

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma / rakennustuotanto

Perttu Mäntynen

BETONIELEMENTTIEN LAADUNVALVONTA RAKENNUSTYÖMAALLA

Opinnäytetyö 2015

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma

MÄNTYNEN, PERTTU	Betonielementtien laadunvalvonta rakennustyömaalla
Opinnäytetyö	31 sivua + 3 liitesivua
Työn ohjaaja	Yliopettaja Tarmo Kontro Lehtori Sirpa Laakso
Toimeksiantaja	FH Rakentajat Oy
Toukokuu 2015	
Avainsanat	betonielementti, talonrakennus, laatuvirhe, vastaanotto

Tämä opinnäytetyö käsittelee betonielementtien laadunvalvontaa rakennustyömaalla. Työssä käydään läpi talonrakennustyömaalla havaittavia laatuvirheitä, joita betonielementeistä voi löytyä, sekä annetaan esimerkkejä niistä aiheutuvista ongelmista asennettaessa tai myöhemmissä työvaiheissa. Työssä käsitellään betonielementtejä, joita käytetään kantavat seinät -järjestelmällä tehtävään kerrostaloon eli lähinnä seinäelementtejä sekä laattaelementtejä.

Työssä halutaan korostaa elementtien vastaanottotarkastuksen tärkeyttä, ja siksi elementtien vastaanottotarkastukseen liittyen tehdään tarkastuslomake. Lomake on elementtien valmistuspiirustuksiin tehty tarkistuslista, jonka avulla jokaisen elementin vastaavuus suunnitelmiin on helppoa tarkastaa niitä vastaanotettaessa. Tietoja opinnäytetyöhön on kerätty rakennusalan kirjallisuudesta, internetistä sekä haastatteluilla.

Elementtien vastaanotto on erittäin tärkeää ja mahdollisiin laatuvirheisiin tulee reagoida heti. Yksityiskohtainen tarkastaminen vastaanotossa auttaa talous selvittelyä korjaustöiden osalta, koska ongelmista saadaan heti tieto valmistajalle sekä voidaan todistaa, että laatuvirheet ovat tulleet tehtaalla tai matkalla työmaalle. Havaittujen laatuvirheiden tiedostaminen ennen asennuksen aloittamista on myös työturvallisuuden kannalta tärkeää, koska mahdollisiin ongelmatilanteisiin osataan varautua ennalta ja elementtien turvallinen nostaminen voidaan varmistaa valmistajalta sekä suunnittelijalta.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Construction Engineering

MÄNTYNEN, PERTTU

Quality Control of Precast Concrete Panels

Bachelor's Thesis

31 pages + 3 page of appendices

Supervisor

Tarmo Kontro, Principal Lecturer

Sirpa Laakso, Senior Lecturer

Commissioned by

FH Rakentajat Oy

May 2015

Keywords

precast concrete panel, building, acceptance, lack of quality

ty

This bachelor's thesis covers quality control of precast concrete panels at construction site. The research reviews the lacks of quality which can be found in the panels at the construction site and also analyzes the potential problems when the panels are being installed or at the later stages of the building process. The panels which are analyzed in this thesis are used in load-bearing wall construction building type.

The target of the thesis was to highlight the importance of the inspection upon delivery of the panels. For this, a checking list is drafted for construction sites.

According to the research, the inspection of delivered panels is very important, and remarks on possible lacks of quality must be made immediately. Even if the inspection could take a longer time, it can save multiple time at the end. Detailed checking helps in solving the monetary side of the fixing work and also makes the installing of the panels safer.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	6
2	ELEMENTTIKAUPPA LYHYESTI	7
	2.1 Elementtikaupan vaiheet	7
	2.2 Aikataulu	8
	2.3 Tehtävänjako elementtikaupan vaiheissa	9
3	MERKINNÄT ELEMENTEISSÄ JA ONGELMAT	10
	3.1 CE-merkintä	10
	3.2 Elementtitunnus	11
4	LAATUONGELMAT SEINÄELEMENTEISSÄ	12
	4.1 Mittavirheet	12
	4.1.1 Toleranssien soveltaminen	14
	4.2 Lohkeilu	15
	4.3 Pintojen laatuvirheet	16
	4.3.1 Pinnan epätasaisuus	16
	4.3.2 Halkeilu	18
5	LAATTAELEMENTIT	19
	5.1 Lepotasot ja parvekelaatat	19
	5.1.1 Mittavirheet	19
	5.1.2 Halkeamat ja lohkeamat	20
	5.2 Ontelolaatat	20
	5.2.1 Mittavirheet	20
	5.2.2 Halkeamat ja lohkeamat	22
6	PORRASELEMENTIT	23
	6.1 Mittavirheet	23
	6.2 Muut virheet	24

7 ELEMENTTIEN LAADUNVARMISTUS TYÖMAALLA	24
7.1 Aluesuunnitelma	25
7.2 Kuorman purkaminen	26
7.3 Elementtien tarkastaminen	27
7.4 Elementtien varastointi työmaalla	27
8 YHTEENVETO	28
LÄHTEET	31
LIITE 1	32
LIITE 2	33
LIITE 3	34
LIITTEET	
Liite 1. Tarkastuslista	
Liite 2. Haastattelu osa 1	
Liite 3. Haastattelu osa 2	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä käsitellään betonielementtejä, joita käytetään betonielementtiraken- teisen kerrostalon rakentamiseen. Idea aiheesta syntyi ollessani työharjoittelussa juuri kerrostalotyömaan runkovaiheessa, jolloin elementtejä asennettiin. Opinnäytetyön si- sältö on rajattu kantavat seinät -järjestelmällä rakennettavan kerrostalon elementteihin, joten kaikkia elementtityyppejä ei käydä läpi. Työ ei ota kantaa syihin, mistä laatu- puutteet ovat elementteihin tulleet tehtaalla tai matkalla työmaalle, vaan ainoastaan työmaan näkemystä hetkestä, jolloin elementit sinne saapuvat. Työssäni on teoria- osuuteen nivelletty omaa pohdintaa sekä johtopäätöksiä haastattelujen pohjalta. Haas- tattelin FH Rakentajat Oy:n tuotantopäällikköä sekä vastaavaa työnjohtajaa, jonka haastattelu löytyy liitteistä.

Opinnäytetyössä on tavoitteena kehittää toimeksiantajan eli FH Rakentajat Oy:n toi- mintaa varmistamalla elementtien laatu ennen niiden asentamista. Työssäni on tarkoi- tus korostaa elementtien vastaanottotarkastuksen tärkeyttä, jolloin mahdolliset laatu- puutteet elementeissä on erittäin tärkeä huomata, jotta osataan varautua mahdollisiin ongelmiin asennettaessa. Samalla saadaan elementtitehtaalle tieto havaituista puutteis- ta, mikä helpottaa korjaustoimenpiteiden sovittamista työmaanaikatauluun järkevästi sekä toimenpiteiden aiheuttamia rahallisia selvittelyjä.

Ensin työssäni käydään lyhyesti elementtikaupan vaiheita läpi toimintamallilla, jossa elementit tehdään tilaajan suunnitelmin. Työssä käydään läpi pääosin seinäelementtei- hin liittyviä ongelmia, koska niiden kanssa on havaittu eniten ongelmia. Tämä johtuu osaksi siitä, että niitä on suurin osa koko kantavat-seinät -järjestelmällä tehtävän ker- rostalon elementeistä sekä suurin osa näkyviin jäävästä pinnasta. Seinäelementeistä löytyy myös aukkoja ja varauksia, joten laatuongelmien mahdollisuus on suurempi. Lopuksi käsitellään elementtien vastaanottoa sekä varastointia ja sen tärkeyttä.

Työssäni ei ole tarkoituksena antaa huonoa mainosta elementtitehtaille eikä minkään tehtaan nimeä mainita tai mainosteta opinnäytetyössä käytettävissä kuvissa eikä teks- tissä.

