

Joonas Reiniharju

BETONOINNIN DOKUMENTAATIO

BETONOINNIN DOKUMENTAATIO

Joonas Reiniharju
Opinnäytetyö
Kevät 2020
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma, talonrakennustekniikka

Tekijä: Joonas Reiniharju
Opinnäytetyön nimi suomeksi: Betonoinnin dokumentaatio
Opinnäytetyön nimi englanniksi: Documentation of Concreting
Työn ohjaaja(t): Antero Stenius
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2020
Sivumäärä: 24 + 3 liitettä

Betonin laadunhallinnassa tärkeässä osassa ovat suunnittelu ja pöytäkirjojen teko. Betonoinnin kattavalla suunnittelulla voitaisiin estää monet virheet ja laatuongelmat. Opinnäytetyön tarkoituksena oli määrittää suunnitteluun sisältyviä yksityiskohtia.

Työssä perehdyttiin siihen, mitä tietoja vaaditaan betonoinnin ja sen dokumentaation onnistumiseen. Aluksi tutustuttiin betonin rakenteeseen ja ominaisuuksiin, minkä jälkeen käytiin läpi betonoinnin suunnitteluun ja käytänteisiin sekä jälkihoitoon liittyviä asioita. Lopuksi kehitettiin Lapin Teollisuusrakennus Oy:n betonointiin liittyviä asiakirjoja ja luotiin dokumentti betonointisuunnitelman tueksi.

Opinnäytetyössä saatiin laadittua Lapin Teollisuusrakennus Oy:lle betonoinnin dokumentointiin uudet pohjat, joita voidaan hyödyntää suoraan työmaakäytössä. Tilaajayrityksen käytänteisiin tutustuttaessa havaittiin, että betonointiin liittyvät ohjeistukset ovat puutteellisia ja kaipaisivat täydentämistä. Lisäksi todettiin, että betonoinnin suunnittelu on haasteellinen tehtävä, joka vaatii monipuolista tietoa ja kokemusta.

Asiasanat: betoni, betonointi, dokumentointi

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Civil Engineering, House Building Engineering

Author: Joonas Reiniharju
Title of thesis: Documentation of Concreting
Supervisor(s): Antero Stenius
Term and year when the thesis was submitted: spring 2020
Pages: 24 + 3 appendices

Planning and documenting concreting are important factors in quality control. With encompassing planning of concreting many faults and quality problems could be prevented. The purpose of this thesis was to determine the details linked to planning concreting.

In this thesis, the aim was to understand what information is needed to make concreting and its documentation right. At first, the purpose was to become familiar with the composition and attributes of concrete. After that, moving to understanding the needed factors in planning concreting, concreting and after-care. Finally, the documents needed for concreting were improved for Lapin Teollisuusrakennus Ltd and a new one created to support planning concreting.

As a result of this thesis, new concreting documentation templates were formed for Lapin Teollisuusrakennus Ltd to use in a daily basis. While exploring the policies of concreting it came to notice that the guidances for it occurred to be insufficient. In addition, it was found that planning concreting is a broad concept that can be adopted with experience, as it is challenging to consider everything possible.

Keywords: concrete, concreting, documentation

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	6
2 BETONI	7
2.1 Betonin rakenne	7
2.2 Historia	8
2.3 Nykypäivä	8
3 BETONIN OMINAISUUDET	9
3.1 Rasitusluokat	9
3.2 Puristuslujuus	12
3.3 Notkeus	12
3.4 Käyttöikä	12
4 BETONOINTI TYÖMAALLA	13
4.1 Betonoinnin suunnittelu	13
4.2 Betonointi	15
4.3 Jälkihoito	15
5 BETONOINNIN RAPORTOINTI	17
5.1 Dokumenttien kehittäminen	18
5.2 Betonointisuunnitelma	19
5.3 Tarkastuslista	20
5.4 Betonointipöytäkirja	20
6 YHTEENVETO	22
LÄHTEET	23
LIITTEET	
Liite 1 Betonointisuunnitelma	
Liite 2 Tarkastuslista	
Liite 3 Betonointipöytäkirja	

1 JOHDANTO

Paikallavalurakenteiden virheiden korjaus on tyypillisesti kallista ja aikaa vievää. Paremmalla ennakkosuunnittelulla voitaisiin minimoida virheiden mahdollisuus. Betonoinnin dokumentointi aina suunnittelusta jälkihoitoon ja valmistumisen jälkeiseen raportointiin ovat oleellinen osa hyvää laadunvalvontaa. (1.)

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutkia betonoinnin dokumentointia työmaalla. Tavoitteena on luoda dokumentoinnille kattavat pohjat yhdistelemällä tietoa ohjeistuksista ja määräyksistä ja eritoten kuulemalla käytännön kokemuksia. Työssä perehdytään betonimassan rakenteeseen ja betonointiin vaikuttaviin ympäristöolosuhteisiin. Lisäksi selvitetään betonoinnin onnistumiseen edellyttäviä asioita.

Työn tilaajana toiminut Lapin Teollisuusrakennus Oy on vuonna 1983 perustettu rakennusliike. Yrityksen toimipisteet sijaitsevat Kemissä, Oulussa sekä Nurmijärvellä. Yritys valmistaa teollisuus-, uudis- ja korjausrakentamisen kohteita koko Suomessa. Betonirakenteet ovat oleellinen osa yrityksen erityisosaamista, joten betonoinnin dokumentaation kehittäminen on jatkuva prosessi. (2.)

2 BETONI

Betonin tärkeimmät pääraaka-aineet ovat sementti, vesi ja runkoaines. Massaan voidaan lisäksi sekoittaa lisäaineita sekä mineraalisia seosaineita. Eri osa-aineita yhdistelemällä saavutetaan halutun kaltainen massa. (3.)

2.1 Betonin rakenne

Sideaineena valmiissa betonissa toimii sementti, jonka tyyppiä vaihtamalla saavutetaan erilaisia ominaisuuksia monenlaisiin olosuhteisiin. Sementti valmistetaan jauhetusta klinkkeristä, seosaineista ja kipsistä. Sementtiklinkkeriä valmistuu uunissa polttamalla kalkki-, pii-, alumiini- ja rautayhdisteitä, jolloin se sintraantuu. Seosaineina käytetään masuunikuonaa sekä kalkkikiveä. (4.)

