

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka / Rakennustuotanto

Manu Björninen

BETONIELEMENTTIEN TOIMITUSKETJUN HALLINTA

Opinnäytetyö 2012

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka

BJÖRNINEN MANU

Betonielementtien toimitusketjun hallinta

Opinnäytetyö

48 sivua

Työn ohjaaja

Yliopettaja Tarmo Kontro

Lehtori Sirpa Laakso

Toimeksiantaja

Mikkelin Betoni Oy, Juha Raatikainen

Marraskuu 2012

Avainsanat

betoni, betonielementit, toimitusketjut, prosessit

Opinnäytetyön aiheena on Mikkelin Betoni Oy:n betonielementtien toimitusketjun hallinta. Betonielementtien toimitusketju kattaa koko betonielementtien toimituksen tarjouspyynnöstä aina projektin taloudelliseen loppuselvitykseen. Opinnäytetyön tavoitteena oli kuvata koko toimitusketju prosessiajattelun keinoin ja selvittää toimitusketjussa ilmenevät ongelmat, häiriöt ja ylimääräiset kulut. Opinnäytetyössä pyrittiin löytämään ratkaisuvaihtoehdot toimitusketjun hallinnan ja sujuvuuden parantamiseksi sekä ylimääräisten kulujen ja hukkien poistamiseksi.

Opinnäytetyön pääosa on tehty työharjoittelun aikana kesällä 2012 Mikkelin Betoni Oy:n Mikkelin tehtaalla. Opinnäytetyön ohella tehtiin IMS-toimintojärjestelmään prosessikuvaukset betonielementtien toimitusketjun ydinprosesseista. Prosessikuvaukset toimivat tässä opinnäytetyössä toimitusketjun hallinnan kuvaamisen runkona. Opinnäytetyön lähtötiedot on kerätty olemassa olevien tietojen kartoittamisella, haastattelujen, työn eri dokumenttien ja työn ohessa saatujen omien havaintojen avulla.

Keskeisimpinä huomioina betonielementtien toimitusketjusta tuli opinnäytetyössä esiin kuusi kehittämiskohdetta. Projektille tulee määritellä vastuuhenkilöt ja alueet. Toimitusketju tulee ottaa tiukkaan otteeseen jo heti alusta alkaen. Yhteydenpitoa ja läpinäkyvyyttä projektin osapuolten välillä tulee kehittää. Aikataulujen hallinta tulee saada kuntoon. Suunnittelun ohjaukseen tulee käyttää enemmän resursseja. Tuotannon suunnittelu tulee saada toimimaan moitteettomasti. Jo nämä asiat huomioimalla pystytään välttämään suurimmat ongelmat toimitusketjussa.

Osana opinnäytetyötä seurattiin betonielementtien toimitusketju prosessin kulkua kesän ja syksyn 2012 aikana valmistuvaan kolmen kerrostalon kohteeseen Espooseen. Kohteen onnistuminen ja parannusehdotukset kirjattiin opinnäytetyöhön. Häiriöistä, hukista ja kustannuksista tehtiin oma tarkastelu vain yrityksen sisäiseen käyttöön.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Construction engineering

Björninen Manu	Supply Chain Management of Precast Concrete Elements
Bachelor's Thesis	48 pages
Supervisor	Tarmo Kontro, Principal lecturer Sirpa Laakso, Senior Lecturer
Commissioned by	Mikkelin Betoni Oy, Juha Raatikainen
November 2012	
Keywords	concrete, precast concrete elements, supply chains, processes

The supply chain of precast concrete elements covers all phases from request of quotation to the financial end report. The aim of this thesis was to describe the entire supply chain by means of process thinking and to find out the problems in it. In more concrete terms this thesis aimed to find alternative solutions to improve supply chain management and to eliminate the additional cost from it.

The main part of this thesis was made during a work practice at the precast concrete factory. The thesis is related to company operation systems. Process descriptions work as a frame in the presentation of the supply chain management of precast concrete elements. Information was collected from existing reports and documents through interviews and with my own observation.

The thesis revealed six development targets in the supply chain of precast concrete elements. The people responsible for the project must be identified. The supply chain must be taken to tight control right from the beginning. Communication between parties in the project must be developed. Timetable management must be taken in to control. Planning guidance should have more resources. Production scheduling must be made to function properly. By taking into account these suggestions, many problems can be prevented in the supply chain.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	6
2	BETONIELEMENTTIEN TOIMITUSKETJU	7
	2.1 Tarjousvaihe	7
	2.2 Sopimusvaihe	9
	2.3 Suunnitteluvaihe	10
	2.4 Toteutusvaihe	10
	2.5 Luovutusvaihe	12
	2.6 Prosessiajattelu	12
	2.7 Yleiset toimintasäännöt	13
3	BETONIELEMENTTIEN TOIMITUSKETJU MIKKELIN BETONI OY:SSÄ	14
	3.1 Markkinointi ja myynti	15
	3.2 Projektinhallinta ja suunnittelun ohjaus	20
	3.3 Tuotannonsuunnittelu	25
	3.4 Tuotteen valmistus	27
	3.5 Tuotteen toimitus	30
4	MIKKELIN BETONI OY:N TOIMITUSKETJUN KEHITTÄMINEN	32
	4.1 Markkinointi ja myynti	32
	4.2 Projektinhallinta ja suunnittelun ohjaus	33
	4.3 Tuotannonsuunnittelu	36
	4.4 Tuotteen valmistus	38
	4.5 Tuotteen toimitus	40
5	ESIMERKKIKOHTEEN TOIMITUSKETJUN ONNISTUMINEN	42
	5.1 Kohteen aloitus	42
	5.2 Tuotantovaihe	44
6	YHTEENVETO	46
	LÄHTEET	48
	LIITTEET	

Liite 1. Betonielementtien toimitusketjun sisäisistä häiriöistä johtuvat kustannukset
(vain yhtiön sisäiseen käyttöön)

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää Mikkelin Betoni Oy:n betonielementtien toimitusketjun kulku ja siinä ilmenevät ongelmat. Betonielementtien toimitusketjun hallinta on monisyinen ja tarkasti ajoitettu prosessi, jossa pienetkin häiriöt ja virheet kertautuvat prosessin loppua kohden. Näistä pienistä asioista saattaa lopulta aiheutua huomattaviakin kustannuksia.

Opinnäytetyön tekeminen Mikkelin Betoni Oy:lle tuli esille jo kesän 2011 työharjoitteluni aikana. Keväällä 2012 otin yhteyttä Mikkelin Betoni Oy:n toimitusjohtaja Markku Vähä-Mustajärveen, ja sovimme opinnäytetyön etenemisestä. Opinnäytetyön aihe tuli tuotantojohtaja Juha Raatikaiselta. Sopimukset opinnäytetyöstä tehtiin huhtikuussa 2012, ja opinnäytetyön tekeminen alkoi toukokuun alussa samalla, kun aloitin työnjohtoharjoittelun Mikkelin Betoni Oy:n Mikkelin tehtaalla.

Työn taustana on yrityksen huomio prosessien aikana tulevista ylimääräisistä kuluista ja päällekkäisyyksistä betonielementtien toimitusketjussa. Toimitusketju prosessin ja sen hallinnan kuvaamisen avulla pyritään eliminoimaan yrityksen sisäisistä tekijöistä johtuvat kustannukset. Opinnäytetyö liittyy osaltaan Mikkelin Betoni Oy:lle luotavaan laatujärjestelmään. Opinnäytetyö pyritään tekemään prosessiajattelun mukaisesti, joka luo eri toimijoille ja toiminnoille selkeät raja- ja liittymäpinnat muihin prosesseihin ja kokonaisuuteen. Prosesseihin pyritään kuvaamaan niin sanottu hyvin tekemisen malli, jota kohden koko yrityksen toimintaa pyritään kehittämään.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää Mikkelin Betoni Oy:n betonielementtien toimitusketjun hallinnassa olevat ongelmat. Selvitystyön ja prosessikuvausten pohjalta voidaan luoda toimintaohje sujuvan toimitusketjun etenemisestä sekä ylimääräisten kustannuksien välttämiseksi. Johtavana ajatuksena on, että opinnäytetyö selkeyttää betonielementtien toimitusketjun hallintaa ja karsii siitä ylimääräisiä ja päällekkäisiä vaiheita pois. Yhtenä osa-alueena on tiedonkulun ja yhteistyön kehittäminen toimitusprojektin osapuolten välillä.

Opinnäytetyön tekeminen toteutettiin pääosin työharjoittelun aikana kesällä 2012. Viimeistely ja lopullinen opinnäytetyön hyväksyminen on tarkoitus toteuttaa syksyn 2012 aikana. Mikkelin Betonin betonielementtien toimitusketjun hallintaa selvitettiin kyselytutkimusten, haastattelujen ja erilaisten asiakirjojen avulla. Suuri osa kehittä-

miskohdista ja ratkaisuvaihtoehtoista on omaa työn ohessa saatua tietoa. Päivittäisissä kahvipöytä keskusteluissa esiin tulleet asiat olen pyrkinyt koostamaan tähän opinnäytetyöhön siten, että niistä olennaisin tieto tulee esiin. Yleinen osuus betonielementtien toimitusketjuihin liittyen perustuu kirjallisuustutkimuksiin.

Opinnäytetyöhön liittyy tiiviisti Mikkelin Betoni Oy:n laatujärjestelmiin kuuluvien prosessikuvauksien luominen yhdessä yhtiön kehityspäällikkö Aalto Räisäsen kanssa. Prosessit kuvataan IMS-toimintojärjestelmään (Integrated Management Systems), joka on ikään kuin rakennusala yhtiön toiminnan kuvaamiseen. Prosessikuvaukset toimivat hyvänä runkona opinnäytetyöhön, ja niiden graafisia versioita käytetäänkin selkeyttämään opinnäytetyön rakennetta.

Osana opinnäytetyötä on kevään ja kesän 2012 aikana toteutettavan kerrostalokohteen betonielementtien toimitusketjun seuraaminen tarjouspyynnöstä loppuselvitykseen. Esimerkkikohteen tietoihin perustuen on tarkoitus tehdä laskelma ja selvitys siitä, paljonko ylimääräisiä kustannuksia syntyy toimitusketjun häiriöistä. Lisäksi häiriöiden syitä pyritään analysoimaan ja kehittämään toimintaa niiden välttämiseksi.

2 BETONIELEMENTTIEN TOIMITUSKETJU

Betonielementtien toimitusketju on monisyinen prosessi, joka sisältää useita eri toimijoita ja työvaiheita. Prosessin keskiössä on betonielementtien toimittaja, joka koordinoi tilaajan, suunnittelijoiden, materiaalitoimittajien, työmaan sekä kuljetusten välillä. Prosessin ohjaus on keskeisessä asemassa toimitusketjun sujuvuudessa. Osapuolten välisen tiedonkulun ja aikataulujen täytyy toimia. Virheistä ja viivästyksistä johtuvat taloudelliset seuraamukset kasvavat usein mittaviksi. Toimitusketjun alkupään tapahtumat vaikuttavat kertautuvasti kohti prosessin loppua. (1.)

Betonielementtien toimitusketju jaotellaan kirjallisuudessa tarjousvaiheeseen, sopimusvaiheeseen, suunnitteluvaiheeseen, toteutusvaiheeseen ja luovutusvaiheeseen. (2.) Seuraavassa käsitellään näitä vaiheita tarkemmin.

2.1 Tarjousvaihe

Betonielementtien toimitusprojekti alkaa tarjousvaiheesta. Betonielementtitehtaalte lähetetään tarjouspyyntö rakennuttajan toimesta. Ennen tarjouksen tekemistä tulee be-

tonielementtitehtaan arvioida mahdollisuutensa tarjouksen tekemiseen. Arvioon vaikuttavat resurssien käytettävyys, kapasiteetit, aikataulu, tarjouspyynnön sisältö sekä aikaisempi kokemus vastaavanlaisista elementtitoimituksista. Mikäli betonielementtitehdas arvioi olevansa kykenevä toimittamaan tarjouspyynnön mukaiset elementit ja palvelut, tehdään tarjous. Tarjouksen tekemistä helpottaa, jos tarjouspyyntö on tarkka, yksiselitteinen ja siitä löytyvät taulukossa 1 luetellut asiakirjat. Tarjouspyyntö kuitenkin harvoin sisältää kaikki nämä asiakirjat, joten tulkinnan vara jää tarjouksen tekijälle. (2.)

Taulukko 1. Esimerkilliseen tarjouspyyntöön sisällytetään kuvan mukaiset asiakirjat (2)

<u>Tarjouspyynnön asiakirjat</u>
tarjouspyyntö
sopimusehdot
urakkaohjelma
urakkarajaliite
alustava toimitusaikataulu
elementtityöselostus
suunnittelun tehtäväjako
piirustukset ja detaljit
määräluettelot
maksu- ja mittausperusteet
toimituksen sisältö ja rajaus
rakennuttajan turvallisuusasiakirjat
takausmallit

Tarjous tulee tehdä tarjouspyynnön mukaisesti. Epäselvissä tilanteissa tulee ottaa yhteyttä tarjouspyynnön laatijaan tai vaihtoehtoisesti tehdä oma tulkinta tarjouksesta. Oma tulkinta on tuotava selkeästi esille tarjouksessa. Tarjousta tehtäessä tulee muistaa, että asiakirjoilla on hierarkkinen järjestys. Ristiriitaisuuksissa toimitaan korkeimman asiakirjan määrittelemien ehtojen mukaan. Laskenta- ja laskutustapojen yhteneväisyydestä tilaajan ja tarjouksen antajan välillä tulee myös varmistua. Suunnitelmien muutosten kustannuksiin ja toimenpiteisiin niiden pohjalta tulee kiinnittää erityistä huomiota. Lopulliset piirustukset voivat poiketa huomattavasti tarjouksen pohjana olleista piirus-

tuksista. Tarjouksessa tulee selkeästi esittää tarjouksen voimassaoloaika ja edellytykset tarjouksen hyväksymiseksi. (2.)

2.2 Sopimusvaihe

Suunnitelmien tekninen toteutettavuus ja aikataulujen realistisuus tulee varmistaa ennen lopullista sopimuksen solmimista. Sopimusneuvotteluissa tulee kirjata ja sopia kaikki tarjouksissa epäselviksi jääneet kohdat. Erityisesti osapuolten vastuut ja velvollisuudet on kirjattava sopimukseen niin tarkasti, ettei epäselvyyksiä jää. Tarvittaessa neuvottelut voidaan jakaa urakkaneuvotteluun ja suunnitelmakatselmukseen. Kaikista neuvotteluista tulee tehdä muistio tai pöytäkirja, joka liitetään sopimukseen. Minkään sopimukseen liittyvän tiedon ei pitäisi jäädä pelkän puheen varaan. Perustietojen lisäksi kunnolla tehty sopimus käsittelee myös taulukon 2 mukaisia seikkoja. Valmiita sopimuksia betonielementti toimituksiin on saatavilla esimerkiksi Rakennustieto Oy:n internetsivuilta. (2.)