2 ELEMENTTIKAUPPA LYHYESTI

2.1 Elementtikaupan vaiheet

Elementtikaupan ensimmäinen vaihe on tarjouspyyntö, jonka tilaaja laatii. Tarjouspyynnöstä tai muuten selitettynä tulee selvittää ainakin seuraavat kohdat:

- kohde, aloitus ajankohta, haluttu toimitusaika, maksuehdot, sopimusehdot ja toimitusehdot.
- pääpiirustukset, julkisivut ja pohjapiirustukset
- elementtikaaviot, taso- ja julkisivupiirustukset
- elementtityöselostus
- tyyppielementtipiirustukset ja niiden sisältö
- tyypilliset asennusdetaljit

(Betonikeskus ry 2012a)

Tilaajan lähettämään tarjouspyyntöön vastaa toimittaja tarjouksella. Ennen kuin sopimus tehdään, järjestetään sopimusneuvottelu, jossa koko kaupan sisältö käydään tarkasti läpi. Sopimusneuvotteluista tulee laatia pöytäkirja, johon kaikki mahdolliset muutokset merkitään. Kun sopimus syntyy, on todella tärkeää määritellä osapuolten vastuut. Hyvään sopimukseen kuuluu perustietojen (tuotteet, määrä, aikataulu, hinta, takuu jne.) lisäksi seuraavat asiat:

- sopimukseen liitetyn aikataulun seurannan pelisäännöt ja vastuut
- ilmoitusvelvollisuus aikataulu- ym. muutoksista
- tasapuolinen kohtelu viivästyksiin ja mahdollisiin korvausvelvoitteisiin
- elementtien tarkastuksen yksilöinti

- tuoteosakaupan erityiskysymysten huomioonottaminen
- valmistuslupa
- tehdas- ja muut katselmukset
- valmistuneiden tuotteiden maksukäytäntö (erikseen maksuerät valmistuksen ja toimituksen osalta)
- tiedonsiirto ja avoin tiedottaminen
- reklamaatio-/poikkeamailmoituskäytäntö
- sopimuksen ja toimitusehtojen voimassaolo poikkeamatilanteissa, esim. aikataulumuutokset sekä mahdollinen uudelleensopiminen

(Betoniteollisuus ry 2012a.)

Kun elementtitoimitukset on saatu tehtyä, järjestetään elementtien vastaanottotarkastus työmaalla, jonka tarkoituksena on käydä läpi elementtitoimitusten sopimuksenmukaisuus.

2.2 Aikataulu

Ennen elementtikaupan solmimista on tilaajan tiedettävä tehtaan vaatima aika elementtien valmistukseen. Aikataulu on työmaakohtainen, ja sitä tilaaja ja toimittaja sopivat ennen kauppojen solmimista. Kun tilaaja suunnittelee projektilleen omaa aikatauluaan, on tärkeää muistaa sitä suunniteltaessa toimittajan eli tehtaan vaatima aikataulu (kuva 1) valmistusprosessin aloituksesta ensimmäiseen toimitukseen.

	(viikkoa ennen (toimituksen aloitusta)
- valmisosien tarjouspyyntö	13-18
- toimitussopimus	10-15
- valmisosasuunnittelun aloituskatselmus/aloituskokous, alustava työmaasuunnitelma	12-14
- suunnittelun lähtötiedot	9-14
- valmisosasuunnittelun aikataulu ja aloitus	9-13
- tieto erikoismateriaaleista ja erikoiskuljetuksista	8-10
- elementtikaaviot	8-9
- punossuunnittelu, koe- elementit, muut ennakkokokeet	6-7
- mallielementin katselmus	5-6
- valmistuskuvat lohkoittain ja valmistuksen aloitus, karkea asennusaikataulu	4-6
- elementtien asennusaikataulu lohko-/kerrostarkkuudella	3-4
- asennustyön aloituskokous työmaalla	1-2

Kuva 1. aikataulu esimerkki. Valmisosatoimitusten toimintamalli. (Betonikeskus ry 2012)

2.3 Tehtävänjako elementtikaupan vaiheissa

Kun urakkasopimus elementeistä on tehty, tulee tilaajan huolehtia, että työmaalta toimitetaan elementtien asennusaikataulu sekä asennusjärjestys. Edellä olevasta kuvasta nähdään, että asennusaikataulu on oltava kerroksittain 3-4 viikkoa ennen varsinaisen toimituksen saapumista. Aikataulu riippuu toki siitä, mitä urakkasopimuksessa on sovittu. Esimerkiksi voidaan sopia, että asennusjärjestys toimitetaan vain 2 viikkoa ennen toimitusta. Toimituksen lähestyessä on toimittaja yleensä vaatinut urakkajoukossaan, että kuormat on tilaajan toimesta tilattava kirjallisesti viikkoa aikaisemmin.

Jos elementtitehdas ei tee elementtisuunnittelua, on elementtien tilaajan valitsemien suunnittelijoiden toimitettava urakkasopimuksen mukaisesti piirustukset ajallaan tehtäville. Urakkasopimuksessa voidaan esimerkiksi sopia, että julkisivukaavioiden, elementtityöselityksen ja elementtipiirustusten tulee olla tehtäällä 8 viikkoa ennen ensimmäistä toimitusta.

Elementtien tilaaja vastaa siitä, että elementtisuunnittelua varten laaditaan rakennushankkeen kokonaisuikatauluun parhaalla tavalla nivELYVÄ yksityiskohtainen suunnittelu-
luuikataulu, josta selviää sekä elementtisuunnitelmien valmistusajankohta että suunni-

telmien laatimiseksi tarvittavien lähtötietojen toimitusaikataulu. (Betoniteollisuus ry 2013b)

Jotta laadullisilta ongelmilta vältytään toimitusten saapuessa, on suunnittelijoiden pidettävä huolta, että tehtaalla on aina uusimmat kuvat, jos muutoksia tulee. Tehtaalla on virhevastuu vain toimitettujen kuvien osalta.

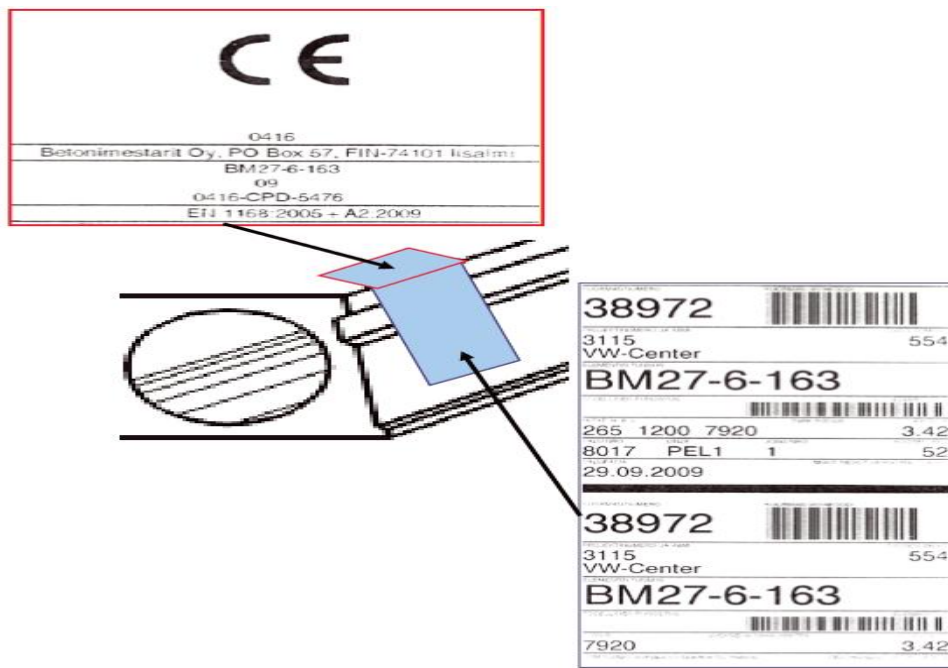
Jos tilaaja haluaa, on elementtitehtaan valmistettava mallielementtejä, joilla määritetään haluttu laatu koko toimituksen ajaksi. Tilaaja tarkistaa elementtien pinnat, värit ja mahdolliset mittapoikkeamat. (Betoniteollisuus ry 2013b)

3 MERKINNÄT ELEMENTEISSÄ JA ONGELMAT

3.1 CE-merkintä

Asetus CE-merkinnän käytöstä on tullut voimaan 1.7.2013, mikä tarkoittaa sitä, että työmaalle tulevista elementeistä on merkintä löydyttävä. CE-merkintä (kuva 2) on eurooppalainen tuotestandardi, joka takaa, että tuote täyttää sille asetetut vaatimukset. Muutama poikkeus löytyy, jolloin merkintää ei tarvita: massiivilaattaelementit, kaironrenkaat, hormielementit (osittain), kevytbetonielementit, isot betoniputket, rakenteelliset betonimuottiharkot. CE-merkintä kertoo tuotteen ominaisuudet, joten se ei takaa tuotteen laatua ja se on aina arvioitava tapauskohtaisesti. (Elementtisuunnittelu.fi)

Jos työmaalle saapuvassa elementissä on puutteita CE-merkinnässä tai sitä ei ole ollenkaan, on syytä ottaa yhteyttä valmistajaan ja pyytää tätä korjaamaan havaittu puute (Ympäristöministeriö 2013).



Kuva 2. Esimerkki CE-merkinnästä (Elementtisuunnittelu.fi 2013)

3.2 Elementtitunnus

Jokaisessa elementissä on hyvä olla työmaalle tullessa valmistusmerkintä (kuva 3). Merkinnästä pitää löytyä seuraavat tiedot: valmistaja, valmistuspäivämäärä, tunnus ja paino.