Runkoainesta betonissa on 60 – 85 %, eli se kattaa suurimman osan betonin tilavuudesta. Runkoaineena käytetään yleisimmin luonnon kiviaineksia, jotka ovat rakeisuuksiltaan erilaisia sen mukaan, ovatko ne luonnon muokkaamia tai mekaanisesti murskattuja. Kiviaineksen ominaisuuksista tärkeimpiä ovat puhtaus, rakeisuus, raemuoto ja tiheys. Runkoainesta vaihtamalla voidaan vaikuttaa massan muokkautuvuuteen ja kovettuneen massan ominaisuuksiin. Maksimiraekooilla tarkoitetaan käytettävän runkoaineksen kiviaineksen ylänimellisrajaa. Tyyppillisimmät maksimiraekoot ovat 8, 16 ja 32 mm. (5.)

Sementti tarvitsee sitoutuakseen vettä. Vedeksi kelpaa tavallinen puhdas juotavaksikin käyvä vesi. Merivesi, järvivesi tai muu humuspitoinen vesi ei ole hyväksi betonimassassa, koska se häiritsee kovettumisreaktiota. Betonin kovettuminen häiriintyy tai voi pysähtyä kokonaan, mikäli vesi on sokeripitoista. (6.)

Käytettäviin lisäaineiden joukkoon kuuluvat notkistimet, huokostimet, kiihdyttimet ja hidastimet. Aineita käytetään sementin painoon verrattuna hyvin pieni määrä, vain 0,01 – 3 %. Lentotuhkaa, masuunikuonajauhetta ja silikaa kutsutaan betonin mineraaliseksi seosaineiksi. Lisä- ja seosaineiden sekoittamisella massaan voidaan vaikuttaa niin teknisiin ominaisuuksiin kuin työstettävyyteen työmaalla. (5.)

2.2 Historia

Betonin juuret juontuvat antiikin Rooman ajoille. Sen aikaisessa betonimassassa sideaineena käytettiin kalkkia ja potsolaania, joka on runsaasti piitä sisältävää tulivuorituhkaa. Varhaisista betonirakennelmista tunnetuimpia on Rooman Pantheon, jonka kupoli on samalla maailman suurin raudoittamaton betonikupoli. Betonin käyttö rakentamisessa hiipui keskiajalle tultaessa. (7.)

1800-luvulla betonirakentaminen jälleen yleistyi portlandsementin keksimisen jälkeen. Myös raudoitus löysi tiensä betoniin ja erilaisia käyttökohteita kokeiltiin paljon. Suomessa nykypäiväinen betoni otettiin käyttöön 1900-luvun alkupuolella, kun betonin käyttö rakennusten rungoissa yleistyi maailmalla. (7.)

2.3 Nykypäivä

Betoni on maailman yleisimmin käytetty rakennusmateriaali. Vuotuisesti betoni jää vain toiseksi käyttöasteeltaan veden jälkeen. (8.)

Vuosien saatossa betonin käyttökohteet ovat monipuolistuneet. Talonrakennus- alalla betonista valmistuvat niin pientalot kuin kerrostalot. Teollisuudessa valtavat perustukset ja rakennelmat valmistuvat betonista vaivatta. Sillat, tunnelit ja padot ovat kasvaneet entistä massiivimaiseksi materiaalin ja teknologian kehityttyä. (8.)

Erilaiset testaus- ja mittausmenetelmät ovat vauhdittaneet betonimassan kehitystä. Betonointi Suomen kylmissä olosuhteissakaan ei ole nykypäivänä ongelma, sillä betonin ominaisuuksista ja muokattavuudesta on saatavissa runsaasti tietoa. (9.)

3 BETONIN OMINAISUUDET

3.1 Rasitusluokat

Betonirakenteelle määrätään ympäristöolosuhteiden perusteella sopiva rasitusluokka, joka toteutetaan työmaalla. Ympäristöstä johtuen rakenne voi kuulua yhtä aikaa useampaan luokkaan. Rasitusluokka määrittelee betonin korroosion, kloridien sekä kemiallisen ja jäädytys-sulatusrasitusten kestävyyttä. Taulukossa 1 esitetään rasitusluokat ja niiden vaikutusta betonin koostumuksen ja ominaisuuksien raja-arvoihin. (10.)

TAULUKKO 1. Betonin koostumuksen ja ominaisuuksien raja-arvot, kun suunnittelukäyttöikä on 50 vuotta (10, s. 24)

KOOSTUMUS JA OMINAISUUDET	RASITUSLUOKAT																	
	Ei rasitusta	KARBONISOITUMISEN AIHEUTTAMA KORROOSIO				KLORIDIEN AIHEUTTAMA KORROOSIO						JÄÄDYTYS-SULATUS- RASITUS				KEMIALLISESTI AGGRESSIIVISET AINEET		
						MERIVESI			KLORIDIT MUUSTA KUIN MERIVEDESTÄ									
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2
SUURIN V/S SUHDE		0,90	0,80	0,60	0,60	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45	0,60	0,50	0,50	0,45	0,50	0,45	0,40
VÄHIMMÄIS- LUJUUSLUOKKA	C12/ 15	C20/ 25	C20/ 25	C30/ 37	C30/ 37	C30/ 37	C35/ 45	C35/ 45	C30/ 37	C30/ 37	C35/ 45					C30/ 37	C35/ 45	C40/ 50
VÄHIMMÄIS- SEMENTTIMÄÄRÄ [KG/M³]		160	160	250	250	300	320	320	300	300	320	270	330	300	360	300	320	330
ILMAMÄÄRÄ [%]												4,0	5,0	4,0	5,5			

X0-luokassa ei ole korroosion tai syöpymisrasituksen riskiä. Tällaista betonia käytetään kuivissa lämmitetyissä sisätiloissa, joissa ilman kosteus on hyvin alhainen. (11, s. 22.)

XC-luokan betoni altistuu karbonisoitumisen aiheuttamalle korroosiolle. Luokkaan kuuluvat rakenteet, jotka ovat alttiina ilmalle ja kosteudelle. Taulukossa 2 esitellään rasisluokan XC määritelmät. (11, s. 22.)

