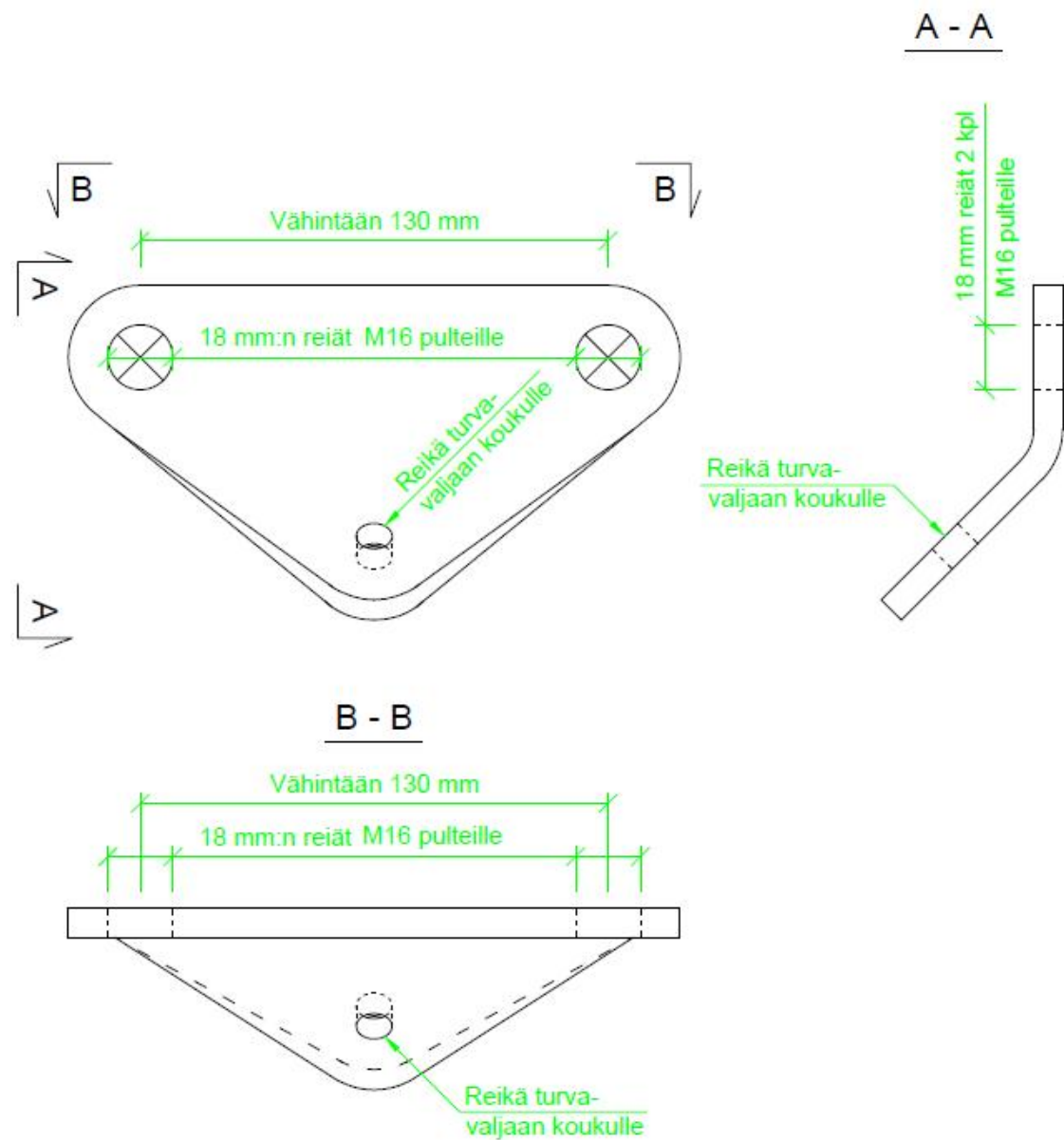


KUVIO 6. Tasokiinnityskaide  
(Vepe Oy)

KUVIO 7. Vastapainokaide (Vepe Oy)

