

Mika Reijonen

Rakennusliikkeen ja valmisbetonitoimittajan välisen yhteistyön kehittäminen ja kuvaaminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinööryö

16.4.2015

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Mika Reijonen Rakennusliikkeen ja valmisbetonitoimittajan välisen yhteistyön kehittäminen ja kuvaaminen 56 sivua + 6 liitettä 29.3.2015
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Rakentamisen projektihallinta
Ohjaaja(t)	laatu- ja kehityspäällikkö, Timo Laapio työpäällikkö, Mika Salo myyntipäällikkö, Olli Heikkinen lehtori, Juha Virtanen
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia Peab Oy:n ja Peab-konsernin oman valmisbetonitoimittajan MBR:n välistä yhteistoimintaa ja sen kehittämistä. Peab-konserni on yksi Pohjoismaiden suurimmista rakennusliikkeistä, työllistäen Pohjoismaissa n. 14 000 henkilöä, joista suomessa n. 800. MBR on Peab Industrin valmisbetoniyksikkö, joka on toiminut Suomessa jo vuodesta 1989.</p> <p>Peab Oy:n ja MBR:n välisestä yhteistoiminnasta ei ollut saavutettu niin suuria hyötyjä, kuin sisaryhtiöiden välisestä yhteistoiminnasta olisi toivottavaa saada. Lisäksi työmailla betonitöiden hallinnassa oli havaittu puutteita ja hintatietoutta oli syytä päivittää ja tuoda esille.</p> <p>Jotta opinnäytetyö voitiin toteuttaa, oli syytä syventyä ensin betonin teoriaan, betonitöihin, betonin toimittamiseen ja betoninormeihin. Tämän johdosta opinnäytetyön alkuun muodostettiin teoriaosuus, joka käsittelee laajalti edellä mainittuja aiheita.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena syntyi yhtiöiden välistä toimintaa kuvaava vuosikello, yhtiöiden välisen projektin kulkua kuvaava projektikello, valmisbetonin tilaamisen ja toimittamisen prosessikaavio sekä niihin liittyvät dokumentit: aloituspalaverilomake, betonin tilauslomake, valmisbetonitoimitusten palautelomake, yksittäisen valun valupalaverilomake sekä yksittäisen valun betonointisuunnitelmalomake.</p> <p>Opinnäytetyössä tuotetut dokumentit ja toimintamallit tullaan ottamaan käyttöön Peab Oy:n ja MBR:n välisessä toiminnassa vuoden 2015 aikana.</p>	
Avainsanat	rakennusliike, valmisbetonitoimittaja, yhteistoiminta, betoni

Author(s) Title	Mika Reijonen Depiction and Development of Cooperation between a Construction Company and a Concrete Supplier
Number of Pages Date	56 pages + 6 appendices 29 March 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil engineering
Specialisation option	Construction and Site Management
Instructor(s)	Timo Laapio, Quality And Development Manager Mika Salo, Project Manager Olli Heikkinen, Sales Manager Juha Virtanen, Lecturer
<p>The purpose of this thesis was to depict and develop the cooperation between Peab Inc. and the concrete supplier of Peab corporate group, MBR. Peab group is one of the biggest construction companies in the Nordic Countries. It employs 14 000 persons in the Nordic Countries, including 800 in Finland. MBR is a part of Peab Industri Inc. MBR was established in 1989.</p> <p>The cooperation between Peab Inc. and MBR hadn't been as efficient as it should have been between two affiliated companies. Also management of concrete working and price-consciousness at construction sites had been found to be deficient.</p> <p>In order to implement the study it was necessary to study theory of concrete, concrete working, concrete supplying and Finnish concrete standards. As a result, a theoretical base for the thesis was formed.</p> <p>As a result of this thesis, a graph was formed which depicts the cooperation between the companies, also a graph which depicts the progression between the companies in a construction project was formed, and finally a graph that depicts the chain of events when ordering concrete from the concrete supplier and also documents related to the tasks depicted in the graphs were formed.</p> <p>The documents and operations model created in this thesis will be applied to use between Peab Inc. and MBR during 2015.</p>	
Keywords	construction company, concrete supplier, cooperation, concrete

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Betoni materiaalina	2
2.1	Betonin raaka-aineet	2
2.1.1	Sideaineet	2
2.1.2	Kiviaines	4
2.1.3	Vesi	4
2.1.4	Betonin suhteitus	4
2.2	Betonin ominaisuudet	5
2.3	Viruma	5
2.4	Kutistuminen	5
2.4.1	Plastinen kutistuma	6
2.4.2	Plastinen painuma	8
2.4.3	Autogeeninen kutistuma	8
2.4.4	Lämpömuodonmuutoskutistuma	8
2.4.5	Kuivumiskutistuma	9
2.5	Lujuus-, rasitus- ja notkeusluokat	9
2.6	Lujuudenkehitys	11
2.7	Jälkihoito	14
2.8	Erikoisbetonit	15
3	Betonityöt	17
3.1	Yleistä	17
3.2	Betonointisuunnitelma	17
3.3	Rakenneluokat ja betonityönjohtajan pätevyys	18
3.4	Betonin tilaaminen ja toimittaminen	19
3.4.1	Massan valinta	20
3.4.2	Siirtomenetelmän valinta	21
3.5	Betonointi	23
3.6	Lämpökäsittely	23
3.7	Massiivisten rakenteiden betonointi	25
3.8	Betonointi kylmissä olosuhteissa	25

3.9	Työsaumat	25
3.10	Tiivistäminen	27
3.11	Työturvallisuus	28
3.12	Työnsuorituksen laadunvalvonta	28
3.13	Laadunvarmistuksen vaiheet	29
4	Rakennusliikkeen ja betonitoimittajan välinen yhteistyö	31
4.1	Yleistä	31
4.2	Palvelut	31
4.3	Kehitysyhteistyö	32
4.4	Suunnittelun ohjaus	33
4.5	Laskennan ohjaus	34
4.6	Aloituspalaveri	34
4.7	Lopetuspalaveri	36
5	Rakennusliikkeen ja betonitoimittajan väliset prosessit	37
5.1	Asiakashallinta	37
5.1.1	Koulutus	37
5.1.2	Kokouskäytännöt	38
5.2	Tilaus- ja toimitusprosessi	39
5.2.1	Vastuut	41
5.2.2	Erikoisbetonien tuomat lisävastuut	41
5.2.3	Erikoisbetonit ja palvelut	41
5.2.4	Kuljetus- ja pumppukapasiteetti	42
5.2.5	Laskutus	42
5.2.6	Hinnasto	42
5.2.7	Reklamaatiot	42
6	Haastattelut	44
6.1	Haastattelujen toteutus	44
6.2	Tulosten analysointi	44
6.2.1	Työmaa	44
6.2.2	Betonituotanto	46
6.2.3	Yhtiöiden välinen toiminta	48
7	Yhteenveto ja johtopäätökset	50
	Lähteet	55
	Liitteet	

Liite 1. Työmaan haastattelulomake

Liite 2. Betonitoimittajan haastattelulomake

Liite 3. Vuosisopimuksen osapuolten haastattelulomake

Liite 4. Valmisbetonin tilaamisen ja toimittamisen prosessikaavio

Liite 5. Valmisbetonin tilauslomake

Liite 6. Vuosikello ja projektikello

1 Johdanto

Peab-konserni on yksi Pohjoismaiden suurimmista rakennusyhtiöistä. Se työllistää Pohjoismaissa 14 000 henkilöä, joista Suomessa noin 800. Peab Oy:n toimialoihin kuuluvat asuntorakentaminen, muu talonrakentaminen ja korjausrakentaminen. Peab Industri Oy vastaa valmisbetoni- ja kiviainesliiketoiminnasta. MBR on Peab Industrin valmisbetoni-yksikkö, joka on toiminut Suomessa jo vuodesta 1989. MBR:n toimialueet kattavat Helsingin, Turun, Loimaan, Salon, Lohjan, Kirkkonummen ja Vaasan talousalueet.

Tällä hetkellä Peab Oy:n ja Peab-konsernin oman valmisbetonitoimittajan MBR:n välisestä yhteistoiminnasta ei ole saatu kaikkia hyötyjä irti. Myös kustannustietous työmailla ei ole niin hyvin tiedossa kuin olisi tarpeen. Lisäksi työmailla on yleisesti betonitöiden hallinnassa parantamisen varaa, hyvällä yhteistyöllä asiantuntevan valmisbetonitoimittajan kanssa voitaisiin parantaa betonitöiden hallintaa ja näin ollen työn laatua ja työmaiden tuottavuutta. Yhteistoiminnan kehittämisellä voitaisiin saavuttaa työmailla näkyvän hyödyn lisäksi myös merkittäviä hyötyjä suunnittelunohjauksessa ja hankinnoissa. Valmisbetonitoimittaja taas pystyisi kehittämään toimintaansa ja parantamaan markkina-asemaansa parantuneen palvelun ansiosta. Kaiken kaikkiaan yhteistoiminnan suotuisa kehitys parantaisi näin ollen koko Peab konsernin kilpailukykyä.

Opinnäytetyön tavoitteena on kehittää Peab Oy:n ja MBR:n välistä yhteistyötä ja luoda yleismallinen valmisbetonin tilaamisen ja toimittamisen sekä laadunvarmistamisen prosessikaavio. Prosessikaavioon kirjataan betonin tilauksen ja laadunvarmistamisen toimintaohjeet ja sen rinnalle muodostetaan tarvittavat lomakkeet ja pöytäkirjat. Alatavoitteena opinnäytetyössä on yhteistoiminnan kehittäminen valmisbetonitoimittajan kanssa myös suunnittelun, laskennan ja hankinnan osa-alueilla.

Tutkimuksen alkuvaiheessa haastatellaan Peab Oy:n ja MBR:n eri osapuolia, jotta saadaan selville molempien osapuolien mielipiteet kehitystä vaativista osa-alueista ja kokonaiskäsitys tilanteesta. Teoriapohjana tutkimuksessa käytetään rakennusalan kirjallisuutta ja lehtiartikkeleita, RT-kortteja ja aiheesta mahdollisesti julkaistuja tutkimuksia. Haastattelujen ja tiedonkeruun jälkeen muodostetaan ja kehitetään yhteistyössä betonin tilaamisen ja laadunvarmistamisen prosessikuvausta ja siihen liittyviä dokumentteja sekä kehitetään käytännön yhteistyötä.

2 Betoni materiaalina

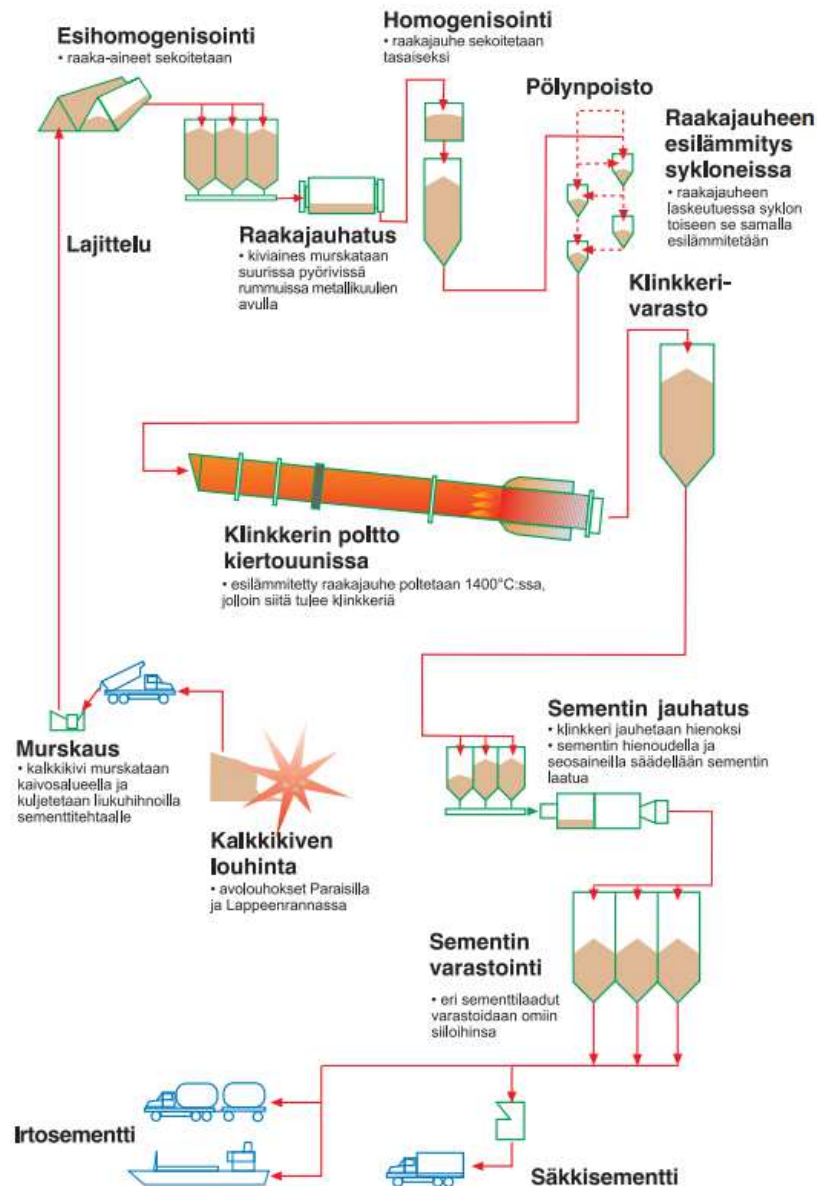
Tässä luvussa käsitellään betonin ominaisuuksia materiaalina, betonimassan valmistamista ja siinä käytettäviä raaka-aineita sekä betoninormien mukaisia rasitus- ja lujuusluokkia. Lisäksi luvussa käydään läpi betonin lujuudenkehitys ja sen vaikutus betonitöihin sekä jälkihoidon merkitys betonin laadulle.

2.1 Betonin raaka-aineet

Betoni on käytännössä keinotekoisista kiveä, jonka pääraaka-aineina toimivat vesi, sideaine ja runkoaines. Sideaine on yleensä puhdasta sementtiä ja runko-aines kiveä. Sementin ja veden reaktiosta, hydrataatiosta, muodostuu kovaa sementtikiveä, joka yhdessä kiviaineksen kanssa muodostaa betonin. Kiviaines itsessään ei osallistu sementin ja veden reaktioon. Sementtiliimaa eli veden ja sementin seosta voidaan muunnella lisäaineilla, jotka vaikuttavat betonin ominaisuuksiin eri tavoin. [13, s.13-14.]

2.1.1 Sideaineet

Sideaineella tarkoitetaan veden kanssa reagoivaa ainesosaa, jonka avulla betoni kovettuu. Tavallisin sideaine on sementti. Rakennussementit valmistetaan jauhamalla seosaineita, klinkkeriä ja kipsiä hienoksi jauheeksi. Sementin seosaineina käytetään kalkkikiveä, masuunikuonaa ja kipsiä. Kipsin lisäämisellä voidaan säädellä sementin sitoutumisaikaa. Rakennussementtien ominaisuuksia säädellään klinkkerin koostumuksella, jauhatushienoudella ja seosaineiden suhteilla. Sementtiklinkkerin pääraaka-aineena toimii kalkkikivi, joka on pääosin kalsiumkarbonaattia CaCO_3 . Muita sementin valmistuksessa tarvittavia komponentteja ovat piioksidi, rautaoksidi ja alumiinioksidi. Louhittu kiviaines murskataan ja lajitellaan siloihin, josta raaka-aineet myöhemmin syötetään raakajauhemyllyyn ja jauhetaan hienoksi (kuva 1). Raaka-aineiden syöttösuhteet määritetään kiviainesten kemiallisten koostumusten perusteella. Seuraavaksi jauhe kuumennetaan uunissa n. 1400°C :seen, minkä ansiosta kalkki-, pii-, alumiini- ja rautayhdisteet sintrautuvat sementtiklinkkeriksi. Tämän jälkeen klinkkeri jäähdytetään nopeasti noin 200°C :seen ja saadaan karkeaa soraa muistuttavaa sementtiä, joka myöhemmin jauhetaan ja siihen lisätään seosaineita halutunlaisen sementtilaadun saavuttamiseksi. [10, s.13.]



Kuva 1: Sementin valmistuskaavio [11]

Muita yleisempiä sideaineita ovat masuunikuona, lentotuhka ja silika, joita käytetään yhdessä sementin kanssa. Eri sideaineilla saavutetaan erilaisia ominaisuuksia betonille. Masuunikuona tuottaa vähemmän lämpöä reagoidessaan veden kanssa, kuin sementti. Siitä on hyötyä esimerkiksi massiivisten rakenteiden valussa, joissa lämmönkehitys ja rakenteen lämpötilaerot ovat suuria. Lentotuhka taas parantaa betonin työstettävyyttä ja kasvattaa myöhäisempää puristuslujuutta. Silikan avulla saadaan tiiviimpää betonia, mikä parantaa betonin kemiallista kestävyttä. [12, s.10-11.]

2.1.2 Kiviaines

Betonista noin 65-80 til- % on kiviainesta. Yleisesti betonissa käytetään luonnon muokkaamaa tai murskattua kiviainesta tai niiden yhdistelmiä. Kiviainekset suhteitetaan niin, että kiviaineksen väliin jäävä tila olisi mahdollisimman pieni, jolloin sementtiliimaa tarvitaan mahdollisimman vähän. [13, s.6.]

2.1.3 Vesi

Betonin valmistukseen kelpaa aina juomakelpoinen vesi. Merivettä tai järvivettä ei tule kuitenkaan käyttää betonin valmistukseen, sillä suolainen merivesi ruostuttaa raudoituksen ja järiveden epäpuhtaudet heikentävät betonia ja saattavat estää sen kovettumista. Vettä ei tule ikinä lisätä työmaalla valmisbetoniin, sillä se pilaa betonitehtaalla tarkkaan määritetyn betonin suhteituksen ja muuttaa betonin ominaisuuksia. [6, s.62.]

2.1.4 Betonin suhteitus

Betonin suhteituksella tarkoitetaan betonimassan valmistukseen käytettävien kiviaineksen, sementin ja veden seossuhteiden määrittämistä sekä kiviaineksen rakeisuussuhteiden määrittämistä. Vesisementtisuhteella tarkoitetaan betonimassan sisältämän vesimäärän ja sementtimäärän painon suhdetta toisiinsa. Jos rakenteelle on asetettu pakkestävyys- tai muita säilyvyysvaatimuksia ei vesisementtisuhte saa ylittää suhdetta 0,55. Betonimassalle tarvittava lisäotkeus saavutetaan silloin käyttämällä lisäaineena notkistinta. Vesisementtisuhte tulee aina pitää mahdollisimman matalana, sillä ylimääräinen vesi poistuu betonista haihtumalla, mikä aiheuttaa betonirakenteen halkeilua.

Betonin lujuus riippuu vesisementtisuhteesta, sementin laadusta ja sementtimäärästä. Mitä enemmän vettä sementtiliimaan laitetaan, sitä enemmän huokosia sementtikiveen muodostuu ja sitä huonommat ovat betonin ominaisuudet. Vesi kuitenkin lisää betonin työstettävyyttä ja siksi betonimassa sisältää aina ylimääräistä vettä, joka ei sitoudu hydrataatioreaktiossa.

Betonin valmistuksesta vastaavan henkilön tulee omata riittävät tiedot betonin suhteituksesta ja betonin ominaisuuksista ja hänellä tulee olla valmistettavan betonin rakenneluokan mukainen pätevyys. [1, s.11-12.]

2.2 Betonin ominaisuudet

Betoni on materiaalina pitkäikäinen, luja, kosteudenkestävä, paloturvallinen ja edullinen. Sen suosio rakennusmateriaalina perustuukin sen tarjoamiin edellä mainittuihin ominaisuuksiin. Työstövaiheessa betoni on vapaasti ja helposti muokattavissa oleva notkea massa, joka voidaan valaa muottien avulla haluttuun muotoon. [17.]

Betonin kimmokerroin on 16-39Gpa ja lieriölujuus 8-65MPa ja siksi se sopiikin hyvin suurta puristuslujuutta vaativiin rakenteisiin, kuten perustuksiin ja kantaviin rakenteisiin. Betonin vetolujuus sitä vastoin on erittäin huono ja siksi betonirakenteissa käytetään lähes poikkeuksetta raudoitusta, joka vastaanottaa rakenteeseen kohdistuvan vetorasituksen. Raudoitetun betonirakenteen paino on yleensä suuruusluokaltaan noin 2500 kg/m³. [14 s.13.]