TAULUKKO 2. Karbonisoitumisen aiheuttama korroosio (11, s. 22)

XC1	Kuiva tai jatkuvasti märkä	Betoni sisätiloissa, joissa ilman kosteus on alhainen Pysyvästi vedenalainen betoni
XC2	Kostea, harvoin kuiva	Betonipinnat, jotka ovat pitkään kosketuksissa veden kanssa Usein perustukset
XC3	Kohtalaisen kostea	Betoni sisätiloissa, joissa ilman kosteus on kohtalainen tai suuri Ulkona oleva sateelta suojattu betoni
XC4	Jaksollinen kastuminen ja kuivuminen	Betonipinnat, jotka ovat kosketuksissa veden kanssa mutta eivät kuulu rasisluokkaan XC2

Luokkaan XS luokiteltavat rakenteet altistuvat meriveden korroosiolle. Merivedestä tai ilman kuljettamasta suolasta rasittuvat rakenteet voivat sijaita rannalla tai olla kosketuksissa meriveteen. XS-luokan määritelmät ovat listattuna taulukossa 3. (11, s. 22.)

TAULUKKO 3. Kloridien aiheuttama korroosio, kloridit merivedestä (11, s. 22)

XS1	Kosketuksessa ilman kuljettaman suolan kanssa mutta ei suorassa kosketuksessa meriveteen	Lähellä rannikkoa tai rannikolla olevat rakenteet
XS2	Pysyvästi meriveden alla	Merirakenteiden osat
XS3	Meriveden vesirajassa ja roiskevyöhykkeellä	Merirakenteiden osat

Rasisluokassa XD betonirakenne altistuu kloridien aiheuttamalle korroosiolle muusta kuin merivedestä. Luokan rakenteita löytyy tyypillisesti uima-altaasta, teollisuudesta ja suoloille alttiista rakenteista. Taulukossa 4 on esitetty XD-luokan määritelmät. (11, s. 22.)

TAULUKKO 4. Kloridien aiheuttama korroosio, kloridit muualta kuin merivedestä (11, s. 22)

XD1	Kohtalaisen kostea	Betonipinnat, jotka ovat alttiina ilman sisältämille klorideille
XD2	Kostea, harvoin kuiva	Uima-altaat Betoni on alttiina kloridipitoisille teollisuusvesille
XD3	Jaksollinen kastuminen ja kuivuminen	Sillan osat, jotka ovat alttiina kloridipitoisille roiskeille Jalkakäytävät. Paikoitustalojen laatat

Jäädytys-sulatusrasituksen määrittelee luokka XF. Rasitusluokkaan kuuluvut rakenteet ovat kosteita, jäätyvät vaihtelevasti ja altistuvat mahdollisesti jäänsulatusaineille. Luokan määritelmät esitellään taulukossa 5. (11, s. 23.)

TAULUKKO 5. Jäädytys-sulatusrasitus jäänsulatusaineilla tai ilman sitä (11, s. 23)

XF1	Kohtalainen vedellä kyllästymisen ilman jäänsulatusaineita	Sateelle ja jäätymiselle alttiit pystysuorat betonipinnat
XF2	Kohtalainen vedellä kyllästymisen ja jäänsulatusaineet	Tierakenteiden pystysuorat betonipinnat, jotka ovat alttiina jäätymiselle ja ilman kuljettamille jäänsulatusaineille
XF3	Suuri vedellä kyllästymisen ilman jäänsulatusaineita	Sateelle ja jäätymiselle alttiit vaakasuorat betonipinnat
XF4	Suuri vedellä kyllästymisen ja jäänsulatusaineet tai merivesi	Jäänsulatusaineille alttiit tiet ja siltojen kannet Suoralle jäänsulatusaineroiskeelle ja jäätymiselle alttiit betonipinnat Roiskevyöhykkeellä olevat jäätymiselle alttiit merirakenteet

XA-luokan luokiteltu rakenne altistuu kemialliselle rasitukselle. Betonin kemiallinen rasitus luokitellaan ympäristön maaperän ja pohjaveden aggressiivisuuden mukaan. Luokka jaotellaan heikosti, kohtalaisesti ja voimakkaasti aggressiiviseen ympäristöön. Luokan merkinnät ovat vastaavasti XA1, XA2 sekä XA3. (11, s. 23.)

3.2 Puristuslujuus

Rakenteita suunnitellessaan suunnittelija määrittelee myös betonin lujuusluokan. Lujuusluokka määritellään rasitusluokista saatujen raja-arvojen ja rakenteen kuormitustietojen perusteella. Rasitusluokka määrää betonille vähimmäislujuusluokan, jota on mahdollista kasvattaa. Yleisimmin käytettävät lujuusluokat löytyvät väliltä C20/25 – C50/60. (12.)

Lujuusluokan arvot tulevat 28 vuorokauden ikäisen betonin lieriö- ja kuutiopuristuslujuudesta. Esimerkkinä mainittakoon C35/45, jossa lieriölujuuden ominaisarvo on 35 N/mm² ja kuutiolujuuden ominaisarvo on 45 N/mm². (11, s. 26.)

3.3 Notkeus

Betonin notkeudella tarkoitetaan sen liikkuvuutta ja työstettävyyttä. Notkeusluokat määritellään väliltä S1–S5, jossa S1 on hyvin jäykkää ja S5 hyvin notkeaa betonia. (11. s. 24.)

Yleisimmät notkeudet betonimassoilla ovat S2 ja S3. Liian notkealla massalla massan erottumisen ja lajittumisen riski kasvaa, jolloin valettavasta betonirakenteesta ei tule tasalaatuista. Turhan jäykällä betonilla vaikeutetaan työstöä, ja riski jäädä huokoiseksi kasvaa. (13, s. 5.)

Betonin notkeutta voidaan säädellä lisäämällä massaansa lisäaineita. Veden lisäämisen sijasta betonimassaa notkistetaan tehonotkistimilla, jolloin ominaisuudet pysyvät vielä määräyksissä. (14.)

3.4 Käyttöikä

Rakennuksille ja rakenteille määritellään käyttöikä, joka normaalisti on 50 tai 100 vuotta. Käyttöiällä huomioidaan rakenteisiin kohdistuvat ympäristörasitukset ja niiden vaikutukset betonimassan suhteutukseen. (15.)

Suunnittelukäyttöiän ollessa 50 vuotta puolet rakenteista kestää miltei 150 vuotta ja vain 5 % vaadittavat 50 vuotta. Jotta rakenteet kestävät suunnitellun käyttöiän, ne vaativat huoltoa ja ylläpitoa. (15.)