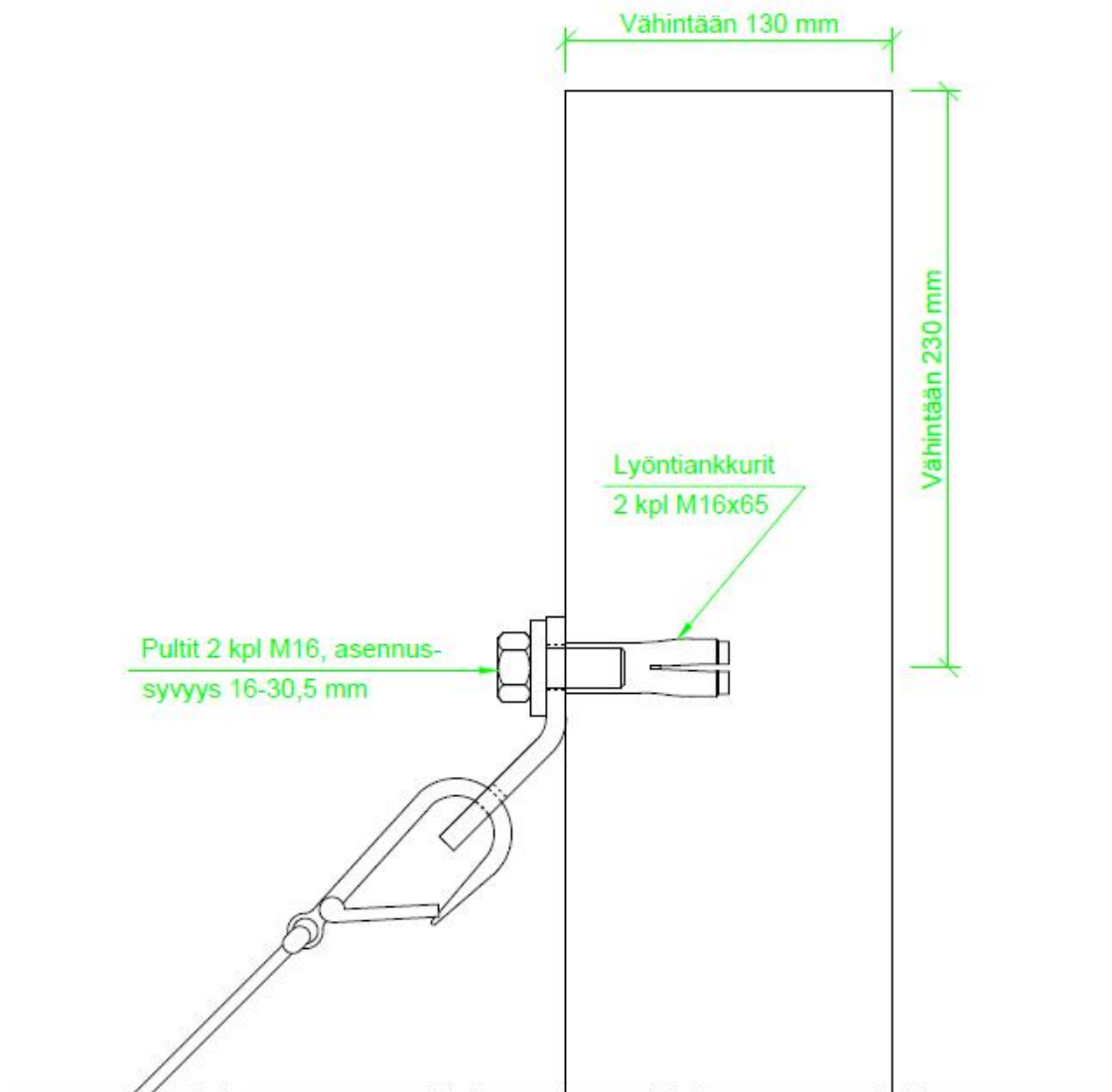
## Liite 2. Teräspala lyöntiankkureille turvalajaiden kiinnittämissä

Teräspala edestä, sivulta ja päältä kuvattuna mittakaavassa 1:2.