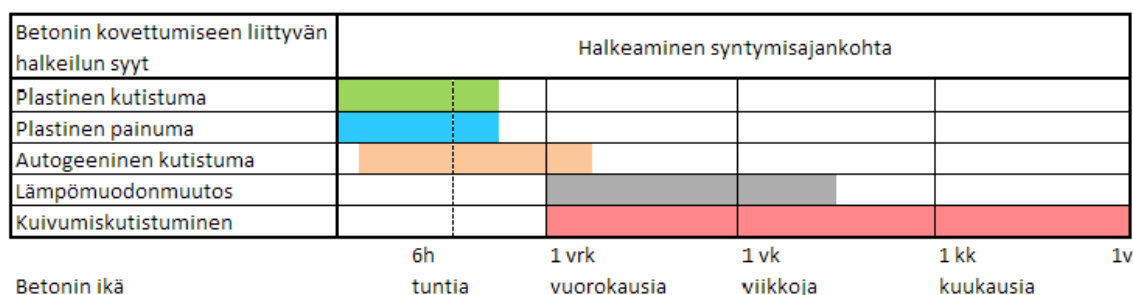
2.3 Viruma

Viruma tarkoittaa betoniin kohdistuvan pitkäaikaisen kuormituksen johdosta tapahtuvaa hidasta muodonmuutosta. Virumaa esiintyy betonissa kimmoisen muodonmuutoksen lisäksi, mutta toisin kuin kimmainen muodonmuutos, viruman aiheuttama muutos ei palaudu ennalleen edes kuormituksen poistuttua. Viruman suuruuteen vaikuttavat betonin ikä, säilytysolosuhteet, rakenteen mittasuhteet, lämpötila sekä runkoaineen määrä ja laatu. Suurimmillaan viruman aiheuttamat muodonmuutokset ovat kovettumisvaiheessa ja siksi esimerkiksi holvivaluissa tulee muistaa jälkituenta muottien purkamisen jälkeen. Huonosti tehty jälkihoito kasvattaa virumaa rakenteessa, mutta raudoituksella virumaa pystytään pienentämään. [16, s.12-13.]

2.4 Kutistuminen

Betonin kutistuman suuruus on useamman tekijän summa ja myös kutistumatyyppejä on useita erilaisia ja ne ilmenevät eri vaiheissa (kuva 2). Kutistuma on seurausta betonin tilavuuden pienentymisestä. Tilavuuden pienentyminen ja betonin kutistuminen aiheuttaa vetojännityksiä esimerkiksi lattiavaluissa betonipintaan, mikä johtaa käytännössä

aina betonipintojen hallitsemattomaan halkeiluun. Halkeilun suuruus riippuu betonin vetolujuuden kehittymisnopeudesta ja kutistumatasojen suuruudesta. Kutistumat voidaan jakaa käytännössä varhaisvaiheen kutistumiin (<24h) ja myöhäisvaiheen kutistumiin (>24h). Esimerkiksi lattiavalu, joka on altis tuulelle, kärsii helposti varhaiskutistumisesta ja halkeilusta, kun valun pinnalla oleva vesi haihtuu liian nopeasti. Useimmat betonilaudut halkeavat, kun niihin kohdistetaan 0,001‰ – 0,002‰ venymä. Betonirakenteen kokonaiskutistuma on tyypillisesti 0,4‰ – 0,8‰ luokkaa, mutta huonosti jälkihoidetuilla rakenteilla se voi olla jopa 7‰. [9, s.1.] [10, s.2.]



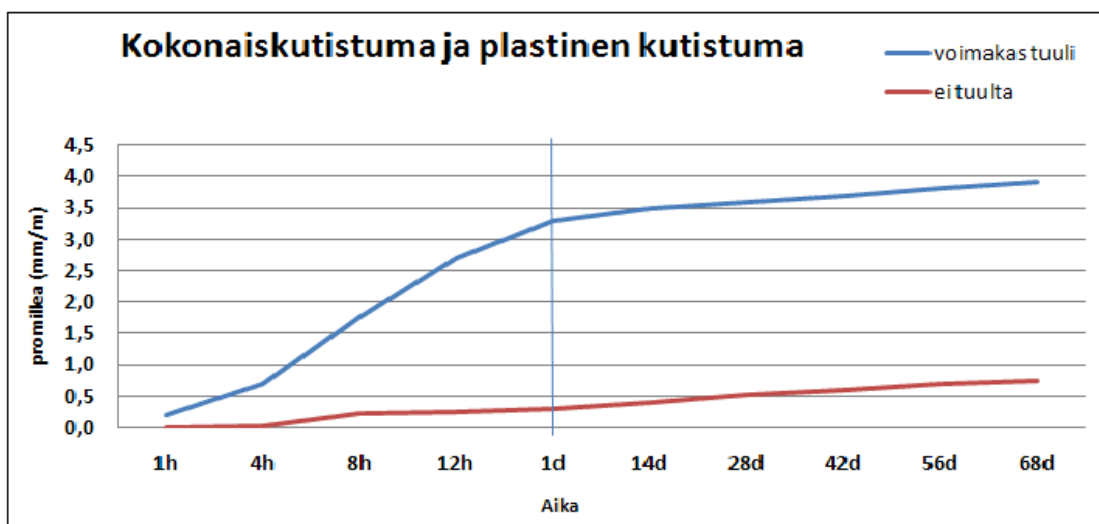
Kuva 2: Kutistumatyyppien syntymisen ajoittuminen [9]

Hydrataatioreaktiossa syntyvän sementtikiven tilavuus pienenee aina alkuperäisestä. Kutistumatonta normaalibetonirakennetta ei siis ole olemassa, vaan kutistumista tapahtuu aina ja se tulisi huomioida betonirakenteiden suunnittelussa ja valussa esimerkiksi valusaumoin. Valusaumat antavat betonirakenteen kutistua, jolloin betoniin ei synny vetojännityksiä. Kutistuman kasvunopeutta voidaan hallita asianmukaisella jälkihoidolla. Oikein toteutettu jälkihoito estää kutistumaa syntymästä ennen kuin betonin vetolujuus on kehittynyt tarpeeksi ottaakseen vastaan kutistumisesta aiheutuvan vetojännityksen. Kutistuman aiheuttamaa halkeilua voidaan rajoittaa lisäaineilla, kuiduilla tai yliraudoituksella. Liiallinen hallitsematon kutistuminen voi olla seurausta puutteellisesta jälkihoidosta tai suunnitteluvirheestä. [10, s.1-8.]

2.4.1 Plastinen kutistuma

Plastinen kutistuma on suuruudeltaan tasoa 0 - 5,0‰ ja se onkin kutistumatyypeistä suurin. Sen merkitys halkeilulle on erittäin merkittävä ja siksi sen hallitsemiseen tulee panostaa. Plastinen kutistuma ajoittuu betonin ensimmäiseen vuorokauden puolelle, kun betoni on vielä tuoreessa vaiheessa. Plastista kutistumaa aiheutuu, kun betonin pinnalla

oleva vesi haihtuu, eikä se enää korvautu betonista nousevalla vedellä. Plastinen kutistuma on suurimmillaan, kun betonin pinnalta haihtuu vettä runsaasti ennen betonipinnan kovettumista. Pinnan kovettuminen sulkee betonin, eikä vettä haihdu enää sen jälkeen merkittävästi. Suurin riski plastiselle kutistumalle on, kun betoniin kohdistuu voimakas tuuli ja sää on kuuma, jolloin haihtuminen on runsasta ja nopeaa. Tai, kun betoniin kohdistuu voimakas tuuli ja sää on erityisen kylmä, jolloin haihtuminen jatkuu pitkään ennen pinnan kovettumista. Tai, kun betoni on voimakkaasti notkistettua ja siinä on matala vesi/sementti-suhde, jolloin betonipintaan ei nouse vettä. Alla olevassa kuvaajassa (kuva 3) on esitetty tuulen vaikutus plastisen kutistuman syntymiseen betonirakenteessa. [9, s.2.]



Kuva 3: Tuulen vaikutus plastisen kutistuman syntymiseen ja suuruuteen [9.]

Rakenteissa, joissa haihduttava pinta-ala on suuri, esiintyy eniten halkeiluongelmia. Em. rakenteita ovat mm. lattiat ja sillat, joiden jälkihoitoon tulee kiinnittää erityistä tarkkuutta. Jälkihoitona plastista kutistumaa vastaan voidaan suorittaa seuraavat toimenpiteet: Pinta suojataan heti tasauksen jälkeen varhaisjälkihoitoaineella ja pintojen jälkeen varsinaisella jälkihoitoaineella, tai pinnat suojataan heti muoveilla, tai pinnoille suihkutetaan kevyesti vettä. [9, s.2.]

2.4.2 Plastinen painuma

Plastiseksi painumaksi kutsutaan tapahtumaa, jossa betonissa olevat partikkelit painuvat alaspäin ja betonissa oleva vesi nousee ylöspäin. Plastisen painuman aiheuttamia halkeamia syntyy, kun betonimassan painuminen jollakin tapaa estyy, esimerkiksi raudoitustangon kohdalta. Raudoitustanko estää yläpuolellaan olevan betonimassan painumisen ja aiheuttaa betonipintaan halkeaman raudoitustangon kohdalle. Plastisen painuman aiheuttamat halkeamat muodostuvatkin tyypillisesti betonirakenteen pintaan ja ovat yleensä säännöllisen muotoisia. Plastista painumaa pyritään ehkäisemään hyvin tehdyllä tärytyksellä, kohtuullisen notkealla massalla, sopivalla raekoolla ja pienellä vesi/sementti-suhteella. [10, s.3-4.]

2.4.3 Autogeeninen kutistuma

Autogeeninen kutistuma tunnetaan myös hydrataatiokutistumana tai kemiallisena kutistumana. Se tarkoittaa sementin kovettumisreaktion eli hydrataation aiheuttamaa kutistumista. Veden ja sementin reaktiosta syntyvän sementtikiven tilavuus pienenee alkuperäisten aineiden tilavuudesta ja reaktion seurauksena betoni kuivuu sisäänpäin. Hydrataatiosta aiheutuvaa kutistumaa pyritään pienentämään pitämällä veden ja sementin määrät kohtuullisen pieninä ja kiviaineksen osuus suurena. Jos betonissa on kuitenkin hyvin pieni vesisementtisuhte, ei betonimassassa oleva vesi pelkästään riitä sementin hydrataatioon, vaan hydratoituva sementti alkaa imemään vettä muusta ympäristöstään. Tämän johdosta betonipintojen kutistuma lisääntyy ja pinnat alkavat halkeilla kuivuesaan. Halkeilua voidaan rajoittaa vesisumuttamalla pintoja tai asettamalla märkiä kankaita pinnoille. [9, s.2-3.]

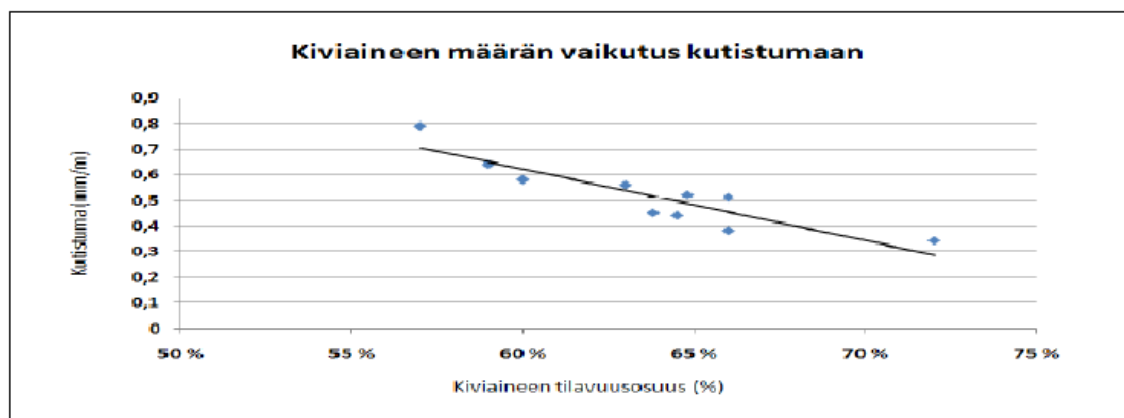
2.4.4 Lämpömuodonmuutoskutistuma

Hydrataatio aiheuttaa aina lämmön kehittymistä betonirakenteessa. Lämmön kehittyminen on merkittävää etenkin paksuissa rakenteissa, nopeita sementtilaatuja käytettäessä ja suuria sementtimääriä sisältävissä betonimassoissa. Kun lämmöntuotto lakkaa ja rakenne alkaa jäähtyä, tapahtuu jäähtyminen nopeammin betonin ulkopinnoilla, kuin rakenteen sisällä. Tämä aiheuttaa kutistumaa, jossa betonin tilavuus pienenee ensin ulkopinnoilta ja aiheuttaa rakenteiden halkeilua etenkin massiivirakenteissa, joissa ytimen jäähtyminen on erityisen hidasta verrattuna ulkopintoihin. Halkeiluriskiä voidaan hallita

käyttämällä alhaislämpösementtiä, lisäämällä sementtiin masuunikuonaa, laskemalla betonin lämpötilaa tehtaalla tai eristämällä rakenteen pinnat, jolloin jäähtyminen on taiseempaa. [9, s.3.]

2.4.5 Kuivumiskutistuma

Betoniin lisätään työstettävyyden takia valmistuksessa aina ylimääräistä vettä, joka ei sitoudu hydrataatioreaktiossa. Kuivumiskutistuminen on pitkäaikainen muodonmuutos, jossa betoniin jäänyt ylimääräinen vesi poistuu rakenteesta haihtumalla. Osa kuivumiskutistumismuodonmuutoksista palautuu betonin kastuessa, jolloin rakenteen tilavuus taas kasvaa. Kuivumiskutistumaa voidaan rajoittaa suunnittelemalla sopivat betonisuhteukset ja pitämällä vesisementtisuhde matalana. Kuivumiskutistuman rajoittaminen perustuu betonin kutistuvien ainesosien rajoittamiseen (kuva 4): mitä enemmän betonissa on karkeaa kiviainesta, sitä vähemmän kutistuvia ainesosia on yhtä tilavuusyksikköä kohti. Mitä enemmän betonissa taas on hienompaa ainesta, sitä enemmän siihen tarvitaan vettä ja sitä myötä myös sementtiä. Tällöin kutistuvan sementtipastan osuus rakenteessa kasvaa. [9, s.3-4.]



Kuva 4: Kiviaineen määrän vaikutus kutistuman suuruuteen [9]

2.5 Lujuus-, rasitus- ja notkeusluokat

Betoni jaetaan lujuusluokkiin puristuslujuuden perusteella. Betonin lujuusluokka ilmoitetaan eurokoodien mukaisesti lieriölujuutta käyttäen. Esimerkiksi lujuusluokka C12/15 tarkoittaa 12MPa lieriölujuutta ja 15MPa kuutiolujuutta. K15 on lujuusluokaltaan siis samaa betonia kuin C12/15. Puristuslujuus voidaan suunnitelmissa edellyttää arvosteltavaksi

joko 7, 28 tai 91 vrk iässä. Tavallisesta 28 vrk arvosteluiästä poikkeava laadunarvoste-
luikä ilmaistaan lujuusmerkinnän alaindeksillä. Normaalibetonin puristuslujuusluokat
ovat eurokoodien mukaisesti seuraavat: C8/10, C12/15, C16/20, C20/25, C25/30,
C30/37, C35/45, C40/50, C45/55, C50/60, C55/67, C60/75, C70/85, C80/95, C90/105 ja
C100/115. [1, s.106-107.]

Betonirakenteelle on olemassa eri rasisitusluokkia sen mukaan, minkälaiselle rasisitukselle
betoni altistuu. Rasisitusluokan rakenteelle määrittää suunnittelija, joka valitsee rasisitus-
luokan seuraavien rasisitustekijöiden suhteen: karbonatisoitumisen aiheuttama korroosio,
kloridien aiheuttama korroosio, merivedessä olevien kloridien aiheuttama korroosio, jää-
tymis- ja sulamisrasitus sekä kemiallinen rasisitus. Rakenteella voi olla samanaikaisesti
useampi rasisitusluokka. Esimerkkinä tästä toimivat julkisivurakenteet, jotka kuuluvat sa-
manaikaisesti jäädytys-/sulatusrasitusluokkaan XF1 sekä karbonatisoitumisen aiheutta-
man korroosion suhteen XC3 tai XC4 luokkaan. Alla olevassa kuvassa on esitettynä ra-
sisitusluokat ja niiden kuvaukset. [1, s.88-91.]

Luokka	Kuvaus
Ei korroosiovaaraa tai rasisituksia	
X0	Raudoittamaton betoni, kun ei ole merkittävää jäädytys-sulatusrasitusta, kulutusrasitusta tai kemiallista rasisitusta Raudoitettu betoni hyvin kuivissa olosuhteissa
Karbonatisoitumisen aiheuttama korroosio	
XC1	Kuiva tai pysyvästi märkä
XC2	Märkä, harvoin kuiva
XC3	Kohtalaisen kostea
XC4	Märkä ja kuiva vaihtelevat
Muun kuin meriveden kloridien aiheuttama korroosio	
XD1	Kohtalaisen kostea
XD2	Märkä, harvoin kuiva
XD3	Märkä ja kuiva vaihtelevat
Meriveden kloridien aiheuttama korroosio	
XS1	Kosketuksessa ilman kuljettaman suolan kanssa, mutta ei suorassa kosketuksessa meriveteen
XS2	Pysyvästi veden alla
XS3	Vuoroveden ja roiskeen vyöhykkeellä
Jäädytys-sulatusrasitus jäänsulatusaineilla tai ilman niitä	
XF1	Kohtalainen vedellä kyllästyminen ilman jäänsulatusaineita
XF2	Kohtalainen vedellä kyllästyminen ja jäänsulatusaineet
XF3	Suuri vedellä kyllästyminen ilman jäänsulatusaineita
XF4	Suuri vedellä kyllästyminen ja jäänsulatusaineet tai merivesi
Kemiallinen rasisitus (XA-luokat)	

Kuva 5: Betonin rasisitusluokat [28.]

Lujuuden ja rasituksen lisäksi betoni luokitellaan massan notkeuden perusteella. Betonimassan koostumus tulee valita siten, että se soveltuu koossapysyvyydeltään ja muokattavuudeltaan käytettävään betonointi-, käsittely- ja valmistustapaan. Betonimassan tulee olla sopiva tiivistyvyydeltään ja notkeudeltaan, jotta se täyttää muotit hyvin ja ympäröi raudoituksen kauttaaltaan. Liian vetelää massaa ei kuitenkaan tule käyttää, sillä ylimääräinen vesi mm. lisää halkeilua ja kutistumaa. Betonin notkeutta voidaan mitata erityisen VB-kokeen kestoajan lukuarvona sVB, kartiokokeella mitattavana painumana tai kartiokokeella mitattavana leviämänä (kuva 6). Työmaalla notkeudesta puhutaan yleensä painumaluokilla S1...S5, jossa S1 on jäykkä massa ja S5 erittäin vetelä massa. [1, s.106-107.] [18, s.27.]

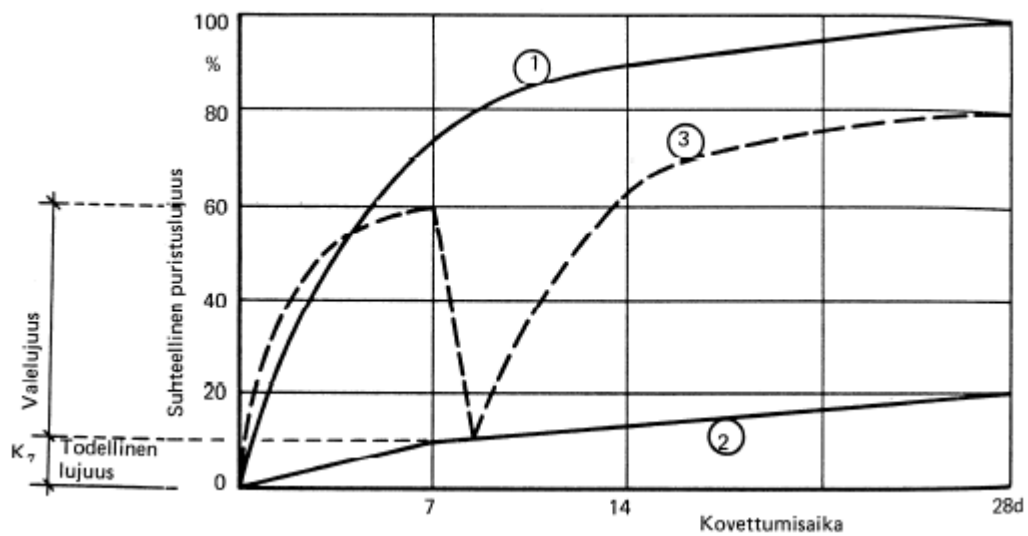
Painumaluokat		Vebe-luokat	
Luokka	Painuma [mm]	Luokka	Vebe-aika [s]
S1	10...40	V0 ¹⁾	≥ 31
S2	50...90	V1	30...21
S3	100...150	V2	20...11
S4	160...210	V3	10...6
S5 ¹⁾	≥ 220	V4 ¹⁾	5...3
Tiivistymisloukat		Leviämäluokat	
Luokka	Tiivistymisaste	Luokka	Leviämän halkaisija [mm]
C0 ¹⁾	≥ 1,46	F1 ¹⁾	≤ 340
C1	1,45...1,26	F2	350...410
C2	1,25...1,11	F3	420...480
C3	1,10...1,04	F4	490...550
		F5	560...620
		F6 ¹⁾	≥ 630

Kuva 6: Betonin notkeusluokat [1.]