4 BETONINTI TYÖMAALLA

Ennen betonointia työmaalla valmistetaan muotit ja rakenteeseen tuleva raudotus. Rakennesuunnittelija suunnittelee työmaalla toteutettavan rakenteen raudotuksineen. Piirustuksista selviävät betonirakenteen käyttöikä, massan lujuusluokka, maksimiraekoko ja rasitusluokat. Betonointia ennen on suunniteltava tarkasti, miten betonointi ja sen jälkihoito toteutetaan. (16, s. 6.) Luvuissa 4.1 – 4.3 käydään läpi Lapin Teollisuusrakennus Oy:n työmaalla tärkeiksi asioiksi todettuja huomioita liittyen betonointiin.

4.1 Betonoinnin suunnittelu

Betonoinnin suunnittelu on syytä aloittaa riittävän ajoissa, jotta välttyään yllätyksiltä. Ensimmäisenä valitaan valupäivä ja varmistetaan betonoitavan rakenteen valmistelevien töiden valmistumisesta valupäivään mennessä. Betonoitavasta rakenteesta on syytä määritellä valujärjestys, mikäli kohteita on useampia tai rakenne on laaja. Nousunopeus määritellään ja rajoitetaan estääkseen haitallisten jälkipainaumien synty. (17.)

Betonoitavaa rakennetta tai osaa on syytä tutkia paikan päällä, jotta voidaan varmistua ympäristön olosuhteista. Ympäristö voi olla esimerkiksi ahdas, joten mahdollisesti käytettävän pumppuauton paikka on selvitettävä. Maaperän kantavuus pumppuautolle on tarkistettava silmämääräisesti, ja mahdolliset sähkö- ja putkijohdat on huomioitava.

Työturvallisuuden huomioiminen betonointitilanteessa on tärkeää. Tyypillisimpiin suojarusteisiin jokaisella työntekijällä kuuluvat suojakypärä, suojalasit, heijastinvaatetus, turvajalkineet ja suojakäsineet. Betonista tulee huomioda sen emäksisyys, minkä vuoksi ihokontaktia tulisi välttää. Työskentelytasojen, telineiden ja kaiteiden tarpeellisuus tulee arvioida. Mikäli betonoitava rakenne sijaitsee korkealla tai putoamisriski on mahdollinen, ei ole liioiteltua suunnitella pelastautumisen. (17.)

Betonoinnin suorittavia työntekijöitä arvioitaessa on estimoitava työsuorituksen kestoa, laajuutta ja vaativuutta. Laajoihin kohteisiin on varattava riittävä määrä työntekijöitä, jotta taukoja ja työvuoroja voidaan jaksottaa.

Sääennusteiden paikkansapitävyyden todentaminen pitkällä ennusteella on vaikeaa. Sääennustetta on tarkkailtava varsinkin ilman sääsuojaa valettavissa vaakasuorissa rakenteissa. Kaikenlaiset säätilat on otettava huomioon auringonpisteestä vesisateisiin ja niihin on varauduttava tarvittavilla esivalmisteluilla ja suojuuksilla.

Ennen betonointia valitaan ja hankitaan tarvittava kalusto. Tärkeimpänä kalustoon kuuluu suurtaajuustärysauva, jolla massa tiivistetään muottiin. Tiivistyskalustoa on tarpeen olla riittävästi ja varakalusto välittömässä läheisyydessä laiterikon sattuessa. Betoniasemalla tai pumppuautossa voi myös tapahtua laiterikko, joten vara-asema ja varapumppuauton saatavuus on hyvä selvittää etukäteen. (17.)

Betonointia suunniteltaessa tulee varautua valun keskeytykseen. Sähkökatkot ja laiterikot ovat mahdollisia, joten kriittiset yhteyshenkilöt on selvitettävä esimerkiksi tehdasalueella toimittaessa. (17.)

Erityisesti kylmällä säällä betonin lämpötilaa tulee seurata sen ominaisuuksien kehittymisen kannalta. Rakenteen lämpötilan seurantaan asennetaan tarpeen vaatiessa anturit. Jäätymislujuus 5 MPa on saavutettava, ennen kuin betoni pääsee jäätymään. Massiivirakenteita betonoitaessa on otettava huomioon lämpötilaerojen ja muutosten vaikutukset. Betonin koostumuksen arviointi voi olla tarpeen, jotta välttyttäisiin haittavaikutuksilta, kuten betonin halkeilulta. (16, s. 45.)

Betonoinnin lopetus suunnitellaan valmiiksi. Jälkihoitoon tarvittavat välineet ja aineet määritellään. Jälkihoitoa suunniteltaessa tulee ajatella sääolosuhteita, jotka voivat vaikuttaa juuri betonoinnin valmistuttua ja sen jälkeen. Tarvittavat tartuntarandoitukset, työsaumat ja rajapintoihin yhdistymiset tarkastetaan. Viimeistelyyn varataan riittävät resurssit, jotta myös loppunäkymästä tulee siisti. (17.)

4.2 Betonointi

Betonoinnin aikana betonityönjohtajan, joka yleensä on työmaan työnjohtaja, on oltava paikalla. Työnjohto näkee betonoinnista laajemman kokonaisuuden ja varmistaa työn tapahtuvan suunnitellusti. (16, s. 42.)

Betonipumppuautosta laaditaan pystytyspöytäkirja, mikäli semmoista betonivalussa käytetään. Pöytäkirjassa täytetään yhdessä kuljettajan ja työnjohtajan kanssa. Pumpppua pystytettäessä huomioidaan maaperän kantavuus, koneen käyttöalueella olevat vaarat ja muutkin työturvallisuuteen liittyvät asiat.

Työmaalle saapuvan betonimassan sopivuus on syytä tarkistaa ennen muottiin siirtämistä. Betonimassaa tarkkaillaan myös pumppauksen aikana, sillä sen koostumus voi muuttua. Betonoinnin aikana massaa voidaan notkistaa tai jäykistää sen vaatiessa. Jos betonia ei saada lisäaineiden lisäyksillä muokattua sopivammaksi, on tehtävä päätös massan palauttamisesta ja uudella koostumuksella tilaamisesta. Koostumusta vaihdettaessa on kuitenkin noudatettava suunnittelijan määräämiä rasitus- ja lujuusvaatimuksia. (17.)

Betonoinnin aikana on varmistuttava työntekijöiden riittävydestä ja heidän osallisuudesta. Työnjohto varmistaa, että betonin nousunopeus toteutuu suunnitellusti, tiivistys on oikeaoppista ja työ tapahtuu turvallisesti.