KUVIO 1. Teräspala lyöntiankkureille

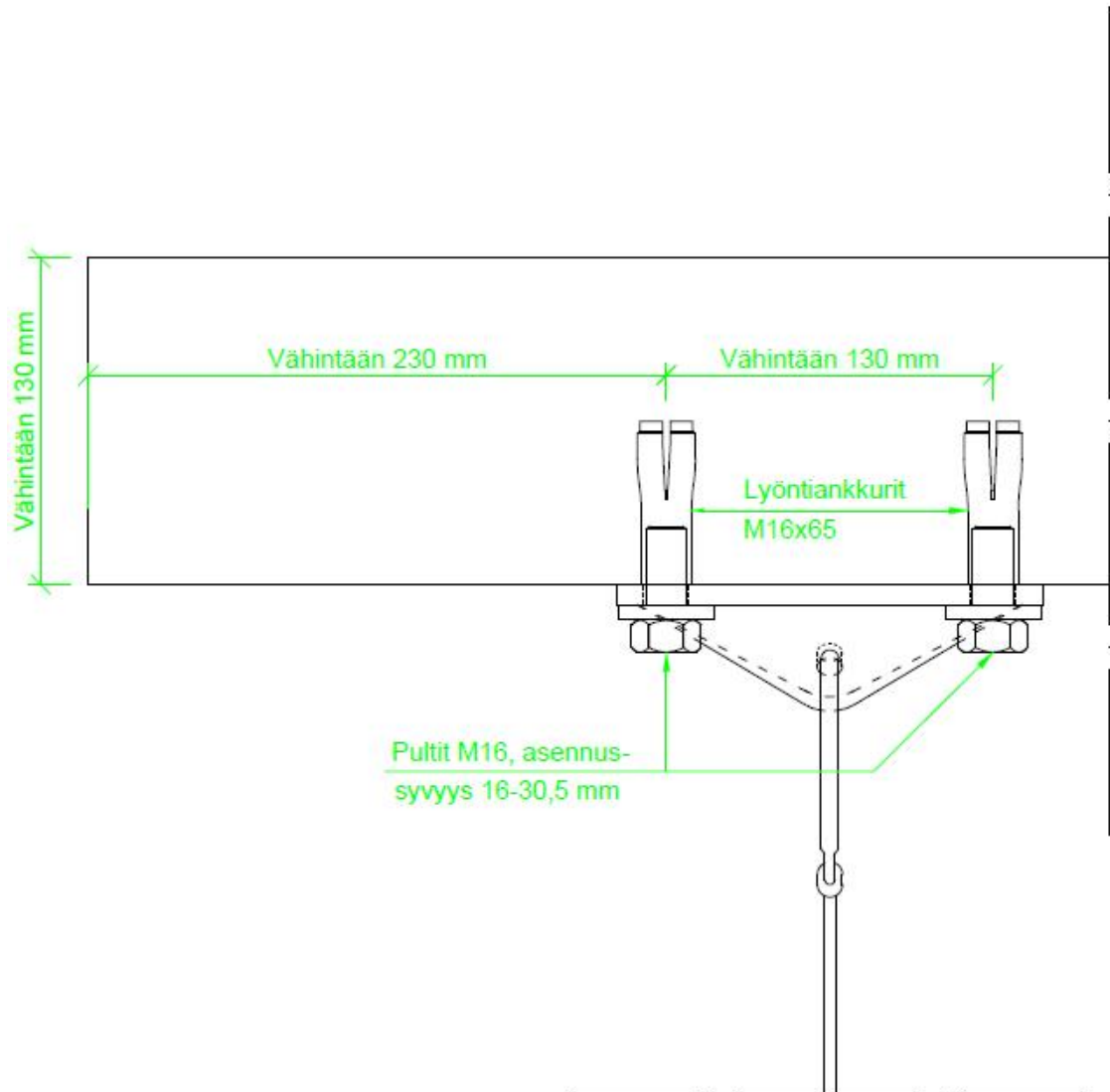
Teräspalan periaatepiirros sivulta kuvattuna mittakaavassa 1:3.