2.6 Lujuudenkehitys

Betonin lujuudenkehitys on työmailla huomioon otettava erittäin tärkeä tekijä, sillä se asettaa erilaisia vaatimuksia olosuhteille, muotitukselle ja rakenteiden tuennalle, jotka kaikki vaikuttavat työmaahan ensisijassa aikataulullisesti. Betonin lujuudenkehitys on riippuvainen lämpötilasta, mikä tulee ottaa huomioon etenkin talvella tehtävissä valuissa. Lämpötilan laskiessa negatiiviseksi lujuudenkehitys hidastuu rajusti ja lopulta pysähtyy

kokonaan -10°C ja -15°C välillä. Jäätymislujuus kaikilla lujuusluokilla on $5\text{MN}/\text{m}^2$. Betonirakennetta ei saa päästää jäätymään ennen kuin se on saavuttanut edellä mainitun lujuuden, sillä betonissa oleva vesi laajenee jäätyessään, eikä kovettuva betoni kestä sisäistä jäätymisen aiheuttamaa painetta. Jäätynyt betoni voi aiheuttaa myös niin kutsuttua valelujutta, jossa jäätynyt betoni antaa virheellisiä viitteitä sen oikeasta lujuudesta (kuva 5). Mikäli betoni pääsee jäätymään heti valun jälkeen, sen nimellislujuudesta menetetään karkeasti n. 20%. Kuvassa käyrä 1 kuvaa betonia säilytyslämpötilassa $+20^{\circ}\text{C}$, käyrä 2 kuvaa betonia säilytyslämpötilassa -8°C ja käyrä 3 kuvaa betonia, jonka säilytyslämpötila on ollut ensimmäiset 7pv -8°C ja sen jälkeen $+20^{\circ}\text{C}$. [15, s.30-31.]



Kuva 7: Jäätymisen vaikutus K20 betoniin [15.]

Toinen lujuudenkehityksen asettama vaatimus on muottien purkamislujuus $\geq 0,6 K$. Tämä tarkoittaa, että betonin lujuuden on oltava muottien purkamishetkellä vähintään 60% betonin suunnitellusta nimellislujuudesta, ellei suunnitelmissa ole määritetty muuta. [6, s. 348-349.]

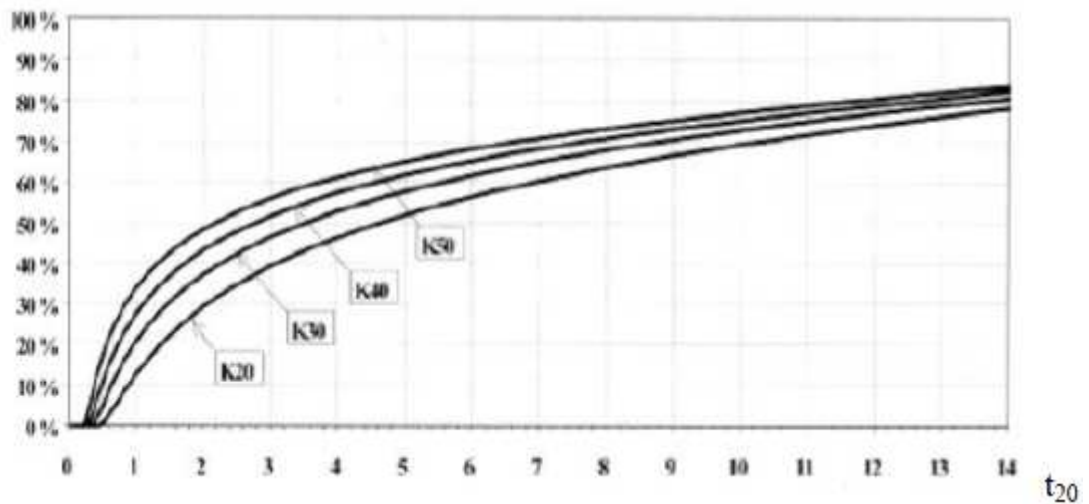
Kolmantena vaatimuksena on suunnitellun nimellislujouden saavuttaminen, mikä tarkoittaa sitä, että rakenne on saavuttanut vaaditun lujuutensa [6, s. 348-349].

Betonin lujuudenkehityksen arvioimista varten on betonin lämpötilaa seurattava säännöllisesti valun jälkeen. Lämpötilatietojen perusteella voidaan arvioida betonin lujuutta alla olevaa kaavaa (kaava 1) ja taulukoita (kuvat 8 ja 9) käyttäen:

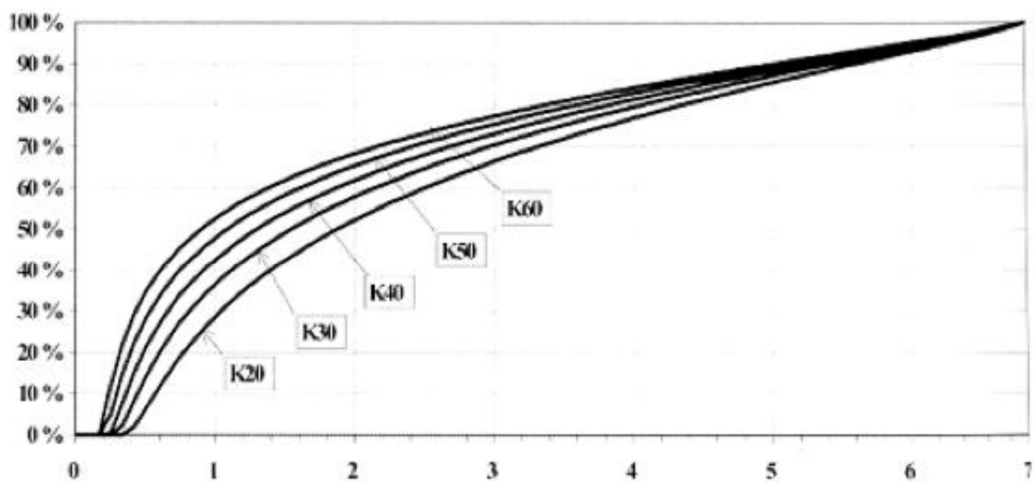
$$t_{20} = \left(\frac{T+16^{\circ}\text{C}}{36^{\circ}\text{C}} \right)^2 * t$$

, t_{20} =kypsyysikä, T=betonin lämpötila aikana t, t=kovettumisaika vuorokausina

Jos lämpötila betonissa on koko ajan pysynyt vakiona, voidaan kypsyysikä laskea suoraan esitetyllä kaavalla. Jos lämpötila betonissa on vaihdellut, määritetään kypsyysikä samana pysyneiden lämpötila-ajanjaksojen summana. Lämpötila mitataan aina rakenteen kylmimmästä kohdasta, jossa hydrataatioreaktio on hitaimmillaan. [6, s.352.]



Kuva 8: Tavallisen betonin lujuudenkehitys kypsyysiän t_{20} funktiona [1.]



Kuva 9: Rapid-sementistä valmistetun betonin lujuudenkehitys kypsyysiän t_{20} funktiona [1.]

2.7 Jälkihoito

Jälkihoidolla pyritään varmistamaan betonin suunniteltujen ominaisuuksien saavuttaminen ja ehkäisemään betonin kuivuminen. Käytännössä sillä tarkoitetaan valun jälkeistä betonin kastelamista ja valun suojaamista. Betoninormien mukaan jälkihoidon pituus riippuu betonin rasitusluokasta. Rasitusluokissa X0 ja XC1 jälkihoito voidaan lopettaa, kun betoni on saavuttanut 60 % nimellislujudestaan. Luokissa XF2 ja XF4 sekä luokissa, joissa vaaditaan erityistä kulutuskestävyyttä, tulee jälkihoitoa jatkaa aina 80 % nimellislujuteen asti. Muissa luokissa jälkihoitoa tulee jatkaa, kunnes on saavutettu 70 % nimellislujudesta. Jälkihoidon jälkeen tulee vielä huolehtia siitä, että rakenteen lämpötilaerot eivät muodostu haitallisen suuriksi esimerkiksi talviolosuhteiden vaikutuksesta. Jälkihoidon eri menetelmiä ovat kastelu, jälkihoitoaineet, muottien paikoilleen jättäminen ja rakenteiden peittäminen peitteillä. Alla olevassa taulukossa (kuva 10) on esitettyä suositeltavat vähimmäisajat eri kovettumisolosuhteissa normaalisti kovettuvalle betonille. [1, s.127-128.]

Betonin lämpötila [°C]	Aika [d], jolloin saavutetaan 60 % nimellislujudesta			Aika [d], jolloin saavutetaan 70 % nimellislujudesta			Aika [d], jolloin saavutetaan 80 % nimellislujudesta		
	K30	K40	K50	K30	K40	K50	K30	K40	K50
10	11	9	7	17	15	13	26	24	22
20	6	4,5	4	9	7,5	6,5	14	12	12
30	3,5	3	2,5	5,5	4,5	4	8	7,5	7
40	2,5	2	1,5	3,5	3	3	5,5	5	5

Kuva 10: Jälkihoidon suositeltavat vähimmäisajat eri olosuhteissa normaalisti kovettuvalle betonille [1.]

Betonin jälkihoidon riittävän nopea aloittaminen tulee ottaa huomioon betonia valettaessa. Betonilaadut, joissa veden erottuminen massasta on vähäistä, ovat alttiina nopeasta veden haihtumisesta johtuvalle halkeilulle. Edellä mainittuihin betonilaatuihin kuuluu esimerkiksi silikabetoni, koska silikan lisääminen betonimassaan vähentää vedenerottumista huomattavasti. Masuunikuona ja lentotuhka taas hidastavat sementin ja veden hydrataatioreaktiota, minkä johdosta betonirakenne vaatii pidemmän jälkihoitoajan, kuin pelkästä sementistä valmistettu betoni. [1, s.128.]

2.8 Erikoisbetonit

Korkealujuusbetonit (C55/67 – C100/115). Korkealujuusbetoneiksi lasketaan betoniteollisuuden yleensä käyttämien lujuuksien K30-K60 ylittävät lujuusluokat. [19.]

Itsestään tiivistyvä betoni (IT-betoni). Itsestään tiivistyvä betoni on erittäin notkea ja koossapysyvä betonilaatu, joka leviää ja tiivistyy tehokkaasti ilman erillistä tiivistämistä. Sen käyttökohteita ovat yleensä hankalasti valettavat tai tiivistettävät kohteet. [19.]

Uppobetoni, joka on tarkoitettu vedenalaisten rakenteiden betonointiin. Se kestää normaalibetonia paremmin laskeutumisen vedessä erottumatta ja hienoaineksen huuhtoutumatta. [19.]

Kevytsorabetoni, joka on tarkoitettu esimerkiksi vesikattorakenteiden kaatojen betonointiin ja lämmöneristykseen tai kevyisiin täyttöihin ja routaeristykseen. Kevytsorabetonia ei voida siirtää pumppaamalla. [19.]

Väribetoni, joka on betonia, johon sekoitetaan jauhemaista väripigmenttiä ja betonista saadaan eriväristä. Väribetonin lisähinta tavalliseen betoniin saattaa vaihdella värisävystä riippuen kymmenistä euroista satoihin euroihin yhtä betonikuutiota kohden. Käytettäviä värisävyjä ovat mm. punainen, ruskea, keltainen, musta, vihreä, sininen ja valkoinen. [19.]

Paisuva betoni tarkoittaa lisäaineistettua betonia, joka saadaan paisumaan 3 – 8% riippuen annostellusta paisuttimen määrästä. Yleisin käyttökohde on injektointivalut. Paisutin voidaan sekoittaa betonimassaan esimerkiksi työmaalla, sillä paisuvan betonin käyttöaika on vain n. 15-90min sekoitushetkestä alkaen. [19.]

Kuitubetoni tarkoittaa betonimassaa, johon valmistuksen yhteydessä sekoitetaan teräs- tai muovikuituja. Kuiduilla voidaan parantaa betonin vetolujuutta, kulutuskestävyyttä, palonkestoa ja betonin koossapysyvyyttä. Yleisin kuitubetonin sovellusalue on maanvarainen betonilattia. [20.]

PCC-betoni, eli polymeerisementtibetoni on erikoisbetonia, joka soveltuu hyvin erityistä kemikaali- ja vesitiiviyyttä vaativiin kohteisiin. Se on erittäin hyvin tarttuvaa, säänkestävää

ja kimmoista betonia. Lisäksi se on vesitiivistä jo ohuinakin kerroksina (+60 mm). Yleisimpiä käyttökohteita ovat siltojen reunapalkit tai autohallien ajoluiskat. [21.]

Ruiskubetonoinnissa (kuva 11) betoni pumpataan letkua pitkin korkealla paineella suuttimen läpi betonoitavaan kohteeseen. Betonimassan nopeus nostetaan paineilman avulla jopa yli kahteenkymmeneen metriin sekunnissa. Yleisin käyttökohte ruiskubetonille on kalliotilojen vahvistaminen. Ruiskubetonointi voidaan jakaa kahteen eri luokkaan: kuivaseosmenetelmään ja märkäseosmenetelmään. Kuivaseosmenetelmässä sementti ja runkoaineet syötetään paineilman avulla ruiskutus-suuttimeen, jossa siihen lisätään vesi. Märkäseosmenetelmässä valmisbetonimassa pumpataan mäntäpumpulla ruiskutus-suuttimeen, josta se paineilman avulla ruiskutetaan kohteeseen. Märkäseosmenetelmällä saavutetaan huomattavasti pienempi hukkaroisken määrä. [22, s.13-15.]



Kuva 11: Ruiskubetonointia kuitubetonilla [29]

3 Betonityöt

3.1 Yleistä

Rakennusmääräyskokoelman osassa B4 on määrättyä betonitöiden työsuorittamiseen liittyvät vaatimukset.

Betonityönjohtajan on oltava oleellisten työvaiheiden, etenkin betonoinnin aikana paikalla. Mikäli 1- tai 2-luokan betonityönjohtajan täytyy hetkellisesti poistua paikalta, on hänen tilalleen oltava vähintään 2-luokan betonityönjohtaja. 1-luokan ja 2-luokan betonin valmistuksessa tulee aina työmaalla ja valmisbetonilaitoksissa olla betoniteknologiaan riittävästi perehtynyt laborantti valmistuspaikalla tehtäviä laboratoriotehtäviä varten. [3 s.42.]

Rakennuspaikalla valmiille rakenteelle tai betonimassalle suoritettavien kokeiden suorittajan täytyy olla näytteenottoon ja kokeisiin nähden riittävän pätevä henkilö. Määräys koskee myös betoniauton kuljettajaa, mikäli kuljettaja tekee esimerkiksi ilmapitoisuuden tai muun betonin ominaisuuden määrittäviä tai sekoittaa lisäaineita betoniin työmaalla. [3 s.42.]

Betonipumpun hoitajalla täytyy olla riittävät nostolaitteiden käsittelyä koskevat tiedot sekä betonin ominaisuuksia koskevat tiedot [3 s.42].

3.2 Betonointisuunnitelma

Betonitöitä varten tulee laatia työmaakohtainen betonityösuunnitelma, jota tarkennetaan työmaan edetessä valukohtaisesti tarvittavilta osilta. Suunnitelmassa käydään läpi mm. seuraavat asiat:

- muotit ja niiden tukirakenteet
- rauditus
- jako betonointiosiin
- perustiedot betonin ominaisuuksista

- betonointimenetelmä, betonin siirrot, tiivistäminen, betonointinopeus, työsaumat
- aikataulu, betonimenekki, työnjohto, henkilövahvuus, työvuorot, varautuminen häiriöihin, kokeiden vaatimat toimenpiteet
- jälkihoito, lujuuden ja muiden ominaisuuksien kehityksen seuranta, muottien ja tukirakenteiden purkaminen
- talvityöhön, lämpökäsittelyyn ja erityismenetelmiin liittyvät toimenpiteet.

Betonointisuunnitelma voidaan tehdä esimerkiksi valmiille by401 lomakepohjalle [1, s.123].

3.3 Rakenneluokat ja betonityönjohtajan pätevyys

Betonityönjohtaja johtaa betonirakenteiden valmistusta ja hänellä tulee olla vaatimustason mukainen pätevyys. Betonityönjohtajan tulee omata riittävät tiedot betonin ominaisuuksista ja valinnasta sekä riittävä käytännön kokemus rakenteiden valmistuksesta. [1, s.11.]

1-luokan betonityössä betonityönjohtajan tulee olla suorittanut vähintään teknillisen opilaitoksen tai ammattikorkeakoulun rakennusosastolla insinöörin tutkinnon, johon sisältyvät betonirakenteiden suunnittelua ja toimintaa käsittelevät kurssit. Alemman tutkinnon suorittaneella tulee olla vastaavat tiedot betonirakenteiden valmistuksesta ja toiminnasta. [1, s.12.]

2-luokan betonityössä betonityönjohtajan tulee olla suorittanut vähintään teknillisen opilaitoksen rakennusosastolla teknikkotutkinnon tai ammattikorkeakoulun rakennusosastolla rakennusmestari­tutkinnon ja hänen tulee olla perehtynyt betoniteknologiaan ja betonitöiden suoritukseen. [1, s.12.]

3-luokan betonityössä betonityönjohtajalla tulee olla riittäväksi katsottavat betonin valmistusta ja ominaisuuksia sekä rakenteellisia seikkoja koskevat tiedot [1, s.12].

Suomessa betonityönjohtajien pätevyksiä myöntää, valvoo ja hallinnoi Fise Oy [1, s.12].

3.4 Betonin tilaaminen ja toimittaminen

Betonia tilattaessa on työmaan ilmoitettava seuraavat tiedot valmisbetonitoimittajalle: [23.]

- työmaan osoite, yhdyshenkilö ja puhelinnumero
- tilaajan nimi ja puhelinnumero
- betonin määrä m³
- betonin laatu, lujuusluokka, käyttöikä ja rasitusluokat
- maksimiraekoko
- notkeus
- valukohde (erikoisvaatimukset)
- toimituksen alkamisaika
- toimitusnopeus m³/h ja tiedossa olevat valutauot
- purkutapa ja purkuaika
- laskutusosoite.

Betoni toimitetaan työmaalle yleensä sekoitussäiliöautolla. Toimitushetkellä vastaanottajan tulee tarkistaa rahtikirjasta toimituksen oikeudenmukaisuus ja ilmoittaa mahdollisista virheistä ja puutteista välittömästi betonitehtaalle. Rahtikirjassa tulee esittää seuraavat asiat [1, s.125.]:

- betoniaseman nimi
- kuormakirjan sarjanumero ja tilausnumero
- kuormauksen päivämäärä ja kellonaika, jolloin vesi ja sementti sekoittuivat toisiinsa
- auton numero tai ajoneuvon tunniste
- ostajan nimi, työmaan nimi ja työmaan sijainti
- betonin määrä kuutiometreinä
- vaatimustenmukaisuusvakuutus, joka sisältää viittauksen määrittelyihin
- betonin saapumisajankohta, purkamisen aloitus- ja lopetusajat

- lujuusluokka, rasitusluokat, kloridipitoisuusluokka, notkeusluokka
- betonin koostumuksen raja-arvot
- sementin tyyppi tai lujuusluokka
- lisäaineen ja seosaineen tyyppi
- mahdolliset erityisominaisuudet
- kiviaineksen ylänimellisraja
- kevyt- ja raskasbetonille tiheysluokka.

Toimituksen kuittaa vastaanotetuksi tilaaja tai tilaajan valtuuttama henkilö.

Valmisbetoniin on yleensä ehdottoman kiellettyä lisätä vettä, sillä se pilaa betonin suhteituksen. Erikoistapauksissa vettä tai lisäaineita voidaan lisätä työmaalla, jos valmistaja vastaa niiden lisäämisestä ja jos niiden lisäämisen tarkoitus on saattaa betonin notkeus haluttuun määrittelyn mukaiseen muotoon. Autosekoittimeen lisätyn veden tai lisäaineen määrä merkitään aina kuormakirjaan. Sekoitusajan tulisi olla vähintään 1 min/m³ ja minimissään 5 minuuttia. Jos vettä tai lisäaineita lisätään yli betoniin määritellyn määrän, vastaa ko. aineksen lisännyt tai lisäämisen hyväksynyt osapuoli seurauksista ja tämä tulee merkitä erikseen kuormakirjaan. Kuormakirjaan tulee tällöin myös merkitä, että kuorma ei ole vaatimustenmukainen. [1, s.125.]