Betonivaluissa yllättäviin tilanteisiin täytyy reagoida nopeasti, minkä vuoksi betonityönjohtajan on oltava läsnä. Olosuhdemuutokset, kuten ilman lämpötila, suhteellinen kosteus ja tuuli, vaikuttavat betonimassan käyttäytymiseen. Tarkkakaan suunnittelu ei takaa, että kaikkiin ongelmiin olisi varauduttu. Muottirakenteen petäessä tai pienemmissäkin vuototilanteissa vain nopea reagointi voi pelastaa tilanteen. (17.)

4.3 Jälkihoito

Jälkihoidolla varmistetaan betonin oikea-aikainen kuivuminen, jotta betonin suunnitellut ominaisuudet saavutetaan. Jälkihoidon tarkoituksena on estää betonin liian aikainen kuivuminen, eli veden haihtuminen betonista. Mikäli vesi pääsee

haihtumaan betonista, rakenne voi halkeilla tai sementin kovettumisreaktio jäädä toteutumatta. (16, s. 44.)

Rakenteesta riippuen jälkihoito aloitetaan varhaisjälkihoitoaineella mahdollisimman nopeasti pinnan tasauksen jälkeen. Varsinainen jälkihoitoaine levitetään, kun pinnan hierto on valmis. Massiivivaluissa ja haastavissa olosuhteissa vesikastelun tärkeys korostuu. Betonia ei saa päästää kuivumaan, joten vesikastelu on aloitettava heti pinnan niin salliessa. Jälkihoitoa on tarpeen jatkaa riittävän kauan, kunnes betonin lujuus on kehittynyt tarpeeksi ja lämpötilaerot ovat tasaantuneet. (16, s. 44.)

Betonipinta tulee peittää esimerkiksi rakennusmuovilla tai solumuovista valmistetusta pakkasmatolla. Valun peittäminen suoritetaan, kun pinta kestää peittelyn vaurioitumatta. Betonoitavan alueen peittäminen hidastaa veden haihtumista ja pitää pinnan kosteampana pidempään.

Lämpötilanhallinta on erityisen tärkeää betonoitaessa kylmissä olosuhteissa. Pinnan peittäminen pakkasmatolla ja lisäpeitteillä hidastaa lämmön haihtumista rakenteesta. Tarpeen vaatiessa rakennetta tai muotteja on lämmitettävä. Tyypillisiä lämmitystapoja ovat valuun asennettavat lämpökaapelit, lämpöpuhaltimet ja lämmitettävät muotit. Betonirakenteen lämpötilaa seuraamalla varmistetaan betonin ohittavan sen jäätymislajuuden, minkä lisäksi kantavissa rakenteissa seurataan tarkasti lujuuden kehittymistä. (17.)

5 BETONOINNIN RAPORTOINTI

Lapin Teollisuusrakennus Oy:n laatujärjestelmän toteuttamiseksi kaikesta betonoinnista dokumentoidaan ja arkistoidaan oleelliset asiat. Betonointisuunnitelmassa dokumentoidaan betonista ja kohteesta tarpeen mukaiset tiedot. Betonointityön jälkeen pöytäkirjaan raportoidaan tapahtuneen betonoinnin arvot ja mahdolliset lisähuomautukset. SFS-EN 206 -standardissa on ohje betonimassan laadunvalvonnan dokumentoinnille (taulukko 6). Ohjeen sisältö on hyvä perusta tietojen kirjaamiselle. Opinnäytetyössä laadittiin Lapin Teollisuusrakennus Oy:lle dokumentit, joiden avulla betonoinnin raportointia saadaan edistettyä. Luvuissa 5.1 - 5.4 esitellään dokumenttipohjien kehitysprosessi ja uudistetut dokumentit.

TAULUKKO 6. Betonointitietojen kirjaaminen ja muu dokumentointi, soveltuvien osin (16, s. 55)

Aihe	Tietojen kirjaaminen ja muu dokumentointi
Määrittelyn mukaiset vaatimukset	Sopimuksen mukainen määrittely tai vaatimusten yhteenveto
Osa-aineet	Toimittajien nimet, tuotteiden alkuperä ja suoritustasoilmoitus
Veden testaus (ei vaadita talousvedeltä)	Näytteenottopäivämäärä ja -paikka Testaustulokset
Osa-aineiden testaus	Päivämäärä ja testaustulokset
Betonin koostumus	Betonin kuvaus Tiedot annoksen tai kuorman osa-ainemääristä (esim. sementtimäärä) Vesi-sementtisuhde Kloridipitoisuus Betoniperheen jäsenen tunnus
Betonimassan testaus	Näytteenottopäivämäärä ja -paikka Sijainti rakenteessa, jos se tiedetään Notkeus (käytetty menetelmä ja tulokset) Viskositeetti, jos se sisältyy betonin määrittelyyn Erottumiskestävyys, jos se sisältyy betonin määrittelyyn Läpäisykyky, jos se sisältyy betonin määrittelyyn Tiheys, jos se sisältyy betonin määrittelyyn Kuitumäärä, jos se sisältyy betonin määrittelyyn Betonin lämpötila, jos se sisältyy betonin määrittelyyn Ilmamäärä, jos se sisältyy betonin määrittelyyn Testatun betoniannoksen tai -kuorman tilavuus Testattavien koekappaleiden lukumäärä ja tunnukset Vesi-sementtisuhde, jos se sisältyy betonin määrittelyyn
Kovettuneen betonin testaus	Testauspäivämäärä Koekappaleiden tunnus ja ikä Tiheyden ja lujuuden testaustulokset Erityishuomiot (esim. koekappaleen epätavallinen murtokuvio)
Vaatimustenmukaisuuden arviointi	Vaatimustenmukainen/vaatimustenvastainen betonin määrittelyjen perusteella
Lisävaatimukset valmisbetonille	Ostajan nimi Betonityön sijaintipaikka, esim. rakennustyömaa Testauksiin liittyvien kuormakirjojen numerot ja päivämäärät Kuormakirjat
Lisävaatimukset elementtibetonille	Ao. tuotestandardissa voidaan vaatia lisätietoja tai muita tietoja

5.1 Dokumenttien kehittäminen

Lapin Teollisuusrakennus Oy:n asiakirjojen päivittäminen nähtiin tarpeelliseksi työmaalla saatujen kokemusten perusteella. Tarkan suunnittelun ja huolellisen toteutuksen lisäksi betonointiprosessin kattava dokumentointi on laadukkaan betonoinnin edellytys. Opinnäytetyön tavoitteena olikin selkeyttää ja tarkentaa dokumentointia. Dokumentoinnin kehittämisessä pyrittiin siihen, että tapahtumat raportoidaan vaiheittain niin tarkasti, että jälkikäteen voidaan tarkistaa, mitä on tehty ja miten.