Taulukko 2. Hyvin tehdyssä betonielementtien toimitussopimuksessa otetaan kantaa kuvassa lueteltuihin asioihin (2).

- 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

Tilaaajaa ja toimittajaa koskee rakennuslalla kauppalaki KL 355/1987. Elementtikau-
poissa jotka ovat pääosin tavarantoimitusta, käytetään sopimusehtona RYHT 2000 -

ehtoa (Rakennustuotteiden yleiset hankinta- ja toimitusehdot). Mikäli kauppaan kuuluu myös elementtien asennus, käytetään sopimusehtona rakennusalan yleistä sopimusehtoa YSE 1998. Yleiset sopimusehdot standardoivat kauppaa ja toimitusta sekä tilaajan että toimittajan kannalta. Täydentäviä ehtoja voidaan sopimukseen hakea betoni- ja teräsosien asennusehdoista. Betonielementtikaupan sopimuksissa tekniset ja kaupalliset sopimukset täydentävät toisiaan. Kokonaisuudessa yksittäiset asiakirjat määräävät pätevyysjärjestyksen YSE 13. pykälän mukaan. (1.)

2.3 Suunnitteluvaihe

Betonielementtien suunnittelu on tehtävä viranomaisten, lakien ja säännösten mukaisesti. Nykyisin käytetään eurokoodeja suunnittelussa. Elementtisuunnittelun aikataulun tulee olla yleisaikataulun kanssa yhtenevä. Suunnitelmien toimittaminen ajallaan tehtaalle tulee sopia tarkasti, päivän tarkkuudella. Mikäli lähtötiedot suunnitteluun eivät tule ajallaan tilaajalta, täytyy suunnittelijoiden reagoida tähän nopeasti. Varmin tapa on tehdä reklamaatio, koska sillä pystytään turvaamaan omat oikeudet mahdollisissa korvauskysymyksissä. Aikataulussa pysyminen ja piirustusten oikeellisuus ovat tärkeimmät kriteerit suunnittelulle. (3.)

Suunnittelun tuloksena betonielementtitehtaalle tulee aikatauluja ja elementtipiirustuksia. Jokaisesta elementistä tehdään oma piirustus, josta selviävät kaikki valmistuksessa tarvittavat tiedot. Asiansa osaava suunnittelija huomioi rakenteisiin ja valmistukseen liittyvien asioiden lisäksi muutakin. Kokonaiskuva betonielementin matkasta suunnittelijan näytöltä asennettuun elementtiin rakennuksessa täytyy miettiä. Suunnitelmissa tulee ohjeistaa muun muassa elementin käsittelystä tehtaalla, kuljetuksista, varastoinnista ja asennuksesta. Oleellinen osa elementtisuunnittelua on yhteydenpito eri osapuolien välillä. Esimerkiksi suunnitelmien muutoksiin tulee reagoida nopeasti, ja tiedottaa muutoksista sekä niiden seurauksista eteenpäin. Suunnitelmien täydentämisestä ja muutoksista sopimuksen teon jälkeen tulee sopia eri osapuolien välillä kirjallisesti. (3.)

2.4 Toteutusvaihe

Rakennustyössä noudatetaan lainsäädäntöä sekä viranomaisten ohjeistuksia. Betonielementtien valmisosarakentamisessa noudatetaan lisäksi sitä koskevia teknisiä ohjeita kunkin kohteen edellyttämässä laajuudessa. Tuotannon aikataulut määräytyvät

yleensä sopimuksen liitteenä olevan toimitusaikataulun mukaan. Suunnitelmien saaminen tilaajalta on myös sidottu toimitusaikatauluun. Asennuslohkokohtaiset toimitusaikataulut tulisi olla elementtitehtaan käytössä hyvissä ajoin ennen elementtien valmistuksen aloittamista. Tuotannonsuunnittelu on varmempaa, kun lähtötiedot ovat kunnossa. (2.)

Toteutusvaiheessa on tärkeää pitää ajoissa tuotannon palaverit ja katselmukset ennen toimitusten ja valmistuksen aloittamista. Tähän liittyy myös säännöllinen yhteydenpito suunnitelmien ja aikataulujen muutoksista ja pitävyydestä tilaajan, suunnittelijoiden, betonielementtitehtaan ja työmaan välillä. Toteutusvaihe kulminoituu aikataulujen ja yhteydenpidon onnistumiseen. Kaikki poikkeamailmoitukset tulee raportoida heti, jotta tarvittaessa reklamointi aikataulu- ja kustannusseuraamuksista saadaan tehtyä heti, kun asia on vielä ajankohtainen. (2.)

Ongelmatilanteista, jotka johtavat toimituksen viivästymisiin, tulee raportoida kirjallisesti. Ilman kirjallista reklamointia voidaan menettää oikeus kustannusten korvaamiseen. Sopimuksissa on hyvä olla selvitys siitä, kuinka viivästystilanteissa toimitaan. Viivästyksistä ja muutoksista aiheutuvat kustannukset nousevat usein merkittäviksi. Tavallisesti lyhyet viivästyksiset saadaan järjesteltyä ja sovittua osapuolten kesken ilman seuraamuksia. Tilaajan toiminnasta johtuvan viivästymisen takia elementtitoimitajan ei kuitenkaan ole pakko tehdä myöhästynyttä toimitusta, jos muut aikataulussa olevat toimitukset tästä kärsivät. Betonikeskus ry ja Talonrakennusteollisuus ry ovat keränneet seuraavan taulukon 3 RYHT - ehtojen pohjalta korvausvelvollisuuksista tilaajan ja valmisosatoimittajan välillä eri tapauksissa. (2.)

Taulukko 3. RYHT - ehtojen pohjalta kerätty taulukko korvausvelvollisuuksista (2)

Toimitusten siirtymisen syy	Ohje
A. Toimitus siirtyy tilaajasta johtuen	Tilaajan informoitava välittömästi muutoksesta. Toimittajalla myötävaikutusvelvollisuus ja näyttövelvollisuus aiheutuneesta haitasta ja kustannuksista.
1. Ylivoimainen este	Ei korvausvelvoitetta (RYHT 17.1)
2. Työmaa myöhässä	Korvataan välittömät kustannukset (RYHT 16.4) tai korvataan syntyneet lisäkustannukset tai sakko, jos sovittu (YSE 35§)
3. Suunnitelmat myöhässä	Korvataan välittömät kustannukset (RYHT 16.4) tai korvataan syntyneet lisäkustannukset tai sakko, jos sovittu (YSE 35§)
4. Kohteen aloitus siirtyy merkittävästi (luvat, aloituspäätös)	Neuvotellaan uudelleen (RYHT 22, YSE 84§)
5. Kohteen toteutus keskeytetään	Neuvotellaan uudelleen (RYHT 22, YSE 84§)
6. Työmaan aikataulua hidastetaan	Sovitetaan yhteisesti. Muutokset kustannusrakenteessa hyvitetään (RYHT 5.1)
7. Työmaan aikataulua nopeutetaan	Sovitetaan yhteisesti. Muutokset kustannusrakenteessa hyvitetään (RYHT 5.1)
B. Toimitus siirtyy toimittajasta johtuen	Toimittajan informoitava välittömästi viiveestä Tilaajalla myötävaikutusvelvollisuus ja näyttövelvollisuus aiheutuneesta haitasta ja kustannuksista
1. Ylivoimainen este	Ei korvausvelvoitetta (RYHT 17.2)
2. Toimitus myöhässä	Viivästyssakko 0,1 %/ tpv (RYHT 16.3, YSE 18§)
3. Toimitus merkittävästi myöhässä	Toimitussopimus voidaan tarvittaessa purkaa.

2.5 Luovutusvaihe

Betonielementtitoimituksen valmistuttua pidetään valmisosatoimituksen vastaanotto-tarkastus. Tämän tarkastuksen tarkoituksena on varmistaa elementtitoimituksen vastaavuus sovittuun toimitukseen verrattuna. Samalla käydään läpi ja sovitaan mahdolliset korjaukset ja kulut. Hyvä käytäntö on myös järjestää erillinen palautepalaveri, jossa käydään läpi toimituksen onnistuminen ja kehittämistarpeet. Vähintäänkin palautepalaveri tulisi pitää elementtitehtaan sisäisenä tilaisuutena, mutta siihen voidaan ottaa mukaan projektin kaikki osapuolet. Viimeisenä valmisosatoimituksen vaiheena on taloudellinen loppuselvitys, jossa käydään läpi lopulliset kustannukset. (2.)

2.6 Prosessiajattelu

Betonielementtien toimitusketjun hallinta perustuu 2000-luvulla esiin nousseeseen prosessiajatteluun. Prosessit etenevät prosessiaskelittain, joissa tieto ja materiaalit eli

syötteet muutetaan tuotoksiksi. Prosessin seuraavat vaiheet käyttävät edellisen vaiheen tuotoksia omina lähtötietoinaan. Yksittäiset prosessit sovitetaan kokonaisuuteen, jolloin nähdään liittymäpinnat toisiin prosesseihin. Jokaisella prosessilla on omistaja. Omistaja määrittää prosessin alku ja loppu pisteet. Käytännön työelämässä rajaviivoja prosessien välille on hankala luoda, sillä usein eri prosessit limittyvät enemmän tai vähemmän päällekkäin. (4.)

Prosessinkuvaus muodostuu prosessin perustiedoista ja prosessiin kuuluvista kriittisistä tekijöistä. Tämän jälkeen määritellään prosessin vaiheet, toiminnot, tehtävät ja toimijat. Tietojen avulla saadaan prosessille alkutila ja lopputila. Prosessit kuvataan sanallisesti ja graafisesti kaavioiden avulla. Hyvä prosessikuvaus sisältää olennaiset tiedot ja se kuvaa toiminnot selkeästi. Se tuo esiin kriittiset tekijät prosessissa. Hyvä kuvaus tuo esiin asioiden riippuvuudet ja auttaa kokonaisuuden hahmottamisessa. Prosessin kuvaus on hyvä keino mallintaa organisaation toimintaa sen kehittämiseksi, analysoimiseksi ja tiedonkulun parantamiseksi. (4.)

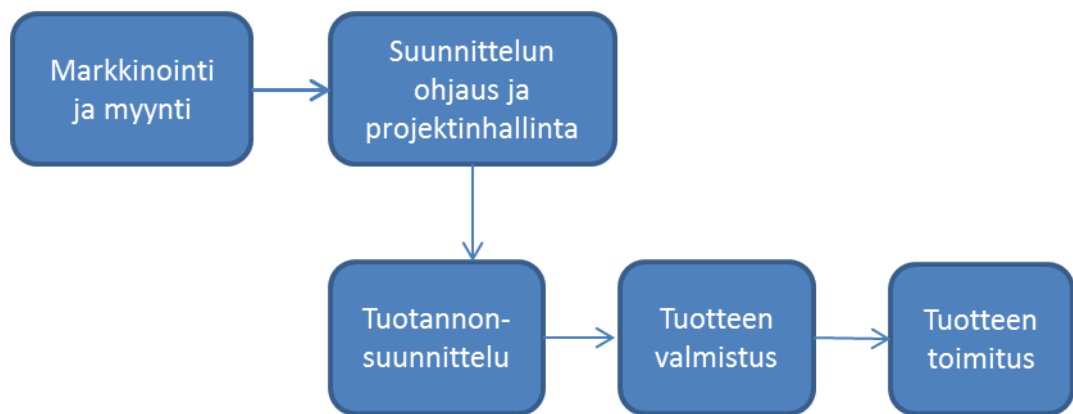
2.7 Yleiset toimintasäännöt

Rakennusteollisuus RT ry laati vuonna 2006 materiaalitoimittajan ja urakoitsijan välisestä yhteistyöstä niin kutsutut pelisäännöt onnistuneen yhteistyön pohjaksi. Nämä toimintasäännöt eivät ole juridinen sääntö, vaan ohjeistus hyvistä käytännöistä. Toimintasääntöjen tarkoituksena on lisätä osapuolten välistä luottamusta ja muokata menettelytapoja, ja niiden noudattaminen on yhä suurempi valttikortti rakennusalalla, ja yritys voi lisätä sen osaksi laatujärjestelmäänsä. (5.)

Rakennusteollisuus RT ry:n pelisäännöt (2006) määrittelevät hyvän materiaalitoimittajan seuraavin kriteerein. Materiaalitoimittaja perehtyy tarjouspyyntöasiakirjoihin, ja varmistuu siitä, että kaupan kohde soveltuu sen käyttötarkoitukseen. Liiketoiminnassa noudatetaan hyvää kauppatapaa ja yleisesti hyväksytyjä toimintatapoja. Vastapuolien oikeudet huomioidaan ja pidättäydytään toisia osapuolia vahingoittavista toimista. Suunnitelmien ja toimitusten realistisuus arvioidaan tarkasti ja puolueettomasti. Toimitukset pyritään toteuttamaan luotettavasti aikataulussaan ja laadullisesti moitteettomasti. Hyvä materiaalitoimittaja pitää kiinni velvollisuuksistaan ja oikeuksistaan sekä vastaa omista toimistaan johtuvista seuraamuksista. (5.)

3 BETONIELEMENTTIEN TOIMITUSKETJU MIKKELIN BETONI OY:SSÄ

Mikkeli Betoni Oy:n betonielementtien toimitusketju jaotellaan kuvan 1 mukaisesti viiteen eri osioon. Jaottelu on pyritty luomaan siten, että kullekin prosessille löytyy selkeät prosessin omistajat sekä alku- ja lopputila. Nämä betonielementtien toimitusketjun viisi ydinprosessia ovat markkinointi ja myynti, suunnittelun ohjaus ja projektinhallinta, tuotannosuunnittelu, tuotteen valmistus sekä tuotteen toimitus. Prosessien lähtökohtana ovat asiakkaan tarpeet. Prosessin lopputuloksena nämä tarpeet on täytetty mahdollisimman hyvin yrityksen tuotteiden ja palveluiden muodossa. Asiakas voi tässä olla joko ulkoinen tai sisäinen asiakas prosessista riippuen. Jokainen ydinprosessi jakautuu pienempiin osaprosesseihin, ja prosessien tuotokset toimivat aina seuraavien prosessien lähtötietoina. Yhdessä nämä kaikki prosessin osat muodostavat kokonaisuuden, joka auttaa hahmottamaan betonielementtien toimitusketjua ja sen hallintaa.