3.4.1 Massan valinta

Betonin (kuva 12) maksimiraekoon, betonipeitteen paksuuden, pintaluokan sekä lujuus-, rakenne- ja rasitusluokan määrittää rakennesuunnittelija. Työmaan tehtävänä on valita työn suoritukseen soveltuva betonimassa, jolla saavutetaan käytännöllisin menetelmin tehty rakenne, joka täyttää sille asetetut lujuus- ja ominaisuusvaatimukset. [15 s.13-14.]

Notkeuden ja raekoon valitsemiseen vaikuttavat siirtotapa, rakenteen muoto ja koko, raudoitustiheys ja tiivistysmenetelmä. Suuri raekokoinen massa vaatii suuremman notkeuden pumpatessa, kuin pienellä raekoolla suhteitettu massa. Vetelämpi massa ja pienempi raekoko kuitenkin lisäävät kutistumaa ja halkeilua, siksi valu tulee aina pyrkiä suorittamaan mahdollisimman suurella raekoolla ja mahdollisimman jäykällä massalla, eikä

siirtotapa saisi olla valitseva tekijä massan valinnassa. Rakenteen paksuudella ja suoja-
peitteen paksuudella on merkitys raekoon valinnan kannalta. [15 s.13-15.]

Massan valintaan vaikuttaa myös aikataulu. Suuremman lujuusluokan käytöllä päästään
nopeammin muotipurkulujuuksiin, jolloin aikataulu nopeutuu ja muottikierto paranee.
Suuremman lujuusluokan käyttö on eduksi myös talvibetonoinnissa, jolloin saavutetaan
nopeampi lujuuskehitys. [15 s.15.]



Kuva 12: Tuore betonimassa pientalon anturamuotissa [30.]

3.4.2 Siirtomenetelmän valinta

Betonin siirtomenetelmän valintaan vaikuttavat betonimäärä, betonointinopeus, aikataulu, työkohteen laajuus, työkohteen muoto ja etäisyydet sekä korkeussuhteet, käytettävissä oleva kalusto ja vaikutus työmaan muuhun toimintaan. Työmaalla betonimassan siirtoon käytetään yleisimmin pumppua, nostoastiaa, valukourua tai hihnakuljetinta. Purkukouru, hihna ja pumppu ovat betonin kuljetusauton varusteita, jotka kulkevat betoni-auton mukana tarvittaessa. Valukouru soveltuu matalien helposti lähestyttävien muottien valamiseen. Pumppuauto taas soveltuu hankalempiinkin valupaikkoihin ja on erittäin nopea valutapa, mutta pumpun käyttö asettaa betonimassalle ominaisuusrajoituksia, sillä

liian jäykkä massa ei kulje pumpun lävitse. Nosturivalussa betoni lasketaan ensin nostastiaan, josta betoni sitten valetaan nosturin avulla. [23.]

Suunniteltaessa betonivalua on aina varmistettava maan riittävä kantavuus kalustolle, riittävä tila kalustolle ja riittävä valukaluston ulottuvuus [23].

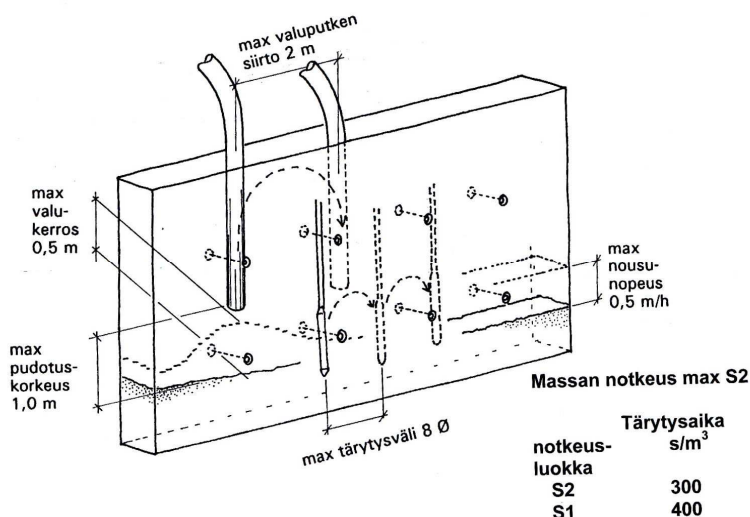
Valmisbetonin toimituksissa noudatetaan RYHT 2000:n ja valmisbetonin toimitusehtoja, mikäli ei erikseen kirjallisesti toisin sovita. Betonin pumppauksessa taas noudatetaan RYHT 2000:n ja betonipumppauksen toimitusehtoja, mikäli ei erikseen kirjallisesti toisin sovita.



Kuva 13: MBR:n betonipumppuauto [31]

3.5 Betonointi

Betonimassa puretaan muotteihin siten, että se täyttää muotin kauttaaltaan ja tulee täysin tiivistetyksi sekä liittyy saumattomasti jo muottiin laskettuun tuoreeseen betonimassaan. Pystyrakenteissa valun nousunopeus rajoitetaan niin, että haitallisia jälkipainumia ei synny. Jos rakenteen poikkileikkaus muuttuu, pidetään sen kohdalla tarvittaessa valutauko tai suoritetaan jälkitiivistys. Valusuoritukselle asetettuja rajoituksia ovat maksimi valuputken siirto, maksimi pudotuskorkeus, maksimi nousunopeus ja maksimi valukerros. Arvot vaihtelevat rasitusluokkien mukaan ja ne on esitetty alla olevassa kuvassa (kuva 14). Betonilta vaaditut erityisominaisuudet, kuten kaasutiiveys, asettavat lisärajoituksia valunopeudelle. [1, s.126-127.]



Kuva 14: Rasitusluokkien XC2-4, XS, XD, XF ja XA betonointiohjeita [1]

3.6 Lämpökäsittely

Betonin lämpökäsittelyllä tarkoitetaan betonin lujuudenkehityksen nopeuttamista lämmittämällä betonia. Betonia kutsutaan lämpökäsitellyksi betoniksi, jos massan lämpötila on betonoitaessa korkeampi kuin +40 °C, tai jos lämpötilan nousu kovettumisvaiheen aikana on suurempi kuin +25 °C, tai jos lämpötila kovettumisvaiheen aikana nousee korkeammaksi kuin +50 °C. Lämpökäsittelyn vaikutus betoniin tulee aina selvittää etukäteen tehtävien kokeiden avulla. Kokeissa tarkastellaan lujuudenkehitystä ja lujuuskatoa sekä tarvittaessa muita betonin ominaisuuksia, kuten pakkasenkestävyyttä. Ennakkokokeiden

sijasta voidaan myös käyttää hyväksi aiemmin tehtyä laajempaa selvitystä, joka soveltuu käytettävään lämpökäsittelymenetelmään. Tehdyn selvityksen perusteella tehdään lämpökäsittelysuunnitelma, jossa tarvittaessa kiinnitetään erityishuomiota mm. veden poistumisen estämiseen lämpökäsittelyn aikana ja sen jälkeen. Lämpökäsittelyn suunnitelmanmukaisuutta seurataan työnaikaisella seurannalla. [1, s. 129-130.]

Jos lämpökäsittely aloitetaan betonin kovettumisen liian varhaisessa vaiheessa ja liian korkeassa lämpötilassa, se voi häiritä sementin hydrataatioreaktiota. Tämän takia lämpökäsittelyssä ei suositella yli +60 °C lämpötiloja. Hydrataation alkuvaiheessa muodostuvan ettringiitin sijasta muodostuu metastabiilia monosulfaattia. Tämä voi aiheuttaa ongelmia myöhemmin, jos betonissa kiteytyy ettringiittiä jälkeensä ja sille ei löydy tarvittavaa laajenemistilaa. Tästä syntyy betoniin sisäisiä jännityksiä. Voimakkaassa lämpökäsittelyssä betoniin syntyy mikrohalkeamia, jotka ovat lähtökohtana lämpökäsittelystä aiheutuneelle vaurioitumiselle. Betonin lopullisen rapautumisen voi aiheuttaa jokin ulkoinen rasitus, kuten esimerkiksi dynaaminen rasitus tai pakkasrasitus. [1, s. 130.]

Talvella betonoitaessa betonia usein lämmitetään ja valut suojataan esimerkiksi lämpöä eristävällä peitteellä. Muottien purkamisen ja lämmöneristeiden purkamisen jälkeen betoni alkaa jäähtyä. Liian nopea jäähtyminen voi aiheuttaa betonin pinnan halkeilua, koska betoniin muodostuu sisäisiä jännityksiä betonin epätasaisen muodonmuutoksen vuoksi, kun ulkokuori jäähtyy rakenteen ydintä nopeammin. Betonin jäähtymistä hallitessa voidaan käyttää seuraavia nyrkkisääntöjä: enintään 300 mm paksu rakenne saa jäähtyä ensimmäisten 24h aikana enintään 30 °C. Enintään 500 mm paksulla rakenteella vastaava arvo taas on n. 20 °C ja kahden metrin paksuisella rakenteella n. 10 °C. [1, s. 130.]

Myös kahden eri aikana valetun rakenteen välille saattaa syntyä hydrataatiolämmön ja mahdollisen lämmityksen takia lämpötilaeroja. Tyypillisin esimerkki kyseisestä tilanteesta on lattialaatta, jonka päälle valetaan myöhemmin seinärakenne. Sitoutumisen ja kovettumisen alkuvaiheessa seinä laajenee lämpötilan noustessa, mutta betoni viruu voimakkaasti. Seinän jäähtyessä se taas alkaa kutistua, jolloin siihen syntyy vetojännityksiä. Halkeiluriskiinkin vaikuttavat monet vaikeasti arvioitavat tekijät, mutta karkeana nyrkkisääntönä voidaan pitää korkeimpana sallittuna lämpötilaerona 30 °C seinän ja laatan välillä. [1, s.130.]

3.7 Massiivisten rakenteiden betonointi

Betonoinnissa puhutaan massiivisesta rakenteesta, jos rakenne on mitoiltaan niin suuri, että hydrataatiolämmöstä johtuvan tilavuudenmuutosten aiheuttaman halkeilun rajoittamiseksi on ryhdyttävä erityistoimenpiteisiin. Erityistä huomiota kiinnitetään lämpötilamuutosten ja lämpötilaerojen vaikutuksiin rakenteessa. Massiiviset rakenteet voidaan betonoida käyttäen tarkoitukseen sopivaa hidasta sementtiä, jolloin lämmönkehitys ei ole niin nopeaa ja rakenteen sisällä vallitsevat lämpötilaerot jäävät riittävän pieniksi. [1, s.130.]

3.8 Betonointi kylmissä olosuhteissa

Kylmällä säällä betonin vesi ja kiviaines lämmitetään tarpeen mukaan siten, että betonimassan lämpötila on betonoinnin alkaessa vähintään +5 °C. Betonin valmistuksessa ei saa käyttää koskaan jäätynyttä kiviainesta, sillä jäätyneen kiviaineksen sisältämä vesi vapautuu kiviaineksen sulaessa. Kylmällä säällä tulee huolehtia siitä, että betoni kovettuu suunnitelmien mukaisesti ja että betoni ei pääse jäätymään ennen kuin se on saavuttanut jäätymislujuuden 5 MN/m². Betonimassan vastaiset pinnat, kuten kallio, perusmaa tai muotti esilämmitetään tarvittaessa, jotta betonimassan jäätyminen estetään. Rakenteiden lämmitystä jatketaan tarvittaessa niin kauan, että ne saavuttavat tukirakenteiden purkulujuuden. Betonin lujuudenkehittymistä tulee seurata lämpötilamittauksilla tai muulla yhtä luotettavalla tavalla. [1, s.130-131.]

3.9 Työsaumat

Betonirakenteet valetaan usein osissa joko työmaateknisistä syistä, tai rakenteen toiminnan vuoksi. Valualueet rajoittuvat usein niin kutsuttuihin luonnollisiin valualueisiin, kuten liikuntasaumoihin ja nurkkiin. Valualueiden välille on jätettävä työsauma aina, jos betonointi jostain syystä keskeytyy tai jos betonin kovettuminen on ehtinyt alkaa ennen työn jatkamista. Työsauman tulee olla aina kohtisuora betonin puristuslujuutta vastaan. Työsaumat jaetaan kolmeen eri luokkaan niiden pintaominaisuuksista riippuen. [6, s.240.]

Pestyksi työsaumaksi kutsutaan saumaa, jonka pinnasta laasti on poistettu pesemällä tai muulla vastaavalla menetelmällä 2-5 mm syvyydeltä [1, s.131].

Karhennetun työsauman karheuden tulee olla 2-5 mm syvä. Vaakasuora työsauma karheutetaan esimerkiksi harjaamalla betonin pinta ennen sen sitoutumista ja pystysuora työsaumaverkon avulla. [1, s.131.]

Muut työsaumat, jotka eivät täytä edellä mainittuja ominaisuuksia, luokitellaan sileiksi työsaumoiksi [1, s.131].

1-luokan rakenteissa tulee työsaumat esittää aina piirustuksissa. 2- ja 3-luokan rakenteissa taas sauman paikka ja tarpeellinen leikkausraudoitus on sovittava suunnittelijan kanssa. Pakottavissa tilanteissa karhea työsauma voidaan kuitenkin tehdä ilman erillistä suunnitelmaa, mutta suunnittelijan on kuitenkin tarkastettava työsauman kelvollisuus ennen työn jatkamista. [1, s.131-132.]

Jos rakenteella on tiiviysvaatimuksia, tulee työsaumassa käyttää saumanauhaa tai sauman tiiveydestä tulee varmistua jollakin muulla luotettavalla tavalla. Pesty työsauma katsotaan käyvän tiiviiksi saumaksi sellaisenaan. [1, s.132.]

Levyä vasten valettu työsauma on leikkauslujuudeltaan huono. Vetolujuudeltaan se on vain noin 20% homogeenisen betonin leikkauslujuudesta. Tämä johtuu saumaan syntyvästä pystysuorasta laastivyöhykkeestä, jossa betonin kiviainekset eivät mene limittäin. Myös sauman tiiviyys on huonompi, kuin ympäröivän betonin tiiviyys ja se asettaa sauman alttiiksi korroosiolle. Saumaan syntyvä sementtiliimakerros on mahdollista poistaa levyyn siveltävää pintahidastus-ainetta käyttäen. [1, s.132.]

Työsaumaverkolla valettu työsauma on säilyvyysominaisuuksiltaan jopa levyä vasten valettua saumaa heikompi, koska sementtiliima työntyy osittain verkon läpi muodostaen paksumman laastisauman, kuin levyllä valetussa työsaumassa. [1, s.132.]

Vaativissa ympäristöolosuhteissa suositellaan käytettäväksi pestyä työsaumaa. Pesty työsauma muistuttaa ominaisuuksiltaan lähes homogeenista betonia ja sen säilyvyys- ja lujuusominaisuudet ovatkin huomattavasti muita saumatyyppejä paremmat. Työsaumamuottina käytetään levyä tai työsaumaverkkoa. Kun betoni on kovettunut tarpeeksi,

muotti puretaan ja betonin pinnalla oleva laastikerros huuhdellaan korkeapainepesurilla niin, että kivet paljastuvat. Pesun oikea aika saadaan selville kokeilemalla. Betonin täytyy olla kovettunut tarpeeksi, kestääkseen työsaumamuotin purkamisen, mutta ei kuitenkaan niin paljon, että pintaa ei saada pestyksi. Valua jatkettaessa kivet saadaan limittymään, jos laastikerros on pesty asianmukaisesti pois. Pestyn työsauman vetolujuus on jopa 70% luokkaa homogeenisen käytettävän betonin vetolujuudesta. [1, s.132.]

3.10 Tiivistäminen

Betonin tiivistäminen on tärkeä osa laadukkaan betonirakenteen tuottamista. Tiivistämisellä tarkoitetaan betonin täryttämistä ja se perustuu betonin ominaisuuteen muuttua juoksevaksi täryttäessä. Tiivistämisen tarkoitus on tiivistää betonin runkoainerakeet toisiinsa, poistaa ylimääräinen ilma massasta, ympäröidä teräkset kauttaaltaan ja täyttää terästen välit betonilla sekä saada betoni täyttämään muotti kauttaaltaan. Tiivistäminen tehdään tuoreelle betonimassalle käyttäen yleensä sauvatärytintä (kuva 15). Betonin pintaan nousee tärytyksen ja plastisen painuman aikana sementtiliimaa ja vettä, mikä tekee pintakerroksen ominaisuuksista heikkommat, kuin muussa betonissa. Pinnan hieromisella voidaan tiivistää ja homogenisoida pintakerrosta. Jälkitärytyksen avulla voidaan poistaa plastisen painuman aiheuttamia ongelmia. [1, s.126-127.]



Kuva 15: Betonin tiivistämistä sauvatäryttimillä

3.11 Työturvallisuus

Normaalien työmaan turvallisuustoimien lisäksi tulee ottaa huomioon, että betoni on hyvin emäksinen aine ja ärsyttää siis ihoa tehokkaasti. Betonitöihin osallistuvien työntekijöiden tulee tuntea betonin käsittelyyn ja siirtomenetelmiin liittyvät vaaratekijät ja noudattaa turvallista betonin käsittelytapaa. Pahimmillaan betonin huolimattomasta käsittelystä voi aiheutua kemiallisia palovammoja, jotka voivat syntyä esimerkiksi vaatteiden alla ilman kivun tuntemusta. Betonointitöissä käytettäviä suojavälineitä ovat: suojakypärä, turvalasit, vedenpitävät suojakäsineet, pitkälahkeiset housut, turvakumisaappaat ja polvisuojukset tai vettä läpäisemätön suojalevy, jos työskentely edellyttää betonivaluun polvistumista. [12 s.80.]

Työturvallisuudessa tulee ottaa huomioon myös eri siirtomenetelmistä aiheutuvat työturvallisuusriskit. Pumpulla tehtävissä siirroissa on riskinä letkustossa oleva suuri paine ja letkujen tukkeutuminen sekä puomin romahtaminen tai pumppuauton kaatuminen. Pumppuautojen puomit vaativat myös paljon tilaa ja esimerkiksi sähkölinjat aiheuttavat turvallisuusriskin. Pumpun pystyttämistä työmaalla tulee aina tehdä pystytyspöytäkirja. Pöytäkirjan avulla varmistutaan siitä, että tarpeelliset tarkastukset on tehty, jotta pumppu voidaan pystyttää turvallisesti. [24, s.12-20.]

3.12 Työnsuorituksen laadunvalvonta

Betonityönjohtajan tulee valvoa rakenteita valmistuksen aikana ja varmistua siitä, että muoteista ja niiden tukirakenteista, betonitöistä, raudoitustöistä, betonielementtien asennuksista ja saumauksista, jännittämistöistä ja mittatarkkuuksista annettuja ohjeita noudatetaan ja että niistä laaditaan vaadittavat muistiinpanot. Betonimassan laatua valvotaan työmaalla betonoinnin aikana. Betonin ilmapitoisuutta, notkeutta ja vaadittaessa muita ominaisuuksia valvotaan sopivaa mittaustapaa käyttäen. Koekappaleista mitataan betonimassan notkeus ja lämpötila. Betonin lujuudenkehitystä seurataan lämpötilamittausten tai koekappaleiden avulla. Näillä menetelmillä seurataan suunnitelmien edellyttämän lujuuden syntymistä sekä jäätymlujuuden ja muottien purkamislujuuden saavuttamista ja jännitettyjen rakenteiden jännittämisajankohdan saavuttamista. [1 s.148.]

3.13 Laadunvarmistuksen vaiheet

Aloituspalaverissa sovitaan betonoinnin toteutusta koskevat asiat, eli työsuunnitelma, varastointi, säilytys ja suojausten hoitaminen, vastuuhenkilöt, laadunvarmistus- ja työturvallisuusasiat, aikataulu sekä työajat. Materiaalien sopimuksenmukaisuus, kunto ja yhteensopivuus tarkastetaan. Aloituspalaverimuistioon kirjataan mahdolliset muutokset ja muistio liitetään työmaa-asiakirjoihin. [4 s.16.]

Koneiden ja laitteiden toimivuus, kunto ja soveltuvuus tehtävään tarkastetaan ennen koneiden ja laitteiden käyttöönottoa. Tiedot kirjataan työmaapäiväkirjaan. [4 s.16.]

Työkohteen vastaanottotarkastuksessa tarkastetaan, että työ voidaan suorittaa suunnitelmien mukaisesti, eli katsotaan työkohteen valmius. Betonimuoteista tarkastetaan, että ne täyttävät niille asetetut laatu- ja mittatarkkuusvaatimukset; ristimitat, tasaisuus, korot, tukipinnat, eristyskaistat ja puhtaus yms. Tehdään tarvittavat mittaukset ja merkinnät. Vastaanottotarkastuksesta kirjoitetaan muistio. [4 s.16.]

Betonin toimitus ajoitetaan siten, että odotus- ja työaika työmaalla minimoidaan. Kuljetuskalustolle, siirroille ja nostolle tulee varata riittävä tila. Betonin saapuessa tarkastetaan betonin laatu, lämpötila ja suunnitelmien mukaisuus vastaanoton yhteydessä. Betonille tehdään tarvittavat laadunvalvontakokeet ja koepalavalut. [4 s.16.]