Kuva 3. Esimerkki elementtitunnuksesta (Perttu Mäntynen 2014)

Tunnuksen vastaavuus elementtiin on hyvä varmistaa vertaamalla elementin valmistuspiirustuksiin. Jos tunnuksset ovat jostain syystä menneet tehtaalla sekaisin, voi nostovaiheessa tulla ongelmia esimerkiksi nosturin kapasiteetin kanssa. Elementin liiallinen paino on vaarallista, koska pahimmassa tapauksessa nosturi voi kaatua, jos varas-

tointi- tai asennuspaikka ovat kaukana nosturin sijainnista, eikä siihen ole varauduttu juuri silloin. Asennusvaiheessa voi tapahtua myös virheitä, jos tunnuksien vastaavuutta ei ole tarkistettu, ja sillä voi olla huomattavat taloudelliset seuraukset, kun aikataulut myöhästyvät ja muita toimituksia joudutaan lykkäämään. Tunnuksen mukaan asennetaan oikea elementti, mutta todellisuudessa väärä.

4 LAATUONGELMAT SEINÄELEMENTEISSÄ

4.1 Mittavirheet

Elementeissä saa olla mittapoikkeamia, kunhan ne pysyvät määritettyjen toleranssien sisällä. Mittavirheitä melko harvoin huomataan ennen asennusta, mutta syytä olisi kiinnittää niihin huomiota jo elementtejä vastaanottaessa tarkastamalla jokaisen elementin vastaavuus suunnitelmiin.

Mittavirheitä voi olla esimerkiksi perusmitoissa, jotka on helppo tarkastaa työmaalla: korkeus, pituus, ristimitat sekä paksuus. Alla nähtävät mittatoleranssit on ilmoitettu millimetreinä, ja ne on kerätty kirjasta Betonielementtien toleranssit 2011.

Pituus (L), korkeus (H)	
- väliseinä ja sisäkuori	±10
- ulkokuori	±8
- pienet julkisivulevyt	-
Paksuus (b)	
- sandwichin kok.paksuus	±8
- sandwichin sisäkuori	-5; +10
- väliseinä	±5
- sisä- ja ulkokuorielementti	±5
- pienet julkisivulevyt	-
Ristimittojen ero	
- väliseinä	15
- sisäkuori	15
- ulkokuori	12
- pienet julkisivulevyt	-

Mittatoleranssien ylittyminen tai alittuminen aiheuttavat ongelmia asennuksessa, esimerkiksi yksi liian lyhyt julkisivuelementti voi aiheuttaa sen, että nurkkasaumasta tulee liian suuri, koska siellä elementin mittavirhe todennäköisesti vasta huomataan. Mittaamalla elementit ennen asennuksen aloitusta, voidaan pieni mittavirhe häivyttää

saumojen kohdalla koko rakennuksen sivun aikana. Jos mittavirhe on liian suuri, joudutaan se hylkäämään ja jättämään välistä. Tarkastamalla heti elementtien mitat voidaan heti ottaa yhteyttä valmistajaan ja välttyä näin mahdollisilta aikatauluviivästyksiltä.

Lisäksi virheitä voivat olla seuraavat:

Sivun käyryys	
– sandwich- ja kuorielementit	±8
– pienet julkisivulevyt	-
– ovet ja ikkunat	±5
Kierous	
– väliseinä, sandwich, ulkokuori ja sisäkuori	±15
– pienet julkisivulevyt	-

Kierouden ja käyryyden toleranssien suuresta ylittymisestä voi seurata esimerkiksi sisävaiheen tasoitustyössä kiistaa urakkarajojen kanssa. Tasoiteyrityksen kanssa on sovittu tietty raja millimetreissä, jonka se tasoittaa. Ylimenevä osuus tulee pääurakoitsijan maksettavaksi. Tähän voidaan varautua tarkastamalla elementit hyvin. Jos elementtien vastaanottovaiheessa havaitaan toleranssien ylittyminen ja siitä saadaan tieto toimittajalle, toimii toimittaja urakkarajan yli menevän osuuden maksajana.

Varausten mittavirheet kannattaa myös tarkistaa. Seuraavassa on sallittuja mittatoleransseja:

Sähköasiat (t)	
, sijainti pinnan suunnassa	±15
, sijainti syvyysuunnassa	+5; -10
, rasiaryhmän kiertymä	±t/50, enintään 4
, reikien koko	±10

Sähkörsioiden vastaavuus valmistuspiirustuksiin tulee tarkastaa, jotta ylimääräisiltä timanttitoilta välttyttäisiin. Voi olla, että esimerkiksi rasia sijaitsee väärällä puolella väliseinäelementtiä, tai rasian koko ei vastaa suunnitelmia. Tiedon välittömällä välittämisellä tehtaalle varmistetaan, että tulevien kerrosten rasiavaraukset ovat oikean kokoiset, eikä se jää työmaalla tehtäväksi.

Ovet ja ikkunat:

joka suunnasta	
– väliseinä	±15
– sandwich	±10
– sisäkuori	±8
– ulkokuori	±8
kulmien sijainnin ero	
– väliseinä, sandwich, sisäkuori	10
– ulkokuori	5
– pienet julkisivulevyt	-

Sandwich-elementissä ovi- tai ikkuna-aukossa havaittava mittatoleranssien ylittyminen voi aiheuttaa ikkunan asennusvaiheessa sen, että ikkuna ei mahdu paikalleen. On mahdollista, että aukkoa voidaan sahata isommaksi, mutta esimerkiksi julkisivukuoren ollessa pesubetonia, ei siitä saada ehjän näköistä, jolloin ainut vaihtoehto on tilata uusi ikkuna.

Jos väliseinäessä havaitaan toleranssien ylittyminen ja esimerkiksi oviaukko jää liian suureksi, voidaan se muotittaa oikean kokoiseksi työmaalla ja valaa se. Jälleen vastaanottotarkastuksen tärkeys helpottaa tätäkin työvaihetta, koska muotti- ja valutyö voidaan suorittaa muiden välipohjaan liittyvien valujen yhteydessä ylhäältä päin.

Tarvittaessa mittojen tarkistamiseen löytyy ohje julkaisussa Betonielementtien toleranssit 2011.

4.1.1 Toleranssien soveltaminen

Mittatarkkuus on jaettu kahteen eri luokkaan: valmistustoleransseihin sekä rakentamistoleransseihin. Valmistustoleranssien täyttymisestä vastaa elementtitehdas kun taas rakentamistoleransseista urakoitsija työmaalla.

Rakennustyömaalla pyritään aina kustannustehokkaaseen ja nopeaan elementtiasennukseen. Toleranssien sisällä olevien mittapoikkeamien vaikutuksia voidaan rakennustyömaalla minimoida hyödyntämällä sallittuja rakentamistoleransseja. Toleranssien yhdistely voi vaikuttaa rakennuksen rakenteelliseen toimintaan, joten hylkyrajoilla olevien elementtien asentaminen tulee varmistaa vastaavalta työnjohtajalta tai rakennesuunnittelijalta. (Betonikeskus ry 2006a)

Jos työmaalla havaitaan elementin valmistustoleranssien ylittyminen, tulee tuote hyljätä. Hylkäämisestä vastaa vastaava työnjohtaja, vastaava rakennesuunnittelija, arkkitehti, valvoja tai valmistaja. (Betonikeskus ry 2006a)

4.2 Lohkeilu

Lohkeilu julkisivussa on lähinnä esteettinen haitta, joka ei aiheuta ongelmia asennusvaiheessa. Lohkeamat pystytään yleensä paikkaamaan niin, että lohkeamaa ei huomata. Sandwich-elementin kantavan puolen lohkeilua voidaan joutua paikkailemaan asennusvaiheessa, jotta esimerkiksi ontelolaattoja asennettaessa tukipinnat ovat määräysten mukaiset.



Kuva 4. Lohkeama julkisivussa (Perttu Mäntynen, 2014)

Mikäli nostokohdissa tapahtuu, tai on tapahtunut lohkeilua (kuva 5), on syytä ottaa yhteyttä valmistajaan tai rakennesuunnittelijaan ja varmistaa elementin turvallinen nostaminen. Työmaalla tärkein asia on työturvallisuus, eli jos epäilykset elementin turvatomasta nostamisesta heräävät, kannattaa se jättää nostamatta.