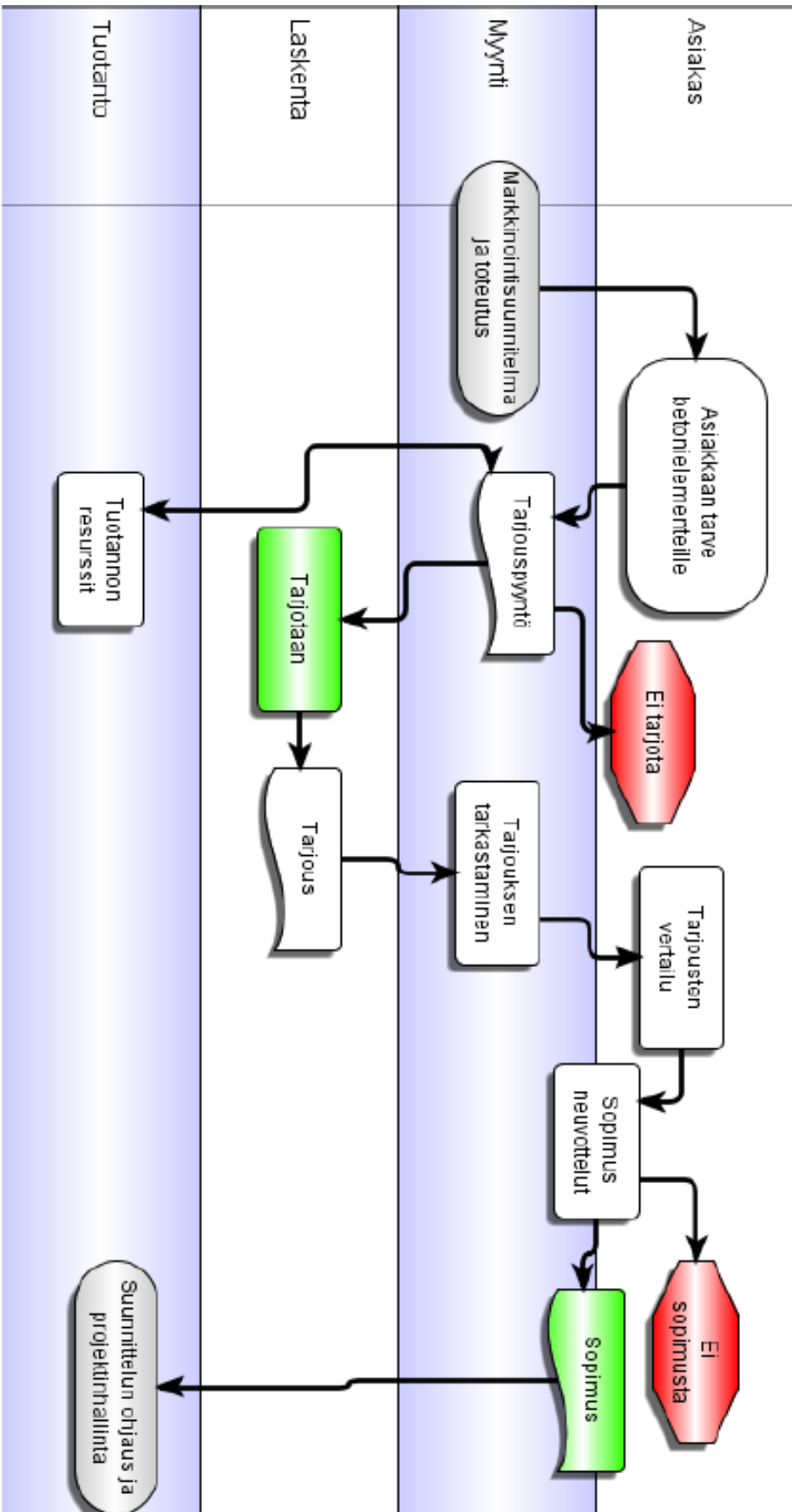
Kuva 1. Mikkelin Betoni Oy:n betonielementtien toimitusketjun ydinprosessit

Betonielementtien toimitusketjun kuvaus on osa Mikkelin Betoni Oy:n IMS-toimintojärjestelmää, jonne kuvataan yrityksen kaikki toiminnot. Järjestelmään luodaan prosessikuvaukset betonielementtien toimitusketjun ydinprosesseista varsin yleisellä tasolla. Tämän opinnäytetyön on tarkoitus kuvata nämä ydinprosessit tarkemmin, siten että eri prosesseihin löydetään selkeät toimijat, toiminnot, vaiheet ja tehtävät. IMS-toimintojärjestelmän prosessikuvaukset toimivat runkona prosessien tarkastelussa. Tarkkojen prosessikuvausten avulla yrityksen toimintaa on helpompi kehittää siten, että toiminnoissa pystytään välttämään ylimääräiset työt ja kulut. Seuraavana tarkastellaan erikseen ydinprosessien toimintoja, toimijoita, vaiheita ja tehtäviä.

3.1 Markkinointi ja myynti

Markkinointi ja myynti prosessin vaiheet ovat tyypillisessä tapauksessa seuraavat: tarjouspyyntö, laskenta, tarjous ja sopimus. Prosessin omistaja on myyntijohtaja, ja toteutuksesta vastaavat hänen lisäksi myyntipäällikkö ja tarjouslaskijat. Prosessin syötteenä toimii asiakkaalta tuleva tarjouspyyntö, ja lopputuotoksena on allekirjoitettu sopimus, joka siirretään tuotannolle. Lähtötilanteessa asiakkaalla on tarve betonielementeistä, ja prosessin tarkoituksena on myydä asiakkaan tarpeiden ja vaatimusten mukaiset betonielementit ja palvelut. Pitkän aikavälin tavoitteena on sitouttaa omalla hyvällä toiminnalla uusi asiakas tilaamaan uudelleenkin betonielementtejä Mikkelin Betoni Oy:ltä. (6.)

Mikkelin Betoni Oy on Suomessa tunnettu ja luotettava betonialan toimija, jolle tulee tarjouspyyntöjä ympäri maata. Markkinointisuunnitelmalla pyritään lisäämään tunnettuutta ja tuomaan esille tuotteita ja palveluita. Parhaana markkinoijana Mikkelin Betonille toimivat kuitenkin hyvin tehdyt referenssikohteet ympäri Suomea. Alla on IMS-toimintojärjestelmään luotu vuokaavio markkinointi- ja myyntiprosessista Mikkelin Betoni Oy:ssä. Kaaviota luetaan siten, että vasemmalla reunalla ovat prosessin toimijat allekkain. Vaakasuunnassa on prosessin aikajana vasemmalta oikealle. Eli prosessin alkutilanne löytyy ensimmäisenä vasemmalta ja lopputilanne oikeasta reunasta.



Kuva 2. Mikkelin Betoni Oy:n markkinointi- ja myyntiprosessin vuokaavio

Varsinaisen betonielementtien toimitusketjun käynnistää yleensä myynnille tuleva tarjouspyyntö. Tarjouspyyntö ohjataan tarjouslaskijoille, jotka käsittelevät tarjouspyynnön. Kun tarjottavia kohteita on paljon, tarjouspyynnöt valikoidaan tarkoin, sillä ylimääräisien tarjouspyyntöjen käsittelylle ei ole aikaa. Mikkelin Betoni Oy on Suomessa suuri betonialan toimija, joten lähes kaikki kohteet ovat mahdollisia toteuttaa. Tarvittaessa joitain elementtityyppejä pystytään teettämään alihankintana esimerkiksi AS TMB (Tartu Maja)-yrityksellä Virossa. Tarjouslaskentaan otettavan kohteen valintaan vaikuttavat ensisijaisesti tuotannon mahdollisuudet, resurssit ja kohteen aikataulu. Esimerkiksi todella kaukana Mikkelin Betonin tehtaista sijaitsevia tarjouspyyntöjä ei kannata ottaa käsittelyyn, sillä jo etukäteen tiedetään, että lähempänä sijaitsevat elementtitoimittajat tekevät halvemmän tarjouksen heidän kuljetuskustannustensa ollessa pienempiä. Tieto laskentaan otettavista kohteista välitetään muille yrityksen myynnin ja laskennan edustajille. Tarjouslaskentaan otettavien kohteiden suunnitelmat siirretään määrälaskijan pöydälle, joka syöttää kohteen tiedot tietokoneelle. Apuna käytetään VCM-tuotannonohjausjärjestelmää, jonne luodaan kohteeseen sopivat elementtiryhmät ja tyyppielementit.(6.)

VCM-järjestelmään syötettyjen tietojen avulla tarjouslaskijat alkavat laskea tarjousta. Tarjouslaskennassa jo koneelle syötetyt karkeatiedot tarjouspyynnöstä jalostetaan pidemmälle yrityksen toimintaperusteiden ja tarjouspyynnön ehtojen mukaisesti. Tarjous voi olla yksikköhinta- tai kokonaishintatarjous. Yksikköhintatarjous on yritykselle riskittömämpi vaihtoehto, ja se vaatii vähemmän laskentaa. Yleisempi tarjousvaihtoehto on kuitenkin kokonaishintatarjous, jossa pyritään laskemaan kaikki mahdollinen saman hinnan sisälle. Tällöin hinta on lasketun tarjouksen mukainen, eikä esimerkiksi ylimääräisestä betonimassan menekistä tai varusteista saada lisähintaa. (6.)

Tarjouslaskennassa hinnoitellaan elementit tuoteryhmittäin. Tyypipiirustusten määrin perusteella lasketaan varusteiden, tarvikkeiden ja työtuntien tarvittava määrä, joista saadaan kokonaistarjoukselle hinta. Hintatiedot saadaan VCM-järjestelmän tyyppielementtiluetteloihin liitetyistä varuste - ja tarvikelistaista, jotka pyritään pitämään hintojen suhteen ajantasaisena. Epätavallisissa elementeissä esimerkiksi koon tai varusteiden suhteen pyritään tarkastamaan sen soveltuvuus tehtaan tuotantoon. Erikoisosien, varusteiden ja materiaalien tiedot ja saatavuus varmistetaan materiaalivalmistajilta. Mikäli tarjouspyynnön lähtötiedot ovat puutteellisia, tehdään tarjoukseen oma näkemys kyseisestä asiasta, mikä tuodaan selkeästi esille tarjouksessa. Tarjouslasken-

nassa käytettävät hinnat ovat kaikki omakustannehintoja. Tarjouslaskennan lopussa tarjouslaskijat ja myynnin edustajat päättävät tarjoukselle katteen määrän. Katteen suuruus vaihtelee kohteen ja työtilanteen mukaan. Tarjous tulee tehdä vakionuotoiselle tarjouspohjalle. Valmiiden tarjouspohjien käytön suurin hyöty on ehtolausekkeiden oikea käyttö. Ehtolauseke on esimerkiksi välimyyntivaraus, joka mahdollistaa useiden kohteiden samanaikaisen tarjoamisen. Sopimus- ja toimitusehdot sekä lisähinnoitteluperusteet kuuluvat myös ehtolausekkeisiin. Välimyyntivaraus tarkoittaa sitä, että ensimmäisenä tarjouksen hyväksymisen varmistanut asiakas täyttää tehtaan kuormituksen, jolloin muita samanaikaisia kohteita ei voida ottaa tuotantoon. (6.)

Valmis tarjous tarkastetaan ennen sen lähettämistä asiakkaalle. Vähintään kaksi ihmistä tarkastaa tarjouksen oikeellisuuden ennen kuin se lähetetään asiakkaalle. Pienissä kohteissa tarkastus voidaan tehdä tarjouslaskijoiden kesken, mutta kaikki suuremmat kohteet pyritään käyttämään myös myynnin tarkastuksessa. Kun tarjous on valmis ja tarkastettu, lähetetään se asiakkaalle joko paperilla tai sähköpostilla. Kaikki tämä pyritään suorittamaan tarjouspyynnön määrittämän aikataulun mukaan. (6.)

Tarjoukset käsitellään asiakkaan toimesta, ja tavallisesti asiakas valitsee kolme halvinna tarjousta neuvotteluihin. Tarjousneuvotteluissa tarjouksen tekijä ja tilaaja pyrkivät pääsemään yhteisymmärrykseen lähinnä kustannuksista ja toimitusajoista. Tarjouksen katetta voidaan laskea hieman riippuen kohteen houkuttelevuudesta, soveltuvuudesta tuotantoon ja yrityksen työtilanteesta. Sopimus betonielementtien toimituksesta tehdään, jos tilaaja on tarjousneuvottelun lopputulokseen tyytyväinen. Sopimus kirjoitetaan tarjousasiakirjojen mukaisesti, ja siinä noudatetaan vakioasettelua sekä ehtoja. Rakennustuotteiden hankinta- ja toimitussopimuksissa noudatetaan rakennustuotteiden yleisiä hankinta- ja toimitusehtoja (RYHT 2000). Mikäli kauppaan kuuluu asennus, määräävänä ehtona on YSE 1998.(6.)