Ensimmäinen betonointikohde tarkistetaan mallityönä. Mallityön suorittavat samat tekijät samoilla menetelmillä, tuotteilla ja välineillä, joilla varsinainen työnsuoritus tullaan tekemään. Mallityön tulee olla riittävän laaja, jotta työmenetelmä vastaa varsinaisessa työssä käytettävää menetelmää ja olosuhteita. Mallityölle tehdään suunnitelmien mukaan määrätyt laadunvarmistuskokeet ja tarkistusmittaukset sekä tarkistetaan työmenetelmän ja tuotteiden soveltuvuus kohteeseen. Rakennuttaja, suunnittelija ja urakoitsija tarkastavat ja hyväksyvät mallityön yhdessä. Työn tulee täyttää ulkonäölliset ja tekniset laatuvaatimukset. Puutteet ja virheet tulee korjata ennen seuraavaan työvaiheeseen tai -kohteeseen siirtymistä. Mallitöiden tarkastuksesta kirjoitetaan aina muistio, joka liitetään työmaa-asiakirjoihin. [4 s.16.]

Työn aikana kaikki työn laatuun vaikuttavat seikat ja laadunvarmistuksen toimenpiteet kirjataan esimerkiksi työmaapäiväkirjaan. Laadunvalvontakokeet toteutetaan suunniteluasiakirjojen mukaisessa laajuudessa. Työn aikana seurataan toteutuvan betonoinnin laatua sekä tartutaan havaittuihin poikkeamiin välittömästi selvittämällä niiden syyt ja tehdään tarvittavat korjaukset. Ennen valua tarkastettavia asioita ovat raudoitteiden määrä, koko ja sijainti sekä hitsausliitokset, muottien puhtaus tasaisuus, ristimitat, korot, tukipintojen leveydet ja eristyskaistat. Talviolosuhteissa varmistetaan suojaukset ja lämmityksen järjestäminen, että jäätymlujuus saavutetaan ja betoni ei pääse jäätymään. Betonin riittävä lujuus varmistetaan ennen muottien purkamista. [4 s.16.]

Rakenteen jälkihoidon järjestäminen varmistetaan ja sitä jatketaan riittävän pitkään, betonin ominaisuuksien vaatimalla tavalla [4 s.16].

Työn päätyttyä asiakirjat arkistoidaan ja valmis työ tarkastetaan ennen rakennuttajalle luovutusta. Rakennuttaja, suunnittelija ja urakoitsija tarkastavat valmiin työn, vertaavat tuloksia asiakirjoihin ja laatuvaatimuksiin sekä hyväksyvät työn. Tarkastuksesta laaditaan pöytäkirja johon kirjataan mahdolliset havainnot. Valmiit betonirakenteet tulee tarkastaa ennen niiden peittymistä muiden rakennusosien alle. Työn luovutuksen yhteydessä rakennuttajalle luovutetaan koetodistukset ja valvontapöytäkirjat yms. [4 s.16.]

4 Rakennusliikkeen ja betonitoimittajan välinen yhteistyö

4.1 Yleistä

Betoni- ja rakennetekniikka kehittyy jatkuvasti, mikä on johtanut siihen, että valmisbetonitoimittajan osaaminen ja asiantuntijapalvelujen tarjoaminen on yhä tärkeämmässä asemassa kilpailutekijänä. Halvimman betonimassan sijaan on tärkeää pyrkiä löytämään kokonaistaloudellisesti kannattavin ratkaisu, mikä useissa tapauksissa tarkoittaa erikoisbetonien käyttöä sekä tuotteiden ja palveluiden kohdekohtaista räätälöintiä. Betonitoimittajan teknisen neuvonnan ja laskentapalveluiden kautta rakennusliikkeet pystyvät valitsemaan kohteisiinsa optimaaliset betonilaadut ja työmenetelmät niin, että saavutetaan kokonaistaloudellisesti kannattavin ratkaisu. Hyvänä esimerkkinä voidaan pitää itsetiivistävää betonia eli IT-betonia. IT-betoni on n. 5-15 % kalliimpaa kuin tavallinen lattiabetoni, mutta sopivissa valukohteissa sen käytöllä rakennusliike pystyy säästämään kokonaiskustannuksissa. Koneellista tärytystä ei tarvita, joten työmaalla voidaan vähentää valumiehiä ja valupinnat saadaan entistä parempilaatuisiksi. IT-betonin käyttö edellyttää kuitenkin betonoinnin huolellista ennakkosuunnittelua (mm. laadunvalvonta, valutekniikka ja -nopeus sekä pumppaus) yhdessä betonivalmistajan asiantuntijan kanssa, missä korostuvat betonitoimittajan asiantuntijapalvelut. [2 s.40.]

4.2 Palvelut

Palveluketju betonitoimittajilla päättyy yleensä siihen, kun betoni saadaan pumpattua muottiin, lukuun ottamatta laadunvalvontapalveluita. Valmisbetonissa tuotteena ei välttämättä ole kovin suuria eroja valmistajien kesken, joten palvelut tarjoavat keinon erottumiseen. Esimerkiksi valupalvelun betonitoimittaja voi ostaa lattiaurakoitsijalta, mutta samalla betonitoimittajan riski kasvaa. Urakoinnin osuuden ollessa yleensä suurempi kuin betonikaupan, on urakoitsijan luontevampaa solmia kauppa kuin betonitoimittajan. Kuljetuksesta, pumppauksesta ja erikoisbetoneista asiakasta voidaan veloittaa suoraan, mutta monet palvelut ja kehitystoiminta ovat vaikeammin erikseen hinnoiteltavissa. Palveluiden tarjoaminen maksaa ja suora taloudellinen hyöty betonitoimittajalle onkin pieni. Betonitoimittaja hyötyykin tarjoamistaan palveluista kasvavan betonimenekin, asiakkaiden sitoutumisen ja hieman paremman betonin hinnan muodossa. Kun asiakas tottuu saamaan betonitoimittajalta sellaista asiantuntijapalvelua, jonka avulla rakennusliike

säästää rakentamisen kokonaiskustannuksissa ja saavuttaa parempaa laatua, asioi rakennusliike mielellään saman betonitoimittajan kanssa valiten esimerkiksi asiantuntija-osaamisen halvimman hinnan sijaan. [2 s.40-41.]

Betonin lujuudenkehityksen seuranta- ja laskentapalvelut ovat osa betonitoimittajan tarjoamia lisäpalveluita. Lujuudenkehityksen hallinnassa auttavan ohjelman ja siihen liittyvän laskentapalvelun avulla on mahdollista optimoida kohteeseen ja sääolosuhteisiin taloudellisin betonilaadun, suojauksen, lämmityksen ja jälkituennan yhdistelmä sekä laskea muotinpurkulujuuden ajankohta. Tällä menetelmällä saavutetaan parempi laadunvarmistus ja muottikierto sekä pysytään paremmin aikataulussa. [2 s. 44.]

Suurissa hankkeissa on valmisbetoniyrityksen palvelukyvyllä suuri vaikutus hinnan ohella siihen, että betonitoimittaja saa itselleen ko. kaupan. Betonin kaltaisessa tuotteessa, jota ei voi tehdä varastoon, korostuu logistiikan ja tiedonhallinnan merkitys. Toimitukset tulee saada toimitettua tarkasti ajallaan tehokkaasti ja turvallisesti, siksi kehittyneet tietojärjestelmät ja toiminnanohjausjärjestelmät ovat tärkeä osa betonitoimittajan asiakaspalvelun laatua ja toimintatehokkuutta. Nykypäivänä tietotekniikkaa hyödynnetään mm. betonin suhteituksessa ja betonin pumppauksessa. Betoniautoihin asennettavien satelliittipaikantimien avulla voidaan saada reaaliaikaista tietoa betoniauton sijainnista, jolloin työmaalle saadaan ajankohtainen tieto betoniauton todellisesta saapumisajankohdasta. [2 s.41.]

Rakentamisen jatkuvasti teknillistyessä ja tietoviidakon pirstaloituessa, on yhden ihmisen entistä vaikeampi hallita kaikkea tarvittavaa tietoa, joka koostuu rakenteiden lujuutta ja kustannuksia koskevan tiedon ohella myös rakennusfysiikasta sekä rakentamisen elinkaari- ja ympäristövaikutuksista. Tulevaisuudessa siis rakennusalalla on entistä enemmän kysyntää asiantuntijapalveluille. [2 s.44.]

4.3 Kehitysyhteistyö

Kumppanuus rakennusliikkeen ja betonitoimittajan välillä ei kehity yhden projektin aikana, vaan se vaatii huomattavasti pidemmän ajan. Järjestelmällisyys ja tavoitteellisuus ovat kehitystyössä tärkeitä asioita, sillä kilpailukyky koostuu pienistä asioista. Rakentaminen ja valmisbetonin tuotanto ja käyttö on teknistynyt viime vuosikymmenen saatossa.

Tämä tarkoittaa, että enää ei riitä, että vain tekninen neuvonta ja tuotekehitys hallitsevat betoniteknologian, vaan koko asiakaspalveluketjun aina tilausten vastaanotosta ja tuotannosta lähtien on pystyttävä ainakin erottamaan sellaiset asiakkaiden ongelmat ja kysymykset joihin betonitoimittajan organisaation tulisi reagoida. Esimerkiksi sähköinen laskutus ja tilausjärjestelmä sekä erilaisten asiakkaalle toimitettavien raporttien kehittäminen laskentaohjelmien avulla ovat esimerkkejä teknologian mukana kehittymisestä. [2 s.40.]

Rakennusliikkeen ja betonitoimittajan välinen pitkäjänteinen yhteistyö hyödyttäisi koko alaa. Toimivan yhteistyön ansiosta rakennusliike pystyy vahvistamaan paikallavalurakentamisen osaamista, laatua ja kilpailuasemaansa sekä parantamaan hankkeen aikataulua, kustannuksia ja laadunhallintaa. Betonitoimittaja taas saa luotua uusia asiakassuhteita parantuneen palvelun ansiosta, lisättyä valmisbetonin myyntiä ja vahvistettua markkina-asemaansa. [2 s.45.]

Rakennusliikkeen ja betonitoimittajan välistä yhteistoimintaa voidaan kehittää esimerkiksi yhteisillä kokouksilla, joissa käsitellään käytännön betonitöissä esiintyviä ongelmia ja pohditaan ratkaisuja niihin. Kehityskokouksiin voivat osallistua betonitoimittajan edustajien lisäksi rakennusliikkeen puolelta työnjohtajat, työmaainsinöörit ja työpäälliköt. /6/

4.4 Suunnittelun ohjaus

Yhteistyö eri osapuolten välillä jo projektin alkuvaiheesta alkaen on onnistuneen betonirakenteen ja -pinnan suunnittelun ja toteutuksen avaintekijä. Arkkitehti, rakennesuunnittelija, betonitoimittaja, muottitoimittaja, raudoitustoimittaja, työmaan työnjohto ja työn toteuttajat toimivat prosessin eri vaiheissa yhteistyössä. [5.]

Suunnitteluvaiheessa tulisi kiinnittää huomiota siihen, että ei asetettaisi liian tiukkoja vaatimuksia esimerkiksi betonin laatuluokalle vaan se määritettäisiin pinnan käyttötarkoituksen mukaan. Arkkitehtonisten päätösten vaikutusta tulisi tarkastella esimerkiksi muotituksen kannalta; selvittääkö tavallisilla ratkaisuilla vai vaaditaanko kalliita erikoisratkaisuja. Huomiota tulee myös erityisesti kiinnittää rakenteiden toteuttamiskelpoisuuteen

työmaaolosuhteissa valettavuuden (pintojen profilointi, muotoilu) ja raudoituksen kannalta. Esimerkiksi pakollisia työsaumoja ja valusaumoja voidaan käyttää hyödyksi arkkitehtonisessa suunnittelussa. [5.]

Betonitoimittajan asiantuntijuus betoniteknologiassa korostuu suunnitteluvaiheessa laatu- ja rasitusluokkien valinnassa, oleellisten laatutekijöiden (huokoisuus jne.) määrittämisessä ja referenssikohteiden hyödyntämisessä. Betonitoimittajan, suunnittelijoiden ja pääurakoitsijan tehtävänä on varmistaa, että kaikki ovat ymmärtäneet varsinaisen tavoitteen samalla tavalla ja että suunnitelmat ovat tavoitteen saavuttamisen kannalta realistiset. Yhteisesti pohditaan myös vaihtoehtoisia materiaaleja sekä kalustoa, jolla tavoite toteutetaan tehokkaasti, laadukkaasti, taloudellisesti ja turvallisesti. Tärkeää on myös käydä läpi yleisimmät riskitekijät ja niiden minimointi. Ensimmäisen valun jälkeen tehdään valutuloksen tarkistus ja käydään läpi korjaavat toimenpiteet yhdessä suunnittelijoiden, betonitoimittajan, pääurakoitsijan työnjohdon ja toteuttavien työkuntien kesken. [5.]

4.5 Laskennan ohjaus

Rakennusliikkeen tarjouslaskentaa on mahdollista kehittää yhdessä betonitoimittajan kanssa järjestettävillä koulutustilaisuuksilla. Tarkasteluun voitaisiin ottaa esimerkkikohte, josta käytäisiin läpi kohteen alkutilanne, toteutuma, erikoispiirteet, onnistumiset ja epäonnistumiset. Lisäksi rakennusliikkeen ja betonitoimittajan tilastoja hyödyntämällä voitaisiin laskea esimerkiksi valukertamäärien keskiarvo tavanomaisessa kerrostalokohteessa. Jatkuvalle yhteistyöllä välttyttäisiin tekemästä samoja virheitä toistuvasti ja kynnyks kysyä neuvoa betonitoimittajalta yksittäistapauksissa olisi pienempi, kun osapuolet tuntevat toisensa paremmin ja yhteistyö toimii hyvin. [6.]

4.6 Aloituspalaveri

Yhteisessä betonitöiden aloituspalaverissa ovat läsnä rakennuttaja, suunnittelijat, pääurakoitsija ja betonitoimittaja sekä tarvittaessa muottitoimittaja, raudoitustoimittaja ja toteuttavat työkunnat. Aloituspalaverin tarkoituksena on varmistaa betonoinnin laadukas, taloudellinen, turvallinen ja tehokas toteutuminen (kuva 16). Urakkaan liittyvät asiat käy-

dään läpi osapuolten kesken niin, että kaikilla osapuolilla on yhdenmukainen käsitys laatuvaatimuksista ja työn toteutuksesta. Aloituspalaverissa käydään läpi ainakin seuraavat asiat [4, s.6.] [18, s.43.]:

- suunnitelmat, aikataulu, laatuvaatimukset ja niiden todentaminen
- työmenetelmät massan siirtotapa, materiaalit, edellisen pinnan käsittely, jälkihoito
- työmaan olosuhteet
- kriittiset tekijät ja mahdolliset laaturiskit (esim. olosuhteet, tiukka aikataulu ym.)
- dokumentoitavat asiat

Tehdyissä haastatteluissa esille nousseita asioita aloituspalaveria koskien olivat kustannussäästöt ja lopputuotteen laadun parantuminen. Kun suunnitelmat käydään yhdessä läpi, voidaan valita toteutukseen oikeanlaiset betonilaadut ja oikeankokoiset pumput. Lisäksi valujen aloitusajat, työmaaliikenne ja logistiikka saadaan optimoitua kohteen vaatimalla tavalla, kaiken kaikkiaan siis valukokonaisuudet hallittaisiin paremmin. Näin välttäisiin turhilta komplikaatioilta, kuten työmaalla odottavalta linjavalulta, johon ei olla varauduttu betonin suhteituksessa ja massa ei kuljekaakaan linjan lävitse. Betonilaatujen tarkastelu suunnitteluvaiheessa toisi hyötyjä esimerkiksi tiukkojen aikataulujen saavuttamiseen, kun osattaisiin valita korkeamman lujuusluokan betonia suunnitellun lujuusluokan nopeampaan saavuttamiseen. Joissain tapauksissa lujemman betonin käytöllä saattaisiin myös päästä pienempään raudoitustarpeeseen. [7, 25.]



Kuva 16: Paikallavaluprosessin kulku työmaalla [32]

4.7 Lopetuspalaveri

Lopetuspalaveri on betonitöiden päättymisen jälkeen pidettävä kokous, jossa käsitellään betonitoimitusten ja -töiden onnistumisia sekä käydään läpi sattuneita virheitä puolin ja toisin. Lopetuspalaveri voidaan pitää, kun kohteen betonitoimitukset ovat päättyneet. Lopetuspalaveri voidaan järjestää myös loppuselvityksen yhteydessä, jolloin on luonnollista käydä koko kohteen tapahtumia muutenkin läpi. Kokoukseen osallistuvat harkinnan mukaan työmaan työnjohto, työmaainsinööri, vastaava työnjohtaja, työpäällikkö, hankinta, laskenta ja betonitoimittajan edustajat. [7.]

5 Rakennusliikkeen ja betonitoimittajan väliset prosessit

Tässä luvussa käsitellään rakennusliikkeen ja betonitoimittajan välisiä prosesseja ja niiden toteutustapoja Peab Oy:n ja MBR:n välillä.

5.1 Asiakashallinta

Asiakashallinnalla tarkoitetaan asiakaslähtöistä liiketoiminnan johtamista. Sen avulla määritetään yrityksen tarjonta ja ohjataan kysyntä edellä luotuun tarjontaan, jotta saadaan aikaiseksi pysyvä vaihdanta. [8 s.17.]

Nykypäivänä yrityksiä kilpailutetaan jatkuvasti ja asiakassuhteita luodaan monien eri yritysten kanssa. Kun asiakkaan tarpeet ovat yrityksen tiedossa, voidaan oikeat palvelut kohdistaa oikeille asiakkaille. Yrityksen toiminnasta saadaan näin ollen tuottavampaa. [8 s.18.]

Asiakashallinnan yksi tärkeimpiä osa-alueita on asiakashoitosuunnitelman laatiminen. Se on yrityksen omaan tietynpituisen jaksoon sidottu asiakaskohtainen toimenpidesuunnitelma, jossa kuvataan minkälaisia toimenpiteitä asiakkaaseen kohdistetaan. Tavoitteena on saavuttaa kustannustehokkuus, asiakastyytyväisyys sekä mahdollisimman pitkä ja kannattava asiakassuhde. Asiakashoito-ohjelmalla pyritään myös viestittämään asiakkaalle, miten tärkeä asiakas on yritykselle ja kuinka yritys haluaa palvella asiakasta parhaalla mahdollisella tavalla. [8 s.20-21.]

Asiakashallintajärjestelmiä on mahdollista ostaa palvelua tarjoavilta yrityksiltä.

5.1.1 Koulutus

Yksi asiakashoitosuunnitelman toimenpiteistä on koulutustilaisuuksien järjestäminen. Betoniteknologian jatkuvasti kehittyessä ja säädösten muuttuessa on yksittäisten henkilöiden lähes mahdotonta pysyä kehityksen mukana. Esimerkiksi betoninormien uudistuminen aiheuttaa betonitoimittajan asiakkaille päänvaivaa. Myöskään erikoisbetoneilla saavutettavia hyötyjä ei välttämättä täysin tiedosteta. Siksi koulutuksen järjestäminen betoniteknologian saralta tasaisin väliajoin on tarpeellista. [2 s.44.]

Tällä hetkellä MBR ei järjestä koulutustilaisuuksia Peab Oy:lle. Haastatteluissa kävi kuitenkin ilmi, että MBR:n ja Peab Oy:n välillä on suunniteltu ainakin laskennan koulutusta, mutta sitä ei ikinä ole saatu vietyä toteutusasteelle. Haastatteluissa todettiin, että laskentaa voitaisiin kehittää esimerkiksi käymällä läpi yksi kokonainen hanke, sen lähtötilanne laskentavaiheessa, tilanne hankintavaiheessa, missä on menty pieleen ja missä onnistuttu, sekä selvittää mistä suurimmat erot syntyvät laskennan ja toteutuneiden määrien ja kustannusten välillä. Laskennalle voitaisiin ottaa esimerkkilaskentaan myös erityistapauksia, kuten linjavalusta aiheutuvien kustannusten huomiointi. Peab Oy:n ja MBR:n vanhojen kohteiden tietoja hyödyntämällä voitaisiin myös laskea keskiarvoja erilaisille betonointiin liittyville asioille, kuten valukertojen määrä perus kerrostalokohteessa tai syntyneiden ventta-kustannusten prosentuaalinen osuus tavanomaisessa kerrostalokohteessa. [7.]

5.1.2 Kokouskäytännöt

Luvussa 4 on käsitelty kolme erilaista kokouskäytäntöä rakennusliikkeen ja valmishetonitoimittajan välillä; kehityskokous, aloituspalaveri ja lopetuspalaveri.

