

Kimmo Jokinen

# **Paikallavalettavat vesitiiviit teräsbetonirakenteet betonityönjohtajan näkökulmasta**

Opinnäytetyö

Syksy 2014

SeAMK Tekniikka

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

**SeAMK** 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Kimmo Jokinen

Työn nimi: Paikallavalettavat vesitiiviit teräsbetonirakenteet betonityönjohtajan näkökulmasta

Ohjaaja: Olli Isopahkala

Vuosi: 2014

Sivumäärä: 32

Liitteiden lukumäärä: 7

---

Tässä opinnäytetyössä kerrotaan vesitiiviin teräsbetonirakenteen ominaisuuksista ja työvaiheista betonityönjohtajan näkökulmasta tarkasteltuna. Aihealueena vesitiivis betonointi on suhteellisen laaja, ja kyseisessä työssä rajattu paikallavalettaviin teräsbetonirakenteisiin. Työn esimerkkitapauksena toimii Mustasaaren kunnan jätevedenpuhdistamon uudishanke. Vesitiivistä teräsbetonointia käydään läpi hankkeen rakenneosia hyväksi käyttäen.

Rakennusurakan pääurakoitsijana toimii Fenno Water Ltd Oy. Aliurakan kautta maanrakennus- ja rakennusosista vastaa Virtain Kiinteistöpalvelu Oy.

Opinnäytetyö esittelee betonityönjohtajan pätevyysvaatimukset. Lisäksi käydään läpi pohjalaatan, seinärakenteiden sekä holvirakenteiden muottityö, raudoitus, betonointi ja jälkihoito. Kaikessa huomioidaan työturvallisuuden asettamat kriteerit.

Tämä opinnäytetyö koostuu teoriasta, käytännön kokemuksista sekä työohjeista. Opinnäytetyön tavoitteena on kehittää ja parantaa jo ennestään hyvää laatua ja työturvallisuutta VKP Oy:ssä.

Avainsanat: vesitiivis betoni, jälkihoito, betonityönjohtaja, työturvallisuus, suurmuottityö

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Site Management

Specialisation: Building Construction

Author: Kimmo Jokinen

Title of thesis: Waterproofed reinforced concrete constructions made on site

Supervisor: Olli Isopahkala

Year: 2014      Number of pages: 32      Number of appendices: 7

---

The thesis describes, from the point of view of a team leader, how waterproofed concrete works are made. The contents of the thesis is rather large, and that is why it concentrated on reinforced concrete constructions made on site. The wastewater treatment plant in Mustasaari is an example of this work. The waterproofed reinforced concrete work is represented by introducing the Mustasaari project.

The chief constructor of the work was Fenno Water Ltd Oy and the subcontractor was Virtain Kiinteistöpalvelu Oy.

The thesis represents the requirements for a team leader. The thesis also describes the bottom structures, the wall structures and the formwork of vault structures, the reinforcement, the concrete work and the after care. Work safety is most important in all these processes.

The thesis consists of theory, practical experiences and work instructions. The aim of the thesis was to develop and improve the currently existing good quality and work safety at Virtain Kiinteistöpalvelu Oy.

Keywords: waterproofed concrete, the leader of the concrete work, work security

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet .....	7
1 JOHDANTO .....	8
2 VESITIIVIS BETONI.....	9
2.1 Mitä betoni on? .....	9
2.2 Betonin sitoutuminen ja kovettuminen .....	10
2.3 Mikä tekee betonista vesitiiviin?.....	11
3 BETONITYÖNJOHTAJA.....	12
3.1 Rakenneluokat ja pätevyysvaatimukset.....	12
3.2 Eurokoodien mukaiset seuraamus- ja toteutusluokat.....	12
3.3 Betonityön johtaminen .....	14
4 POHJALAATTA .....	15
4.1 Pohjalaatan perustukset ja muottityö .....	15
4.2 Pohjalaatan raudoitustyö .....	16
4.3 Pohjalaatan betonointi ja jälkihoito.....	18
5 SEINÄRAKENTEET .....	22
5.1 Seinien suurmuottityö ja raudoittaminen .....	22
5.2 Seinärakenteiden betonointi ja jälkihoito.....	25
6 HOLVIRAKENTEET .....	26
7 TYÖSAUMOJEN JA VUOTOKOHTIEN INJEKTOINTI.....	27
7.1 Injektointi.....	27
7.2 Työsaumojen varmistaminen injektointiletkulla .....	27
7.3 Vuotokohdan injektointi.....	28
8 MUUTA HUOMIOITAVAA.....	29
9 POHDINTA .....	30
10 LÄHTEET.....	31