Sopimuksissa määritellään seuraavat asiat:

- Sopijapuolet
- Työmaan yhteyshenkilöt ja vastuut
- Toimituksen sisältö, kauppatapa
- Sopimukseen liittyvät asiakirjat
- Kauppahinta, yksikköhinta tai kokonaishinta

- Kauppahinnan suorittaminen ja maksuehto
- Vakuudet
- Toimituslausekkeet ja sopimusehdot
- Toimituksen valvonta ja tarkastukset
- Toimitusaika
- Viivästyminen
- Takuu
- Muut ehdot ja määräykset
- Yhteyshenkilöt

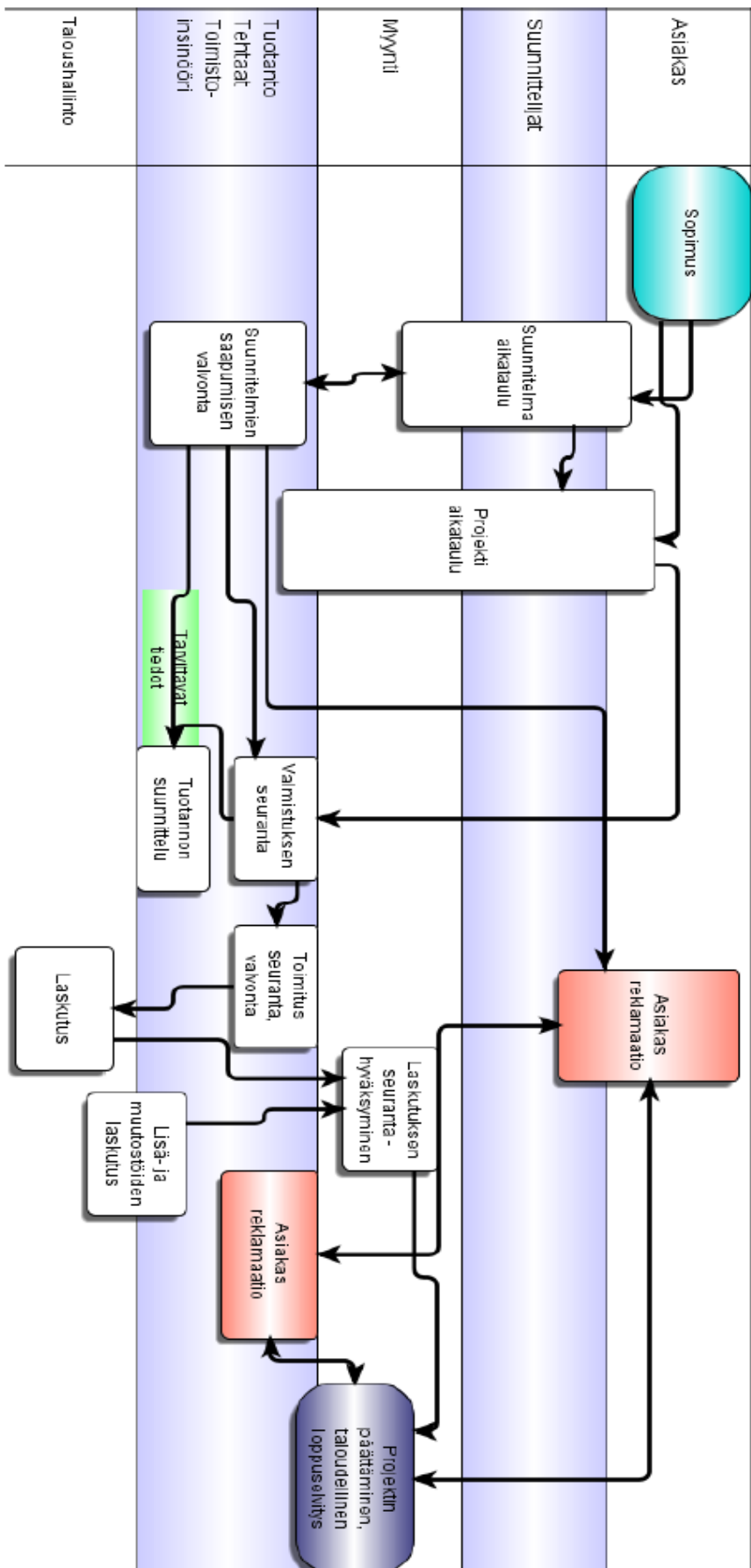
Mikkelin Betoni Oy:llä on käytössään mallipohjat yksikköhinta- ja kokonaishintasopimuksista. Sopimus voidaan tehdä myös alihankinta- tai vuosisopimuksena. Kauppaa sovittaessa esimerkiksi suuret rakennusliikkeet haluavat tehdä sopimuksensa omille sopimus pohjilleen. Tällöin tulee olla tarkkana, että sopimukset perustuvat RYHT 2000-ehtoihin ja että niissä ei ole lain eikä yrityksen edun vastaisia pykäläitä. Omista oikeuksista kiinnipitäminen on tärkeää, vaikka sopimus perustuukin kummankin osapuolen yhteiseen hyväksyntään. Joskus sopimus betonielementtien toimituksesta tehdään vain tilausvahvistuksena, jolloin tulee myös olla tarkkana omista oikeuksistaan. Kun sopimus on mahdollisimman yksiselitteinen ja kattava, vältetään turhat riidat ja kustannukset. (6.)

Kokonaishintasopimuksessa on yksilöitävä tarkasti ne tuotteet ja määrät, jotka kuuluvat sopimukseen. Mikäli valmistuspiirustuksista tai suunnitelmista huomataan uusia sopimukseen kuulumattomia elementtejä tai tuoteryhmiä, tulee niistä olla yhteydessä tilaajaan. Tuotanto ei valmista sopimukseen kuulumattomia betonielementtejä ennen kuin niiden kustannuksista ja laskutuksesta on sovittu. Sopimuksen mukaisesti tällaisista osista tehdään joko lisähintatarjous tai ne voidaan tehdä yksikköhintaisena laskutustyönä. Ääritapauksissa uusia elementtejä ei ehkä voida valmistaa aikataulun tai resurssien puutteen takia. On tärkeää, että sopimuksissa ja sopimuksen liitteissä on selkeästi tuotu esille tämä asia. Kaikista muutoksista tehdään kirjallinen raportti, joka toimitetaan elementtejä valmistavalle tehtaalle. Allekirjoitettu sopimus toimitetaan sopimuksen betonielementit toimittavalle tehtaalle tai tehtaille. Tässä vaiheessa betonielementtien toimitusketjun hallinta siirtyy seuraavaan ydinprosessiin, joka on projektinhallinta ja suunnittelun ohjaus. (6.)

3.2 Projektinhallinta ja suunnittelun ohjaus

Toimitusprojekti voidaan määritellä yrityksen ja asiakkaan väliseksi hankkeeksi tai toimeksiannoksi, joka alkaa sopimuksesta ja päättyy valmiin työn luovuttamiseen asiakkaalle. Projekti sisältää monia eri tehtäviä ja toimintoja, jotka limittyvät usein päällekkäin. Olennaisena onnistumisen edellytyksenä on hyvä projektinhallinta, joka valvoo ja organisoii kannattavuuden ja aikataulut. (8.)

Projektinhallinta voidaan edelleen jakaa suunnitteluun ja valvontaan. Suunnitteluun kuuluu esimerkiksi aikataulujen laatiminen ja vaatimusten määrittely. Valvonta sisältää edistymisen, resurssien toteutumisen, vaikutusten ja arviointien seurannan. Projektin onnistumiseen vaikuttaa usea eri asia, ja joka projekti määrittelee omat erityispiirteensä. Tuskin yhtäkään projektia on vielä hoidettu täydellisesti. Tavallisimmin ongelmia aiheuttaa tiedonkulku. Menettelytavoista tiedonkulun suhteen tulisi sopia etukäteen jo sopimuksessa. Tiedonkulun tulee olla selkeää, ja myös virheistä tulee ilmoittaa puolin ja toisin. Hyvin ja kattavasti tehty sopimus helpottaa projektinhallintaa ja suunnittelun ohjausta määrittelemällä vastuut ja aikataulut tarkasti. Kuvassa 3 on vuokaavio Mikkelin Betoni Oy:n projektinhallinta- ja suunnittelunohjausprosessista. (8.)



10.8.2012

Suunnittelun ohjaus Projektinhallinta (Versio 1) - Mikkelin Betoni Oy
 Muokattu: Björninen, Manu 7.8.2012 11:17.
 Ei hyväksyty.
 Yksilöllinen tunnistus: PRO-19-194-fi

Kuva 3. Mikkelin Betoni Oy:n projektinhallinta- ja suunnittelunohjausprosessi

Lähtökohtana prosessille on tarjouksen pohjalta laadittu ja allekirjoitettu sopimus. Suunnittelun ohjauksessa asiakas ja myynti määrittelevät suunnittelijoille aikataulun suunnitelmista. Valmistavan tehtaan tulee tehdaspäällikön johdolla valvoa ja tarvittaessa reklamoida suunnitelmien ajoissa saapumista. Aikataulusta päätettäessä on oltava käytössä asennussuunnitelma ja alustava asennusjärjestys, jotta aikataulusta saadaan realistinen. Sopimus määrää aikataulun, jolloin kunkin elementtipiirustuksen on oltava käytössä valmistavalla tehtaalla. Mikkelin Betoni Oy:llä tuotannonsuunnittelijat ja tehdaspäälliköt valvovat suunnitelmien saapumista ajallaan.

Yhteydenpito suunnittelijoihin oikeiden piirustusten toimituksen varmistamiseksi on tärkeää. Mikäli suunnitelmat eivät saavu ajallaan, täytyy tehdaspäälliköiden olla tarkkana ja tarvittaessa reklamoida. Piirustusten ajallaan saaminen on ehdottoman tärkeää, sillä suunnitelmien puutteet aiheuttavat myöhästymisiä valmistukseen ja toimitusaikatauluihin. Toimistoinsinöörin tehtävä on siirtää suunnittelijoilta toimitetut piirustukset tietokoneelle tuotannonohjausjärjestelmään ja edelleen tehtaalle, joka valmistaa betonielementit. Toimistoinsinööri laatii elementtiluettelot, joissa kerrotaan elementtien tunnuksat, päämitat ja määrät. Elementtipiirustuksen tulee kertoa kaikki elementin valmistuksessa tarvittavat tiedot. Sopimukseen kuulumattomista elementtityypeistä tulee jo tässä vaiheessa informoida sekä asiakasta että toimittavaa tehdasta, jotta pystytään reagoimaan tilanteeseen nopeasti esimerkiksi lisähintatarjouksella. Apuna käytetään myös projektikohtaisia projektipankkeja. Projektipankeista voidaan esimerkiksi tulostaa kiireellisiä suunnitelmia, tai sitä voidaan käyttää tietojen siirtämiseen osapuolien välillä. (9.)

Suunnitelmien toteutuskelpoisuuden tarkastaminen tehdään tällä hetkellä tarkemmin vasta tuotannossa tehdaspäällikön ja/ tai tuotannonsuunnittelijan toimesta. Puutteellisia suunnitelmia ei tulisi päästää tuotannon tekoon, sillä piirustusten puutteet aiheuttavat lähes poikkeuksetta viivästyksiä elementtien valmistukseen. Tuotantoon siirretyt piirustukset toimivat lähtötietoina tuotannonsuunnittelulle.(9.)

Projektinhallinta alkaa myös sopimuksesta. Sopimus määrää projektiaikataulun, jota asiakas, suunnittelijat, myynti ja tuotanto seuraavat ja valvovat kukin tahollaan. Projektiaikataulun tiedot ovat suunnitelma-aikataulun kanssa yhtenevät. Projektiaikataulu sisältää esimerkiksi tiedot yleisestä rakennusaikataulusta, valmistuksesta, tavarantoimituksista ja valmiiden elementtien toimituksista. Valmistavan tehtaan tehdaspäällik-

kö yhdessä myynnin kanssa vastaa projekti aikataulusta betonielementtitehtaan osalta. Taulukossa 4 on esitetty tyypillisen elementtikohteen aikataulu tarjouspyynnöstä asennukseen.(9.)

Taulukko 4. Esimerkki aikataulu betonielementtien toimitusketjusta tarjouspyynnöstä asennukseen (2).

	(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

Tuotanto vastaa valmistuksen ja toimitusten seurannasta ja valvonnasta projekti aikatauluun ja suunnitelmien saatavuuteen verraten. Tavallisesti tehdaspäällikkö toimii linkkinä asiakkaan, suunnittelijoiden, työmaan ja oman betonielementtituotannon välillä. Tuotannosuunnittelu tarvitsee tietoja valmistumisesta ja suunnitelmien toimituksesta. Projektin päättyessä ja toimitusten loppuessa tehdään asiakkaan kanssa taloudellinen loppuselvitys, jossa selvitetään lopulliset kustannukset.(9.)

Ongelmat ja virheet toimitusketjussa saattavat johtaa reklamaatioihin. Asiakas voi reklamoida esimerkiksi toimitusten myöhästymisistä, puutteista tehdyissä betonielementeissä tai virheistä laskutuksessa. Tuotanto voi reklamoida asiakasta tai suunnittelijoita esimerkiksi muutoksista suunnitelmissa, aikataulusta tai puutteista tarvittavissa tiedoissa. Kaikki reklamointi tulee tehdä kirjallisena ja sillä hetkellä, kun asia on huomattu. Ongelmiin voidaan puuttua helpommin, kun ne ovat ajankohtaisia. Reklamointi on tehtävä siten, että ei jää epäselvyyksiä, mistä ja minkä takia reklamoidaan. (9.)

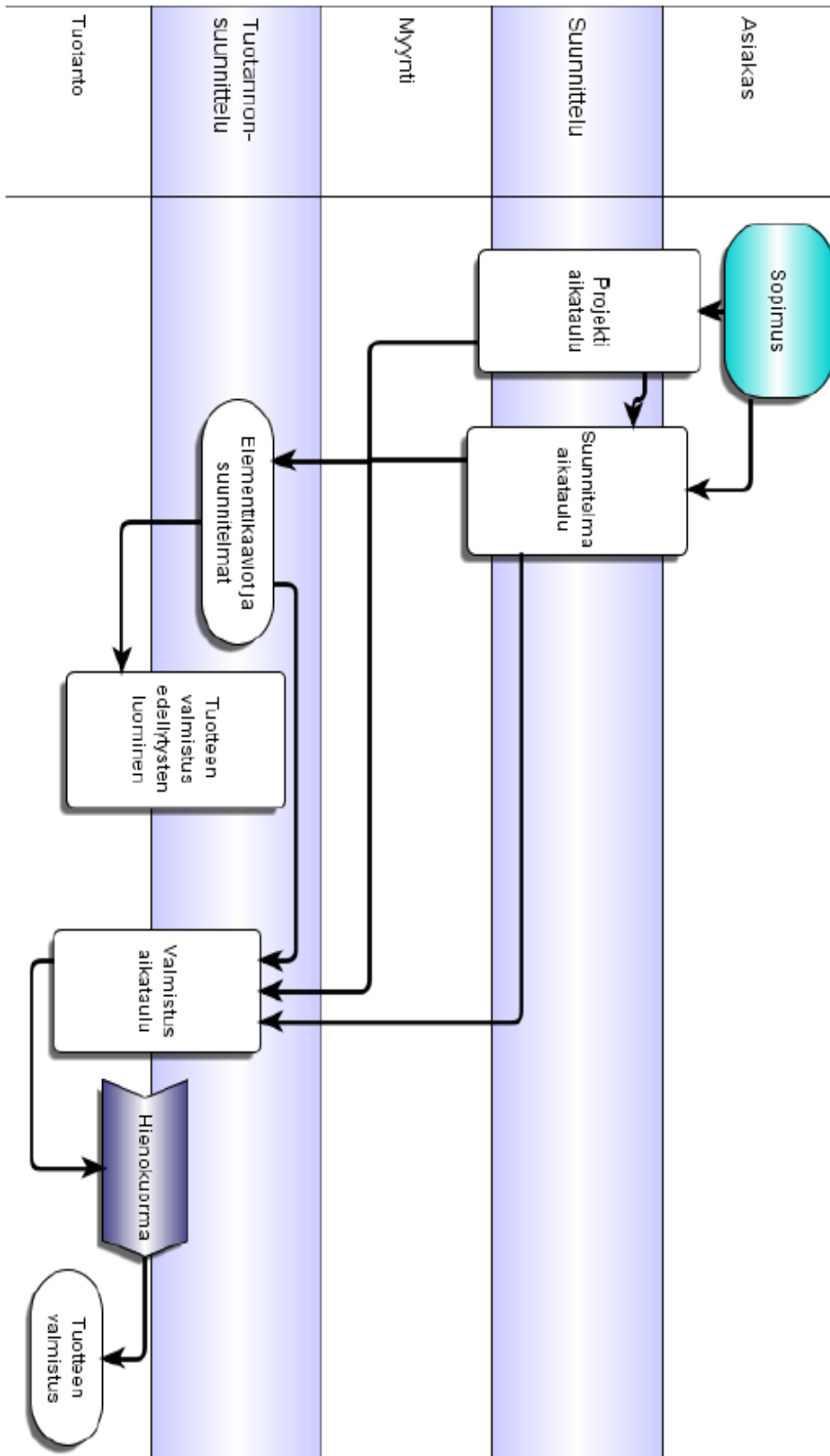
Taloudellisessa loppuselvityksessä käydään läpi kohteen kaikki asiakirjat ja kustannukset. Mikkelin Betoni Oy:ssä päävastuu taloudellisen loppuselvityksen tekemisestä on myynnillä, jota tuotanto avustaa. Kun kaikki kohteen betonielementit on toimitettu työmaalle, kuljetusliike ilmoittaa siitä myynnille ja tuotantoon. Tämän jälkeen tuotanto selvittää työmaalta, onko elementeissä korjattavaa tai puutteita, jotka pitää korjata ennen loppuselvityksen tekoa. Mahdollisten korjaustoimien jälkeen myyntijohtaja ja myyntipäällikkö keräävät kohteen asiakirjat yhteen ja tekevät niistä yhteenvedon, joka toimitetaan asiakkaalle. Asiakas ja vastaava urakoitsija tekevät samoin. Pienehköissä kohteissa loppuselvityksen hyvitykset ja sakot voidaan sopia jopa puhelimitse, mutta usein tarvitaan neuvotteluja ja katselmuksia elementtitehtaan ja asiakkaan välillä. Katselmuksissa tulee selvittää tarkasti virheiden syyt, jotta pystytään sopimaan kenen ne täytyy korvata. Ongelmat voivat johtua suunnittelusta, valmistuksesta, varastoinnista, kuljetuksesta tai asennuksesta. (9.)