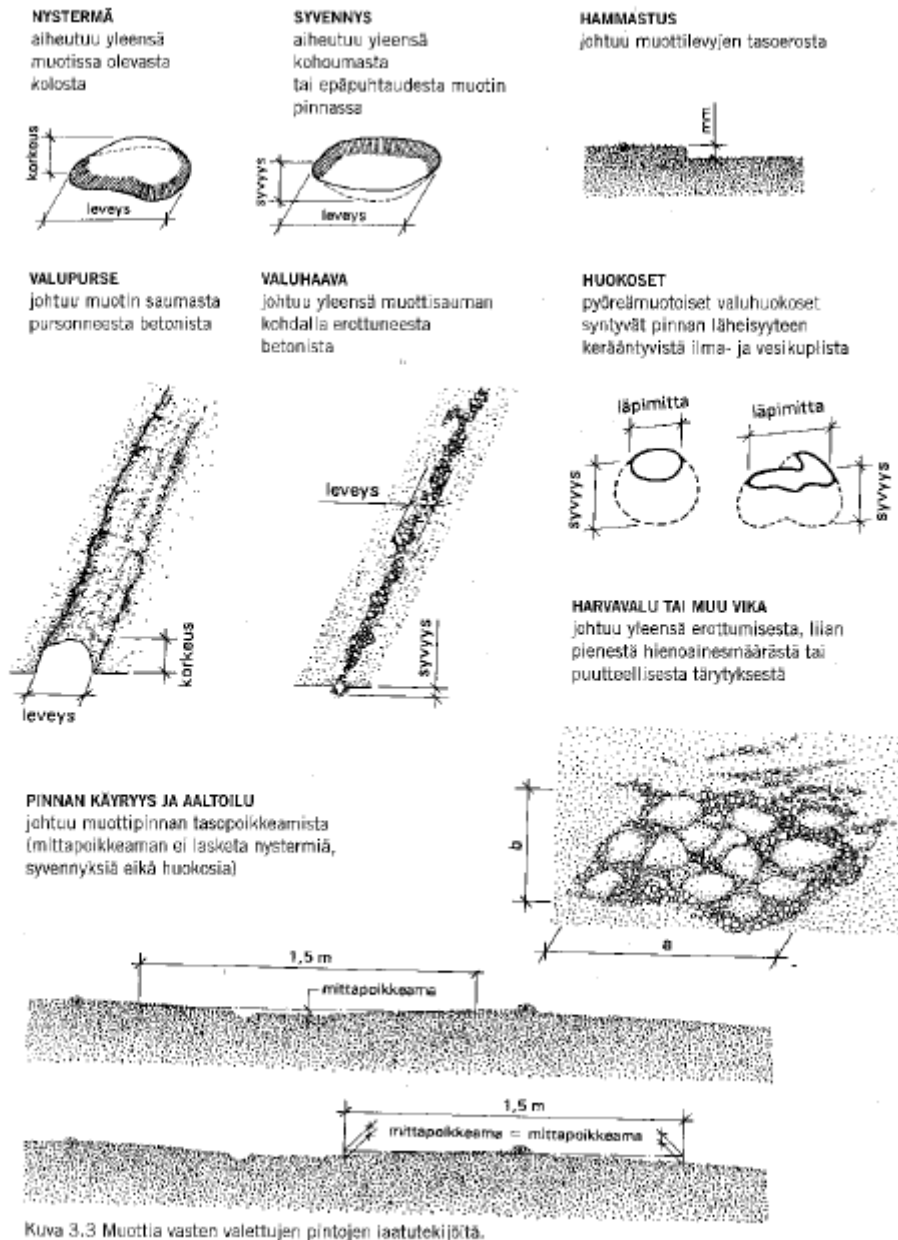
Kuva 5. Lohkeilua nostokohdissa (Perttu Mäntynen, 2014)

4.3 Pintojen laatuvirheet

Yleisimpiä laatuvirheitä elementeissä ovat pinnan epätasaisuus (hammastukset, huokokset, valupurseet, harvavalut, pinnan aaltoilut, nystermät ja kolot), halkeilu ja väri- vaihtelu. (Betonikeskus ry 2006a)

4.3.1 Pinnan epätasaisuus

Esimerkiksi nystermät sekä hammastukset ovat yleisiä ongelmia ikkuna-aukoissa, ja niitä joudutaan usein hiomaan ennen ikkunoiden asennusta. Kuvassa 6 nähdään erilaiset laatuvirheet, jotka vaikuttavat pinnan tasaisuuteen.



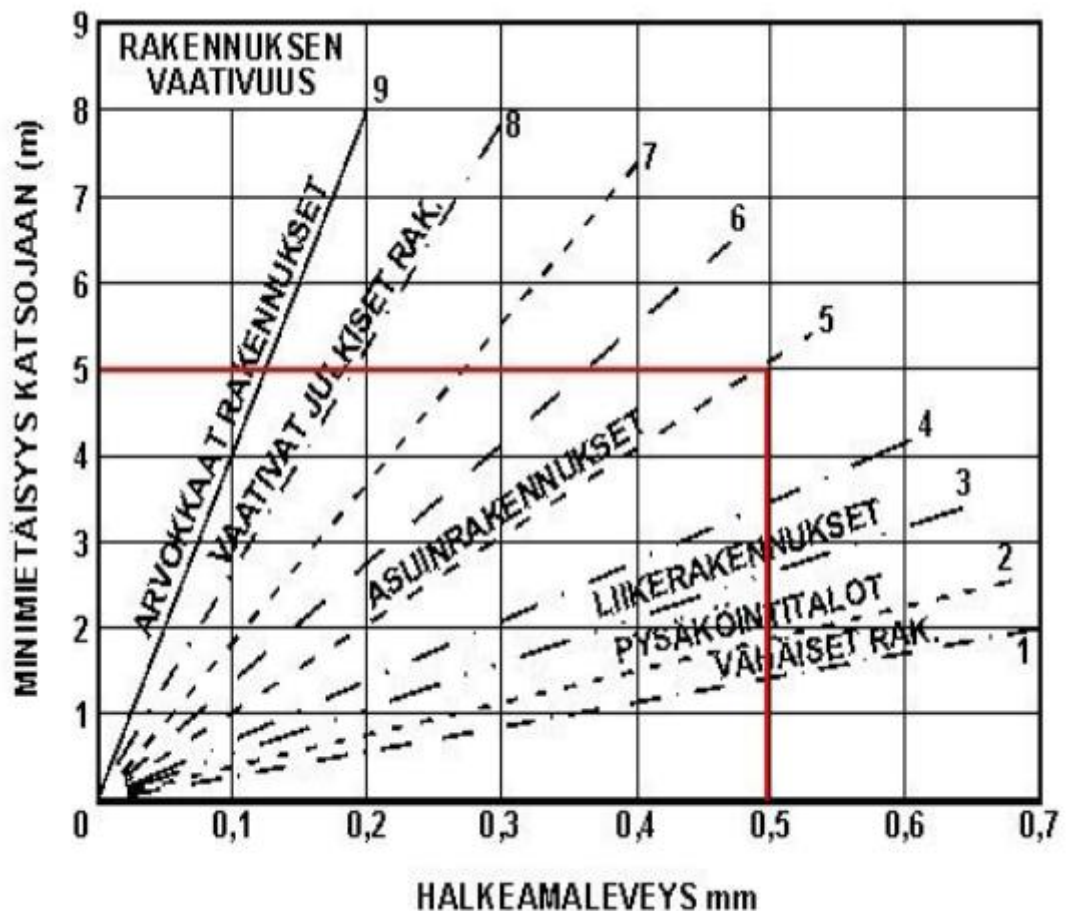
Kuva 6. Pinnan laatuvirheitä (BY40 2003, 35)

Pinnan liiallisella sileydellä ei ole haittavaikutuksia, koska maalattavaksi tai vesieristettäväksi tarkoitettut pinnat tulee joka tapauksessa hioa tai karhentaa ennen työn suorittamista.

4.3.2 Halkeilu

Elementeissä on usein halkeilua, mutta se harvoin tarkoittaa, että elementti olisi rakenteellisesti vioittunut. Seinäelementeissä on niin sanottua jännittämätöntä raudoitusta, joka aktivoituu vasta nostettaessa tai sitä kuormitettaessa, jolloin pieniä halkeamia alkaa esiintyä. Sandwich-elementin julkisivun halkeilu on esteettinen haitta, johon löytyy laskennallisia raja-arvoja siitä, minkä kokoisia halkeamat saavat olla. Kirja on BY40 Betonirakenteiden pinnat 2003, Liite 3 Betonirakenteiden halkeilu. Halkeamia voidaan myös tutkia katsomalla niitä eri etäisyyksiltä.

Halkeamia voidaan tarkastella työmaalla myös silmämääräisesti, mistä voidaan päätellä kuinka paljon esteettistä haittaa halkeamalla on eri etäisyyksiltä katsottuna. Kau-
neushan on niin sanotusti katsojan silmissä (kuva 7).