KUVIO 2. Teräspala lyöntiankkureille, periaatepiirros 1



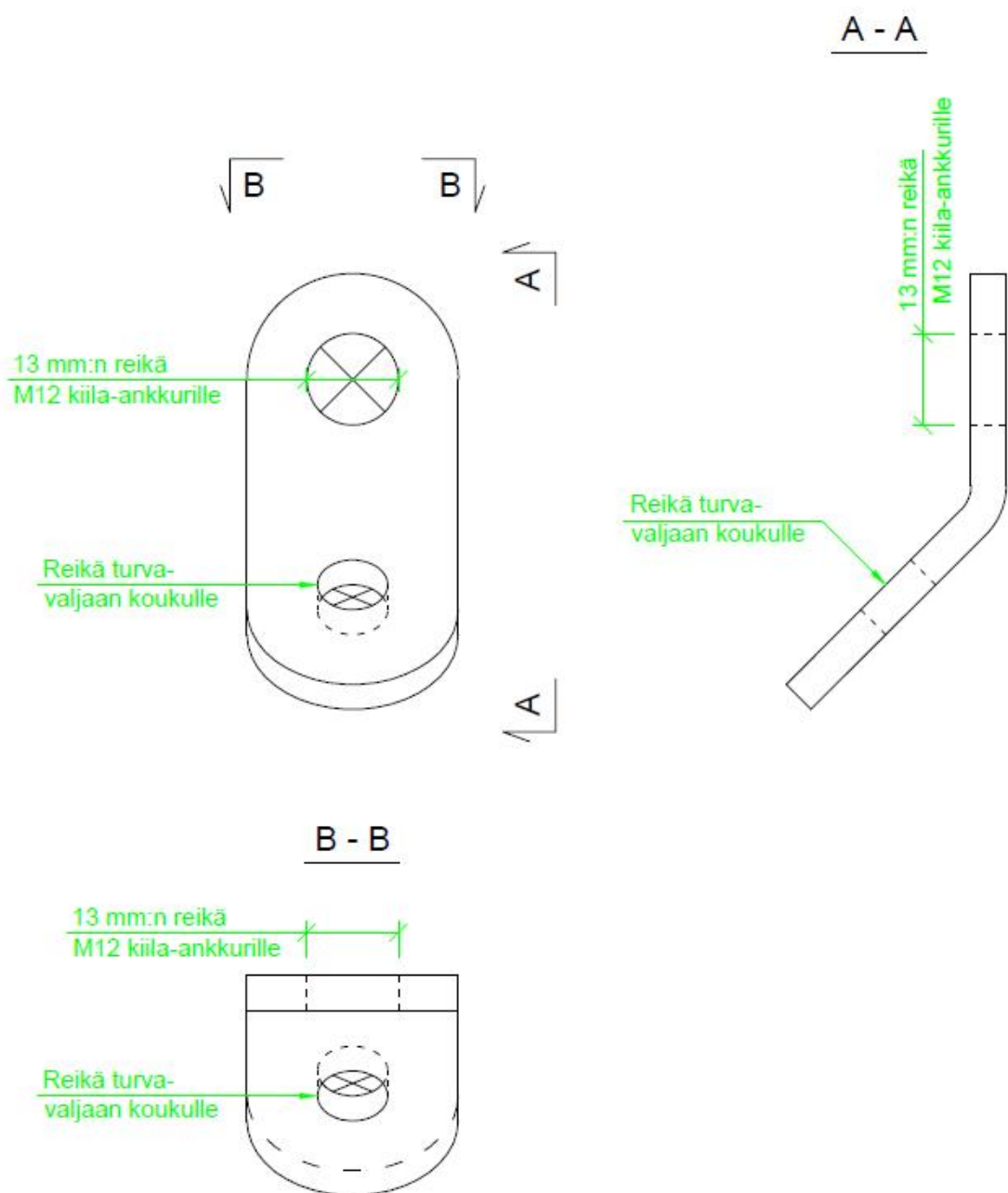
Teräspalan periaatepiirros päältä kuvattuna mittakaavassa 1:3.