Loppuselvityksessä kummallakin osapuolella on yleensä vaateita toimituksesta. Tavallisesti sekä elementtitehdas että asiakas joutuvat maksamaan toisilleen hyvitystä erinäisten toimituksissa aiheutuneiden virheiden ja viivästyksien takia. Kun asia on osapuolten välillä selvä, elementtitoimittaja yleensä antaa takuuajan vakuudet, joilla voidaan kattaa elementtien takuuajana ilmitulleita virheitä. Takuuajan loppuessa vakuus puretaan. Mikkelin Betonin loppuselvitysten aikataulu on usein venynyt vastuunhenkilön puuttumisen ja kiireen takia. Nyt yhtiön hallitus on määrännyt myyntihenkilöstön vastaamaan loppuselvityksen tekemisestä ajallaan. Yhtiön etu ei ole, että projektista saatavat rahat ovat asiakkaan tilillä vielä useita kuukausia toimitusten loppumisen jälkeen. (9.)

Ympäristöasiat ovat tärkeässä osassa Mikkelin Betoni Oy:n toimintaa. Ympäristö - ja laatuasioiden huomioiminen kuuluu jokapäiväiseen toimintaan yrityksessä. Yrityksen kaikki tehtaot sijaitsevat pohjavesialueilla, joten jätteiden ja päästöjen käsittely on tarkkaa. Yritykselle onkin myönnetty Ecostart- todistus ympäristöasioiden huomioimisesta toiminnassaan. Lisäksi yrityksen ympäristö- ja laatusertifikaattien hankinta on hyvässä vauhdissaan. Osana laadunhallintaa työturvallisuuteen panostetaan entistä enemmän. Esimerkiksi kaikilla Mikkelin Betonin tehtailla siirryttiin käyttämään suojakypäriä ja suojalaseja syyskuun 2012 alussa. Muita henkilökohtaisia suojavälineitä käytetään tietenkin työtehtävien mukaan. Työturvallisuutta pidetään yllä säännöllisillä tarkastuksilla ja katselmuksilla.

3.3 Tuotannosuunnittelu

Tuotannosuunnittelu kuuluu tuotannosuunnittelijoille ja tehdaspäälliköille. Tuotannosuunnittelun tavoitteena on luoda onnistumisen edellytykset tuotteen valmistukselle oikein, aikataulussa ja kustannustehokkaasti. Tuotannosuunnittelu vastaa tuotannosuunnittelusta, sujuvuudesta, aikatauluista ja tavaran hankinnasta. Tuotannon kehittäminen ja valvominen kuuluu myös tehtäviin. Keskeisenä apuvälineenä toiminnassa on tuotannonohjausjärjestelmä, joka Mikkelin Betoni Oy:ssä on VCM-tuotannonohjausjärjestelmä. Työ vaatii kokonaisuuksien hahmottamista ja käsittelyä. Tekniikan ja talouden tietämys on avuksi tuotannosuunnittelussa tuotannon käytössä olevien resurssien tuntemisen lisäksi. Kuvassa 4 on kuvattu tuotannosuunnittelun prosessikaavio. (10.)



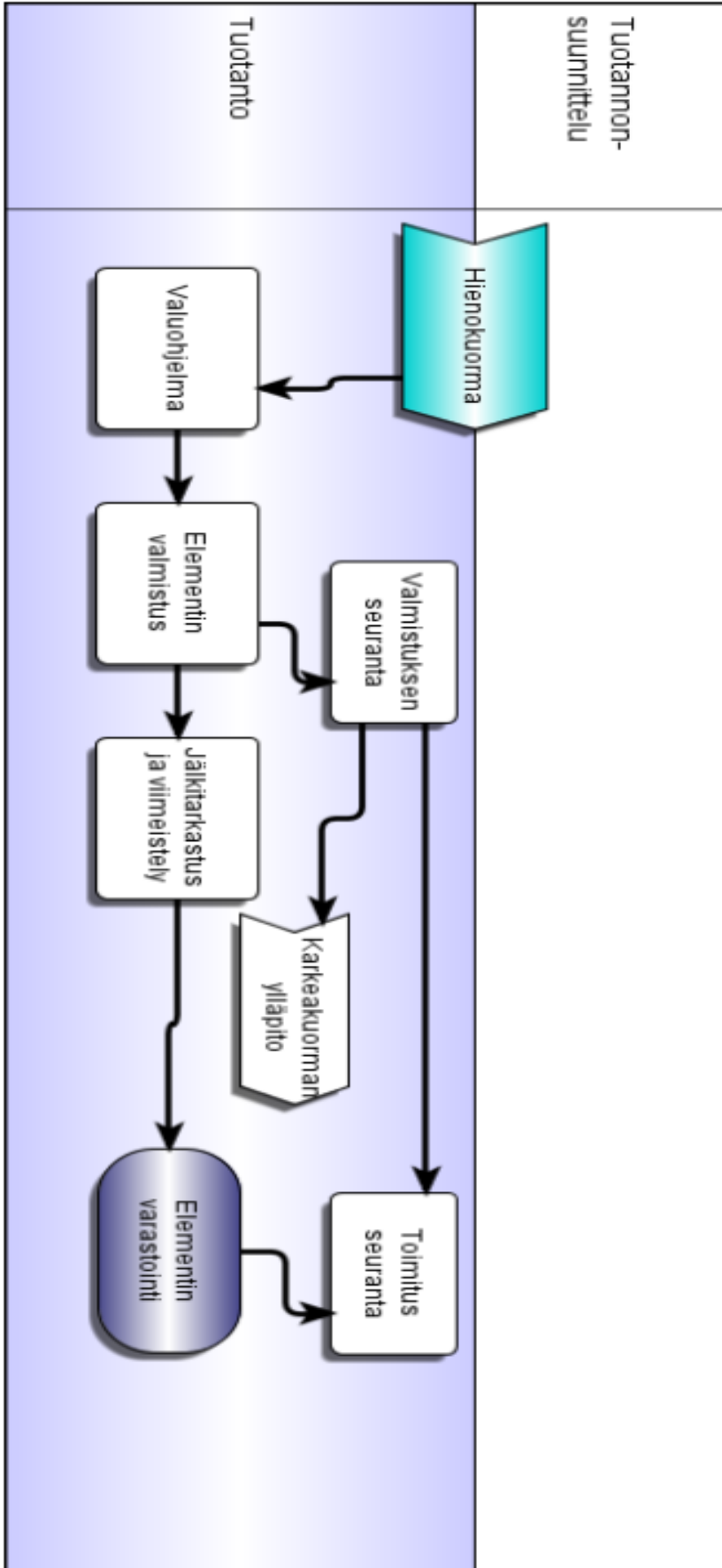
Kuva 4. Mikkelin Betoni Oy:n tuotannosuunnittelu prosessikaavio

Tuotannosuunnittelijan tehtäviin kuuluu suunnitelmien tarkastaminen ja materiaalien tilaaminen niiden mukaisesti. Tuotannosuunnittelija huolehtii, että paperiset elementtipiirustukset ovat tuotannon käytössä ajallaan ja järjestyksessä. Tuotannosuunnittelijan tulee olla riittävästi aikataulusta edellä ja materiaalitytöt tulisi tehdä riittävän suurissa erissä turhien rahtikulujen välttämiseksi. Tehtäviin kuuluu lisäksi pitää yllä hienokuormaa ja päivittää karkeakuormaa, jota esimerkiksi myynti tarvitsee. Karkeakuorma on betonielementtien myynnille tärkeä dokumentti, sillä siitä selviää tehtaasta tuotannon täyttöaste, jonka perusteella myynti ottaa kohteita tuotantoon.

Tuotannosuunnittelija laittaa elementit valmistusohjelmiin ja tekee hienokuorman betonielementtien toimitusaikataulujen ja valmistus mahdollisuuksien mukaan. Tavallisesti esimerkiksi seinäelementit olisi hyvä valmistaa linjassa alhaalta ylöspäin, sillä ne usein ovat samanlaisia. Käytännössä aikataulu kuitenkin on usein niin kireä, että seinäelementit joudutaan valmistamaan kerroksittain. Tällöin muottien muutoksista tuleva työ aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia. Tehtailla on valmistuksessa useita kohteita yhdenaikaisesti, joten tuotannosuunnittelu ei ole yksinkertaista. Parhaan kompromissin löytäminen aikataulujen, valmistus nopeuden ja muottien käytön suhteen vaatii kokemusta ja näkemystä, jotta työt etenevät sujuvasti. (10.)

3.4 Tuotteen valmistus

Betonielementtien valmistusta edeltävien prosessien onnistuminen vaikuttaa tuotannon onnistumiseen. Oikein ja ajallaan tehdyt suunnitelmat, aikataulut sekä lähtötiedot helpottavat valmistusta ja valmistuksen ohjausta. Kuvassa 5 on kuvattu tuotteen valmistuksen prosessikaavio.



Kuva 5. Mikkelin Betoni Oy:n tuotteen valmistus prosessikaavio

Lähtötiedot betonielementtien valmistukseen tulevat tuotannosuunnittelusta, joka taas saa tietonsa sopimukseen pohjautuen. Myös betonielementit valmistavalla tehtaalla tulee olla käytössään sopimus, josta voidaan varmistaa esimerkiksi laadullisia ja aikataulullisia asioita. Tuotteiden valmistus pyritään toteuttamaan niin, että aina olisi vähintään yhden viikon puskuri elementtien valmistamisessa, eli siis varastossa olisi elementit, jotka työmaa tarvitsee vasta seuraavalla viikolla. Näin pyritään paremmin varautumaan odottamattomiin häiriöihin valmistuksessa ja toimituksissa. Varastointialueen koko ja aikataulut asettavat puskurin suuruudelle rajoituksia. Varastossa olevien elementtien määrää ei myöskään tule kasvattaa liian suureksi, sillä tällöin sinne sitoutuu ylimääräistä rahaa. (10.)

Betonielementit valmistetaan Mikkelin Betonin Mikkelin tehtaalla kääntömuoteilla ja tasomuoteilla. Kullekin muottikalustolle pyritään tuotannosuunnittelussa ohjelmoimaan niille parhaiten sopivat elementit. Työnjohtajat tekevät tuotannosuunnittelijan ohjelmoimasta elementtijärjestyksestä päiväkohtaiset valuohjelmat. Valuohjelmat luodaan kulloisenkin työtilanteen, miesvahvuuden ja resurssien mukaisesti. Työnjohtajat valvovat betonielementtien tekoa tarkastuksin ja mittauksin. Valvonnan merkitystä tulee korostaa, jottei virheellisiä elementtejä tulisi. Betonielementit valmistavat elementtityöntekijät, ja valmistukseen tarvittavat muotin osat saadaan muottikirvesmiehiltä puuverstaalta. Kun betonielementin muotti, raudoitus ja tarvittaessa eristäminen ovat valmiit, tilaa työnjohtaja siihen tarkastuksensa jälkeen betonimassan betoniasemalta. Betonielementtiin tehdään vielä suunnitelmien mukaiset valmiit pinnat, minkä jälkeen sen annetaan kovettua seuraavaan aamuun, jolloin se puretaan muotistaan. Elementille suoritetaan vielä jälkipuhdistus ja jälkitarkastus, jonka jälkeen se siirretään varastoon. Tavoitteena valmistuksen ohjauksessa on, että kaikki elementit saadaan tehtyä oikein ja ajallaan.

Valmistukseen aiheutuvia tavallisimpia ongelmia ja viivästyksiä ovat materiaalien ja piirustusten puuttuminen sekä työntekijöiden virheet. Erikoisosien tilaamisesta huolehtiminen jo tuotannosuunnittelussa on tärkeää, koska osien toimitusajat saattavat olla jopa useita viikkoja. Betonielementtejä, etenkin seinäelementtejä valmistetaan usein kahden hengen työryhmissä. Tällöin on tärkeää, että vähintään toinen työparista omaisi hyvän kokemuksen betonielementtien teosta, sillä tällöin välttyään varmemmin virheiltä, ja elementin valmistumisaika on nopeampi. Samalla kokemattomampi osapuoli oppii tekemään työnsä paremmin, ja hänestä kasvaa tulevaisuuden osaaja.