Kuva 7. Halkeaman havaitseminen eri etäisyyksiltä, Betonivalmisosien laatu-
poikkeamien käsittely (Betonikeskus ry 2006a)

Taulukosta voidaan päätellä, että asuinrakennuksissa 0,5 mm halkeama nähdään 5 metrin päästä, mutta esimerkiksi 0,4 mm halkeamaa ei enää nähdä 5 metrin päästä.

Halkeamat, jotka ovat alle 0,05 mm, ovat nimeltään mikrohalkeamia, jotka eivät ole vakavia. Jos halkeama ylittää 0,3 mm saattaa siitä aiheutua jälkeinpäin rakenteellisia vaurioita. Ongelmia voi esimerkiksi tulla kosteuden kanssa, kun se pääsee teräksiin ja aiheuttaa näin korroosiota. (Betonikeskus ry 2006a)

Jos halkeama ulottuu esimerkiksi toisen kuoren yläpinnasta alapintaan asti, voi koko kuori rikkoutua elementtiä nostettaessa. Jos työmaalla havaitaan, että nosto- tai asennusvaiheessa tapahtuu paljon halkeilua, saattaa se olla merkki vakavammasta asiasta. Voi olla kyseessä esimerkiksi suunnitteluvirhe, jolloin otettava välittömästi yhteyttä suunnittelijaan sekä valmistajaan. Myös ennen nostoja havaitut suuremmat halkeamat nostokohtien lähellä tulee varmistaa valmistajalta, ja varmistaa näin, onko elementti vielä turvallisesti nostettavissa. (Betonikeskus ry 2006a)

5 LAATTAELEMENTIT

5.1 Lepotasot ja parvekelaatat

5.1.1 Mittavirheet

Kuten seinäelementeistä myös laatoistakin voi löytyä mittavirheitä. Laatat ovat helppoja mitata heti työmaalle saapuessaan.

Pituus	±10
Paksuus	±h/40
Leveys	±10
Pään kulmapoikkeama	±8
Teräsosat	
– pinnan suunta	±10
– syvyysuunta	±5
Reiät	±15

Laattojen mahdollisia mittojen ylityksiä on suhteellisen helppo sahata työmaalla ennen asennusta, mikäli puhutaan vain pienestä mittavirheestä. Tärkeä on mitata elementit heti vastaanotossa, jotta tehtaalle saadaan tästäkin tieto.

5.1.2 Halkeamat ja lohkeamat

Lohkeamat ja halkeamat tulee tarkistaa kuormaa vastaanottaessa samalla tavoin, kuin seinäelementitkin. Virheistä on ilmoitettava tehtaalle ja sovittava niiden korjauksesta. Esimerkiksi parvekelaatat tulevat maalattavaksi vasta asennuksen jälkeen, joten pienet pinnan virheet tai värierot eivät haittaa, koska niitä hiotaan joka tapauksessa ennen maalausta.

5.2 Ontelolaatat

5.2.1 Mittavirheet

Ontelolaatat asennetaan usein suoraan kuormasta, jolloin niiden laatua ei oikeastaan ehditä tutkimaan muuten kuin silmämääräisesti. Seuraavat mittatoleranssit ovat ilmoitettu millimetreinä, ja ne on kerätty kirjasta *Betonielementtien toleranssit 2011*:

Toleranssit ovat:

Pituus	± 15 tai $L/1000$
Paksuus	
- $h < 170\text{mm}$	± 5
- $170 \leq h \leq 370\text{mm}$	± 7
- $h > 370\text{mm}$	$\pm h/40$
Leveys	
- kokonainen laatta	-5; +0
- kavennettu laatta	± 20

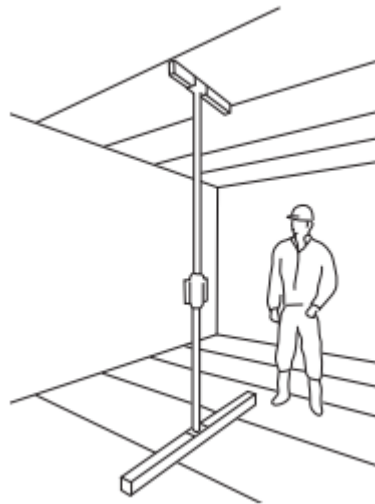
Tärkein asia ontelolaatan mittojen täyttymisessä on pituus, jotta asennettaessa se saa määräysten mukaisen tukipinnan.

Muut mittatoleranssit:

Sivukäyryys	$\pm L/1000$, enintään ± 10 mm
Pään kulmapoikkeama	± 10
Taipuma	± 6 tai $L/1000$
Yläpinnan aaltoilu poikkisuunnassa (y)	8, kun $h < 400$ mm 15, kun $h \geq 400$ mm
Teräsosat , tehtaalla asennetut	± 20
Reiät ja varaukset	
- sijainti	± 15
- teko tuoreeseen betoniin	-0; +50
- teko jälkikäteen	-0; +30

Yleinen ongelma on taipumasta johtuvat saumojen hammastukset. Jos esimerkiksi osa laatoista on suorina, ja osa laatoista on taipuneita ylöspäin, tulee samoja ongelmia, kuin aiemmin läpikäytyjen seinäelementtien käyryyden ja kierouden kanssa. Ero kahden ontelolaatan pinnan tasossa on siis niin suuri, ettei niiden tasoittaminen pysy urakkarejojen sisällä, jolloin työmaalla tulee tehdä niin sanottua etuoikaisua.

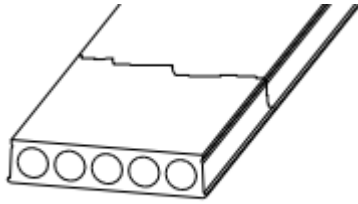
Jos taipumat ovat alaspäin, voidaan niitä yrittää tasata alaspäin oikeanlaisen kaluston avulla ennen saumojen betonointia (kuva 8).



Kuva 8. Ontelolaattojen taipumien tasausta, Betonivalmisisien laatu poikkeamien käsittely (Betonikeskus ry, 2006a)

5.2.2 Halkeamat ja lohkeamat

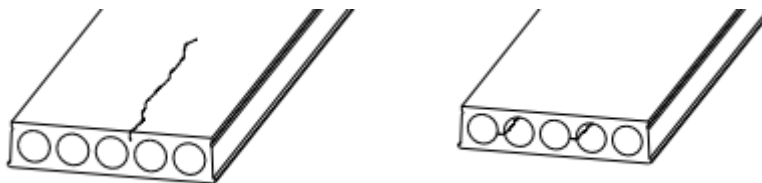
Poikittaiset halkeamat



Kuva 9. Poikittaissuuntainen halkeama ontelolaatassa, Betonivalmisosien laatupoikkeamien käsittely (Betonikeskus ry, 2006a)

Jos kuormasta löytyy ontelolaatta, jossa on poikittaisia halkeamia, on kysyttävä valmistajan sekä rakennesuunnittelijan ohjeita mahdolliselle nostamiselle. Halkeamat voivat myös syntyä työmaalla, jos jostain syystä ontelolaattoja joudutaan varastoimaan ja se on tehty väärin. Väärin se on tehty esimerkiksi siten, että ontelolaattojen väliin laitettavat aluspuut eivät ole kohdakkain ja näin ollen päälle tulevien laattojen kuormasta voivat laatat haljeta.

Halkeamat pituussuunnassa

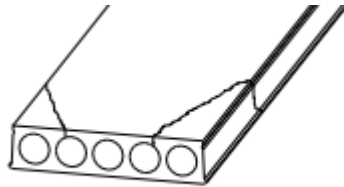


Kuva 10. Pituussuuntaisia halkeamia ontelolaatoissa. Betonivalmisosien laatupoikkeamien käsittely (Betonikeskus ry 2006a)

Jos halkeamat ovat lyhyitä eli puhutaan muutamista senteistä, eivät ne haittaa nostoa eivätkä rakenteellisesti vaurioita rakennusta. Halkeamille ei ole mitään tarkkaa mitta-

toleranssia, vaan ne pitää arvioida aina tapauskohtaisesti ja varmistaa tarvittaessa valmistajalta niiden turvallinen nostaminen. Koska ontelolaattojen yläpinta ei jää koskaan näkyviin, vaan tehdään siihen esimerkiksi tasoitusvalu, eivät halkeamat ole edes esteettinen haitta.

Lohkeamat



Kuva 11. Lohkeamia ontelolaatassa, Betonivalmisosien laatupoikkeamien käsittely (Betonikeskus ry 2006)

Jos lohkeama ulottuu yläpinnasta alapintaan asti, eli on niin sanotusti pala pois, tulee ottaa yhteyttä suunnittelijoihin ja pyytää asennuslupaa. Jos laatta saadaan asennettua voidaan se saumojen betonoinnin yhteydessä muotittaa alapuolelta ja valaa umpeen suunnittelijan ohjeiden mukaan.