Haastatteluista saadun tiedon mukaan kehityskokouksia ei tällä hetkellä ole Peab Oy:n ja MBR:n välillä käytössä, mutta niiden järjestämistä on suunniteltu. Vuosittain järjestetään neuvottelu, jossa käydään läpi ja päivitetään vuosisopimuksen sisältö. Neuvottelun osapuolina ovat Peab Oy:n nimetty hankintapäällikkö ja MBR:n nimetyt myyntipäälliköt. [7, 25.]

MBR:n henkilöstön mukaan betonitoimitusten aloituspalavereja Peab Oy:n kanssa järjestetään liian harvalla työmaalla ja työmaiden tulisi olla aktiivisempia tämän suhteen. MBR:n haastatellut osapuolet olivat yhtä mieltä aloituspalaverin tärkeydestä ja sen positiivisesta vaikutuksesta koko projektin betonitöiden laadulliseen ja kustannustehokkaiseen onnistumiseen. Osa työmaahenkilöstöstä oli haastattelujen perusteella sitä mieltä, että aloituspalavereilla voitaisiin saavuttaa taloudellisia ja laadullisia hyötyjä, joidenkin mielestä taas aloituspalaverin järjestämiselle ei ole tarvetta, vaan sen sijaan tärkeämpää olisi valupalaveri esimerkiksi ennen haastavaa valua. Aloituspalaverin kutsuminen ja järjestäminen on työmaan vastuulla. [7, 25.]

Lopetuspalavereja ei MBR:n haastateltujen osapuolten mukaan myöskään pidetä tarpeeksi, mutta se olisi tärkeää järjestää joka projektissa, jotta saataisiin palautetta, jonka mukaan toimintaa voitaisiin kehittää ja välttyttäisiin tekemästä samoja virheitä puolin ja toisin. [7.]

5.2 Tilaus- ja toimitusprosessi

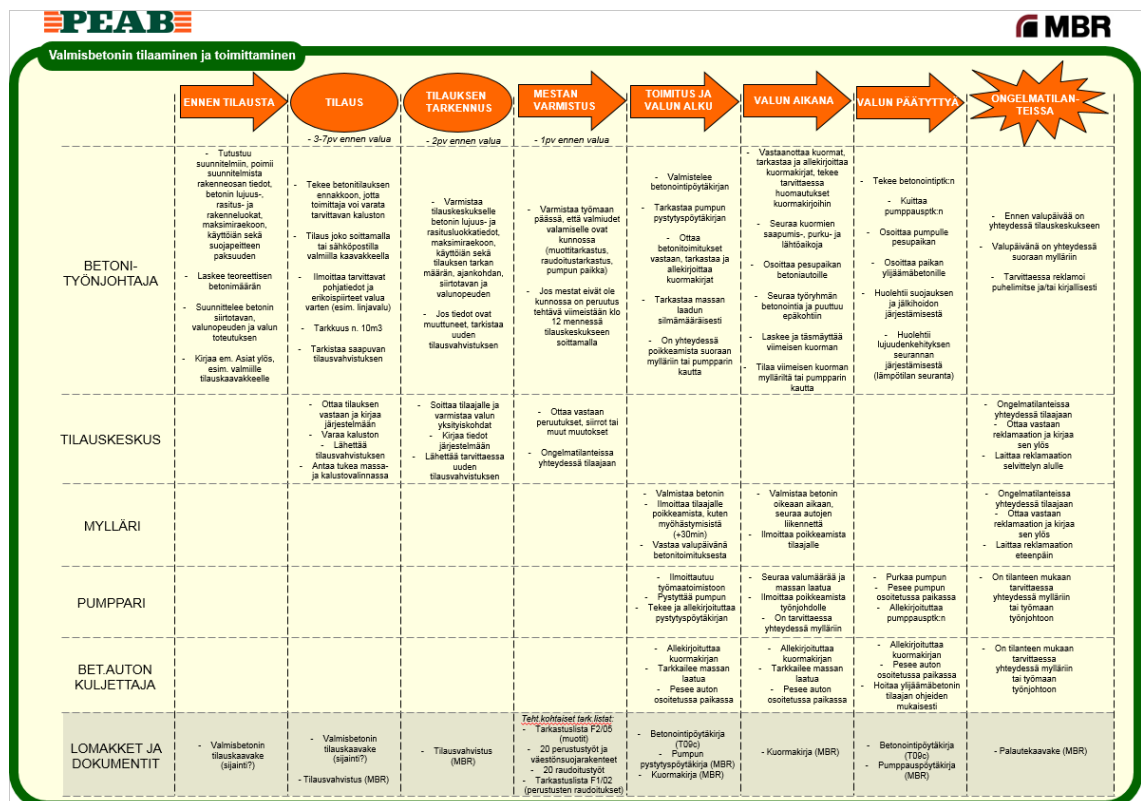
Betonin tilaaminen MBR:ltä tehdään tällä hetkellä puhelimitse. Työmaan betonityönjohtaja soittaa ja ilmoittaa tilattavan betonimassan tiedot, rakenneosan tiedot (koko, mitä valetaan, sijainti työmaalla), siirtotavan, ajankohdan, valunopeuden ja valuuun liittyvät erikoispiirteet. Tilauksen vastaanottaja kysyy tarvittaessa tarkentavia kysymyksiä tilausta koskien, mutta tilaajan tulee aina antaa mahdollisimman paljon pohjatietoa toimitukseen liittyen. Esimerkiksi pumpun työnaikaisesta siirrosta tai linjavalusta tulee aina ilmoittaa etukäteen. Yhtenä ongelmana haastatteluissa ilmeni työmaan vähäinen kommunikointi valmisbetonitoimittajan kanssa, eli ei kerrota tarpeeksi tietoa siitä mitä ollaan valamassa ja mitä työmaalla odottaa. Tilauksen vastaanottaja kirjaa tilauksen ylös tilausvihkoon ja tekee tarvittavat kalustovaraukset valua varten. Tällä hetkellä MBR:llä ei ole käytössään sähköistä tilausvahvistusta. Alustava tilaus betonille tulisi tehdä noin 3-7 pv ennen valua, jotta valmisbetonitoimittaja pystyy suunnittelemaan ja varaamaan toimitukseen tarvittavat kalustoresurssit ja ajankäytön. Alustavassa tilauksessa ilmoitetut tiedot tulee tarkentaa viimeistään 2 pv ennen sovittua toimituspäivää. MBR:n haastatteluissa mainittiin toistuvasti työmaiden heikkoutena tilausten teossa tarvittavien pohjatietojen liian vähäinen antaminen sekä valumäärän laskeminen pieleen, mikä aiheuttaa toimittajalle ongelmia koko loppupäivän aikatauluihin. Haastatteluissa työnjohtajat ilmoittivat pitävänsä puhelintilauksen helppoudesta, mutta miinuksena pidettiin sähköisen tilausvahvistuksen puuttumista, josta tilauksen voisi tarkistaa ja minimoida virheelliset tilaukset. Vuoden 2015 aikana MBR:lle tulee käyttöön uusi käyttöjärjestelmä, joka mahdollistaa automaattisen sähköisen tilausvahvistuksen lähettämisen sekä kokonaan sähköisen tilauksen tekemisen. [7.]

Valmisbetonin tilaamisen ja toimittamisen kulku on esitetty prosessikaaviossa. (liite 4 ja kuva 17).

Toimituksen saapuessa työmaalle tulee betonityönjohtajan tarkistaa kuormakirjasta toimituksen sisällön paikkansapitävyys ja massan laatu silmämääräisesti. Kuormakirjaan kirjataan ylös toimituksen saapumisaika, purkamisen alkamisaika ja purkamisen päättymisaika. Betonityönjohtaja allekirjoittaa ja hyväksyy kuormakirjan. Havaituista virheistä on huomautettava betonitoimittajaa välittömästi ja ne kirjataan kuormakirjaan. [7.]

Valupäivänä betonin toimituksesta vastaa valmisbetonia toimittavan tehtaan prosessinhoitaja. Työmaan on oltava valupäivänä yhteydessä muutoksista ja poikkeamista suoraan prosessinhoitajaan toiminnan tehostamiseksi. Prosessinhoitajan on sitä vastoin oltava yhteydessä työmaahan poikkeamista, kuten toimituksen myöhästymisestä. Muina aikoina toimitusta koskevista asioista vastaa MBR:n tilauskeskus. [7.]

Toimituksissa ja pumppauksissa sovelletaan valmisbetonin toimitusmääräyksiä ja betonin pumppauksen toimitusmääräyksiä sekä rakennushankkeiden yleisiä hankinta- ja toimitusehtoja (RYHT 2000). [7.]



Kuva 17: Valmisbetonin tilaamisen ja toimittamisen prosessikaavio

5.2.1 Vastuut

Betonitoimittajan asiantuntijat tarjoavat neuvontaa koskien betonimassan valintaa eli sopivan notkeuden, siirtotavan ja raekoon valitsemista sekä mahdollisten lisäaineiden, erikoisbetonien tai lämmittämisen käyttöä. Betonilaadun työstettävyyteen liittyvät ominaisuudet on usein hyvä määrittää yhteistyössä valmisbetonitoimittajan kanssa. Valmisbetonitoimittajaa sitoo aina RYHT 2000:n mukainen myyjän vastuu. Vastuu siitä, mitä massaa asiakas päättää käyttää, on kuitenkin asiakkaalla itsellään.

5.2.2 Erikoisbetonien tuomat lisävastuut

Erikoisbetonit tuovat aina lisävastuuta valmisbetonitoimittajalle verrattuna normaalibetoneihin. Esimerkiksi kuitubetonin käytöllä työmaalla päästään eroon rakenteen erillisestä raudoittamisesta, mutta vastuu raudoituksesta siirtyy pois työmaan vastuulta valmisbetonitoimittajan toimittaman kuitubetonin toimivuuteen. Näin ollen valmisbetonitoimittaja vastaa normaalien ominaisuuksien lisäksi myös kuiturakenteen toimivuudesta.

5.2.3 Erikoisbetonit ja palvelut

Erikoisbetoneiksi luetaan yleensä luvussa 2.8 esitetyt betonilaadut, joita ovat korkealujuusbetonit, it-betoni, uppobetoni, kevytsorabetoni, väribetoni, paisuva betoni, kuitubetonit, ruiskubetoni ja PCC-betoni. Lisäksi betonitoimittajat tarjoavat luvussa 4.2 käsitellyjä palveluita, joita ovat betonin valmistamisen, toimittamisen ja siirtämisen lisäksi myös betonin lujuudenkehityksen seuranta- ja laskentapalvelut, asiantuntijapalvelut ja erilaiset valupalvelut. [7, 19.]

MBR:n tarjoamiin lisäpalveluihin kuuluvat laadunvalvontapalvelut, kuten lämpötilan seuranta, lujuudenkehityksen seuranta ja ennakoivat lujuuslaskelmat (esimerkiksi holvin jännitysiän laskenta). Lisäksi MBR tarjoaa kiviainesten myyntiä, höyrytyspalvelua, laboratoriopalveluita ja lattiamiehiä. Erikoisbetoneista MBR toimittaa kaikkia edellä mainittuja erikoisbetonilaatuja. [7.]

5.2.4 Kuljetus- ja pumppukapasiteetti

MBR:n kuljetuskalustoon kuuluu 30 kpl omia sekoitussäiliöautoja, jotka ovat kokoluokaltaan jopa 12 m³. Lisäksi MBR tekee yhteistyötä alihankkijoiden kanssa. Omia betonipumppuja MBR:llä on 15 kappaletta, puomipituudeltaan 24-52 metriä ja kuljetuspumppuautoja, kooltaan 21-31 metriä ja tilavuudeltaan 5 m³. Pumppauksen lisäksi MBR tarjoaa hihnakuljettimia ja valurännejä. Tällä hetkellä MBR:n Etelä-Suomen tehtaot sijaitsevat Lohjalla, Kalasatamassa ja Kirkkonummella. [7.]

5.2.5 Laskutus

Laskutus MBR:llä on tällä hetkellä viikkokohtaista, mikä johtuu MBR:n tämän hetkisestä käyttöjärjestelmästä. Käyttöjärjestelmää ollaan kuitenkin uudistamassa, ja sen pitäisi tulla käyttöön koko Suomessa vuoden 2015 aikana. Uusi järjestelmä mahdollistaa mm. automaattiset tilausvahvistukset, sähköisen laskutuksen ja esimerkiksi valukohtaisen laskutuksen. Työmaan haastatteluissa tuotiin useasti esille laskujen tulkitsemisen vaikeus ja että laskujen pitäisi olla valukohtaisia nykyisen muodon sijaan. [7.]

5.2.6 Hinnasto

MBR ja Peab Oy solmivat vuosittain uuden vuosisopimuksen, jossa määritellään tulevan vuoden vuosisopimushinnasto. Hinnasto pitää sisällään kaikki hinnat: kuljetukset, massat, lisäaineet, pumppaukset, siirrot, laboratoriopalvelut ja kaikki lisähinnat, kuten ylityöt, ventat jne. Tämän lisäksi Peab Oy kilpailuttaa betonit projektikohtaisesti. Vuosisopimuksen tavoitteena on tarjota Peab Oy:lle mahdollisuus ostaa betonia myös pienissä erissä edulliseen hintaan ilman erillistä kilpailutusta. [7,25.]

5.2.7 Reklamaatiot

Reklamaatioita käyttämällä osapuolet valvovat omia oikeuksiaan ja etujaan. Reklamoidun osapuolen tulee aina vastata reklamaatioon annetun ajan sisällä. Rakennusalalla reklamaatiot liittyvät useimmiten lisä- ja muutostöihin, suunnitelmien viivästymiseen ja suunnitelmavirheisiin, aikataulussa pysymiseen sekä työn tai materiaalin laatuun. Reklamaatioiden hoito edellyttää työmaan osalta asioiden huolellista ylöskirjausta työmaapäiväkirjaan, muistioihin tai muihin dokumentteihin. [25, s.433-434.]

Haastatteluista saadun tiedon mukaan reklamaatio työmaalta valmisbetonitoimittaja MBR:lle tehdään yleensä puhelimitse, mutta se pyydetään aina lähettämään myös kirjallisena. MBR:llä on käytössä myös virallinen pohja jolle palautteen voi tehdä, mikä nopeuttaa reklamaatioiden käsittelyä. Työmailla oltiin haastatteluista saadun tiedon mukaan tyytyväisiä puhelimitse tehtävän reklamaation helppouteen ja reklamaatioprosessin sujuvuuteen MBR:n kanssa toimittaessa. [7,25.]

6 Haastattelut

6.1 Haastattelujen toteutus

Haastattelut toteutettiin välillä 12/2014 – 1/2015. Haastattelut jaettiin kolmeen eri osaan; työmaalle tehtiin oma haastattelulomake(liite 1), betonitoimittajan edustajille oma haastattelulomake (liite 2) ja vuosisopimuksen solmijoille oma haastattelulomake (liite 3).

Haastatteluihin osallistui kaiken kaikkiaan 11 henkilöä, joista yhdeksää haastateltiin henkilökohtaisesti ja kaksi vastausta saatiin sähköpostin välityksellä.

6.2 Tulosten analysointi

6.2.1 Työmaa

Työmaan osalta haastateltiin kuutta eri toimihenkilöä Peab Oy:n palveluksessa haastattelulomakkeen (liite 1) mukaisesti. Haastatellut henkilöt ovat vaihtelevasti eri uran vaiheessa sekä työasemassa. Tässä luvussa on koostettuna haastatteluista saadut vastaukset samassa järjestyksessä, kuin kysymykset ovat esitettynä lomakkeessa.

Haastatelluista työmaista (4 kpl) kaikilla oli valmisbetonitoimittajaksi valittu MBR. Valintaperusteena oli aina ollut hintakilpailu ja konsernin sisäinen sisaryhteistyö. Mainittavia eroja ei muihin valmisbetonitoimittajiin ollut, ainakaan huonossa mielessä. Kaikkien vastaajien mielestä yhteistyö MBR:n ja Peab Oy:n välillä toimii hyvin ja yksi vastaajista kertoi MBR:n viimeaikoina jopa parantaneen toimintaansa.

MBR:n vahvuuksina mainittiin asiantuntemus, asiakasystävällinen palvelu ja joustavuus. Myöskin MBR:n lattiabetoneiden suhteitus on Peab Oy:n kohteissa ollut erittäin onnistunut ja lattiamassoilla on päästy laadukkaisiin lopputuloksiin. Huonona asiana mainittiin aikataulujen pitämättömyys. Huonoa oli myös, että pumppuauton kuljettaja vaihtelee toimituksesta toiseen, eikä kuljettaja aina tiedä tilattua valumäärää tai miltä asemalta betonia tilataan lisää. Eniten MBR:n ja Peab Oy:n välisessä toiminnassa negatiivista palautetta sai MBR:n laskutus. Kun laskutus tehdään tietyn pituiselta ajanjaksolta, on laskua vaikea tarkastaa ja rivejä on hankala yhdistää kulloisiinkin valuihin. Toiveena olikin

valukohtaisten laskujen toimittaminen. Lisäksi työturvallisuuspuutteista joudutaan liian usein huomauttamaan työmailla.

MBR:n tarjoamat palvelut ovat haastateltujen toimihenkilöiden mielestä olleet kattavia. Haastatteluissa mainittiin kuitenkin useampaan kertaan toivomuksena sähköisen tilausvahvistuksen toimittamista tehdyistä betonitilauksista. Lisäksi lattiavalupalvelua oli kokeiltu yhdellä työmaalla kokeilumielessä, ja palvelua käyttäneet työnjohtajat olivat olleet tyytyväisiä palvelun toimivuuteen, paria aikatauluviivettä lukuunottamatta.

Betonin tilaaminen on yleisesti ottaen toiminut hyvin puhelimitse haastateltujen toimihenkilöiden mielestä. Ainoana miinuksena mainittiin, ettei tehdystä tilauksesta jää minkäänlaista dokumenttia ja siksi sähköistä tilausvahvistusta toivottiin MBR:n käyttöön. Sähköinen tilausjärjestelmä ei saanut suurempaa kannatusta, vaan puhelintilauksen helppoutta ja nopeutta pidettiin sähköiseen järjestelmään verrattuna parempana.

Huonolaatuista betonia työmaille tulee haastattelujen perusteella erittäin harvoin ja useimmiten laatuongelmat ovat betonin notkeuteen ja pumpattavuuteen liittyviä. Väärää betonia työmaalle sattuu myöskin harvoin, mutta sähköisellä tilausvahvistuksella niistäkin harvoista kerroista päästäisiin eroon. Reklamointiprosessi on haastateltavien kokemuksen mukaan toiminut hyvin.

Aloituspalaveri oli pidetty puolilla haastatelluista työmaista. Aloituspalaveria toimihenkilöt eivät niinkään tavallisissa kohteissa nähneet hyödyllisiksi, vaan esimerkiksi isoissa haastavissa valuissa järjestettävät valupalaverit olisivat tarpeellisempia. Lopetuspalavereja ei ollut järjestetty yhdessäkään haastatellussa kohteessa.

Suunnittelunohjauksen hyödyntämistä korostettiin omien kohteiden osalta ja sellaisissa kohteissa, joissa suunnittelunohjausvastuu on Peab Oy:llä. Kokonaisurakoissa suunnitelmamuutoksia on harvemmin tehtävissä, mutta suunnitelmista saatetaan poiketa, jos halutaan esimerkiksi saavuttaa rakenteen suunniteltu nimellislujuus nopeammin kireän aikataulun takia.

Valmisbetonitoimittajan hinnasto on haastattelujen perusteella työmaalla aina esillä laskuntarkastusvaiheessa. Betonia tilatessa hinnasto ei kuitenkaan tunnu kaikilla olevan esillä ja hinnaston sijaintia ei myöskään välttämättä tiedosteta.

Haastatelluista työmaista kaikilla oli käytössä projektikohtainen kilpailutettu hinnasto. Haastateltujen toimihenkilöiden mielestä projektikohtainen hinnasto tulee aina olla, sillä työmaat ovat aina erilaisia ominaisuuksiltaan.

Betonitöiden laadunvarmistus on haastateltujen toimihenkilöiden mukaan hyvällä mallilla omalla työmaalla. Käytettyihin laadunvarmistustoimenpiteisiin kuuluvat muotti- ja raudoitustarkastukset, kuormakirjojen tarkastukset, työryhmän työskentelyn seuraaminen ja puuttuminen epäkohtiin, lämpötilan ja lujoudenkehityksen seuranta sekä kosteusmittaukset.

Haastateltujen toimihenkilöiden kokemuksen perusteella paikallavalut sujuvat useimmiten ongelmitta ja usein sattuneet ongelmat ovat myöhästymisiä puolin tai toisin. Työmailla ilmenevät ongelmat johtuvat yleensä huonosta ennakkosuunnittelusta, mikä korostuu etenkin talvibetonoinnin yhteydessä. Esimerkiksi muotit on tuettu ja tiivistetty huonosti, jolloin viime metreille asti on kiirettä tai valu myöhästyy tai määrät on laskettu väärin, jolloin valu venyy ja pumppu myöhästyy seuraavalta työmaalta.