KUVIO 3. Teräspala lyöntiankkureille, periaatepiirros 2

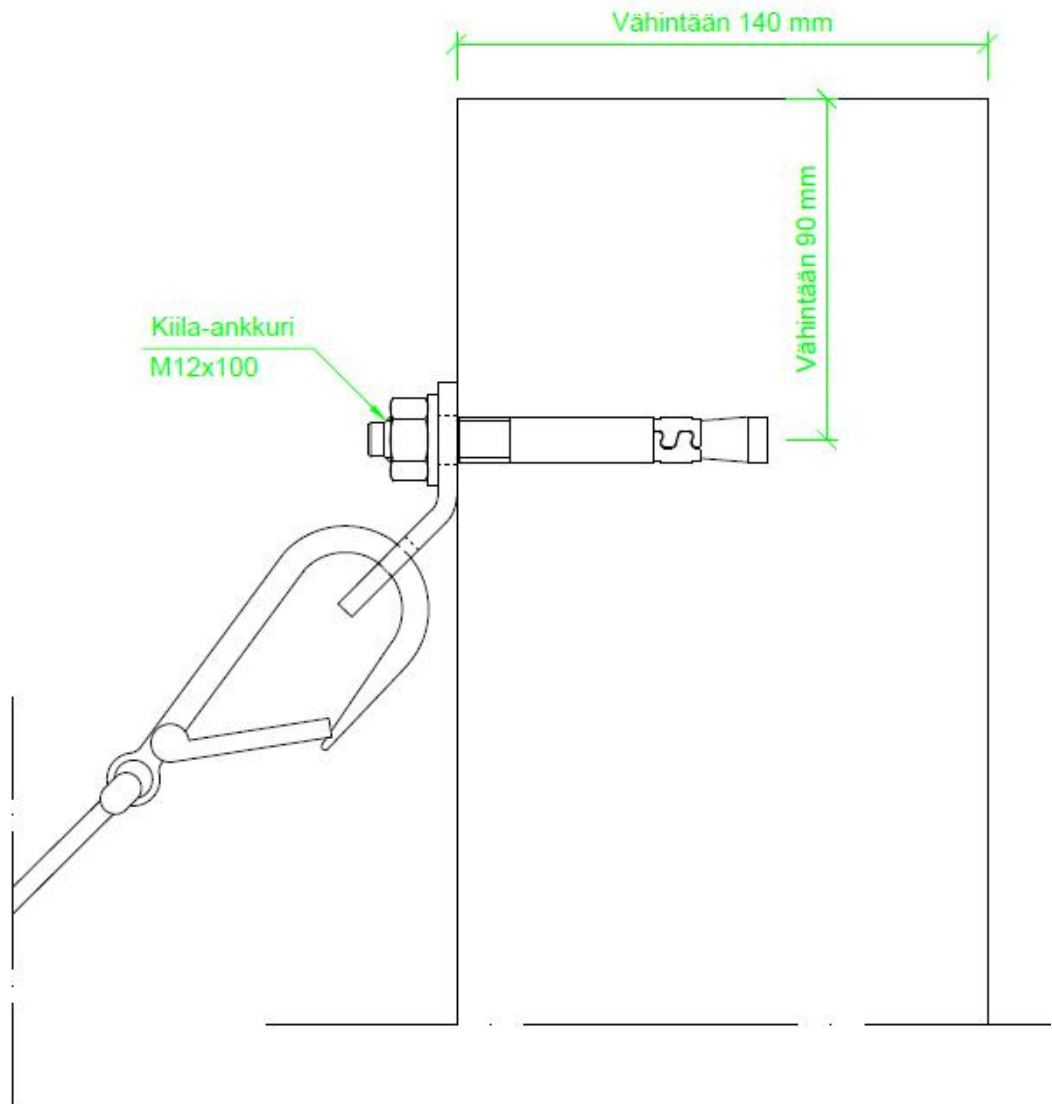
### Liite 3. Teräspala kiila-ankkurille turvavaljaiden kiinnittämissä

Teräspala edestä, sivulta ja päältä kuvattuna mittakaavassa 1:1.