6 PORRASELEMENTIT

6.1 Mittavirheet

Alla nähtävät mittatoleranssit ovat ilmoitettu millimetreinä ja ne on kerätty kirjasta Betonielementtien toleranssit 2011.

Porraselementeissä on seuraavat mittatoleranssit:

Porraselementit	
– Pituus	$\pm (10+L/1000)$
Poikkileikkaus	
-mitta $\leq 150\text{mm}$	± 5
-mitta $\geq 400\text{mm}$	± 10

Yleisin ongelma porraselementeissä liittyen mittoihin on portaiden liittyminen lepota-solaattaan, jota voidaan joutua työstämään isommaksi, jotta tarvittavat liitokset saa-

daan tehtyä ja siitä rakenteellisesti toimiva. Se ei välttämättä johdu portaiden pituuden ylittymisestä, vaan laatassa portaille tarkoitetun varauksen riittämättömästä koosta.

Porraskelmissä on seuraavat mittatoleranssit:

- Leveys	±10
- Etenemä	±5
- Nousu	±5
- Kahden peräkkäisen askelman nousun ero	6
- Kaltevuus kulkusuunnassa	±4
Teräsosat	
- pinnan suunta	±15
- syvyysuunta	±5

6.2 Muut virheet

Porraselementit voivat olla työmaalle tullessaan niin sanotusti väärän kätisiä eli porraskelmien päätyjä ei ole hiottu näkyviin jäävältä puolelta. Samalla kaiteiden kiinnitystä varten asennetut kiinnitysankkurit ovat väärällä puolella.

Porraselementtien kanssa on tilattava suojat portaille, jotka on asennettava heti porrasedementin asennuksen jälkeen. Jos niitä ei ole, voi se aiheuttaa lohkeilua, koska portaita pitkin kuljetetaan rakennustarvikkeita kerroksesta toiseen, jolloin mahdollisuus kolhuun on olemassa. Värivirheitä voi tulla myös, jos esimerkiksi kemikaaleja kaatuu portaille.

Jos portaissa on laatuvirheitä, tulee niistä ilmoittaa heti valmistajalle.

7 ELEMENTTIEN LAADUNVARMISTUS TYÖMAALLA

Tehtaalla tai kuljetuksessa tulleille laatuvirheille ei elementtejä vastaanotettaessa voi minkään, mutta työmaalla on pidettävä huolta, että laadullisia virheitä ei elementteihin tule enempää kuormaa purettaessa eikä varastoinnin yhteydessä. Seuraavissa kappaleissa on kerrottu varastointiin tarvittavia välineitä sekä tapoja, joilla varastointi tehdään oikein.

7.1 Aluesuunnitelma

Työmaan tehtäviin kuuluu laatia aluesuunnitelma (kuva 12), josta selviää elementtien nostoon liittyen nosturinpaikka, kulkureitti työmaalle sekä elementtien välivarastointiin tarkoitettut alueet. Aluesuunnitelmaa tehtäessä on tärkeää miettiä nosturille paikka, josta sen kapasiteetti yltää nostamaan elementit kuormaa purettaessa, nostamaan ne välivarastointipaikoille sekä tekemään elementtiasennuksen nostot. Hyvällä suunnittelulla voidaan varmistaa, että kaikille työmaalla työskenteleville on selvää, mihin kuormat tulevat ja mihin ne puretaan, mihin autonosturille on varattu tila liikkua. Näiden alueiden maakerrokset osataan näin pitää kantavina ja niitä osataan tarvittaessa huoltaa, jotta esimerkiksi elementtikuormaa tuova rekka pääsee oikeaan paikkaan työmaalle ongelmitta ja se on tasapainossa, kun kuormaa aletaan purkamaan.



Kuva 12. Aluesuunnitelma (Perttu Mäntynen 2014)

Tilaaajan vastuulla on lainkin mukaan pitää huolta työmaalle pääsystä: ”Ostaja vastaa purkauspaikalle johtavan tien ajokelpoisuudesta sekä siitä, että työmaatiet ovat sellaisessa kunnossa, että sovittu kuljetuskalusto voi niillä esteettä liikkua ja että purkaus-

paikka on asianmukaisessa kunnossa.” (Rakennustuotteiden yleiset hankinta- ja toimintusehdot (RYHT 2000,14.3))

7.2 Kuorman purkaminen

Kun kuormaa aletaan purkamaan, on pidettävä huolta, että kuorma puretaan tasaisesti molemmilta puolilta, jotta tasapaino rekassa säilyy.

Nosto tehdään rauhallisesti, jotta mahdollisilta kolhuilta vältytään. Rakennustyömaalla on turvallisuus erittäin tärkeää, nostettaessa on pidettävä huolta, että nostettavan elementin alapuolella ei ole ihmisiä, ja muutenkin kulku tulevalta nostoreitiltä suljetaan. Ennen kuin nostoa aletaan suorittamaan, on huolehdittava, että nostoapuvälineet esim. nostokoukut ovat lukossa ja oikein kiinnitetty, jotta nosto on turvallinen. Ontelolaattoja nostettaessa tulee välttää seisomista laatan päätyalueiden läheisyydessä. Kun nosto alkaa kiristyä, voi nostoura lohjeta, jolloin sakset ja puomi heilahtavat todennäköisesti päätyjä kohti. (Betonikeskus ry 2007b)

Jos nostokohdissa on lohkeamia, ja herää epäily turvattomasta nostamisesta, tulee ottaa yhteyttä valmistajaan ja varmistaa onko elementti turvallisesti nostettavissa. Myös nostoapuvälineet (esim. nostoraksit, nostosakset, nostopuomi) on tarkistettava. Nostoapuvälineistä on löydyttävä tunnistetiedot, jossa kerrotaan ainakin nostokapasiteetti sekä sallittu nostokulma. Nostokalusto tarkastetaan silmämääräisesti ja sen toimivuutta seurataan nostojen ajan. Nostoapuvälineiden käyttö voidaan hylätä seuraavin ehdoin:

- epäselvät tai puuttuvat merkinnät
- vaurioitunut, taipunut, vääntynyt, huomattavasti kulunut, paljon korroosiota

(Betonikeskus ry 2007b)

7.3 Elementtien tarkastaminen

Elementtien tarkastamiselle on varattava riittävä aika kuormaa purettaessa. Urakkasopimuksessa voi olla esimerkiksi sovittu, että kuorman purkuaika on 1 tunti ja se sisältyy urakkaan, joten työmaalla on näin myös oikeus käyttää se.

Elementit tarkastetaan ensin silmämääräisesti, jolloin mahdolliset lohkeamat, halkeamat, värivirheet havaitaan. Elementtien mitat on myös hyvä tarkastaa heti. Tarkastuksessa on hyvä olla mukana elementtien valmistuspiirustukset, johon työmaalle saapuneita elementtejä verrataan. Piirustuksista selviää kaikki oleellinen tieto elementeistä kuten esimerkiksi kaikki elementtiin liittyvät mitat, pintamateriaalit sekä värit, varaukset sähkörasioille, ikkuna- ja oviaukot mittoineen, nostolenkkien kohdat, tartunnat, nostokulma, betonin lujuus ja rasitusluokka sekä eristeet.

Kaikki havaitut laatuvirheet tulee kirjata kuormakirjaan, jolloin tieto virheistä menee tehtaalle eli toimittajalle. Virheet on myös hyvä arkistoida työmaalle omaan talteen esimerkiksi yrityksen omaan tietokantaan. Kun elementtitoimitus on saatu kokonaisuudessaan vastaanotettua, on hyvä järjestää tarkastus, jossa tilaaja kutsuu toimittajan työmaalle, jolloin käydään läpi mahdolliset laatuvirheet sekä niiden korjaustoimenpiteet.

Mahdollisten laatuvirheistä on ilmoitettava heti toimittajalle, jotta raha-asioiden selvittely korjaustöiden osalta sujuu ongelmitta. Se on myös työmaan kannalta parempi, koska pystytään suunnittelemaan työmaan aikatauluun niveltäviä korjausajankohtia. Myöhemmin tehdyistä reklamaatioista on vaikeampi sopia korvausten sekä työnjaon osalta, koska laatuvirhe on voinut tapahtua esimerkiksi asennuksen yhteydessä, jolloin työmaa on siitä vastuussa.