Betonielementtien valmistuksen laadunvalvonta tehdään tehtaan ja yrityksen oman laatujärjestelmän mukaisesti. Tehtaissa käytetään muun muassa elementtikohtaisia laaduntarkastuskortteja sekä koulutettua työnjohtoa ja työntekijöitä laadun tarkastuksessa ja valvonnassa. Tehtaan ulkopuolisesta laadunvalvonnasta vastaa Inspecta Sertifiointi Oy tietyin määräajoin. Valmistuksessa tulevat virheet on hyvä huomata heti alussa, sillä jos ne ehtivät työmaalle virheellisinä, aiheutuu siitä usein suuria kustannuksia. Mikäli tuotteista tulee reklamaatioita tilaajalta tai työmaalta, on niistä ilmoitettava eteenpäin tuotteen valmistukseen, jotta vastaavat virheet vältetään myös jatkossa. Tässäkin asiassa vältytään monelta hankaluudelta, kun kaikki sovittu on kirjallisena paperilla. Tulevaisuudessa on tarkoitus toteuttaa elementtien jälkitarkastus niin tarkasti, että tehtaasta ei lähtisi varastoon virheellisiä elementtejä.(10.)

3.5 Tuotteen toimitus

Tuotteen valmistuksen tapaan myös tuotteen toimitukseen ja sen onnistumiseen vaikuttaa aiempien prosessien onnistuminen. Tyytyväinen asiakas taataan laadullisesti ja taloudellisesti oikeanlaisten betonielementtien oikea-aikaisella toimittamisella. Taloudellinen loppuselvitys päättää betonielementtien toimitusketjun toimitusten loppuessa. Prosessin kulku on selvitetty kuvassa 6.

Tuotteen toimitusprosessin lähtökohtana on tehtaasta varastoon siirretty valmis betonielementti. Tuotannon työnjohtajat kuittaavat valmistuneet ja varastoon siirretyt elementit VCM-tuotannonohjausjärjestelmään, josta kuljetusjärjestelijä ja tuotantopäällikkö saavat tiedot kuljetuksia varten. Betonielementit toimitetaan työmaalle aiemmin sovittun aikataulun ja toimitusjärjestyksen mukaisesti. Mikkelin Betoni Oy:n kuljetukset hoitaa Movere Oy.

Betonielementtien toimittamisessa työmaalle on yhteydenpito tehtaan, kuljetusliikkeen ja työmaan välillä avainasemassa, jotta oikeat elementit saadaan oikeaan aikaan työmaalle. Sopimuksessa määritellyt betonielementtien toimitusaikataulut ovat viikkotasolla, mutta lopullinen toimitusaikataulu sovitaan tarkasti toimituksen lähestyessä. Olennaisessa osassa työmaan kannalta on, että elementit ovat juuri oikeaan aikaan työmaalla ja ne on kuormattu oikeassa järjestyksessä. Oikeassa järjestyksessä kuormatut elementit voidaan tarvittaessa nostaa helposti paikalleen suoraan kuormasta, kun kuormaus on tehty oikein. Turha odottelu ja elementtien siirtely vie aikaa ja rahaa sekä tilaajalta että kuljetusliikkeeltä.(10).

4 MIKKELIN BETONI OY:N TOIMITUSKETJUN KEHITTÄMINEN

Betonielementtien toimitusketju on joukko toisiinsa liittyviä prosesseja, jossa pienetkin asiat saattavat kertautua prosessin loppua kohden. Jokainen betonielementtien toimituskohde on erilainen, joten toimitusketjun ja sen hallinnan olisi myös oltava muuntautumiskykyinen. Tiedetyt perusasiat löytyvät kuitenkin jokaisesta kohteesta, joiden tulisi olla kunnossa onnistuneen toimituksen mahdollistamiseksi. Toimitusprojekti voidaan määrittää onnistuneeksi silloin, kun tuotteet ja palvelut on toimitettu oikein ja ajallaan, toiminta on ollut tuloksellista, ja asiakas on tyytyväinen.

Havainnot betonielementtien toimitusketjun hukista ja ongelmista on tehty pääosin haastattelujen ja omien kesän aikana saatujen kokemusten perusteella. Seuraavassa pyrin käymään toimitusketjun ongelmia läpi osa-alueittain sekä löytämään keinoja niiden välttämiseksi ja vähentämiseksi.

4.1 Markkinointi ja myynti

Tarjouspyyntövaiheessa tarjottavien kohteiden valintaan pitää kiinnittää enemmän huomiota. Silloin kun tarjouspyyntöjä on niin paljon, että kaikkiin ei ehditä vastata,

muiden valinta kriteerien lisäksi tulisi huomioida myös lähtötietojen taso. Parhaat lähtötiedot omaaviin tarjouspyyntöihin on nopeampi tehdä tarjous, ja riski muutokseen ja virheisiin on pienempi. Yhteydenpito myynnin ja tuotannon välillä on tärkeää. Myynnin tulisi olla selvillä tuotannon resursseista ja esimerkiksi muottipöytien kunnosta ennen kuin tarjotaan erikoistoimenpiteitä vaativia kohteita. Tarjouksen kate saattaa pienentyä huomattavasti, jos joudutaan esimerkiksi pinnanlaadun takia vaihtamaan muottilevyjä. Toinen huomioitava asia ovat koneet ja laitteet. Koneiden hankkiminen tai vuokraaminen maksaa, ja lisäksi henkilöstön kouluttaminen vie aikaa. Tähänkin voidaan tietysti varautua paremmin, kun asioista tiedotetaan riittävän ajoissa oikeille henkilöille.

Tiedonsiirrosta osapuolten välillä täytyy sopia jo sopimuksia tehtäessä. Tavoitteena on, että vastuut ja tiedonsiirtotavat olisivat osapuolten välillä selkeät. Määriteltäviä asioita ovat muun muassa tiedon omistus- ja käyttöoikeudet sekä tallennuspaikka ja muodot. Mikäli tiedonsiirto tapahtuu pääosin sähköisessä muodossa, tulisi siitä olla olemassa oma ohjeistus. Esimerkiksi projektipankkien käytöstä tiedonsiirtoon ja tiedon tallettamiseen pitäisi olla oma ohjeistus. (7.)

Sopimuksissa tulee käyttää valmiita sopimus pohjia, jotka ovat juridisesti oikeanlaisia ja sellaisia, että niissä ei ole mitään tulkinnanvaraa. Ehtolausekkeiden tulee suojella omaa yritystä siten, että toisten virheet eivät tule elementtivalmistajan syyksi. Esimerkkinä tilanne, jossa työmaan vastaava kyselee asennukseen elementtejä, joihin tehdas ei ole saanut vielä edes valmistuspiirustuksia. Sopimuksessa tulisi olla kohta, jossa sanotaan tarkka päivämäärä aina tietyn rakennusosan piirustusten saapumiselle. Mikäli valmistuspiirustukset eivät ole ajoissa perillä, tehdas ei voi valmistaa elementtejä ajoissa. Sopimukseen olisi hyvä kirjata ehtolauseke, jossa määritellään pienin aika, mitä ennen tehdas ei ole velvollinen toimittamaan piirustusten myöhästymisen johdosta myöhässä olevia elementtejä. Sopimuksessa määriteltäisiin esimerkiksi, että ensimmäiset betonielementit voidaan toimittaa työmaalle aikaisintaan viiden työpäivän kuluessa piirustusten saapumisesta.

4.2 Projektinhallinta ja suunnittelun ohjaus

Projektinhallinta on kokonaisuuksien hallintaa, joka koostuu monista eri asioista. Aikataulut ovat tärkeimmässä osassa projektinhallinnan onnistumisen kannalta. Kiire on usein tekijä, joka aiheuttaa ongelmia. Harva projekti saadaan vietyä täysin aikataulus-

saan läpi, sillä viivästyksiä voi tulla monelta eri osa-alueelta. Suunnitelmat ja työmaan aloituksen viivästyminen sekä ongelmat valmistuksessa ja toimituksissa ovat tällaisia tekijöitä. Näihin voidaan kuitenkin varautua huolellisella suunnittelulla ja ennakoinnilla. Yhteydenpito projektin osapuolien välillä täytyy pitää kunnossa, sillä ajallaan tehdyt huomiot ja ilmoitukset parantavat yhteistyöilmapiiriä. Moni asia selviää puhumalla paremmin kuin pelkästään kirjallista viestintää käyttäen. Pelkkä sähköpostien lähettely jättää osapuolet etäisiksi etenkin suurissa hankkeissa, eikä tällöin päästä niin hyvin selville toisten intresseistä projektin suhteen. Betonielementtien toimitusprojekti koskettaa kuitenkin elementtivalmistajan lisäksi myös muita osapuolia, ja kaikilla on halu hoitaa osansa mahdollisimman hyvin.

Eräs huomioita yhtiön sisällä saanut asia on suunnitelmien saapumisen ja niiden laadun valvonta. Eräissä suomalaisissa betonielementtitehtaissa on erillinen henkilö tarkastamassa suunnittelutoimistoilta tulevia elementtipiirustuksia jo ennen kuin ne siirtyvät tuotannosuunnitteluun. Samalla suunnittelijoita pidetään tiukassa otteessa, jotta suunnitelmien laatu paranisi, ja ne tulisivat paremmin ajallaan tuotannon käyttöön. Onko esimerkiksi toimistoinsinöörillä resursseja tällaiseen kuvien tarkastamiseen ennen kuin hän syöttää kuvat VCM-järjestelmään? Vai pitäisikö työhön hankkia henkilö, jonka resurssit ja aika riittävät ja jolle saapuvat suunnitelmat tulisivat ensimmäisenä? Hänen toimenkuvaansa kuuluisi myös muistuttaa ja patistella suunnittelijoita jo etukäteen, että valmistuspiirustusten tulee olla esimerkiksi viikon päästä käytössä tehtaalla. Vastuuhenkilön määrittäminen muutenkin jokaiseen tehtävään antaa paremmat mahdollisuudet onnistuneeseen toimintaan. Nykyisin ongelmat suunnitelmissa huomataan usein vasta tehdaspäällikön tai tuotannosuunnittelijan toimesta. Tällöin aikataulu on tavallisesti jo niin tiukka, että korjaukset tehdään kynällä piirustuksiin, mikä saattaa aiheuttaa väärinkäsityksiä valmistuksessa. Asiaa kannattaisi pohtia, ja pyrkiä löytämään toimiva ratkaisu suunnitelmien valvontaan.

Laatuun sekä toiminnassa että tuotteissa tulee panostaa edelleen. Mikkelin Betoni Oy on jo hankkinut CE-merkinnät ontelolaatoilleen. Seinä- sekä runkoelementeille CE-merkintöjen hakuprosessi on käynnissä. Merkintä tarkoittaa, että tuote täyttää sitä koskevat EU-direktiivien määräykset, ja se on läpikäynyt vaaditut tarkastukset ja laadunvalvonnan (13). CE-merkintä tuo osaltaan tietyt vaatimukset laadunvarmistuksesta, mutta mikään ei estä tekemästä laadunhallintaa määräyksiä paremmin. Tämä saattaisi olla kilpailuvaltti markkinoilla, kun rakentajat ja rakennuttajat tietävät että, toi-

minnan ja tuotteiden laatu on parempi kuin muilla. Hinta-laatusuhde tulee tietenkin asettaa kohdilleen.

Töiden siirtäminen Mikkelin Betonin eri tehtaiden välillä näyttäisi aiheuttavan ongelmia. Valmistusaikataulujen muutokset ja resurssien käyttö sekä valmistavan tehtaan mahdollisuudet vaativat toimia. Jotkin kohteet vaativat myös erikoiskalustoa. Niiden siirtäminen tai vuokraaminen sekä työntekijöiden kouluttaminen vaatii aikaa. Hankalimpana asiana on ehkä ollut piirustusten siirtäminen. Toiselle tehtaalle siirretyistä elementeistä tulisi siirtää myös piirustukset. Esimerkiksi Vierumäeltä Mikkeliin valmistettavaksi siirretyt väliseinät aiheuttivat ongelmia. Piirustuksia ei alkuun löytynyt mistään, ja niitä tulostettiin pienille epäselville papereille projektipankista. Lopulta tehtaalle saatiin joitain piirustuksia, mutta kukaan ei tuntunut tietävän, montako sarjaa tuli ja missä osa suunnitelmista viipyy. Selkeä ohjeistus toiminnalle ja yhteydenpito poistaa jatkossa tämän ongelman.

Betonielementtien toimitusketjun tiedonsiirtoa täytyy kehittää. Esimerkiksi projektipankkeihin liitetyillä sähköisillä tiedonsiirroilla voidaan saada tiedonkulkua parannettua. Elementtivalmistajan tiedot valmistuneista elementeistä pystytään jo nyt siirtämään uusimmista tuotannonohjausjärjestelmistä suoraan internetpalvelimelle. Työmaalla pystyttäisiin seuraamaan elementtien valmistustilannetta reaaliajassa ja asennus voitaisiin suunnitella näin tarkemmin. Tilaaja voisi myös ohjata valmistusta tarpeidensa mukaan. Samanlainen tietojensiirto voisi toimia tietenkin suunnittelijoidenkin suuntaan. Suunnittelun ohjausta voisi esimerkiksi kehittää tämän tyyppisen ratkaisun avulla. Suunnitelmien saapumisesta ajallaan pystyttäisiin muistuttamaan järjestelmän kautta lähtevillä automaattisilla sähköpostiviesteillä. Tämä parantaa prosessin läpinäkyvyyttä eri osapuolille ja vähentää puhelimen ja sähköpostin tarvetta yhteydenpitoon. Tiedonkulun kehittämällä vällyttäisiin monilta ongelmilta.(11.)

Reklamaatioiden ja palautteiden huolellisella käsittelyllä sekä palautekeskusteluilla projektin läpiviennistä pystytään kehittämään toimintaa. Reklamaatioissa tulee selvittää ongelmien syy ja se, millä keinoin ne voidaan jatkossa välttää. Syyllisten etsimisellä ei niinkään saada ongelmia poistettua. Asiakaspalautteen pyytämällä eri osapuolilta pystytään kehittämään tehtaan toimintaa paremmin heidän toiveitaan vastaavaksi. Toimitusprojektin lopputilanteen tavoitteenahan on tyytyväinen asiakas. Palautekyselyt tulee kehittää sellaiseen muotoon, että niiden tulokset voidaan siirtää suo-

raan mittaristoon. Mittareita ylläpitämällä toiminnan kehittymisen seuraaminen saadaan paremmin ymmärrettävään muotoon.

4.3 Tuotannosuunnittelu

Tuotannosuunnittelun tehtävänä on luoda edellytykset betonielementtien valmistamiseen ajallaan ja oikein. Käytännössä työ on sitä, että elementit pyritään asettamaan valmistusohjelmiin aikataulujen, resurssien ja muottien käyttöasteen mukaisesti. Piirustuksien mukaisesti huolehditaan, että materiaalit ja tarvikkeet ovat ajallaan tuotannon käytössä.