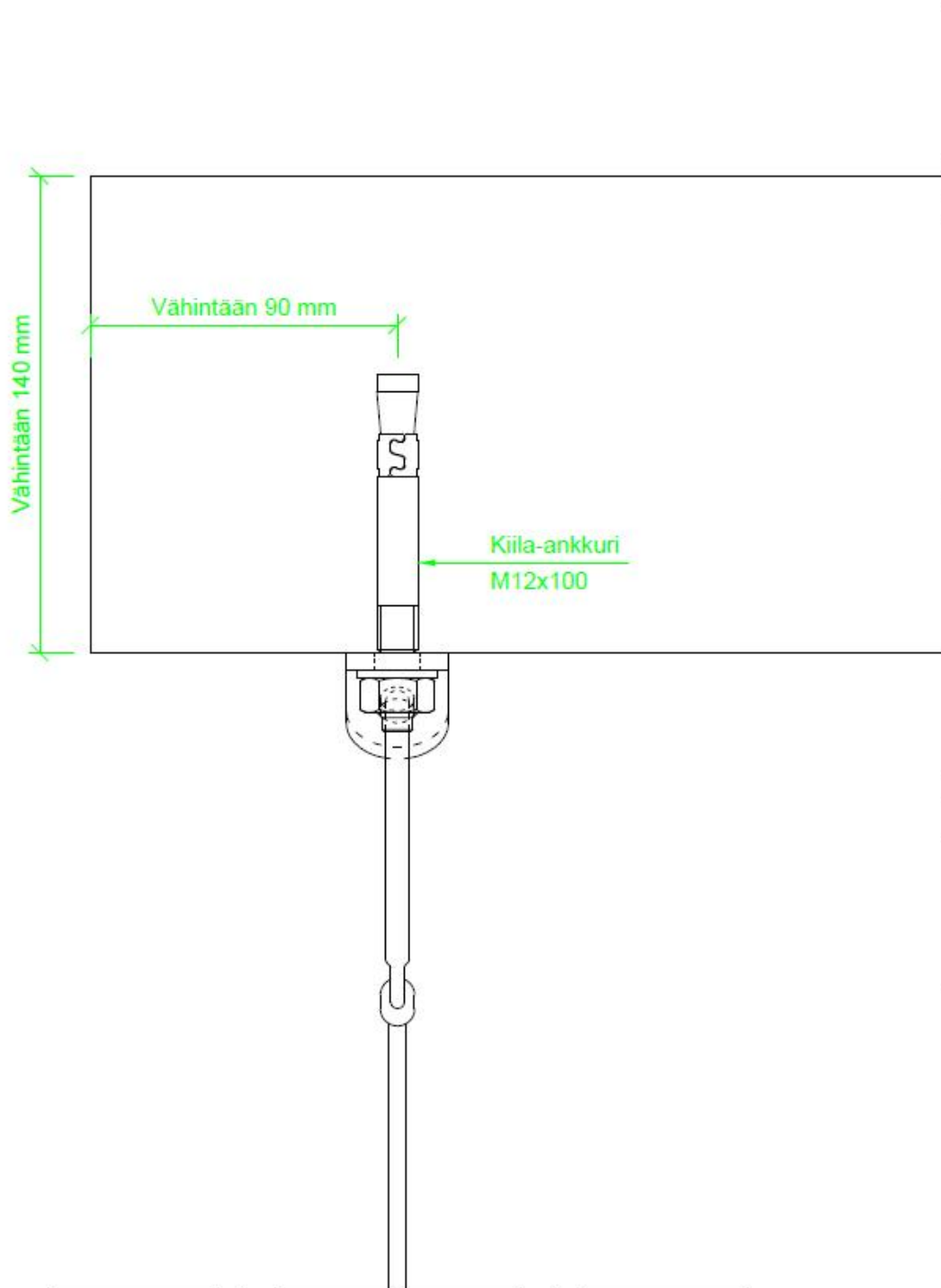
KUVIO 1. Teräspala kiila-ankkurille

Teräspalan periaatepiirros sivulta kuvattuna mittakaavassa 1:2.



KUVIO 2. Teräspala kiila-ankkurille, periaatepiirros 1

Teräspalan periaatepiirros päältä kuvattuna mittakaavassa 1:2.



KUVIO 3. Teräspala kiila-ankkurille, periaatepiirros 2

## Liite 4. Elementtisuunnittelun haastattelukysymykset

”Kuinka lakisääteinen velvollisuus turvallisuusasioiden huomioonottamisessa tulee esille elementtisuunnittelussa?”

”Käsitelläänkö suunnittelupalaverissa turvallisuusasioita? (Miksi ei?)”

”Onko rakennuttajalta, turvallisuuskoordinaattorilta tai päätoteuttajalta tullut ohjeistusta työturvallisuuden huomioon ottamiseen elementtisuunnittelussa?”

”Onko ohjeistus mielestäsi ollut hyvää ja riittävää? Perustelee”

”Jos ohjeistusta ei ole, suunnitteletko itse turvallisuutta parantavia osia elementteihin?”

”Oletko saanut turvallisuuskoulutusta ja milloin viimeksi?”

”Kokoontuuko (esim. liiton järjestämille) suunnittelijat pohtimaan turvallisuusasioita? Osallistutko niihin?”

”Onko mielestäsi turvallisuuden huomioon ottaminen ja parantaminen suunnittelijan vastuulla?”

”Muuta”

## Liite 5. Työmaan haastattelukysymykset

### Työnjohtajille

”Työmaasuunnitelma, elementtien asennussuunnitelma, putoamissuojaussuunnitelma, vaikean noston nostotyösuunnitelma ja henkilönostosuunnitelma. Onko niitä tehty ja palvelevatko ne mielestäsi turvallista asennustapahtumaa?”

”Löytyykö asennussuunnitelmasta suunnitelman laatijan, työnjohtajan ja rakennesuunnittelijan allekirjoitus?”

”Mitä kehitettävää suunnitelmissa olisi mielestäsi?”

”Ovatko elementtien suunnittelijat huomioineet turvallisuustekijöitä elementeissään (esim. varaukset kaiteille tai turvaalajasköydelle), myös nostoa ajatellen (esim. teräselementeissä paikat nostokoukuille)?”

”Onko elementtien asennus mielestäsi sujunut suunnitelmien mukaisesti ja turvallisesti (esim. asennusjärjestys tai kiinnitykset poikennut suunnitelmista, onko silloin oltu yhteydessä suunnitelman laatijoihin)?”

”Onko asennuksen aikana täytynyt käyttää A-tikkaita? Näkisitkö jonkin paremman vaihtoehdon, minkä?”

”Korkean seinäelementin kääntäminen ja kierreportaikon pystyyn nostaminen. Miten hoidettu? Parannusehdotuksia?”