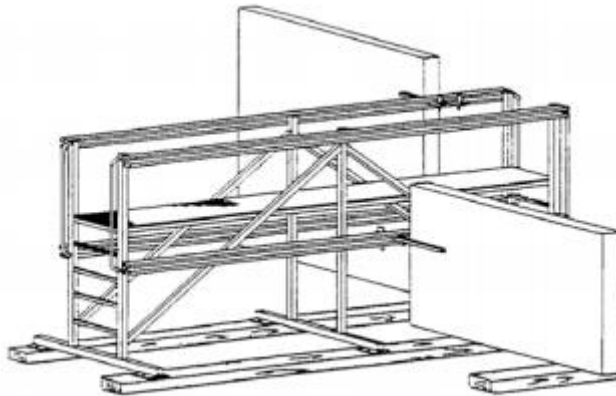
7.4 Elementtien varastointi työmaalla

Jos elementtejä ei voi asentaa suoraan kuormasta, tulee ne varastoida työmaalle. Työmaalla kuuluu olla välivarastointiin tarkoitettuja välineitä esimerkiksi kammateline seinäelementeille. Välineiden tulee olla oikeanlaiset ja niille asetetut määräykset täyttävät, jotta mahdolliset elementtien kaatumiset, liukumiset sekä siirtymiset on estetty.

Kuten rakennusten maanrakennustyöt on tehtävä huolella, niin myös elementtien varastointialueiden. Syytä on kiinnittää huomiota myös vuodenaikaan mahdollisen rouhan takia. Elementtien välivarastointiin käytettävien välineiden painuminen tulee estää aluspuilla tai levyillä. (Betonikeskus ry 2007b)

Laattaelementit voidaan varastoida päällekkäin tilan säästämiseksi, kuitenkin vain 4kpl/pino. Laattojen väliin on asennettava aluspuut, joiden tulee sijaita samalla kohtaa toisistaan joka kerroksessa.

Seinäelementtien varastointi on järkevintä tehdä kampatelineeseen (elementtifakki) (kuva 13). Kampatelineistä löytyy merkinnät niiden maksimikapasiteetista, ja ne on huomioitava varsinkin painavia sandwich-elementtejä varastoitaessa. Telineen täyttäminen tulee aloittaa keskeltä reunoihin päin, jotta tasapaino säilyy. Sandwich-elementit tulee varastoida niin, että sen kantavaa kuorta eli sisäkuorta, pyritään kuormittamaan. (Betonikeskus ry 2007b)



Kuva 13, Elementtifakki. Betonielementtien turvallinen asennus (Betonikeskus ry, 2007b)

Porraselementit tulee varastoida kantavalla, tasaisella maalla aluspuiden varaan eikä niitä aseteta mielellään päällekkäin.

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä käytiin läpi erilaisia ja yleisimpiä laatuvirheitä, joita betonielementeistä voidaan kirjallisuuden, internetistä löytyvistä lähteistä sekä haastattelujen perus-

teella löytää niiden työmaalle tullessa. Suurin osa työstä käsitteli seinäelementtejä. Kävin läpi yleisimpiä virheitä, mutta kaikkihan on mahdollista, joten tässä työssä ei käyty yksittäistapauksia läpi.

Tietoa elementeistä löydettävistä laatuvirheistä löytyi lähinnä internet-lähteistä. Yksi Betonikeskuksen tekemä julkaisu oli melko kattava lähdeos erilaisista virheistä sekä syistä, mistä virheet ovat mahdollisesti johtuneet (Betonivalmisosien laatuopiokeamien käsittely (betonikeskus ry 2006)). Laatuvirheiden vaikutuksista rakentamiseen ei löytynyt juuri ollenkaan, joten niistä tietoa selvitettiin haastatteluilla (liitteet 2 ja 3) ja omaa kokemusta käyttäen mahdollisia ongelmatilanteita, joihin voidaan joutua laatuvirheiden sekä huonon vastaanottotarkastuksen takia. Haastattelua sekä omaa kokemusta käyttäen on annettu esimerkkejä virheiden vaikutuksista teoriaosuuden sekaan, oikeanlaiseen elementtien varastointiin työmaalla sekä elementtien vastaanottotarkastukseen liittyen.

Oli erittäin mielenkiintoista oppia näkemään rakennushankkeen kokonaisuutta paremmin keskusteltuani opinnäytetyöhön liittyen alan ammattilaisten kanssa. Haastatteluiden yhteydessä sekä opinnäytetyötä tehdessä opin paremmin ymmärtämään esimerkiksi sitä, että ensimmäisiä elementtejä vastaanotettaessa havaitun laatuvirheen takia osataan jo ajatella vaikutuksia sisävaiheen töihin, ja mitä siellä pitää huomioida virheen takia. Esille nousivat myös seuraukset siitä mitä tapahtuu, jos vastaanottotarkastusta ei tehdä kunnolla, kuinka sillä voi olla tilaajalle taloudellisia seurauksia myöhemmin.

Kehitysehdotuksena laadin elementtien vastaanottotarkastukseen liittyen mielestäni erinomaisen kaavakkeen (liite 1), johon on koottu erilaisia elementeistä löydettäviä virheitä: lohkeamat, halkeamat, aukot, varaukset, tartunnat, mittavirheet, merkinnät. Idea on, että työmaalle saapuvissa elementtien valmistuskuvissa on jokaisessa osio tarkastukselle, johon merkataan rasti ruutuun - periaatteella havaittu virhe sekä kuvaus kohtaan kirjoitetaan tarkempia tietoja laatuvirheestä. Erinomainen siksi, että siinä on kaikki tarpeellinen tieto yhdellä paperilla elementtien tarkastusta varten. Yksityiskohdaiset tiedot elementeistä yhdistettynä tarkistuslistaan, joten erillisiä kaavakkeita ei tarvitse. Näin kaikki elementit tulee tarkastettua vertaamalla niitä suunnitelmiin. Kehitysehdotusta ei ole vielä käytetty, mutta toivottavasti tulevilla työmailla.

Vastaavaa opinnäytetyötä ei ole aiemmin vielä tehty, joten aiheeseen voisi tarkemmin paneutua jollakin tietyllä osa-alueella jonkun elementtityypin laatuvirheiden vaikutuksista myöhempään rakennusvaiheisiin.

Toivon, että tekemälläni työllä on tulevaisuudessa yrityksen toimintaa parantavia teki-
jöitä.

LÄHTEET

Betonirakenteiden pinnat 2003 BY 40 / Suomen Betoniyhdistys ry.

www.elementtisuunnittelu.fi

Rakennustuotteiden yleiset hankinta- ja toimitusehdot 2000, Rakennusteollisuuden keskusliitto. Saatavissa: <http://www.kpr.fi/UserFiles/files/ohjeet/ryht.pdf> [Viitattu 30.4.2015].

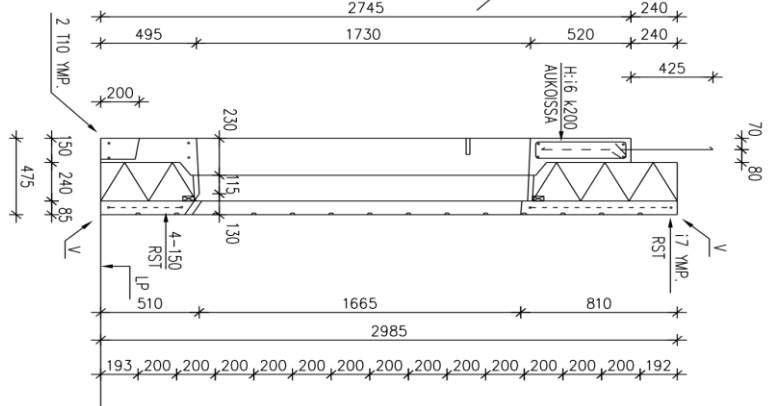
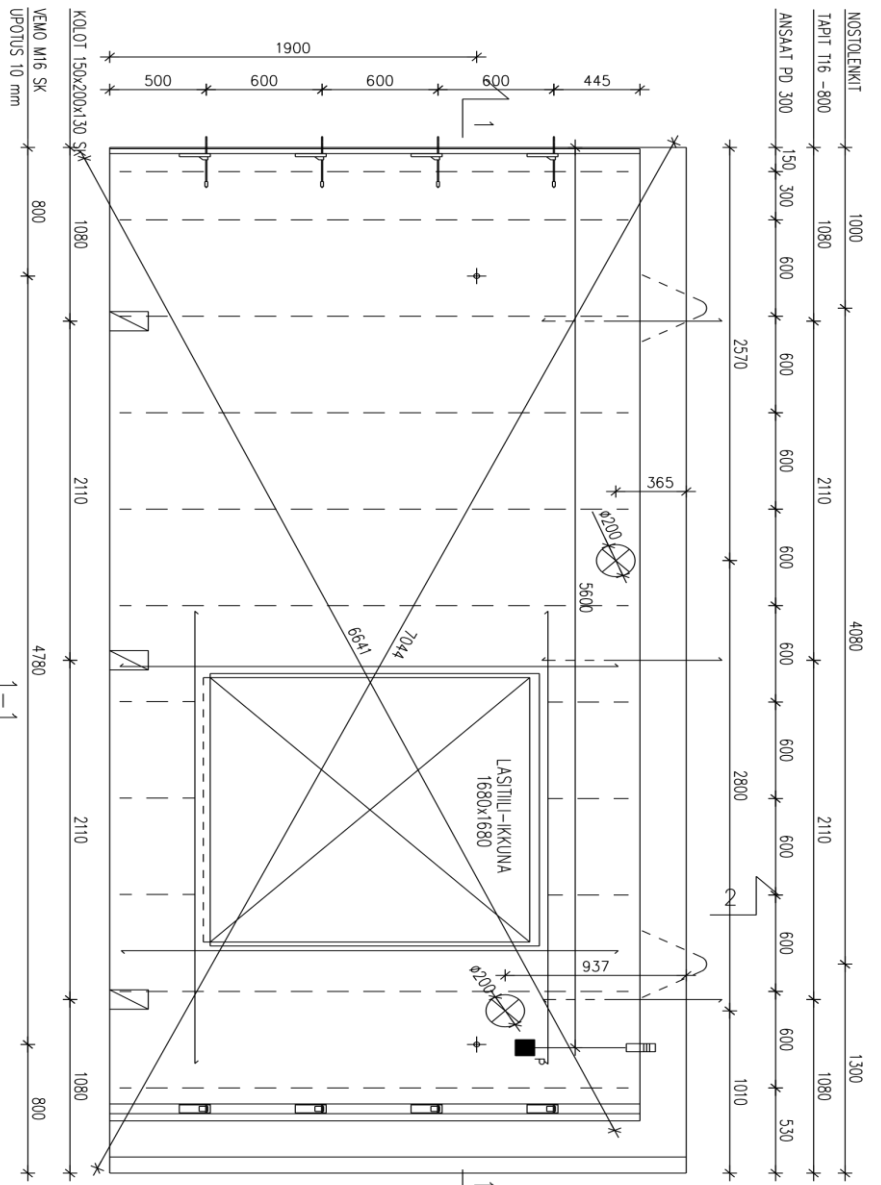
Betoniteollisuus ry