Elementit olisi parasta valmistaa linjassa alhaalta ylöspäin, sillä koko ja muoto säilyvät usein samanlaisina. Tällöin muotinlaitojen ja muutoksien tekeminen jää vähemmäksi. Aikataulutus tekee kuitenkin sen, että elementit joudutaan valmistamaan usein kerroksittain. Muotti materiaalien säästön maksimoimiseksi on tällaisessa tilanteessa pyrittävä valmistamaan elementit ulkomitoiltaan suurimmasta alkaen. Nykyisin elementit ovat usein monimutkaisia ja aukkoja on paljon, kuten esimerkiksi kuvan 7 elementissä. Muotin osien uusiokäyttöä ei tästäkään syystä pystytä toteuttamaan yhtä hyvin kuin aiemmin. Muottipöytien koko ja kunto tulee myös huomioida tuotannosuunnittelua tehtäessä.

Mikkelissä käytössä olevan rouhebetonin valmistus ja valut täytyy organisoida paremmin. Jos kaikki rouhebetoni valut voitaisiin suorittaa esimerkiksi tehdashallin etuosassa, säästettäisiin aikaa ja työ nopeutuisi. Rouhebetonia elementtihallin takaosaan kuljetettaessa joudutaan nostureita ajamaan pois tieltä, mikä hidastaa muita töitä. Työtunteja menee hukkaan useita, kun kymmenenkin työntekijää joutuu odottamaan viisi- toista tai kaksikymmentä minuuttia.



Kuva 7. Elementtien monimutkaisuus lisää valmistukseen kuluvaan aikaan ja muotti materiaalien kulutusta.

Materiaaleja tilattaessa tulee olla huolellinen. Kuvista on katsottava tarkkaan kaikki tartunnat, holkit, läpiviennit ja muut osat. On järkevää tilata ainakin pienissä tarvikkeissa muutamia ylimääräisiä kappaleita. Jos käy niin, että jokin osa loppuu kesken, saattaa se aiheuttaa suuriakin kustannuksia ja viivästyksiä tuotantoon. Pienimmillään joudutaan maksamaan rahdin hinta ylimääräistä, mutta pahimmillaan jopa viivästys-sakkoja elementtitoimituksesta. Huolellisesti ja ajoissa tehty työ on tässäkin onnistumisen edellytyksenä.

Suunnitelmien muutoksista ja eri betonielementtien erityispiirteistä tulee pysyä selvillä koko ajan. Kuvansyöttäjän laittamien tietojen, elementtipiirustusten ja julkisivupiirustuksien tulee olla yhtenevät toistensa kanssa. Eräessä kohteessa oli esimerkiksi kaikkiin elementteihin merkitty keltainen rouhebetoni ulkokuoreen. Kun asiaa alettiin tarkemmin tutkia, löytyikin julkisivupiirustuksista rihtapintaisia kiviä, joihin tulee harmaa betoni. Valmistuspiirustuksissa sekä VCM-järjestelmässä oli ulkokuoren pinnanlaatu merkitty väärin. Onneksi asia huomattiin ajoissa. Ongelma tuli kuitenkin vastaan siinä, kun sama asia jouduttiin muutaman viikon kuluttua selvittämään uudelleen.

Tiedot olisi pitänyt korjata sekä piirustuksiin että elementtiluetteloihin saman tien. Nyt aikaa meni hukkaan, kun sama asia jouduttiin tutkimaan kahteen kertaan. (12.)

4.4 Tuotteen valmistus

Hyvin tehty tuotannosuunnittelu helpottaa tuotteen valmistusta. Kun ohjelmat ovat oikein, pystytään valuohjelmat tekemään luotettavasti ja viime hetken muutoksia ei tarvitse tehdä. Elementtien valmistuspiirustusten saatavuus täytyy saada paremmaksi. Piirustusten etsiminen ja kopiointi vie turhaa aikaa työnjohdolta. Tämä aika voitaisiin käyttää paremmin esimerkiksi työnteon valvomiseen ja elementtien tarkastamiseen. Joissain tapauksissa joudutaan elementtejä valmistamaan projektipankeista tulostetuilla pienillä piirustuksilla, mikä voi aiheuttaa ongelmia työntekijöille. Tähän asiaan auttaa suunnitelmien saapumisen parempi valvonta. Kovin suuri investointi ei pitkäaikaiseen hyötyyn nähden myöskään olisi isompi tulostin, jolla voitaisiin tulostaa esimerkiksi A2-kokoisia papereita. Projektipankin piirustukset saataisiin tällöin mahtumaan paperille paremmin, mikä helpottaisi piirustuksen lukemista.

Työntekijöiden ammattitaitoon ja työmotivaatioon tulee kiinnittää huomiota. Mikkelin Betonin tulee löytää keinot saada yhtiö houkuttelevaksi työpaikaksi betonielementtialan osaajille. Yksi houkuttelevuutta lisäävä tekijä on palkkaus. Ammattitaitoisille ja nopeille elementin tekijöille kannattaa maksaa asiaan kuuluvaa palkkaa. Myös tuotantopalkkioiden maksuperusteiden tulisi olla sellaiset, että ne kannustaisivat tekemään työt nopeasti ja hyvin. Tällä hetkellä tuotantopalkkio maksetaan hallin eri osien mukaan. Tässä mallissa nopeat tekijät eivät välttämättä aina saa heille kuuluvaa tuotantopalkkiota, koska osa samalla hallin alueella työskentelevistä tekee työnsä hitaammin. Todelliset palkkiot voitaisiin maksaa silloin, kun yhden työntekijän tunnit voidaan kohdistaa ja kuitata elementille laskettuun työpanokseen. Elementtien laatuun liittyvä palkkiotapa saattaisi myös olla hyvä liittää palkitsemisjärjestelmään. Nuorien työntekijöiden tulisi kokea, että heillä on tulevaisuudessa ammattitaidon kehittymisen myötä mahdollisuudet parempiin palkkoihin. Näin pystyttäisiin sitouttamaan osaajia yritykseen.

Betonielementtien valmistuksen onnistumisen kannalta tärkeää on tehdä tarkistusmittaukset hyvin. Ennen valua tulee varmistua että mm. muotti, raudoitus, varusteet ja suojaetäisyydet ovat kunnossa. Valun jälkeen on myös varmistuttava pintojen laadusta ja valun jälkihoidosta. Elementin jälkitarkastuksiin on kiinnitettävä jatkossa huomiota

lisää. Jälkitarkastuksien tekoon tulee luoda paremmat tilat ja mahdollisesti palkata osaava työntekijä. Yksi vaihtoehto tarkastuksien tekoon olisi elementtien muotista purkajien ja jälkipuhdistuksen tekijöiden kouluttaminen tähän työhön. Tämä ei välttämättä vaatisi suurta lisäpanostusta eikä lisää työaika, kun he pystyisivät tarkastamaan elementit oman työnsä aikana.



Kuva 8. Vieri viereen välivarastoitujen elementtien jälkitarkastusten tekeminen on hankalaa.

Kuten kuvasta 8 näkyy, muotista purkamisen jälkeen varastointitilat elementeille ennen jälkipuhdistuksen tekoa ovat tällä hetkellä liian ahtaat tehokkaan jälkitarkastuksen toteuttamiseksi. Tilat, välineet ja aika työn kunnolla tekemiseen täytyy saada kohdalleen. Työstä vastaavan henkilön pitää myös olla perillä elementtien laatuvaatimuksista ja säännöksistä. Parhaassa tapauksessa edellä mainittujen järjestelyjen toteutumisen onnistuessa yritys pystyy pudottamaan laatukustannuksiaan huomattavasti.

Mikkelin Betoni Oy:n Mikkelin tehtaan tuotanto- ja varastotilojen käyttö ja parantaminen tulee saada kehittymään betonielementtien ominaisuuksien mukaisesti. Elementit ovat muuttuneet monimutkaisemmiksi, joten laitoja ja aukkoja joudutaan vaihta-

maan tiheään. Tuotantotilat ja kulkuväylät käyvät ahtaiksi, koska esimerkiksi laitoja joudutaan varastoimaan milloin missäkin. Selkeät varastointitilat eri tavaroille ja jätteiden parempi lajittelu parantavat tehtaan ja tehdasalueen siisteyttä sekä yleistä järjestystä. Tehdas tulisi raivata ensin täysin tyhjäksi kaikesta ylimääräisestä ja siivota perusteellisesti ennen kuin asia saadaan raiteilleen. Lisäksi työntekijöiden asenteisiin pitää saada muutos. Nykyisin tarpeettomia tavaroita ja materiaaleja jätetään lojumaan ympäri tehdasta. Jokaisen työntekijän tulisi huolehtia työpisteidensä siisteydestä. Tällöin tehdas saadaan pysymään järjestyksessä. Työpaikan siisteys on yksi olennainen tekijä, joka vaikuttaa työturvallisuuteen.

Tavaroiden ja materiaalien etsimiseen kuuluu betonielementtien valmistamisessa nykyisin liikaa aikaa. Varastomies ja jokaiselle tavaralle oma varastopaikka olisivat ratkaisuna tähän asiaan. Varastomies pystyisi myös toimittamaan seuraavana päivänä elementtien teossa tarvittavat osat suoraan muotille. Tällöin varusteiden etsimiseen käytetty aika elementtien valmistajilta vähenisi huomattavasti. Muottikaluston kunnossapitoon ja kehittämiseen tulee kiinnittää huomiota. Elementtien koko ja pintojen laatuvaatimukset ovat viime aikoina kasvaneet. Tässä kehityksessä tulee myös muottikaluston pysyä mukana. Tehtaan tuotantokapasiteettia ei voida käyttää tehokkaasti, jos kaikkia muotteja ei pystytä käyttämään niiden koon tai huonon kunnan takia.

Kiire aiheuttaa ongelmia joka vaiheessa toimitusketjua. Betonielementtien valmistuksessa tämä aiheuttaa stressiä ja jatkuvia ylitöitä. Yleinen ilmapiirin kiristyminen ei edistä tuotantoa. Etenkin nuoremmilla elementin tekijöillä tämä alkaa usein näkyä poissaoloina ja työmotivaation laskemisena. Virheiden mahdollisuus myös kasvaa, kun yritetään tehdä nopeasti ja saada väkisin elementti valmiiksi. Ylikuormitus on pidemmällä aikavälillä kestämaton tilanne, varsinkin kun osaavia työntekijöitä ei juuri ole tarjolla.(12.)

4.5 Tuotteen toimitus

Toimitusten onnistumiseksi on työmaan, kuljetusliikkeen ja elementtitehtaan välisen yhteydenpidon oltava kunnossa. On hyvä käytäntö, että yhteydenpitotavasta ja vastuushenkilöistä sovitaan hyvissä ajoin ennen betonielementtien toimitusten alkamista. Kuljetusten oikealla järjestelyllä voidaan vähentää vajaakuormien määrää. Toimitusten järjestelyihin tulisi pystyä kiinnittämään huomiota jo elementtien valmistusta miettäessä. Eri tehtaiden välillä jaettavat saman kohteen elementit saattavat aiheuttaa ti-

lanteen, että kuljetuksia joudutaan keräilemään eri tehtaiden välillä. Toimituserittäin olisi hyvä saada elementit valmistettua samassa tehtaassa.

Varastoinnissa ja lastauksessa tulee kiinnittää huomiota elementtien huolelliseen käsittelyyn. Kaikki kolhut ja naarmut tulisi välttää. Valmistuksen aikana voidaan auttaa tätä asiaa asettamalla suojarimat elementtien alareunaan sekä muovittamalla elementit, jotka sitä vaativat. Näin estetään reunojen ja kulmien lohkeilu. Kunnollisten varastointitilojen ja oikeanlaisten tuentojen ja pukkien käyttö vähentää betonielementteihin tulevien vaurioiden määrää. Tasaiset varastointialustat ja tukevat elementtipukit, kuten kuvassa 9, parantavat myös lastaushenkilöstön työturvallisuutta.



Kuva 9. Betonielementtien varastointialue

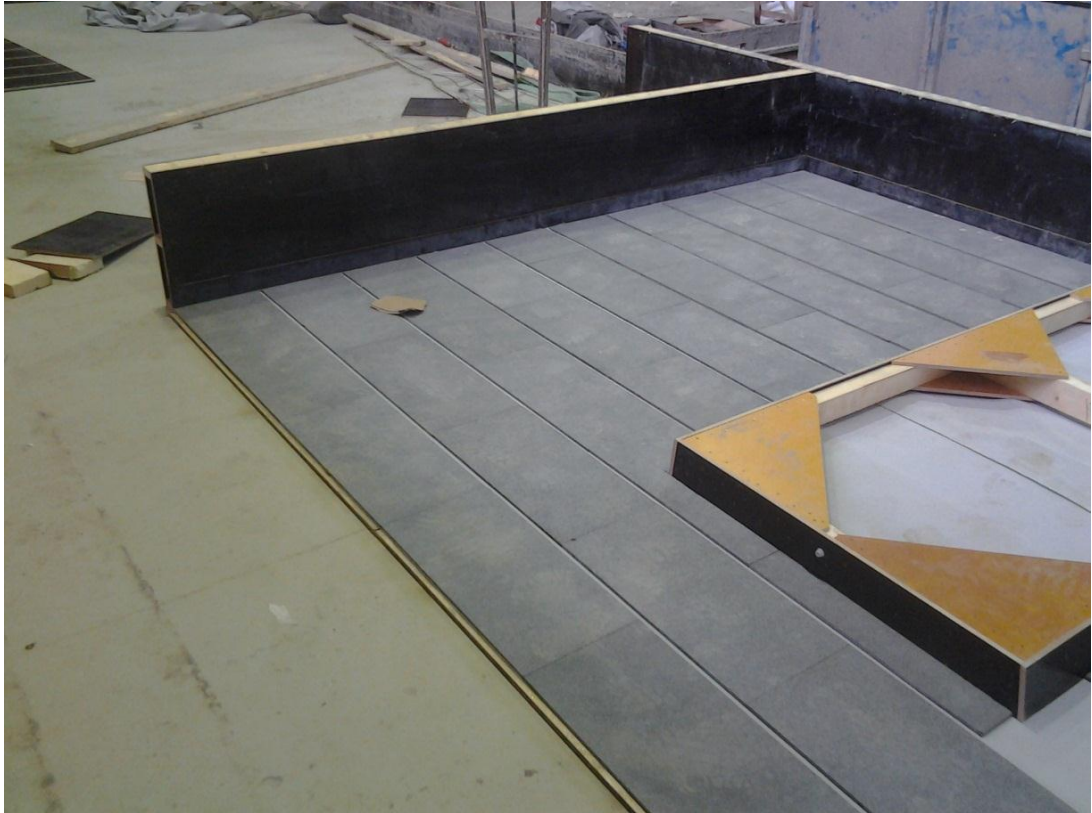
Kuljetuksen aikainen tukeminen tulee tehdä huolellisesti samoin kuin purku työmaalla. Mikäli työmaalle menee jostain syystä rikkoutuneita elementtejä, pitäisi niiden rikkoutumisen syy saada selville. Hyvä käytäntö voisi olla, että lastaushenkilöstö kirjaisi kuormaa tehdessä elementin kunnan paperille. Tällöin voitaisiin tarkistaa, missä kunnossa elementti on lähtenyt työmaalle tehtaalta. Vastuiden selvittäminen valmistajan, kuljetusliikkeen ja työmaan välillä kävisi tällöin nopeammin.