”Muuta”

**Työmiehille**

”Koetko elementin asentamisen turvallisena työvaiheena?”

”Miksi et? / Mikä siitä tekee mielestäsi turvallista?”

”Mitä voisi parantaa (vaikka olisivatkin aikaa ja rahaa vieviä)?”

”Ovatko turvallisuuslaitteet (esim. kaiteet tai turvavaljasköysi) mielestäsi hankala käyttää taikka asentaa?”

”Oletko saanut koulutusta betoniin tehtävien kiinnitysten tekoon?”

”Elementtien sääsuojaus. Vaikuttaako mielestäsi sen asentaminen tai poistaminen turvallisuuteen?”

”Torninosturi ja ajoneuvonosturi. Kumman kanssa koet asentamisen turvallisemmaksi?”

”Muuta”

## Liite 6. Elementtiasennuksen perehdytysohje

### Ennen työhön ryhtymistä

- Tutustu suunnitelmiin ja noudata niitä. Katso tarkasti varsinkin vaikean noston suunnitelma.
- Varmistu, että sinulla on ainakin seuraava turvavarustus: kypärä silmän- ja kuulonsuojaimilla, turvakengät, suojavaatteet, huomioliivi ja suojakäsineet. Jos on käytettävä turvalajaita, katso, että ne ovat kokovaljaat varustettuna vaimentimella ja kelautuvalla tarraimella. Hitsaustöitä tehdessäsi käytä hitsausmaskia. Jos asennat teräselementtejä, käytä viiltosuojahanskoja. Mahdollista tapaturmaa varten kannaa myös puristussidettä aina mukanasasi.
- Varmista, että nostoapuvälineet toimivat ja ovat hyvässä kunnossa. Tutustu niiden käyttöohjeisiin ja noudata niitä.
- Tarkista silmämääräisesti elementin kunto vaurioiden varalta. Varmista myös, että elementistä löytyvät valmistajan tiedot, valmistuspäivämäärä, tunnus ja paino.

### Nosto

- Kiinnitä nostokoukut niille varattuihin kohtiin ja varmista koukkujen lukittuminen. Nostosaksia käytettäessä asenna varmistusketju. Jos seinän oviaukkoa ei ole tuettu, asenna siihen lankku. Ristikoita nostettaessa noudata ohjeita tarkoin: asenna liinat putkien risteyskohtiin siten, että ne eivät pääse liukumaan ja sido korkea ristikko yläpaarteesta nostopuomiin kiinni.
- Katso, ettei kukaan ole vaara-alueella eikä elementin mukana nouse mitään ylimääräistä.
- Heti kun elementti on noussut alustastaan, pysäytä nosto ja tarkista kiinnitykset ja nostoraksien tasainen kuormitus. Mikäli havaitset turvallisuutta vaarantavia tekijöitä tai elementti ei nouse oikeassa asennossa, laske se välittömästi takaisin alustalleen ja korjaa puutteet.
- Jatka nostoa. Älä missään nimessä kulje elementin reitin alitse!

### Asennus

- Varmista asennusturvallisuutesi putoamissuojaussuunnitelman mukaisilla suojakaiteilla ja –kansilla sekä tilanteen vaatiessa turvalajilla. Kiinnitä valjaat asianmukaisesti pisteisiin: **tuettujen elementtien** nostolenkkeihin ja -ankkureihin, vaarnalennkkeihin, ontelolaattatarraimeen, turva-ankkuriin jne.. Käyttäessäsi ontelolaattatarrainta, pyri työskentelemään ainoastaan poikittaissuunnassa laattaan nähden! Vältä omia kiinnityksiä turvalajaita käytettäessä.
- Älä asenna elementtejä kovalla tuulella, varsinkaan peltilevyjä.
- Ennen elementin asennusta poista tukipinnalta lumi, jää ja roskat.