Edellä mainittuja ongelmia voitaisiin välttää haastateltujen toimihenkilöiden mukaan paremmalla ennakkosuunnittelulla ja valmistautumisella. Myös betonitoimittajan ammattitaitoa tulisi hyödyntää ennakkosuunnittelussa ja neuvotella valuja koskevista asioista. Valut olisi hyvä tehdä aina aamulla, niin valut olisivat muista työmaista riippumattomia ja betonikuormat olisivat lähes varmasti ajallaan.

6.2.2 Betonituotanto

Betonituotannon osalta haastateltiin kolmea eri toimihenkilöä MBR:n palveluksessa haastattelulomakkeen (liite 2) mukaisesti. Tässä luvussa on koostettuna haastatteluista saadut vastaukset samassa järjestyksessä, kuin kysymykset ovat esitettynä lomakkeessa.

MBR:llä on käytössään aloitus-, lopetus- ja valupalaverit. Peab Oy:n kanssa MBR:n toimihenkilöiden mielestä pidetään kuitenkin liian harvoin esimerkiksi aloituspalavereja. Toiset pitävät em. palavereja tärkeinä ja toiset taas eivät pidä niitä ollenkaan merkittävänä. MBR:n toimihenkilöiden mukaan aloituspalaverilla voitaisiin saavuttaa huomattavia

etuja työmaalla: Kommunikaatio työmaan ja betonitoimittajan välillä paranee huomattavasti, mikä laskee mm. kynnystä kysyä neuvoa betonointiin liittyen. Kustannussäästöjä syntyisi kun valittaisiin yhdessä oikeanlaiset betonilaadut, oikeankokoiset pumpput, oikeanlaiset logistiikkaratkaisut ja valut hallittaisiin kokonaisuutena paremmin. Lopputuotteen laatua saataisiin parannettua, kun käytettäisiin oikeanlaista betonimassaa oikeassa kohteessa. Lopetuspalaveri taas on hyvä järjestää, jotta voidaan oppia virheistä ja opitaan tehokkaat toimintatavat, kun asiat käydään läpi yhdessä.

Hankinnan ohjausta voitaisiin kehittää MBR:n toimihenkilöiden mukaan esimerkiksi seuraamalla yhteisesti todellista projektia alusta loppuun asti. Suunnitelmien yhteisellä tarkistamisella taas päästäisiin oikeisiin betonilaatuihin ja välttyttäisiin turhilta suunnitteluvirheiltä.

Palautetta yksittäisistä valuista tulee MBR:n toimihenkilöiden mukaan liian vähän, vain noin 10% valuista. Palautetta on mahdollista antaa puhelimitse, sähköpostilla tai MBR:n internetsivuilta löytyvällä palautelaatikolla. Palautteeksi riittäisi lyhytkin palaute, ja palautetta saa lähettää myös positiivisista asioista.

Kokonaisten rakennusprojektien jälkeen MBR:n toimihenkilöiden mukaan ei myöskään tule palautetta riittävästi. Paras tapa antaa palautetta projektin päätyttyä olisi kirjallinen palaute, jonka ei tarvitsisi edes olla kovin virallinen, vaan yksinkertainen sähköpostiviesti riittäisi. Lopetuspalaveri tulisi myös järjestää joka projektissa.

Haastatteluista saadun tiedon mukaan MBR:n tarjoamiin lisäpalveluihin kuuluvat laadunvalvontapalvelut, kuten lämpötilan seuranta ja lujuuslaskelmat, laboratoriopalvelut, höyrytyspalvelu, kiviainesten myynti ja lattiamiehet.

MBR:n toimihenkilöiden kokemuksen mukaan betonin tuotannossa ja siirrossa eniten esiintyviä ongelmia ovat pumppujen ja autojen rikkoutumiset, laiterikot tai muut tuotantohäiriöt, kuten sorakuorman myöhästyminen. Hankaluuksia aiheuttavat myös työmailla tapahtuvat viivästykset. Autojen ajojärjestys muuttuu ja pumppu saattaa myöhästyä, jos työmaalta tilataan esimerkiksi lisäkuorma valuun. Merkittävänä ongelman aiheuttajana haastatteluissa mainittiin työmaan ja betonitoimittajan välisen kommunikaation puute: jos työmaa ei anna tarpeeksi pohjatietoa valusta, on riski ongelmatilanteen syntymiselle suurempi.

Haastatteluissa esitetyn arvion mukaan n.85 % MBR:n koko vuoden toimituksista on ajallaan. Aamuisin lähes varmuudella valut ovat ajallaan kohteessa. Liikenne on suurin haittatekijä. Usein myöhästyminen johtuu edellisestä työmaasta, jos valu ei olekaan edennyt suunnitellusti.

MBR:n toimihenkilöiden mukaan myöhästyneestä kuljetuksesta ei automaattisesti anneta hyvitystä, vaan tilaukset katsotaan aina tapauskohtaisesti ja toimitusehtojen mukaan. Ajatuksena on reilu peli puolin ja toisin, sillä virheitä sattuu molemmille osapuolille. Rehellinen palaute ja asioiden läpikäynti on oikea tapa keskustella asioista.

MBR:llä on haastatteluista saadun tiedon mukaan kaikissa omista betoniautoissaan reaaliaikainen paikannusjärjestelmä, josta nähdään esimerkiksi betoniautojen tarkat saapumis- ja lähtöajat. Myös aliurakoitsijoiden autoista saadaan tieto soittamalla. Jos järjestelmästä huomataan, että jokin auto tulee myöhästymään seuraavalta työmaalta, ilmoitetaan siitä puhelimitse työmaalle.

Suurimmat puutteet työmaan toiminnassa ovat haastatteluista saatujen tietojen mukaan kommunikaation puute, liian lyhyellä varoitusajalla tehdyt tilaukset ja betonimäärien laskeminen väärin. Työmaan tulisi antaa enemmän pohjatietoa valusta, jotta välttyttäisiin odottamattomilta yllätyksiltä. Jos esimerkiksi pumppua siirretään työmaalla, vie se aina oman aikansa ja siitä tulisi ennakkoon ilmoittaa tilausta tehtäessä. Tilaukset tulisi tehdä ajoissa, jotta tarvittava kalusto osataan varata toimitukselle. Etenkin saman päivän aikana tehtävä tilaus ja toimitus tuottavat hankaluuksia. Väärin laskettu betonimäärä taas aiheuttaa myöhästymisiä, jos joudutaan tilaamaan lisää massaa tai kuljettamaan ylimääräistä kaatopaikalle.

MBR:n toimihenkilöiden mukaan työmaiden kanssa parhaiten sujuvat isot ja hankalat valut sekä erikoisbetonivalut, koska niiden suunnitteluun käytetään enemmän aikaa ja vaivaa työmailla.

6.2.3 Yhtiöiden välinen toiminta

Yhtiöiden välisen toiminnan osalta haastateltiin tehtävään nimettyä Peab Oy:n hankintapäällikköä sekä MBR:n tehtävään nimettyjä myyntipäälliköitä haastattelulomakkeen (liite

3) mukaisesti. Tässä luvussa on koostettuna haastatteluista saadut vastaukset samassa järjestyksessä, kuin kysymykset ovat esitettyinä lomakkeessa.

Haastatteluista saadun tiedon mukaan vuosisopimuksen tekoon ja neuvotteluihin osallistuvat Peab Oy:n puolesta nimetty hankintapäällikkö ja MBR:n puolesta nimetty myyntipäällikkö tai myyntipäälliköt. Vuosisopimusneuvottelut pidetään alueyksiköittäin tämän hetkisen menettelyn mukaan joka vuosi alkukevään aikana. Vuosisopimus pitää sisällään kaikki betonin valmistukseen ja siirtoon liittyvät hinnat. Vuosisopimuksen tarkoituksena on, että työmaat pystyvät tilaamaan pieniä määriä betonia edullisesti vuosihinnaston mukaan. Projektikohtaisesti hinnat kilpailutetaan, mutta tavoitteena on kuitenkin saada tilattua betoni MBR:ltä edullisimpaan hintaan.

Haastatteluissa selvisi, että hankinnan ja suunnittelunohjauksesta ei ole vuosisopimuksen sisällössä mainittu mitään. Laskennan ja hankinnan koulutuksesta on kuitenkin keskusteltu vuosisopimuksen neuvotteluosapuolten kesken ja sen järjestämistä on harkittu.

Peab Oy:n ja MBR:n välistä yhteistoimintaa voitaisiin kehittää esimerkiksi yhteisillä kokouksilla ja koulutustilaisuuksilla, joissa läsnä olisi Peab Oy:n tuotanto ja MBR:n betoniteknologian asiantuntijoita.

Vuosisopimus on molempien osapuolten edustajien mielestä sisällöltään hyvä, eikä siitä löydy haastateltujen mielestä parannettavaa.

7 Yhteenveto ja johtopäätökset

Laadukkaasti toteutettu betonirakenne on erittäin pitkäikäinen ja lähes huoltovapaa, siksi betonitöiden laatuun panostamalla voidaan saavuttaa huomattavia säästöjä rakennuksen elinkaaren aikana. Betoni materiaalina antaa anteeksi paljon tekijän virheitä, mikä osaltaan mahdollistaa huolimattoman työskentelyn paikallavalurakentamisen yhteydessä. Laadukkaan pitkäikäisen betonirakenteen tuottaminen vaatii kuitenkin koko tuotantoketjun osaamista muotti- ja rauditusryhmistä aina valmisbetonitoimittajaan ja betonityönjohtajaan asti. Suuri merkitys itse betonoinnin onnistumisen kannalta on etenkin betonityönjohtajan taidolla ja kokemuksella sekä hyvin toteutetulla ennakkosuunnittelulla ja toimivalla yhteistyöllä valmisbetonitoimittajan kanssa. Työnjohdolta tulee löytyä tarvittava tietotaito, jotta paikallavalurakenteet voidaan toteuttaa mahdollisimman tehokkaasti, laadukkaasti ja taloudellisesti. Siksi tuotannon kouluttaminen ja tiivis yhteistyö valmisbetonitoimittajan kanssa on tärkeää. Yhdessä suunnittelemalla päästään kaikille osapuolille kannattaviin ratkaisuihin.

Rakennusliikkeen ja valmisbetonitoimittajan joustavalla ja hyvin toimivalla yhteistyöllä molemmat osapuolet saavuttavat toiminnallisia, taloudellisia ja laadullisia hyötyjä. Yhteistyön tulee olla molempia osapuolia kehittävää ja molempien tulee sitoutua yhteistoi-
mintaan ja sen jatkuvaan kehittämiseen. Rakennusliikkeen saavuttamat hyödyt näkyvät etenkin lopputuotteen laadun myönteisenä kehityksenä ja yhä kokonaistaloudellisempien paikallavalurakenteiden tuottamisena. Sen sijaan, että valetaan rakenteita sellaisilla ratkaisuilla, mihin työmaalla on vuosien saatossa totuttu, tulisi rakennusliikkeen hyödyntää enemmän valmisbetonitoimittajan tarjoamaa asiantuntijapalvelua ja erikoisbetoneiden käyttöä. Todellisuudessa esimerkiksi talviolosuhteissa paikallavalurakentamisessa on monia eri toteutusvaihtoehtoja, joista yhdessä suunnittelemalla päästäisiin kokonaisedullisimpaan ja laadukkaimpaan ratkaisuun. Rakennusliikkeen omissa hankkeissa, ja hankkeissa, joissa rakennusliikkeellä on suunnitteluvastuu, voitaisiin yhteistyöllä saavuttaa vielä huomattavampia säästöjä, kun paikallavalurakenteisiin liittyvään suunnittelunohjaukseen käytettäisiin betoniteknologian asiantuntijoiden tietotaitoa. Valmisbetonitoimittaja taas saa tärkeää tietoa siitä, minkälaisia palveluita asiakkaat tahtovat ja tarvitsevat ja voivat näin tarjota oikeanlaisia palveluita myös muille asiakkailleen sekä kehittää toimintaansa saadun palautteen perusteella. Tarjoamistaan lisäpalveluista, kuten koulutustilaisuuksista, ei valmisbetonitoimittaja itse juurikaan hyödy suoraan taloudellisesti, mutta palveluilla saavutetaan muuta lisäarvoa. Kun asiakas saa valmisbetonitoimittajalta

sellaista palvelua, jolla asiakas kokee saavansa taloudellista ja laadullista hyötyä, asiakkaiden sitoutuneisuus toimittajaan kasvaa ja neuvoa ja betonimassaa lähdetään ensi kerralla kysymään juuri tältä hyvää asiantuntevaa palvelua tarjonneelta valmisbetonitoimittajalta. Valmisbetonitoimittaja saavuttaa siis lisäpalveluista välillisen hyödyn kasvavan asiakaskunnan, betonimenekin ja parempihintaisen betonin kautta. Toimiva yhteistyö ja yhteistyöllä saavutettavat hyödyt eivät kehity hetkessä, vaan yhteisten toimintamallien sisäistäminen ja niihin rutinoituminen vaatii pidemmän ajan. Parhaimmillaan pitkäjänteisellä yhteistyöllä voidaan saavuttaa hyötyjä koko rakennusalalle, kun esimerkiksi rakentamisen laatu paranee.

Rakennusliikkeen ja valmisbetonitoimittajan käytännön yhteistoiminta kohdistuu suurelta osin työmaiden ja valmisbetonitoimittajan välisiin toistuviin tilaus- ja toimitusprosesseihin. Jo yhden tavanomaisen kerrostaloprojektin aikana betonitilauksia ja -toimituksia on useita kymmeniä, mikä tarkoittaa isommalla rakennusliikkeellä useita satoja betonitilauksia vuodessa. Jos yhteen kohteeseen tehdään esimerkiksi 50 toimitusta ja jokaisessa hukataan rahaa 100–200 €, on yhden kohteen aikana ylimääräinen kustannus n. 5 000–10 000 €. On siis tärkeää, että yhteiset pelisäännöt ovat selvästi määriteltä ja kuvattu, jotta tilaus- ja toimitusprosessi sujuisi molemmilta osapuolilta mahdollisimman tehokkaasti ja taloudellisesti. Valmisbetonitoimittajan tulee toiminnassaan kiinnittää huomiota asiakashallinnan suunnitteluun ja sen toteuttamiseen. Sen avulla on mahdollista saavuttaa parempi asiakastyytyväisyys ja sitouttaa asiakkaat entistä syvemmin yritykseen. Rakennusalalla, jossa kilpailu on kovaa, on tärkeää luoda pysyviä pitkäkestoisia asiakassuhteita ja ylläpitää niitä ja osoittaa asiakkaalle halu palvella asiakasta parhaalla mahdollisella tavalla. Koulutustilaisuudet ja yhteiset kokoukset, joista asiakas saa taloudellista ja laadullista hyötyä, ovat tärkeä osa asiakashallintaa.

Tutkimuksen perusteella rakennusliike Peab Oy:n tuotannon kehityskohdat ovat kommunikoinnin puute valmisbetonitoimittajan kanssa, ajoittain puutteellinen ennakkosuunnittelu, myöhään tehdyt tilaukset, määrien laskeminen pieleen, liian vähäinen palautteen antaminen ja palaverien järjestäminen. Puutteelliseen ennakkosuunnitteluun ajaudutaan usein pienissä valuissa, joihin ei paneuduta kunnolla tai kun aletaan toteuttamaan työvaihetta kiireellä liian tiukalla aikataululla. Pieniinkin valuihin tulisi keskittyä tarpeenmukaisella tarkkuudella, eikä niiden taloudellista, aikataulullista tai laadullista merkitystä tule väheksyä. Kun tilaus- ja toimitusprosessi toteutetaan tutkimuksessa luodun prosessikaavion mukaisesti, joutuu betonityönjohtaja suunnittelemaan ennakkoon tarpeelliset asiat

valua koskien, riippumatta siitä, minkä kokoinen valu on kyseessä. Kun ennakkosuunnittelusta ja tilausprosessista tulee rutiininomaista, tehostuu koko betonointiprosessi niin rakennusliikkeen, kuin valmisbetonitoimittajankin kannalta ja äkillisesti tehdyt kiiretilaukset vähenevät merkittävästi. Tulee kuitenkin muistaa, että työmailla ei toimita ns. laboratorio-olosuhteissa, vaan muuttujia on paljon ja kaikkia muutoksia ei aina voida ennakoita. Työnjohtajilta tulee myös löytyä hintatietous tai edes jonkinlainen käsitys betonin ja betonoinnin hintojen muodostumisesta, jotta valut voidaan toteuttaa mahdollisimman taloudellisella tavalla. Työnjohtajien tulisi myös kommunikoida enemmän valmisbetonitoimittajan kanssa ja kysyä neuvoa tarpeen vaatiessa. Betonin kaltaisessa materiaalissa pienistäkin asioista voidaan saada tuntuvat säästöt, sillä käynnissä olevaa valua harvoin lähdetään keskeyttämään ja kovettuneen rakenteen korjaaminen on usein joko erittäin kallista tai lähes mahdotonta. Työmaan olisi hyvä sisäistää aloituspalaverilla saavutettavat hyödyt, eikä karttaa sen järjestämistä. Jos palaverin sisältö pidetään asiapitoisena ja siihen on valmistauduttu etukäteen, ei aloituspalaveriin käytetty aika ole kummoinen verrattuna hyötyihin, joita sillä voidaan saavuttaa. Esimerkiksi valmisbetonitoimitusten logistiikka-asiat voivat olla tärkeässä asemassa työmaan koko toiminnan kannalta ja ne voidaan käydä läpi ja suunnitella yhdessä aloituspalaverissa. Jotta valmisbetonitoimittaja voi kehittää toimintaansa, on ensiarvoisen tärkeää saada palautetta onnistuneista ja epäonnistuneista toimituksista ja toimintatavoista. Siksi työmaiden tulee omalta osaltaan huolehtia siitä, että toimittajalle annetaan palautetta riittävästi.

Valmisbetonitoimittaja MBR:n toiminnassa suurimmat puutteet tutkimuksen perusteella olivat laskutuksessa, tilausvahvistuksissa ja asiakashallinnassa. Moitteita annettiin myös aikataulujen pitämättömyydestä. Yrityksen tekemän laskutuksen tulee olla selkeää ja helppolukuista. Rakennusalalla on tärkeää pystyä laskuntarkastuksen yhteydessä erottamaan valukohtaisesti, mihin rakennusosaan mikäkin betonitoimitus on valettu. Näin laskujen tarkastaminen ja litterointi onnistuu helposti ja tehokkaasti. On myös laskuttajan etu, että rahaliikenne liikkuu sujuvasti ja sitä edesauttaa laskutuksen selkeys ja toimivuus. Tilausvahvistuksen puuttuminen on merkittävä puute, sillä etenkin puhelimitse tehtävissä tilauksissa virhealttius on suuri. Virheiden sattuessa, on erimielisyyksien ratkaiseminen hankalaa, kun tilanteesta ei ole kirjallista dokumenttia. Etenkin työmailla tehtävissä kaikissa materiaalitalauksissa on tilausvahvistus toimituksesta oletusarvoinen asia, sillä toimitusten on tultava juuri sovittuna ajankohtana työmaiden logistiikan takia ja juuri tilatunlaisina, jotta työt voivat edetä aikataulussa. Aikataulujen pettäminen johtuu usein

betonitoimittajasta riippumattomista syistä, kuten liikenteestä tai edellisen valun venähtämisestä työmaalla. Myöhästymisen syystä riippumatta tärkeää on kuitenkin ilmoittaa aina työmaille heti, kun tiedetään, että toimitus tulee myöhästymään. Tällöin työmaille odottava betonointiryhmä voidaan esimerkiksi vapauttaa muihin tehtäviin, eikä sattunut myöhästymisen aiheuta niin suurta vahinkoa. Asiakashallinnan puutteesta ei suoraan annettu palautetta tutkimuksessa, mutta MBR:ltä asiakashallinnalliset toimenpiteet tuntuvat puuttuvan kokonaan tai ainakin niiden toteutus on puutteellista ja mielestäni asiakashallintasuunnitelmien tekemiseen tulisi panostaa. MBR:n ja Peab Oy:n välisen toiminnan vuosikelloon (liite 6) on vuosittaiseksi toimenpiteeksi suunniteltu yhteisen tuotannon kehityspäivän järjestäminen, jossa MBR mm. tarjoaa koulutusta Peab Oy:n tuotannolle. Esimerkiksi tämänkaltainen kokous voidaan lukea yhdeksi asiakashoitosuunnitelman toimenpiteeksi.