11 LIITTEET .....	32
-------------------	----

## **Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo**

Kuva 1. Murskeen levitys .....	15
Kuva 2. Pohjalaatan muotti .....	16
Kuva 3. Pohjalaatan raudoitus .....	17
Kuva 4. Pohjalaatan valu .....	19
Kuva 5. Pohjalaatan jälkihoito käynnissä .....	20
Kuva 6. Suurmuottien tukijalan asennus .....	22
Kuva 7. Työsaumanauha asennettuna liitoskohtaan.....	23
Kuva 8. Tulevan putkiston läpivientejä seinärakenteessa.....	24
Kuva 9. Vesitiiviitä sidepultteja ja työsauman injektointiletku .....	24
Kuva 10. Kaiteiden rakennusta betonointia varten.....	25
Kuva 11. Holvimuotin raudoitustyö käynnissä.....	26
Kuva 12. Paisuva saumanauha ja injektointiletku asennettuna .....	27
Kuva 13. Halkeaman injektointia varmuuden vuoksi. Ei välttämättä vuotokohta...	28
Taulukko 1. Seuraamusluokkien määrittely.(Sahlstedt ym. 2013, 8).....	13
Taulukko 2. Raudoitustyön terveyshaittoja. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011, 285.) .....	17
Taulukko 3. Jälkihoidon suositeltavat vähimmäisrajat eri kovettumisolosuhteissa normaalisti kovettuvalle betonille (BY 50 4.2.4.5).....	20
Taulukko 4. Jälkihoidon suositeltavat vähimmäisrajat eri kovettumisolosuhteissa no- peasti kovettuvalle betonille.....	20

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>Vesitiivis betoni</b>	Betoni luokitellaan vesitiiviiksi, mikäli SFS-standardin 12390-8 mukaisilla koejärjestelyillä vesi on tunkeutunut 24 tunnin aikana 10 barin paineessa koekappaleeseen korkeintaan 100 millimetriä.
<b>Teräsbetoni</b>	Teräsbetoniksi kutsutaan betonin ja raudan yhdistelmää, jossa sementtikivi on ankkuroinut raudan tiiviisti osaksi rakennetta. Teräsbetonilla on raudan taivutuslujuuden ansiosta huomattavasti parempi taivutus- ja leikkauskestävyys kuin pelkällä betonilla.
<b>Tiivistäminen</b>	Tiivistämiseksi kutsutaan betonin ”täryyttämistä”, jonka ansiosta betonin/valumuotin välinen ylimääräinen ilma poistuu ja tätä kautta vähentää huokosia valmiissa betonirakenteessa. Lisäksi tiivistämisellä varmistetaan, että betoni on tasalaatuista.
<b>Betonityönjohtaja</b>	Johtaa betonityötä. Betonityönjohtajan pätevyysvaatimukset on luokiteltu rakenteen vaativuuden mukaan kolmeen eri luokkaan.
<b>Rakennesuunnittelija</b>	Suunnittelee ja mitoittaa rakenteen kestävänsä sille asetetut vaatimukset. Rakennesuunnittelijalle on määritetty myös pätevyysvaatimukset rakenteen vaativuuden mukaan.
<b>Karbonatisoituminen</b>	Ilman hiilidioksidin tunkeutumista betoniin. Aiheuttaa betonin emäksisyyden alenemista, joka altistaa raudoituksen korroosiolle ja tätä kautta rappeuttaa betonirakennetta.
<b>TR-mittaus</b>	TR-mittauksessa työnjohtaja tarkastaa työmaan turvallisuusasiat ja täyttää tarkastuksesta lomakkeen. TR-mittaus suoritetaan viikottain.