- Käytä radiopuhelinta tai hyväksytyjä käsimerkkejä ohjatessasi nosturinkuljettajaa, merkit ovat viimeisellä sivulla. Ole erityisen tarkkana antaessasi käskyjä ajoneuvonosturille.
- Poista ontelolaattojen nostosaksien varmistusketjut mahdollisimman lähellä elementin lopullista paikkaa. Älä varastoi laattojen päälle raskasta materiaalia, ellei sinulla ole siihen lupaa.
- Asenna tönärit ja tylyt käyttöohjeiden mukaisesti. Muista varmistussokka! Jos tuet elementin yhdellä tönärillä (sallittu vain alle 1,5 m leveiden elementtien kohdalla) käyttäen kiila-ankkuria, varmista pään kiinnitys toisella kiila-ankkurilla. Väliaikaiset tuet saat poistaa vasta, kun olet saanut siihen erillisen luvan. Muista silloinkin oikeaoppinen tuen poisto!
- Teräselementtejä asentaessasi noudata pulttien oikeata kiristysjärjestystä ja tarvittaessa puhdista kiinnitettävät osat ja pultit aluslevyineen liasta.
- Kun olet tukenut elementin huolellisesti, poista nostokoukut elementtitikkailta, työpukilta tai lukittavilta alumiinilinjailta. Vältä noja- tai A-tikkaiden käyttöä.
- Hitsaustöitä tehdessäsi sinulla tulee olla C-luokan hitsauspätevyys. Pidä alkusammutuskalusto lähettyvillä!
- Jos käytät henkilönostinta, sinulla tulee olla koulutus sen käyttöön. Maapohjan tulee olla tukeva ja nostimen käyttöohjeita on noudatettava ehdottomasti!

### **Elementtien varastointi**

- Varmista, että maapohja on tukeva.
- Estä elementtien liikkuminen kiiloilla tms..
- Kiinnitä suojakaiteet.
- Vasta, kun nostoapuvälineet ovat kunnolla kiinni elementeissä ja nostoketjut kireällä, voit poistaa kiilat ja sidonnat ja aloittaa noston.

### **Tapaturman sattuessa**

- Ilmoita hätänumeroon 112.
- Jos huomaat tajuttoman, muista ABC: Airways, Breathing, Circulation eli hengitystiet, hengitys ja verenkierto. Puhdista potilaan hengitystiet ja käännä pää takakenoon, tarkista hengittääkö ja tuntuuko pulssi. Jos ei tunnu, aloita paineluelvytys taajuudella 100 kertaa/minuutti. Rintalasta saa painua 4 – 5 cm. Jos osaat puhalluselvytyksen, käytä painelu-puhallusrytmiä 30:2.
- Jatka elvytystä kunnes potilas virkoo tai ammattiapu saapuu paikalle. Potilaan alkaessa hengittämään itse (tajuton) käännä hänet kylkiasentoon.
- Estä lisäonnettomuuksien syntyminen ja ilmoita työnjohdolle tapahtuneesta.

OLE VALPAS JA KOMMUNIKOI TOISTEN KANSSA.

<p>ALOITA, HUOMIO, KÄSKYN ALKU</p>  <p>Molemmat kädet on levitetty vaakasuoraan eteen.</p>	<p>SEIS, KESKEYTYS, LIIKKEEN LOPETUS</p>  <p>Oikea käsivarsi osoittaa ylös, kämmen eteen.</p>	<p>TOIMINNON LOPPU</p>  <p>Molemmat kädet vastakkain rinnan korkeudella.</p>	<p>NOSTA</p>  <p>Oikea käsivarsi osoittaa ylöspäin, kämmen eteenpäin, ja tekee hitaasti ympyrän.</p>
<p>LASKE</p>  <p>Oikea käsi osoittaa alaspäin, kämmen sisäänpäin, ja tekee hitaasti ympyrän.</p>	<p>PYSTYSUORA ETÄISYYS</p>  <p>Kädet osoittavat kyseisen etäisyyden.</p>	<p>LIIKU ETEEN</p>  <p>Molemmat käsivarret taivutetaan kämmenet ylöspäin ja kädet kyynärpäistä lähtien tekevät hitaita liikkeitä kohti kehoa.</p>	<p>LIIKU TAAKSE</p>  <p>Molemmat käsivarret taivutetaan kämmenet alaspäin ja kädet kyynärpäistä lähtien tekevät hitaita liikkeitä kehosta pois päin.</p>
<p>OIKEALLE MERKINANTAJASTA</p>  <p>Oikea käsivarsi ohjennetaan vaakasuoraan kämmen alaspäin, ja tehdään hitaita pieniä liikkeitä oikealle merkinantajasta.</p>	<p>VASEMMALLE MERKINANTAJASTA</p>  <p>Vasen käsivarsi ohjennetaan vaakasuoraan kämmen alaspäin, ja tehdään hitaita pieniä liikkeitä vasemmalle merkinantajasta.</p>	<p>VAAKASUORA ETÄISYYS</p>  <p>Kädet osoittavat kyseisen etäisyyden.</p>	<p>VAARA HÄTÄPYSÄYTYS</p>  <p>Molemmat käsivarret osoittavat ylöspäin, kämmenet eteenpäin.</p>

KUVIO 1. Käsimerkit (Betonikeskus ry)