- a) Betonivalmisosatoimitusten toimintamalli 2012. Saatavissa:
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23893/Valmisosatoimitusten%20toimintamalli%2009-2012.pdf> [Viitattu 11.4.2015].
- b) Betonivalmisosarakenteiden työselostus 2013. Saatavissa:
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23953/Betonivalmisosarakenteiden%20ty%C3%B6selostus%2015-03-2013.pdf> [Viitattu 19.3.2015].

CE-merkintä, Ympäristöministeriö 2013. Saatavissa: <http://www.ym.fi/ce-merkinta> [Viitattu 26.3.2015].

Betonikeskus ry

- a) Betonivalmisosien laatupoikkeamien käsittely 2006. Saatavissa:
[http://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23246/Betonielementtien_laatupuutt eet-Lokakuu2006\[1\].pdf](http://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23246/Betonielementtien_laatupuutt eet-Lokakuu2006[1].pdf) [Viitattu 16.3.2015].
- b) Betonielementtien turvallinen asennus 2007. Saatavissa:
<http://www.betoni.com/Download/23432/Betonielementtien%20turvallinen%20asennus.pdf> [Viitattu 19.4.2015].
- c) Betonielementtien toleranssit 2011. Saatavissa:
http://asv.fi/files/documents/pdf/toleranssit_versio27_10_2011.pdf [Viitattu 15.3.2015].



AUKKOJEN PIELTERAKSET,
 ELLEI PIIR. MUUTA MAINITTU
 SK: 2110, L=600+AUKKO+600
 UK: 7, L=500+AUKKO+500

VIRHE		KUVUUS	
LOHKEAMA ALUKIVUSSA	<input type="checkbox"/>	SISAKUORESSA	<input type="checkbox"/>
HAKEAMA	<input type="checkbox"/>	AUKOT/VARAUSET	<input type="checkbox"/>
		TARTONNAT	<input type="checkbox"/>
MITTAARHEET	<input type="checkbox"/>	MERKINNAT	<input type="checkbox"/>
		MUU	<input type="checkbox"/>
BETONI	K35-2, SUUNNITELTU KAYTTOKA SOV.	LUOKKUNTA	PUNANEN HENOPESITY VARBETONI
TERAS	I=4500HW RSI=8600K S=5235R6Z K=8500K	SSAPINNA	TELAUS
BETONIPETE	35 mm, RST 20mm SS5K, 25mm		
RASTISUUNNITUS	KOK. XET. SS5K, XCI	LAMMENERISTE ELIUS	
MITTALUOKANSSI	SK: 120/21. NORMAALUOKKA	PAUNOKESTO-	RE60
BETONIPINNAT	BY-40/2003 LUOKKA A	LUOKKA	
NURKKAARHEET	10x10 mm ²	NOSTOKUUMA	80

1. seinäelementit, ongelmat asennuksessa tai jälkepäin esim sisävaiheen töissä

- mittavirheet (pituus, käyryys, kierous, ristimitat)
 - timantti-sahaus
 - isot haitat \Rightarrow uudet elementit
 - etuosa (kieraus, käyryys) sisäpuolelta

- pinnat, lohkeamat, halkeamat, nostolenkit vioittuneet?
 - julki-sivurakenteet \rightarrow suurin heli-s-ast (arkkitehti)
 - lohkeamat, halkeamat fyysisesti paikallavissa
 - nostolenkit vauriot yhteys rak. suunnitelmiaan, paikallavissa

- sähköasiat, ovi ja ikkuna-aukot \rightarrow vaurioita valmistuskunin
 - rokotus työmaalla, vauriot paikallavissa
 - aukot timantti-sahaus ja kiertäminen (väliseinissä)
 - sähkötöitä oikaistut työmaalla

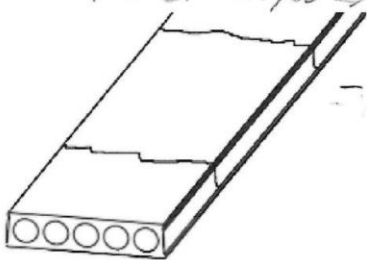
- MUUTA??
 - elämäntien vastaanotto tarvikkeille varattava riittävästi aikaa, samoin asennuksen jälkeen tehtävälle tarvikkeille (kerralla).
 - tieto virheistä ja puutteista toimii hyvin kuormittain.
 - helpompi keskustella rahasta sitten kun toiminta on loppunut.

2. Porrastelementit, onko ongelmia ollut jkinä ja jos on niin mitä?

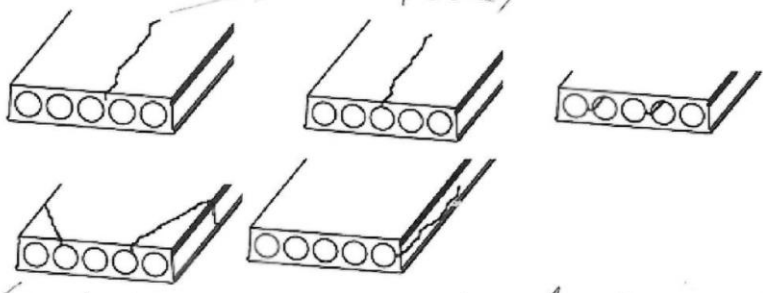
- porrastelementit (apopora) voivat tulla väärän käsitteenä, eli laukujen päät tiimatta ja kaidekiinnitys venot puuttuu
- suojausta ei tehdä heti asennuksen jälkeen, void tulla lohkeamia ja väriongelmiä, jos jötain kaatum portille (öljy, emulsio, verienesteet ym.)
- liittyvä varauksissa (työmaalla tehtävät) oltava tarkkana
- varastointi taraiselle eikä päällekkäin

3. Ontelolaatat, ongelmat asennettaessa tai myöhemmin? Onko joutunut hylkäämään ikinä?

- halkeamat poikittain ⇒ ei asenneta ilman rakennesuunnittelijan ohjeita
- vältetään jos ⇒ varastoitui työmaalla tasaisella alustalla ja tuet samalla kohtaa (toimittajan ohjeen mukaan)
- yleensä ei joudu varastamaan työmaalle



- halkeamat pituussuunnassa ⇒ johtaa usein lyhyitä halkeamia (ilman kuitteja) kun kerrin toimi toijan suunnitella



↳ jos on keuma läpplaatan ja ns. pala pois pyyhitään asennuslupe ja jätetään pölyt rakennesuunnittelijalta

- muuta?
 - päällekkäisistä ja tehtaavista lisäkuemista töistä ykkösten merkintä aina työmaalla rakentajan
 - "hammasruuut" vierekkäisissä ontelolaatoissa ja näkyvät päivät saumat aiheuttavat lisätöitä ehkäisemiseksi muodossa ennen kallojen tasoitusta