Yhtiöiden välisestä toiminnasta puuttui tutkimuksen perusteella vuosisopimusneuvottelujen aikataulutuksen kokonaan ja muita yhtiöiden välisiä vuosittaisia tapahtumia ei ollut olemassakaan. Myöskään yksittäisen projektin kulusta ei MBR:n ja Peab Oy:n välillä ollut ohjattua tai sovittua menettelytapaa. Tutkimuksessa tuotetussa yhtiöiden välistä toimintaa kuvaavassa vuosikellossa (liite 6) on kuvattuna vuosisopimusneuvottelujen ajankohta ja kulku, sekä vuosittaiseen kehityspäivän liittyvät toimenpiteet, ajankohdat ja tapahtumien kulku. Myös yhtiöiden väliseltä toiminnalta tulee vaatia tehokkuutta ja tarkkuutta. Kun yhtiöiden välisten tapahtumien toteutus on aikataulutettu vuosittain tapahtuvaksi samana ajankohtana, tehostuu yhtiöiden välinen toiminta ja tarvittaville toimenpiteille osataan varata niiden vaatima aika ja resurssit jo hyvissä ajoin. Tutkimuksessa tuotetulla yksittäisen projektin kulkua kuvaavalla projektikellolla (liite 6) varmistetaan, että samat prosessit toistuvat jokaisessa MBR:n ja Peab Oy:n välisessä projektissa halutulla tavalla. Aiemmin yhtiöiden välisen projektin kulusta ei ollut sovittu yhteistä toimintamallia. Jotta projekteista saataisiin mahdollisimman suuri hyöty molemmille, on tärkeät etapit syytä toteuttaa projektia kuvaavan projektikellon mukaisesti. Esimerkiksi lopetuspalaveri mahdollistaa molempien osapuolten jatkuvan kehittymisen, kun kehityskohdat tuodaan rehellisesti molempien tietoon viimeistään projektin päätyttyä.

Tutkimuksen tuloksena tuotettiin yhtiöiden välistä toimintaa kuvaava vuosikello (liite 6), yhtiöiden välisen projektin kulkua kuvaava projektikello (liite 6), valmisbetonin tilaamisen ja toimittamisen prosessikaavio (liite 4), aloituspalaverilomake, betonin tilauslomake (liite 5), valmisbetonitoimitusten palautelomake, yksittäisen valun valupalaverilomake sekä

yksittäisen valun betonointisuunnitelmalomake. Yhtiöiden välisen toiminnan vuosikellossa on kuvattuna Peab Oy:n ja MBR:n välisen toiminnan aikataulu ja vuosittaiset toimenpiteet. Projektikello on tarkoitettu kuvaamaan yhden projektin aikana tapahtuvia toimenpiteitä ja tehtäviä sekä niiden järjestystä ja sen avulla varmistetaan projektien yhdenmukainen kulku. Valmisbetonin tilaamisen ja toimittamisen prosessikaaviossa taas on kuvattuna MBR:n ja Peab Oy:n välisen yksittäisen tilaus- ja toimitusprosessin tehtävät, aikataulu, järjestys ja prosessin eri vaiheissa tuotettavat dokumentit. Kaavion tarkoituksena on tehostaa tilaus- ja toimitusprosessin kulkua ja laadunvarmistusta. Prosessikaavion tueksi tuotettiin tarvittavat lomakkeet prosessikaaviossa määritettyjen dokumenttien tuottamiseen.

Tutkimuksessa sivuttiin asiakashoitosuunnitelman luomista ja sen tarpeellisuutta, mutta suunnitelman sisältöön ei otettu kantaa. Jatkotutkimuksena voitaisiin esimerkiksi selvittää minkälaisia asiakashoitotoimenpiteitä rakennusliikkeet arvostavat ja kokevat hyödyllisiksi. Lisäksi Peab konserniin kuuluu muitakin sisaryhtiöitä, joiden toimintaa voitaisiin kuvata ja kehittää samalla periaatteella, kuin tässä tutkimuksessa on valmisbetonitoimittajan ja rakennusliikkeen toimintaa kuvattu.

Lähteet

- 1 Betoninormit 2012 by50, Suomen Betoniyhdistys ry (2013), BY-koulutus Oy.
- 2 Teemana asiakaspalvelu valmisbetoniteollisuudessa, Sampsa Heilä, Betoni 2/2006.
- 3 RakMK B4 Betonirakenteet, Rakennustietosäätiö RTS 2004.
- 4 Ratu 0403, Betonointi, Rakennustieto Oy 2012.
- 5 Kestävä kivitalo – Paikallarakentamisen tietosivut, www.kivitalo.fi/betonirakentaminen/betoni/betonipinnat.html, luettu 6.1.2015
- 6 Betonitekniikan oppikirja 2004 by201, Suomen Betoniyhdistys ry (2004), Suomen Betonitieto Oy
- 7 MBR:n toimihenkilöiden suullinen tiedonanto
- 8 Vastuuttamattomien yritysasiakkaiden hoitomallin luominen case-pankille, Näveri Simo / Erkkilä Hannariikka, Lahden AMK 2008.
- 9 Betonin kutistuma ja sen huomioiminen, Rudus Info 1/2010
- 10 Betonirakenteiden kutistuminen ja halkeamien ehkäisy, Juha Komonen, Rakentajain kalenteri 2010,
- 11 Suomalainen sementti kirjanen, Finnsementti 2012
- 12 Lattiabetonin valinta, Ari Mantila / Seppo Petrow, Betoni 3/2014.
- 13 Lajitellun lentotuhkan käyttö betonissa, Tuomo Paavola, Savonia AMK 2013.
- 14 Tehokas paikallavalurakentaminen, Jarno Sippola, Vaasan AMK 2013.
- 15 Paikallavalettavien betonirakenteiden työmaaohjeistus, Sini Saxberg, Kymenlaakson AMK 2011.
- 16 Äystön koulun kuntotutkimus, Susanna Raittila, Vaasan AMK 2011.
- 17 Betoniteollisuus ry:n betonisivusto, <http://www.betoni.com/tietoa-betonista/perustietopaketti/betonin-ominaisuudet-ja-kaytto>, luettu 2.11.2014

- 18 Työmaan aloituskokouksen valmisbetonin toimitussuunnitelma, RTT ry, 2005.
- 19 Rudus Oy:n kotisivut <http://www.rudus.fi/tuotteet/betonit/erikoisbetonit> luettu 22.2.2015
- 20 Rudus Oy:n kotisivut <http://www.rudus.fi/aineistot/rudus-koulut/betonikoulu/osa-4-kuitubetoni> luettu 22.2.2015
- 21 PCC-Polymeerisementtibetonin lisäaine, Semtu Oy, 2011.
- 22 Ruiskubetonin kehitys polymeerinoitkistimien avulla, Jussi Tenhunen, Oulun seudun AMK, 2012.
- 23 Betonteollisuus ry:n valmisbetonisivusto <http://www.valmisbetoni.fi/toteutus/betoniteknologia/betonimassan-tilaus-ja-vastaanotto> luettu 10.1.2015
- 24 Betonin pumppauksen kultaiset säännöt, Rudus Oy, 2011.
- 25 Peab Oy:n toimihenkilöiden suullinen tiedonanto
- 26 Rakennusurakkaan liittyvien erimielisyyksien hallinta, Jouko Kankainen, Rakentajain kalenteri 2003.
- 27 Kerrostalon betonirunkotöiden laadunvarmistus, Jaani Hakala, Oulun seudun AMK 2011.
- 28 Betonirakenteiden suunnittelu eurokoodien mukaan, Osa 2: Betonirakenteiden suunnitteluperusteet, RTT ry, 2009.
- 29 Saint-Gobain Weberin kotisivut, <http://www.e-weber.fi/tekniset-laastit/tuotteet/ruiskubetonit/webervetonit-rb-505-k.html>, luettu 29.3.2015
- 30 Rakentaja.fi internetsivut, http://www.rakentaja.fi/artikkelit/8191/betonista_perustus_varman.htm, luettu 29.3.2015
- 31 MBR Oy:n kotisivut, <http://www.mbr.fi>, luettu 29.3.2015
- 32 Työmaan betonilattiaohje, Finnsementti Oy, 2014.

Työmaan haastattelulomake

Työmaan haastattelulomake

Haastattelupaikka ja -aika:

Haastateltavan nimi ja asema:

Haastateltavan kokemus betonitöistä (vuotta):

1. Mitä valmisbetonitoimittajaa/valmisbetonitoimittajia työmaallanne käytetään?
2. Millä perusteella ko. valmisbetonitoimittaja(t) on valittu? Minkälaisia eroja niiden välillä on ollut?
3. Miten yhteistyö kyseisen/kyseisten valmisbetonitoimittajan/valmisbetonitoimittajien kanssa on sujunut?
4. Mitä huonoa/hyvää kyseisessä valmisbetonitoimittajassa on?
5. Minkälaisia lisäpalveluja toivoisit ko. valmisbetonitoimittajilta?
6. Miten hyvin betonin tilaaminen onnistuu puhelimitse? Olisiko sähköinen tilausjärjestelmä parempi?
7. Kuinka usein työmaalle on tullut väärää tai huonolaatuista betonia ja miten reklamointi onnistui?
8. Onko kohteessanne pidetty betonitöiden aloitus/lopetuspalavereja tai valupalavereja?
9. Poiketaanko työmaalla yleisesti kuinka usein suunnittelijan määrittämästä betonilaadusta? Voisiko suunnittelua tehostaa betonitöiden yhteisellä aloituspalaverilla tai suunnittelunohjauksella?
10. Miten hyvin valmisbetonitoimittajan hinnasto on tiedossa/esillä työmaallanne?
11. Onko työmaallanne sovittu projektikohtainen hinnasto vuosisopimuksen lisäksi?
12. Onko betonitoimittajan laskuja helppo tulkita?
13. Millä tasolla työmaan betonitöiden laadunvarmistus työmaallanne mielestäsi on? Mitä laadunvarmistustoimenpiteitä työmaallanne tehdään betonitöiden yhteydessä?
14. Miten usein paikallavalurakenteiden valaminen kokemuksesi perusteella sujuu ongelmitta? Minkälaisia ilmenneet ongelmat yleensä ovat?
15. Miten edellä mainittuja ongelmia voitaisiin välttää?

Betonitoimittajan haastattelulomake

Betonitoimittajan haastattelulomake

Haastattelupaikka ja -aika:

Haastateltavan nimi ja asema: Arvi Hokkanen, tuotantopäällikkö

Haastateltavan kokemus betonin tuotannosta ja/tai betonitöistä(vuotta): 8 vuotta

1. Onko teillä käytössä projektikohtaisia betonitöiden aloitus/lopetuspalavereita tai valupalavereita?
2. Mitä hyötyjä betonitöiden aloitus-/lopetus ja valupalavereilla voitaisiin saavuttaa?
3. Miten suunnittelun ja hankinnan ohjausta voitaisiin kehittää?
4. Miten usein saatte palautetta yksittäisten betonitoimitusten jälkeen? Onko palautteen antamiselle olemassa helppoa kanavaa?
5. Miten usein saatte palautetta kokonaisen rakennusprojektin päätyttyä? Saatteko riittävästi palautetta, jotta toimintaa voitaisiin kehittää?
6. Minkälaisia palveluja tarjoatte työmaille betonin valmistamisen ja siirron lisäksi?
7. Minkälaisia ongelmia betonituotannossa ja betonin siirrossa esiintyy eniten?
8. Miten usein betoniauto saapuu ajallaan (+-10min) kohteeseen? Mistä myöhästymiset useimmiten johtuvat?
9. Tarjotaanko myöhästyneestä kuljetuksesta hyvitystä?
10. Onko teillä käytössä betoniautojen seurantajärjestelmää ja miten työmailta tiedotetaan kuljetuksen myöhästymisestä tai siirtymisestä?
11. Missä asioissa työmaille olisi parannettavaa betonin tilaamisessa ja betonitöissä?
12. Mitkä asiat sujuvat hyvin työmaiden kanssa yhteistyössä toimittaessa?

Vuosisopimuksen osapuolten haastattelulomake

Sopijaosapuolten haastattelulomake

Haastattelupaikka ja -aika:

Haastateltavan nimi ja asema:

- 1. Ketkä vuosisopimuksen tekoon osallistuvat?**
- 2. Mitä vuosisopimuksen pääsisältö pitää sisällään? Minkälaisista asioista siinä neuvotellaan?**
- 3. Pitääkö vuosisopimus sisällään mitään suunnittelun tai hankinnan ohjauksesta?**
- 4. Kuinka usein vuosisopimuksen sisältö ja hinnasto päivitetään/käydään molempien osapuolten kanssa läpi?**
- 5. Voisiko Peab Oy:n ja Peab Industrin yhteistoimintaa tiivistää ja kehittää esimerkiksi yhteisillä kokouksilla ja tapaamisilla, joihin osallistuisi molemmilta osapuolilta eri asemassa työskenteleviä henkilöitä?**
- 6. Miten vuosisopimusta voitaisiin kehittää?**

Valmisbetonin tilauskaavake



Tilau päivä määrä	
Tilauksen tekijä	
puh	
e-mail	

1. Yhteystiedot													
Yritys													
Työmaan nimi ja työnumero													
Osoite													
Postinro		Postitoimipaikka											
Tilauksen vastaanottaja työmaalla				puh.									
2. Betonin tiedot													
Betonin määrä m ³		Betonin laatu				Kiviainoksen max.raekoko							
		Rakennebetoni				8mm							
		Lattiabetoni				16mm							
		Juotos-/saumavalubetoni				32mm							
Suunnittelu käyttöikä		Harkkovalubetoni											
50v		Ruisku-/maakostea betoni											
100v													
Lujuusluokka		Sementin määrä kg/m ³				Notkeusluokka ja painuma							
C25/30 (K30)		TAI				S1 (10-40mm)							
C28/35 (K35)						QS 200				S2 (50-90mm)			
C30/37 (K37)						QS 250				S3 (100-150mm)			
C32/40 (K40)						QS 300				S4 (160mm <)			
C35/45 (K45)						QS 350				Muu, mikä			
C45/50 (K50)						QS 400							
Muu, mikä		QS 450											
		Muu, mikä											
Rasitusluokat								Lisäaineet		Määrä			
X0		XD1		XS3		XA1		Silica					
XC1		XD2		XF1		XA2		Väripigmenti					
XC2		XD3		XF2		XA3		Teräskuitu					
XC3		XS1		XF3				Muovikuitu					
XC4		XS2		XF4				Muuta:					
Muuta (esim. rakennesosan tarkempi määrittely, lämmitys, rapid-betoni, vesitiiveys)													
3. Toimitus ja siirto													
Toimituspvm		Alkamisajankohta (1. kuorma)				Toimitusnopeus m ³ /h							
Purkutapa				Purkuetäisyys									
Pumppu		Ränni											
Pumi		Linjavalu		Linjan pituus ja Ø									
Hihna		Muu, mikä		Muuta (esim. pumpun saapumisaika tai 2. kuorma soitosta)									
Jassikka													

Vuosikello

PEAB OY:N JA MBR:N VÄLISEN VUOSITTAISEN YHTEISTOIMINNAN KUVAUS JA SISÄLTÖ															
	Q1			Q2			Q3			Q4					
	Tammikuu	Helmi- kuu	Maaliskuu	Huhtikuu	Toukokuu	Kesäkuu	Heinäkuu	Elokuu	Syyskuu	Lokakuu	Marraskuu	Joulukuu			
Tehtävä ja sisältö	Kehityspäivän valmistelu - Vuosisopimuksen teon yhteydessä nimetty työryhmä valmistelee yhteistyössä kehityspäivän teeman sisältöä ja järjestämistä			Tuotannon kehityspäivä - Peab Oy:n tuotannon ja MBR:n betoniteknologian asiantuntijoiden välinen kokous - Tavoitteina pohtia ratkaisuja käytännön betonituotannossa ja betonituotannossa esiintyviin ongelmiin ja kehityskohtiin, sekä laskentaesimerkkien läpikäyminen ja laskennan kehittäminen - Esitellään lisäksi mm. erikoisbetoneiden käyttöä ja betoniteknologian uusia innovaatioita - Koulutuksen sisältö sovitetaan etukäteen vuosisopimusta tehtäessä, teema vaihtelee vuosittain - Järjestetään vuorovuosittain ja eri paikkakunnilla - Yksittäisten tuotannon henkilöiden osallistumistiheys joka kolmas vuosi - Kokouksesta tehdään yhteenvetona uutiskirje, joka lähetetään tiedoksi kaikille tuotannon henkilöille						Vuosisopimusneuvottelu - Loka-marraskuussa MBR valmistelee ehdotelman uuden vuosisopimuksen sisällöstä ja hinnastosta - Hinnasto pitää sisällään kaikki hinnat: kuljetukset, massat, lisäaineet, pumppaukset, siirrot, laboratoriapalvelut ja kaikki lisähinnat, kuten ylityöt, ventat jne. - Marraskuussa MBR lähettää ehdotelman Peab Oy:n tarkasteltavaksi - Peab Oy valmistelee vuosisopimusneuvotteluihin ehdotuksen Q2 aikana järjestettävän koulutuspäivän sisällöstä ja nimeää vastuuhenkilöt kehityspäivän järjestämiselle			- Marras-joulukuussa Peab Oy kutsuu MBR:n vuosisopimusneuvotteluihin, joissa käydään läpi alueyksiköittäin vuosisopimuksen sisältö ja hinnasto - Peab Oy tekee esityksen koulutuspäivän sisällöstä - Kun vuosisopimusneuvottelut on saatu päätökseen, allekirjoitetaan seuraavan alkavan vuoden vuosisopimus ja uusi hinnasto on voimassa vuoden alusta alkaen		
Peab	Nimetty laskentapäällikkö Nimetty hankintapäällikkö Nimetty työpäällikkö			Tuotanto						Nimetty hankintapäällikkö					
MBR	Myyntipäälliköt Tuotantopäällikkö			Myyntipäälliköt Tuotantopäällikkö						Myyntipäälliköt					

Projektikello

PEAB OY:N JA MBR:N VÄLISEN PROJEKTIN KULKU JA SISÄLTÖ					
	Laskenta/suunnitteluvaiheessa	Työmaan käynnistysvaiheessa	Ennen ensimmäistä toimitusta	Projektin aikana	Betonitoimitusten päätyttyä
Tehtävät ja niiden sisältöt	- Peab kutsuu tarpeen mukaan MBR:n suunnitelmakatselmukseen - MBR antaa asiantuntijaneuvontaa kohteen betonointiin liittyen (hintatietoutta, laskennassa huomioitavia asioita, erikoisbetoneiden käyttö, suunnitelmien laatu, suunnitteluvirheet jne.) - Kilpailu-urakoissa katselmointi rakennusurakan tarjousvaiheessa -> Saadaan hyöty RU:n tarjouksen tekemiseen - KVR-hankkeissa ja omissa kohteissa suunnittelunohjaus hankkeen alusta loppuun	- Hankinta/työmaa pyytää laskettuihin määriin perustuvan tarjouksen kohteen betonimassoista, kuljetuksista ja siirtomenetelmistä - MBR tekee tarjouksen - Hankinta/työmaa käy tarjouksen läpi ja vastaa saatuun tarjoukseen - Työmaa tekee kohteen betonointisuunnitelman, joka käydään läpi betonitoimittajan kanssa aloituspalaverissa	Aloituspalaveri - Työmaa kutsuu MBR:n aloituspalaveriin - Ajankohta ennen ensimmäisten valujen alkua - Aloituspalaveri käydään läpi valmisbetonitoimitusten aloituspalaverilomaketta käyttäen - Läpikäytäviä asioita mm. suunnitelmat, aikataulut, laatuvaatimukset, työmenetelmät, massan siirtotavat, työmaan olosuhteet, logistiikka sekä tilaus- ja toimitusprosessin kulku - Aloituspalaverin ohessa käydään työmaakerroksella - Tarkoituksena myös tutustua kasvokkain, jotta yhteistyö olisi tiiviimpää	Tilaus- ja toimitusprosessi - Tilaus- ja toimitusprosessi on toistuva prosessi, joka jatkuu lähes koko projektin alusta loppuun - Käytännössä yksi tilaus/valu on aina oma tilausprosessinsa - Tilaus- ja toimitusprosessin kulku ja pelisäännöt on esitetty "Valmisbetonin tilaaminen ja toimittaminen" kaaviossa - Prosessikaavio käydään läpi aloituspalaverissa, jossa myös sovitaan tilaus- ja toimitusprosessiin liittyvistä yksityiskohdista (kuten allekirjoituskohteista jne.)	Taloudellinen loppuselvitys ja lopetuspalaveri - Järjestetään joka projektissa betonitoimitusten päätyttyä - Käydään ensin läpi taloudelliset loppuselvityksen asiat - Kun taloudelliset asiat on käyty läpi, niin käydään läpi Valmisbetonitoimitusten palaute - lomake - Kumpikin osapuoli täyttää oman osuutensa palautekaavakkeesta ennen loppuselvitykseen tuloa - Peab Oy:n vastuulla on lähettää täytettävä Valmisbetonitoimitusten palaute - lomake MBR:lle ennen palaveria, esimerkiksi kokouksutun yhteydessä
Peab	Tuotanto		Tuotanto	Tuotanto	Tuotanto
MBR	Myyntipäällikkö, tuotantopäällikkö		Myyntipäällikkö, tuotantopäällikkö	Myyntipäällikkö, tuotantopäällikkö	Myyntipäällikkö, tuotantopäällikkö