5 ESIMERKKIKOHTTEEN TOIMITUSKETJUN ONNISTUMINEN

Mikkelin Betoni Oy solmi keväällä 2012 sopimuksen betonielementtien toimittamisesta Espooseen kolmen kerrostalon kohteeseen. Kohteen elementtitoimitukset tapahtuvat kesän ja syksyn 2012 aikana. Käsittelen tässä opinnäytetyön osiossa elementtitoimituksen onnistumista kyseisessä projektissa yleisellä tasolla. Jätän eri osapuolten nimet mainitsematta tässä raportissa Mikkelin Betoni Oy:tä lukuun ottamatta. Myös projektin hinta- ja kustannuslaskelmat jätetään käsittelemättä opinnäytetyön sisällä. Näistä asioista tehdään oma tarkastelu yhtiön sisäiseen käyttöön.

5.1 Kohteen aloitus

Kohde alkoi Mikkelin tehtaan tuotannon osalta toukokuun alussa kääntömuotin pinnoituksella. Maalausliike kävi tekemässä muottiin uuden polyuretaanipohjaisen pinnoitteen, joka on suunniteltu kestäämään kovaa kulutusta. Tavoitteena pinnoittamisella oli saada betonielementin puhdasvalupinta vastaamaan arkkitehtien määrittämää pinnan laatuvaatimusta. Pinnoite ei onnistunut ensimmäisellä kerralla, joten sitä jouduttiin hiomaan ja tasoittamaan uudelleen. Pinnoite näkyy kuvassa 10. Muottipinnalla tehtiin mallikatselmuselementti ja siitä pidettiin katselmus tehtaalla. Arkkitehdit eivät hyväksyneet pinnanlaatua, vaan pitivät sitä liian lasimaisena. Tämä johti muiden muottipöytien voimakkaaseen hiomiseen, jotta vaadittu pinnanlaatu saataisiin. Arkkitehdit hyväksyivät hiotulla pinnalla tehdyn pinnanlaadun, joten tuotanto pääsi käyntiin. Muiden työmaiden aloitus samoihin aikoihin lisäsi paineita tuotannolle.



Kuva 10. Pinnoitetulla pöydällä ei voida valmistaa mitä tahansa elementtejä pinnanlaadun takia. Kuvassa valmistumassa on luonnonkivipintainen sandwich elementti.

Lopulta muottipöydän pinnoittaminen osoittautui turhaksi ja siinä meni hukkaan aikaa sekä valmistus kapasiteettia. Tarkempi esiselvitys arkkitehdeilta pinnanlaadun kriteereistä olisi estänyt tämän. Hylätyn sandwich-elementin sijaan olisi voitu lähettää kuvia tai pieniä mallikappaleita arkkitehtitoimistoon ja antaa suunnittelijoiden valita oikeanlainen pinta. Näin toimimalla olisi välttytty hylätyn elementin valmistamiselta. Jo siinä vaiheessa kun tiedettiin puhasvalupintoja olevan tulossa tekoon, olisi ollut mahdollista vaihtaa uusia teräslevyjä muotteihin. Tällä tavoin hiomisissa ja pinnoituksissa olisi päästy helpommalla. Uusien teräslevyjen hankkiminen on myös pitempi aikainen parannus muottikalustoon kuin hiominen. Näin tekemällä olisi voitu päästä nopeammin ja kustannustehokkaammin osapuolia tyydyttävään ratkaisuun.

Jo ennen varsinaisen tuotannon aloittamista kohteen suunnitelmien saatavuus aiheutti ongelmia. Mallielementtien valmistuspiirustukset eivät saapuneet ajallaan, mikä aiheutti viivästystä ja turhaa työtä pinnanlaadun hyväksymisessä. Suunnitelmien saapuminen kohteen elementeistä oli muutenkin epävarmaa ja piirustukset eivät saapuneet järkevissä kokonaisuuksissa. Nämä ongelmat vältettäisiin jatkossa kiinnittämällä suunnittelun ohjaukseen enemmän huomiota. Suunnittelijoiden muistuttaminen ja kenties

tuntuva rahallinen sakko myöhästyksestä toisi asiaan parannusta. Sanktioista sopimisen täytyisi toki tapahtua jo sopimuksia tehdessä. Ongelmia toi myös betoniaseman remontin takia Vierumäeltä Mikkelin tehtaalle siirretty väliseinäelementtien tuotanto. Suunnitelmien ja piirustusten siirto tehtaiden välillä takkuili, ja tuotantokapasiteetti oli ääri rajoillaan. (9.)

5.2 Tuotantovaihe

Rouhebetonisten sandwich- ja kuorielementtien valmistaminen alkoi heti mallielementin hyväksymisen jälkeen. Elementtejä valmistettiin aluksi kahdella muotilla, mutta pian jouduttiin sandwich-elementtien teko siirtämään kolmelle pöydälle kiireellisen toimitusaikataulun takia. Tämä alkoi aiheuttaa viivästyksiä rouhebetonin saamisessa ajallaan elementteihin. Rouheasema on kuvassa 11. Mikkelin rouheaseman kapasiteetti ja myllärin aika ei riitä neljän erivärisen rouhemassan tekoon yhtä aikaa. Tästä johtuen aina jollain muotilla jouduttiin odottamaan massaa. Tässä menetettiin turhaan odotteluun aikaa, ja lisäksi päivällä menetetty aika jouduttiin ottamaan kiinni iltapäivän ylityötunneilla. Kyseiset ongelmat vältettäisiin tuotannonsuunnittelun tehostamisella ja aikataulutuksen parantamisella. Rouhemassan valmistaminen tulee siis saada jaettua päivään tasaisesti, samanväriset massat tietenkin yhtä aikaa. Rouhebetonin valmistusta tehostaisi myös mahdollisuus annostella kiviainesta useammasta siilosta. Tällöin siilojen vaihtamiseen kuluva aika kesken rouhebetonin valmistuksen saataisiin vähentymään. Siilojen uudelleen täyttämiset voitaisiin siten tehdä keskitetysti ennen tai jälkeen työpäivän, siten ettei siitä aiheudu viivästyksiä tuotantoon.



Kuva 11. Mikkelin tehtaan rouheasema

Puhdasvalupintaiset elementit aiheuttivat haasteita valmistukseen. Elementtien valmistus aloitettiin käyttämällä muottiöljyä teräspinnassa. Öljy täytyi puhdistaa pinnasta tarkoin, ettei se aiheuttaisi väri vaihteluita betoniin. Ongelmaksi muodostui kuitenkin hiotun teräspinnan huokoisuus. Eri kohdat muotista imivät erilaisia öljyjä, ja se aiheutti tummia läikkiä betonin pintaan. Väri vaihtelut onneksi tasoittuivat öljyn haihduttua.

Pienienkin värierojen poistamiseksi elementeistä muottiöljystä siirryttiin muottivahan käyttöön, mikä osoittautui toimivaksi ratkaisuksi.

Elementtien valmistus jatkui tämän jälkeen hyvin lukuun ottamatta kahden kiven viivästystä. Elementtejä ei voitu valmistaa loppuun, koska erikoisteräsosia oli jäänyt tilaamatta. Tämä aiheutti kahden päivän viivästyksen, sillä jo valmiiksi raudoitettua muottia ei kannattanut lähteä purkamaan. Tuotannonsuunnittelun huolellisuus estäisi tällaiset tapahtumat.

Lomakauden alkaessa tuotantovauhti esimerkkikohteen elementtitoimitusten suhteen kiristyi äärimmilleen. Parvekkeiden ja väliseinien osalta toimitukset työmaalle tapahtuivat jo heti valun jälkeisenä päivänä. Tällainen tilanne, jossa toimituksiin ei ole yhtään puskuria on huono sekä elementtitehtaan että työmaan kannalta. Yllättävät esteet saattavat aiheuttaa viivästyksiä tuotantoon, ja tällöin työmaa kärsii myös. Yhden työmaan ongelmat saattavat aiheuttaa ongelmia myös muihin kohteisiin, kun resurssit joudutaan suuntaamaan toisaalle. Tuotannonsuunnittelun on oltava tällöin hereillä toimitusaikataulujen suhteen. Elementtien valmistus on tällöin priorisoitava kiireellisimpiin elementteihin.

Tiedonkulun tuotantopäällikön, tuotannonsuunnittelijan ja työnjohtajien välillä tulee toimia. Työnjohtajien on helpompi keskittää resursseja tärkeimpiin elementteihin, kun he tietävät mitkä niitä ovat. Elementtien toimitusaikataulujen seuranta ja muutokset tulee saattaa myös työnjohdon ja työntekijöiden tietoon. Tiedonkulun kehittäminen, esimerkiksi lista kiireellisistä seuraavan viikon elementeistä, parantaa tilannetta. Tällainen lista pitää olla työnjohtajien käytössä sekä elementtityöntekijöillä osastokohtaisesti.(12.)

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Mikkelin Betoni Oy:n toimitusketjun kulku ja siinä ilmenevät ongelmat ja häiriöt. Tämän työn valmistumisen jälkeen yrityksen on helpompi kiinnittää huomiota toimitusketjun ongelmiin. Opinnäytetyö antaa myös ohjeita ja näkökulmia näiden ratkaisemiseksi. Häiriöitä ja päällekkäisyyksiä toimitusketjusta ei kaikkia pystytä karsimaan pois, mutta niitä voidaan kyllä pienentää huomattavasti. Toteutukseen täytyy vain ajan myötä löytää parhaat ratkaisut.

Varmin tapa välttää ongelmat toimitusketjun kulussa ja sen hallinnassa on, että siihen panostetaan jo aikaisessa vaiheessa. Projektille valitaan elementtitehtaasta vastuuhenkilö, jonka alaisuudessa muut toimivat projektin ajan. Yhteydenpitotavoista ja pelisäännöistä tulee sopia projektin osapuolten kanssa hyvissä ajoin. Aikataulujen hallinta korostuu etenkin, jos hanke on kooltaan laaja ja pitkäaikainen. Tuotannosuunnittelu korostuu tuotannon sujuvuutta tarkastellessa. Pätevä tuotannosuunnittelija pystyy hallitsemaan usean kohteen aikataulut ja tekemään valmistusohjelmat siten, että pysytään aikataulussa. Valmistuksen ja toimitusten osalta tulee keskittyä huolellisuuteen ja tarkastuksiin siten, että kaikki työmaalle lähtevät betonielementit ovat oikein tehtyjä.

Opinnäytetyön tekeminen tapahtui pääosin työnjohtoharjoittelun ohessa kesällä 2012. Etenkin lähtötietojen kerääminen oli helpointa tehdä paikan päällä elementtitehtaassa. Monet tekemistäni havainnoista esimerkiksi toimitusketjun ongelmista ovat konkreettista työn aikana omin silmin toteamaani. Toimitusketjun kuvaamiseen hyvä apuväline oli prosessikuvausten tekeminen yhtiön toimintajärjestelmään. Kuvaukset auttoivat rungon luomisessa opinnäytetyöhön.

Nyt tekemäni opinnäytetyö on ensimmäinen versio toimitusketjun kulusta, ongelmista ja kehitysmahdollisuuksista. Osa ongelmista on kertaluontoisia, vain yhtä kohdetta koskevia, mutta tärkeimmät kehityskohteet ovat niitä, jotka aiheuttavat ongelmia kohdesta toiseen. Tällaisia pitkän aikavälin kehityskohteita ovat muun muassa aikataulujen hallinta, suunnittelun ohjaus ja tuotannosuunnittelu, joihin panostaminen luo pohjan toimitusketjun jatkuvalla parantamiselle.

LÄHTEET

1. Toimitusehdot. Rakennusteollisuus RT ry, 2010. Saatavissa:
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/elementtien-toimitus/toimitusehdot> [Viitattu 20.4.2012]
2. Betonivalmisosatoimitusten toimintamalli. Betonikeskus ry, Talonrakennusteollisuus ry 2009 Saatavissa: <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/elementtien-toimitus> [Viitattu 20.4.2012]
3. Elementtisuunnittelun yleisohje. Rakennusteollisuus RT ry, 2010. Saatavissa:
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/suunnittelun-ohjaus> [Viitattu 20.4.2012]
4. Juhta, Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta 2002, päivitetty 6.6.2008. Saatavissa: <http://www.jhs-suositukset.fi> [Viitattu 14.5.2012]
5. Rakennusteollisuus RT ry:n urakoitsijan ja materiaalityöntekijän väliset pelisäännöt, 2006. Saatavissa: <http://www.rakennusteollisuus.fi> [Viitattu 14.5.2012]
6. Haastattelu, markkinointi ja myynti 9-10.5.2012. Heino Ylönen, Vesa Kaukorinne, Henri Vasara, Leena Arola.
7. RT 10–10095 Valmisosarakentamisen tiedonhallinta. Rakennustieto Oy, 2010. [Viitattu 1.8.2012]
8. Heinonen, Kimmo 2010. Projektinhallinta. Saatavissa:
www.doria.fi/bitstream/handle/10024/66192/nbnfi-fe201011102744.pdf [Viitattu 12.6.2012]
9. Haastattelut Mikkelin Betoni Oy toukokuu-elokuu 2012, Heino Ylönen, Juha Raatikainen, Raimo Montonen, Samuli Solismaa, Aalto Räisänen
10. Tuotannosuunnittelu. Opetushallitus, 2010 Saatavissa:
http://edu.fi/yleissivistava_koulutus/aihekokonaisuudet/ihminen_ja_teknologia/teknologiateollisuuden_osaajat/tuotannon_suunnittelu [Viitattu 18.6.2012]
11. Nieminen, Ville 2010. Teräsbetonielementtien toimitusketjun hallinta rakennusliikenteessä. Diplomityö, s.61 [Viitattu 13.8.2012]
12. Haastattelut Mikkelin Betoni Oy elokuu 2012, Kari Laamanen, Matti Tarkiainen
13. Usein kysytyjä kysymyksiä CE–merkinnästä. Pkylaatu, 2012. Saatavissa:
www.pkylaatu.fi [Viitattu 20.8.2012]