# 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö käsittelee betonityönjohtamista vesitiiviiden teräsbetonirakenteiden parissa, aina suurmuottityöstä jälkihoitoon ja mahdolliseen vuotokohdan paikkaukseen asti. Aihealueena vesitiivisbetonointi on suhteellisen laaja, ja tässä työssä keskitytäänkin paikallavalettaviin teräsbetonirakenteisiin.

Opinnäytetyössä käytetään esimerkkinä Mustasaaren kunnan, Koivulahden jätevedenpuhdistamon rakennustyötä. Koivulahden jätevedenpuhdistamo on uudishanke, joka toteutetaan KVR-urakkana aikavälillä 1.3.2014 - 31.12.2014. Pääurakoitsijana hankkeessa toimii Fenno Water Ltd Oy. Urakan maanrakennus- ja rakennusteknisistä töistä vastaa Virtain Kiinteistöpalvelu Oy.

Koivulahden jätevedenpuhdistamon rakenteissa vesitiivistä teräsbetonirakennetta on yhteensä noin 300 m<sup>3</sup>. Tämä merkitsee luonnollisesti sitä, että niin urakan taloudellisen kuin rakennusteknisen onnistumisen kannalta on erittäin tärkeää hallita betonointityöt. Urakan tilaajan yhtenä kelpoisuusvaatimuksena urakoitsijalle/ aliurakoitsijoille on aikaisempi kokemus ja referenssit vastaavista hankkeista.

Virtain Kiinteistöpalvelu Oy on urakoinut viimeisen 11 vuoden aikana noin 10 uudistai saneerauskohdetta vesi- ja jätevesilaitosten parissa. Rakennusliikkeellä on tarkoitus jatkaa vastaavien kohteiden tarjoamista, joten on syytä pysyä ajan hermolla sekä pyrkiä kehittymään alati tiukentuivissa tarjouskilpailuissa.



## 2 VESITIIVIS BETONI

### 2.1 Mitä betoni on?

Betoni on keinotekoisia "kiveä". Betoni koostuu vedestä, kiviaineksesta ja sementistä. Lisäksi betoniseoksen ominaisuuksia voidaan muokata ja parantaa lisäaineilla.

Kiviaines:

- Kiviaineksen osuus betonimassasta on 65–80 %.
- Periaatteessa kiviaineksenä voidaan käyttää mitä tahansa riittävän lujaa ja tiivistä, rakeista materiaalia.
- Kiviaines ei saa osallistua sementin reaktioihin ja tätä kautta huonontaa betonin lujuutta ja säilyvyyttä.

Vesi:

- Betonissa käytettävän veden tulee olla puhdasta.
- Vesi ei saa sisältää humusta tai muita roskia.
- Ohjeena voidaan pitää että, jos vettä uskaltaa juoda, sitä uskaltaa käyttää betonin valmistamiseen.

Sementti:

- Sementti on hydraulinen sideaine.
- Sementti reagoi veden kanssa.
- Lopputuloksena on kova ja kestävä tuote niin veden alla kuin ilmassakin.
- Sitoutumisreaktiossa tapahtuu lämmöntuotantoa.
- Sementti vaikuttaa betonimassan sekä valmiin betonin ominaisuuksiin
- Useita sementtilaatua mm. pikasementti (CEM I 52,5R), yleisementti (CEM II/A-M(S-LL) 42,5 N) sekä rapidsementti (CEM II/A-LL 42,5R)

Lisäaineet voidaan luokitella esimerkiksi seuraavasti:

- notkistavat lisäaineet
- huokostimet
- muut pakkasenkestävyyttä parantavat aineet

- hidastimet
- kiihdyttimet
- injektointiaineet
- tiivistysaineet
- muut lisäaineet.

(Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011a, 18–50.)

## 2.2 Betonin sitoutuminen ja kovettuminen

Sekoittamisen jälkeen vesi-sementtiseos pysyy aluksi notkeana. Jonkin ajan kuluttua seos alkaa kuitenkin hyytelöityä ja menettää samalla plastisuuttaan. Tätä reaktiota kutsutaan sitoutumiseksi. Sitoutumisvaiheessa seosta ei saa häiritä tai seurauksena voi olla lujuuskato valmiissa betonissa.

Sementin sitoutumisaika riippuu sementin kemiallisesta koostumuksesta ja sen hienoudesta. Kipsilisäyksellä varmistetaan sementille sopiva sitoutumisaika. Sitoutuminen riippuu myös voimakkaasti lämpötilasta. Kun lämpötila nousee 10 °C, sitoutumisaika lyhenee karkeasti arvioiden puoleen. Kylmä ilma hidastaa oleellisesti sementin sitoutumista (betonin lujuudenkehityksen alkua), ja siksi talvella on lujuudenkehityksen varmistamiseksi syytä käyttää nopeita sementtejä tai esim. lämmintä massaa. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011a, 51.)

Pikku hiljaa vesi-sementtiseoksen kiinteys lisääntyy ja aletaan puhua kovettumisesta. Selvää rajaa tälle kyseiselle tapahtumalle ei voida asettaa, vaan kovettuminen jatkuu niin pitkään kuin seoksessa on osallistumiskykyistä vettä. Riittävänä vesimääränä kovettumisen täydelliseen onnistumiseen voidaan pitää vesimäärää, joka vastaa 40–45 % seoksen sementin painosta.

### 2.3 Mikä tekee betonista vesitiiviin?

Vesitiiviin betonirakenteen syntymiseen vaikutetaan vesi-sementtisuhteella v/s. Vesitiiviissä betonissa kyseinen suhde on  $<0,5$ . Sitoutuessaan eli hydratoituessaan vesi ja sementti muodostavat sementtikiven, joka liimaa betonin kiviainekset lujasti toisiinsa kiinni. Sementtikivi myös ankkuroi rakenteessa käytettävän raudoituksen betoniin kiinni, mikä mahdollistaa teräsbetonirakenteiden toiminnan. Kovettuessaan sementtikiveen jää kuitenkin kapillaarihuokosia eli vesitäytteisiä tiloja. Näiden huokosten määrään vesi-sementti-suhde vaikuttaa voimakkaasti, sillä jos v/s on alle 0,6 kovettuneen sementtikiven kapillaarihuokosto ei ole jatkuva eikä kapillaarinen liike ole mahdollinen betonissa. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011a, 75–77.)

Sementtigeeli sulkee läpimenevät kapillaarihuokokset vesi-sementti -suhteesta riippuen määrättyssä vaiheessa. Tämä tapahtuu v/s:n arvolla 0,40 noin 3 vuorokauden ja arvolla 0,60 noin 6 kuukauden kuluttua. Jos v/s on suurempi kuin 0,70, kapillaarihuokosto ei sulkeudu lainkaan eikä sellainen betoni voi olla vedenpitävää. Jotta betonista saataisiin vedenpitävä, on suhteutuksessa huolehdittava lisäksi siitä, että hienojen aineiden (sementti ja filleri) määrä on sellainen, että kiviaineksen väliin jäävät tyhjätilat täyttyvät ja toisaalta betonoinnissa siitä, että betoni tiivistetään kunnollisesti siten, ettei harvavalua esiinny. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011a, 77.)