Dokumenttipohjien lähtötiedoksi otettiin yrityksessä aiemmin käytössä olleet pohjat, joita lähdettiin kehittämään yhtenäisiksi raporttipohjiksi. Esitäyttämällä tietoja pohjiin saatiin kevennettyä työmaalla tehtävää raportointia ja helpotettua muokkausta valutilanteen vaihtuessa.

Betonointitilanteen ongelmiin varautumista ei käsitelty varakalustoa ja -asemaa lukuun ottamatta alkuperäisissä dokumenteissa lainkaan. Vastoinkäymisten satuesssa nopealla reagoinnilla voidaan pelastaa koko valu, joten ratkaisujen pohtiminen etukäteen ja myös vaihtoehtojen kirjaaminen on tarpeellista. Opinnäytetyössä laadittiinkin tarkastuslista, johon koottiin huomioitavia asioita valutilanteesta, betonimassasta sekä viimeistelystä.

Betonointisuunnitelmasta ja -pöytäkirjasta haluttiin luoda selkeämpiä sekä informatiivisempia, sillä molemmat ovat valvojalla tai tilaajalla hyväksyttäviä dokumentteja. Päivitettyihin dokumentteihin lisättiin selostuskohtia kuvaamaan suunnitelmaa ja betonoinnin työvaiheita.

Betonimassan tietojen täydentämisestä toteutettiin selväpiirteisempi kokonaisuus. Asiakirjoihin päivitettiin muun muassa helposti täydennettävä rasitus- sekä notkeusluokkaosio. Lisäksi asiakirjojen rakenteen selkiyttäminen ja työmaalla suoritettujen koekäytösten muokkasivat dokumentteja uuteen muotoon. Asiakirjojen testaaminen työmaaympäristössä auttoi rajaamaan tarpeettomia asioita pois ja lisäämään oleellisia tietoja.

Asiakirjojen päivityksillä saatiin selkiytettyä dokumentointia ja ne voitiinkin ottaa suoraan työmaakäyttöön. Kun betonointisuunnitelma täytetään ohjeistuksen mukaan, saadaan selvä käsitys siitä, mitä tehdään ja millä tavalla. Sama pätee myös betonointipöytäkirjassa.

Työssä laadittiin myös tarkastuslista suunnitelman dokumentointia tehostamaan. Listan tarkoituksena on auttaa työnjohtajaa tärkeiden asioiden havaitsemisessa ja muistamisessa sekä myöhemmissä vaiheissa, jos joitakin asioita joudutaan tarkentamaan tai tarkistamaan. Arkistoitujen dokumenttien läpikäynti vastaavallisista rakenteista voi auttaa eteenpäin ongelmatilanteissa.

5.2 Betonointisuunnitelma

Betonointisuunnitelma täytetään betonoinnin suunnitteluvaiheessa. Suunnitelmaan kirjataan kohteen perustiedot, kuten työnumero, työmaa, betonoitava osa/rakenne, työhön liittyvät piirustukset ja betonoinnin suunniteltu ajankohta.

Betonista kirjataan betonintoimittaja ja betoniaseman yhteystiedot sekä mahdollinen vara-asema. Rakenteen suunnitelmissa olevan betonimassan vaatimukset täydennetään suunnitelmaan. Oleellisia tietoja ovat myös valumenetelmä ja betonointinopeus.

Betonoinnista kirjoitetaan lyhyt selostus, jossa kuvataan tapahtumien kulkua valun aloittamisesta jälkihoitoon saakka. Lisäksi määritellään tarvittava työntekijämäärä, tiivistämiskalusto ja varakalusto.

Mikäli betonimassasta otetaan kokeita tai koekappaleita, ne määritellään suunnitelmaan. Lämpötilan seurantapaikat kirjataan.

Betonin jälkihoito suunnitellaan alustavasti, sillä toimenpiteet voivat muuttua olosuhteiden vuoksi betonoinnin jälkeen. Jälkihoidosta kirjataan menetelmät sekä käytettävä hoitoaine. Suunnitelma löytyy liitteestä 1.

5.3 Tarkastuslista

Tarkastuslistan tarkoituksena on toimia ajatuksia herättävänä muistiona betonointia suunniteltaessa. Dokumentti on raksi ruutuun -tyyppinen lista, joka täydennetään betonoinnin kohdalta olennaisin seikoin ja huomioin. Tarkistuslista liitetään betonointisuunnitelman liitteeksi.

Kaikkia asioida ei voida huomioida betonointisuunnitelmassa, joten tarkastuslistan tekeminen on oleellista. Tarkastuslistassa arvioidaan betonoitavaa kohdetta ja ympäristöä yksittäisenä tapahtumana. Listassa otetaan huomioon työntekijöiden perehdytys kyseiseen valusuuritukseen. Lisäksi arvioidaan käytettävää betonilaatua ja vallitsevia olosuhteita.

Mikäli betonointi aiheuttaa erityisiä järjestelyjä työturvallisuuden varmistamiseen, asia on syytä kirjata. Keskeytykset ovat mahdollisia jokaisessa betonointitilanteessa. On tarpeellista miettiä, miten toimitaan, mikäli esimerkiksi muotti pettää. Sähkökatkoon ja laiterikkoihin varautuminen lisää varmuutta betonointiin.

Tarkastuslistaan kirjataan sääsuojaukseen, viimeistelyyn sekä jälkihoitoon liittyviä erityisiä huomioita. Listan jokainen kohta ei välttämättä ole jokaisessa kohteessa oleellinen, tällöin on hyvä perustella syy itselle huomiokenttään. Kuvassa 1 on esitetty osio tarkastuslistasta esimerkki täydennyksin. Tarkastuslista löytyy liitteestä 2.

TYÖTURVALLISUUS putoamissuojaus, kulkureitit, henkilökohtaiset suojavarusteet	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kloori vaara mahdollinen! Kaasumittari 1kpl / työpari
--	-------------------------------------	--------------------------	--

KUVA 1. Työturvallisuusosio tarkastuslistassa

5.4 Betonointipöytäkirja

Betonoinnin valmistuttua täytetään pöytäkirja, johon kirjataan toteutuneet tiedot valusta. Betonointipöytäkirjaan kirjataan betonointiin kulunut aika ja todellinen massamäärä. Dokumenttiin merkitään myös betoniannosten eli kuormien määrä. Toteutuneesta massamäärästä ja valun kestosta lasketaan betonointinopeus.