## 3 BETONITYÖNJOHTAJA

### 3.1 Rakenneluokat ja pätevyysvaatimukset

1900-luvun puolivälissä betoninormeihin tulleet rakenneluokat jakavat betonirakenteet kolmeen eri rakenneluokkaan ”Betoninormien by 50” kohdan 1.1 mukaisesti. Rakenneluokkien vaatimukset perustuvat betonin valmistuksen vaativuuteen ja rakenteen toteutuksen yleiseen vaativuuteen.

Rakenneluokat ja vaadittavat pätevyudet:

- 1-luokka koskee vaativia betonirakenteita. 1-luokan betonityönjohtajalla tulee olla rakennusalan teknillinen peruskoulutus, riittävä työkokemus sekä rakennusalan organisaatioiden järjestämä täydennyskoulutus. FISE Oy toteaa ja myöntää pätevyyden seitsemäksi vuodeksi kerrallaan.
- 2-luokka koskee tavanomaisia rakenteita. 2-luokan betonityönjohtajalla tulee olla vähintään rakennusteknikon koulutus ja hänen tulee olla perehtynyt betonitöiden suoritukseen ja betonin teknologiaan. 2-luokan betointi-työssä saa käyttää korkeintaan lujuusluokkaa K40.
- 3-luokassa betonityönjohtajalle ei ole erityisiä vaatimuksia, mutta 3-luokan työssä korkein sallittu lujuusluokka on K20.

(Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011a, 155, 209.)

### 3.2 Eurokoodien mukaiset seuraamus- ja toteutusluokat

Eurokoodeilla toimiessa käytetään seuraamus- ja toteutusluokkia. Toteutusluokat koskevat pelkästään työmaatöitä ja luokat vastaavat pitkälti vanhoja rakenneluokkia. Toteutusluokat jaetaan myös kolmeen eri luokkaan, vain numerointi on päinvastainen. Vanhat rakenneluokat ja uudet eurokoodien mukaiset toteutusluokat ovat rinnakkaiskäytössä. Rinnakkaiskäytön kaavailtiin päättyvän 30.6.2013, mutta tämänkin jälkeen rakenneluokkien käyttö on periaatteessa mahdollista. Käytettävästä periaatteesta päättää rakennusvalvonta tapauskohtaisesti. (Sahlstedt ym. 2013, 6–7.)

## Toteutusluokat:

- Toteutusluokka 1 vastaa rakenneluokkaa 3. Käytetään seuraamusluokan CC1 rakenteissa. Korkein sallittu betonin lujuusluokka on C20/25.
- Toteutusluokka 2 vastaa rakenneluokkaa 2. Käytetään seuraamusluokan CC1 ja CC2 rakenteissa. Korkealujuusbetonit C55/67 jäävät toteutusluokan ulkopuolelle.
- Toteutusluokka 3 vastaa rakenneluokkaa 1. Käytetään seuraamusluokan CC3 rakenteissa.

Taulukko 1. Seuraamusluokkien määrittely (Sahlstedt ym. 2013, 8).

Seuraamusluokka	Kuvaus	Esimerkki
CC3	Suuret seuraamukset hengenmenetysten, tai hyvin suurten taloudellisten, sosiaalisten, tai ympäristövahinkojen muodossa	Rakennuksen kantava runko jäykistävine rakennusosineen sellaisissa rakennuksissa, joissa usein on suuri joukko ihmisiä kuten -yli 8-kerroksiset asuin-, konttori- ja liikerakennukset -konserttitalit, teatterit, urheilu- ja näyttelyhallit, katsomot -raskaasti kuormitetut tai suuria jännevälejä sisältävät rakennukset
CC2	Keskisuuret seuraamukset hengenmenetysten, tai merkittävät taloudellisten, sosiaalisten, tai ympäristövahinkojen muodossa	Rakennukset ja rakenteet, jotka eivät kuulu luokkiin CC3 tai CC1. Ylä- ja välipohjat kuuluvat kuitenkin luokkaan CC2, elleivät ne toimi koko rakennusta jäykistävänä rakenteena.
CC1	Vähäiset seuraamukset hengenmenetysten tai pienten tai merkityksettömien taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen muodossa	ja 2-kerroksiset rakennukset, joissa vain tilapäisesti oleskelee ihmisiä, esim. varastot