Varsinkin suuremmissa betonoinneissa betonointinopeuksia voidaan verrata aiemmin suoritettuihin vastaavan kokoisiin rakenteisiin ja näin arvioida valun kestoa.

Jälkihoidosta kirjoitetaan lyhyt selostus valun ajalta ja sen jälkeisistä toimenpiteistä. Suoritettujen betonimassan kokeiden ja koekappaleiden tulokset lisätään dokumenttiin niiden valmistuttua. Pöytäkirjapohja löytyy liitteestä 3.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Lapin Teollisuusrakennus Oy:n betonoinnin dokumentointiin liittyviä asiakirjoja. Tarkoituksena oli luoda mahdollisimman kattavat ja helppokäyttöiset dokumenttipohjat työmaan päivittäiseen käyttöön.

Työn teoriaosassa pyrittiin keskittymään riittävin osin betonin rakenteeseen ja siihen vaikuttavien lisä- ja seosaineiden ominaisuuksiin. Rakennesuunnitelmista betonimassan ilmoitettuja vaatimuksia tarkasteltaessa on ymmärrettävä niiden rakenne ja soveltuvuus ympäristöön. Huomioon otettavana asiana on suunnitelmien ja käytännön yhteensovittaminen.

Betonointiin syvällisemmin perehtyessäni huomasin betonoinnin suunnitteluun liittyvän ohjeistuksen olevan vajavaista. Kaikkea betonoinnissa huomioitavia asioita on kuitenkin mahdotonta kirjoittaa oppaaksi, sillä betonointitilanteet voivat poiketa paljon toisistaan. Riittävä perustietämys ja kokemuksella omaksuttava tieto betonivalun läpiviennistä luovat perustan työn onnistumiselle. Toistojen määrä ja virheistä oppiminen edesauttavat rakentamaan jatkoa tälle perustalle.

LÄHTEET

1. Palonen, Marko 2019. Betonin laadunvarmistaminen työmaalla. Saatavissa: https://www.ril.fi/media/2017/2017-jasenyys/4_markopalonen.pdf. Hakupäivä 23.5.2020.
2. Lapin Teollisuusrakennus Oy. Saatavissa: <https://www.ltr.fi/> Hakupäivä 4.4.2020.
3. Betoni. 2020. Wikipedia. Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Betoni>. Hakupäivä 20.3.2020.
4. Sementin valmistus. Finnsementti. Saatavissa: <https://finnsementti.fi/palvelut/tietoa-sementista/valmistus/>. Hakupäivä 20.3.2020.
5. Betoni materiaalina. 2019. Saatavissa: <https://www.rudus.fi/Download/27932/Betoniakatemia%20Betoni%20materiaalina.pdf>. Hakupäivä 20.3.2020.
6. Betonin valmistus. Betoniteollisuus Ry. Saatavissa: <https://betoni.com/tietoa-betonista/perustietopaketti/betoni-rakennusmateriaalina/betonin-valmistus/>. Hakupäivä 21.3.2020.
7. Betonin historia. Betoniteollisuus Ry. Saatavissa: <https://betoni.com/tietoa-betonista/perustietopaketti/betoni-rakennusmateriaalina/betonin-valmistus/>. Hakupäivä 22.3.2020.
8. Mihin betonia käytetään. Betoniteollisuus Ry. Saatavissa: <https://betoni.com/tietoa-betonista/perustietopaketti/mihin-betonia-kaytetaan/>. Hakupäivä 24.3.2020.
9. Vuorinen, Pekka 2012. Betonointi kylmissä olosuhteissa. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK120603.pdf>. Hakupäivä 23.5.2020.
10. Rasitusluokat. 2019. Saatavissa: <https://www.rudus.fi/Download/27940/Betoniakatemia%20Rasitusluokat.pdf>. Hakupäivä 3.4.2020.

11. SFS-EN 206:2014 + A1:2016. 2016. Betoni. Määrittely, ominaisuudet, valmistus ja vaatimustenmukaisuus. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. 20.3.2020.
12. Anttila, Vesa. Betonin valinta. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK090403.pdf>. Hakupäivä 25.4.2020.
13. Lattiabetonien notkeus ja lisäaineet. 2012. Suomen Betonilattaiyhdistys Ry. Saatavissa: <http://www.bly.fi/File/2012-2Anttila.pdf?rnd=1356604074>. Hakupäivä 4.4.2020.
14. Betonin valinta. 2019. Saatavissa: <https://www.rudus.fi/Download/27936/Betoniakatemia%20Betonin%20valinta.pdf>. Hakupäivä 24.4.2020.
15. Betonirakenteiden käyttöikäsuunnittelu. 2017. Saatavissa: https://betoni.com/wp-content/uploads/2017/05/BET1702_66-71.pdf. Hakupäivä 25.4.2020.
16. B4 (2005). 2004. Betonirakenteet. B4 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/data/normit/28237-B4Betoni.pdf>. Hakupäivä 20.3.2020.
17. Siltakoski, Juho 2020. Työmaapäällikkö, Lapin Teollisuusrakennus Oy. Haastattelut 16.3.2020 ja 23.4.2020.



Betonointisuunnitelma

1 (2)

Työnumero			
Työmaa			
Kohde			
Työhön liittyvät piirustukset			
Valupäivä	xx.xx.xxxx klo		
Betonin toimittaja	Yrityksen nimi	puh.	
Yritys, puhelinnumero	1. Vara-asema	puh.	
	2.	puh.	
Rakenteet			
Betonin määrä	arvio m ³		
Betonin tyyppi			
Lujuusluokka			
Ympäristörasitusluokat	<input type="checkbox"/> XC 1...4 <input type="checkbox"/> XA 1...4	<input type="checkbox"/> XS 1...4 <input type="checkbox"/> X0	<input type="checkbox"/> XD 1...4 <input type="checkbox"/> XF 1...4
Notkeusluokka	<input type="checkbox"/> S2 <input type="checkbox"/> S3 <input type="checkbox"/> S4	<input type="checkbox"/> ITB	<input type="checkbox"/> Muu: mikä?
Vesi/sementti-suhde	max		
Toimitus			
Tyyppi	Valmis betoni		
Määrä tunnissa, m ³ /h			
Betonin tavoitelämpötila, °C			
Valumenetelmä	<input type="checkbox"/> Pumppu	<input type="checkbox"/> Nostoastia	
Betonointimenetelmät			
Max. nousukorkeus			
Betonoinnin selostus			
Sääsuojaus (jos tarvitaan) Selostus:	<input type="checkbox"/> Tuuli <input type="checkbox"/> Aurinko <input type="checkbox"/> Sade <input type="checkbox"/> Pakkanen Huomio: Muotin lämmitys jos lämpötila laskee alle +5°C		
Tiivistäminen			
Vibrat	<input type="checkbox"/> Halkaisija D=68 mm <input type="checkbox"/> Halkaisija D=38 mm <input type="checkbox"/> Muu =		
Määrät	kpl sisäisiä		
Vibra-aika	≤ s/m ²		
Varalla	kpl mm vibroja		
Betonin testaus			
Vastaavat			
Rakennuspaikalla tehdyt kokeet	<input type="checkbox"/> Painumakoe	<input type="checkbox"/> Leviämäkoe	<input type="checkbox"/> Betonin lämpötila

Valtakatu 1
94100 Kemi
Puh 0207 630 600

Torikatu 22A
90100 Oulu
Puh 0207 630 620

Kontiotie 3B
01900 Nurmijärvi
Puh 0207 630 650

Y-tunnus 0530549-5
etunimi.sukunimi@ltr.fi
www.ltr.fi

Laadun tarkistus	
Vastaava	
Koekappaleet	kpl
Vahvistetut kartiot erässä	
Ilmamäärä	<input type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei
Veden tunkeutumisvyyskoe	kpl
Lämpötilan seuranta pinnalla ja keskellä Testo-dataloggereilla	
Vaadittu	<input type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei
Valun varalaitteisto	
Sijainti	
Betonin jälkihoito	
Muottien purku	Kun nimellislujuus on <input type="checkbox"/> 10 MN/m ² <input type="checkbox"/> 60% tavoitteesta saavuttanut
Jälkihoito	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Lämmittimet (jos tarvitaan) Pressu Pakkasmatto Huomio: Lämmittimet laitetaan jos lämpötila laskee alle +5°C
Selostus:	
Kastelu	<input type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei <input type="checkbox"/> Jos tarvitaan
Jälkihoidon lopettaminen	<input type="checkbox"/> Kun 60% nimellislujuudesta on saavutettu <input type="checkbox"/> Muu, <input type="checkbox"/> Kun 70% nimellislujuudesta on saavutettu
Jälkihoitoaine	<input type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei Käytettävä aine=
Liitteet	(esim. tarkastuslista, raudoitus- ja muottitarkastus, valokuvat)
Jakelu	

Laatinut

Päiväys

[Nimenselvennys]

Tilaaajan hyväksyntä

Päiväys

[Nimenselvennys]

 Valtakatu 1
 94100 Kemi
 Puh 0207 630 600

 Torikatu 22A
 90100 Oulu
 Puh 0207 630 620

 Kontiotie 3B
 01900 Nurmijärvi
 Puh 0207 630 650

 Y-tunnus 0530549-5
 etunimi.sukunimi@ltr.fi
 www.ltr.fi

Työnumero			
Työmaa			
Kohde			
Suunniteltu betonointi			
	suunniteltu/ tarkastettu	ei olennainen	huomioitavaa
ALOITUSPALAVERI työntekijöiden perehdytys, betonoinnin läpikäynti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
KÄYTETTÄVÄ BETONILAATU betonilaadun soveltuvuus vallitseviin olosuhteisiin?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
BETONOINTI tiheästi raudoitettut rakenteet, juotosvalut, IT- Betonointi, leviämän mittaus ennen betonointia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
TYÖTURVALLISUUS putoamissuojaus, kulkureitit, henkilökohtaiset suojavarusteet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
KESKEYTYKSIIN VARAUTUMINEN sähkökatko, laiterikko, vara- asema, varapumppu, muotin pettäminen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
BETONIN TESTAUS TYÖMAALLA olosuhdekappaleet - kuka testaa? luujudenkehityksen arviot ja kehityksen seuranta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
VALUKALUSTO varakalusto, laiterikko	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SÄÄSUOJAUS yllättävät olosuhteet, vesisateet, tuuli, pakkanen, korkeat lämpötilat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
VIIMEISTELY resurssien varaaminen, korkojen tarkemmittaus, pinnan hierto, pinnan laatuvaatimukset	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
JÄLKIHOITO tarvittavat materiaalit/aineet työmaalla, tarvitaanko esihoitoaine, väli peittely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
MUU			

mikäli valitsit *ei olennainen*, lisää perustelu huomioihin

Valtakatu 1
94100 Kemi
Puh 0207 630 600

Torikatu 22A
90100 Oulu
Puh 0207 630 620

Kontiotie 3B
01900 Nurmijärvi
Puh 0207 630 650

Y-tunnus 0530549-5
etunimi.sukunimi@ltr.fi
www.ltr.fi

Työnumero	
Työmaa	
Työvuoro	
Betonoitu osa	
Päivämäärä	1.1.2019
Betonointi alkoi-päättyi	klo
Betonointiaika yhteensä	h
Keskeytykset yhteensä	0 h
Tehokas työaika	h
Betonin lujuus- ja rakenneluokka,	
Maksimiraekoko	
Betonimassa toimittaja	
Betonin koostumuslomake	nro
Betonimassa notkeusaste	
Betoniannoksia	kpl
Betoniannos	m ³
Valmistettu betonimäärä	m ³
Betonointinopeus	m ³ /h
Tiivistämisvälineet	kpl Dxx mm
Ilman lämpötila betonointipaikalla	°C
Betonimassan lämpötila	°C
Betonointi työkunta	henkilöä
Työtunteja	h
Betonoimisesta vastaa	
Puristuslujuuskoekappaleiden tunnuks	
Koetusikä	d
Koetulokset	
Muut koekappaleet: tarkoitus ja tunnuks	
Jälkihoito:	
Selostus jälkihoidosta	

Laatinut

Päiväys

[Nimenselvennys]

Tilaaajan hyväksyntä

Päiväys

[Nimenselvennys]

Valtakatu 1
94100 Kemi
Puh 0207 630 600

Torikatu 22A
90100 Oulu
Puh 0207 630 620

Kontiotie 3B
01900 Nurmijärvi
Puh 0207 630 650

Y-tunnus 0530549-5
etunimi.sukunimi@ltr.fi
www.ltr.fi