### 3.3 Betonityön johtaminen

Rakennustyömaalla betonityötä johtaa rakenteen vaatimustason mukainen betonityönjohtaja. Betonityönjohtajan on oltava paikalla rakennetta betonoitaessa. Betonityönjohtaja vastaa, että työ suoritetaan hyvän rakennustavan mukaisesti ja tarvittaessa ohjaa ja neuvoo muita työntekijöitä.

Työnsuoritukseen luetaan kaikki ne työvaiheet, jotka ovat tarpeen näissä ohjeissa tarkoitettujen rakenteiden ja rakenneosien valmistamiseksi. Betonityönjohtaja johtaa työn suorittamista. Betonityönjohtajan on oleellisten työvaiheiden, etenkin betonoinnin aikana oltava paikalla. Jos 1- tai 2-luokan betonityönjohtaja hetkellisesti joutuu poistumaan paikalta, tulee hänen tilallaan olla vähintään 2-luokan betonityönjohtaja. (Ympäristöministeriö 2004, 42.)

## 4 POHJALAATTA

### 4.1 Pohjalaatan perustukset ja muottityö

Mustasaaren urakassa pohjalaatta perustetaan teräsbetonipaalutuksen päälle pohjatutkimuksen mukaisesti. Pohjalaatan ja alkuperäisen maanpinnan väliin tulee jättää 400 millimetrin kapillaarikatko. Rakenne toteutetaan N2-luokan suodatinkankaan päälle levitetyllä ja tiivistetyllä tasaisella murskekerroksella. Murskekerros muodostuu pohjan karkeammasta lajikkeesta 0–65 mm sekä pintaan levitettävästä hienommasta lajikkeesta 0–32 mm. Pintakerroksen hienommalla lajikkeella haetaan betonin pienempää tunkeutumista murskekerrokseen. Asennusvaiheessa tulee huolehtia suodatinkankaan limityksestä saumakohdissa (n. 500 mm) sekä murskekerroksien tiivistämisestä 200 mm:n välein.



*Kuva 1. Murskeen levitys*

Turhien kustannusten välttämiseksi työnjohdon tulee huolehtia, ettei maata kaiveta enempää kuin rakentamisen kannalta on välttämätöntä. Tällä pyritään minimoimaan kalliiden konetyötuntien lisäksi ylimääräiset murskekustannukset. Poiskaivettu maa kannattaa varastoida työmaalle, jos mahdollista, sillä se on arvossaan, kun rakennuksen ulkopuolisia täyttöjä ruvetaan tekemään.

Pohjalaatan valumuotti rakennetaan 22 mm vahvasta filmivanerista ja tuetaan sahatarvaralla (50x100) mm<sup>2</sup>. Lisäksi muottia tuetaan paikalleen peittämällä muottia murskeella sen ulkopuolelta. Muotin sisäpintaan kiinnitetään rima tulevaan valupintaan.



*Kuva 2. Pohjalaatan muotti*

## 4.2 Pohjalaatan raudoitustyö

Pohjalaatta raudoitetaan rakennesuunnittelijan suunnitelmien mukaisesti. Työmaalla tulee kiinnittää erityistä huomiota raudoituksen suojaetäisyyksiin (maata vasten vähintään 50 mm ja muottia vasten vähintään 25 mm). Tällä pyritään estämään betonin karbonatisoituminen. Lisäksi tämä on oleellista teräsbetonirakenteen toiminnan kannalta. Tartunnan vuoksi teräksellä pitää olla riittävän paksu betonipeite, että rakenne täyttää sille asetetut veto- ja leikkauslujuudet. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011a, 252.)

Työmaan sujuvan jatkon kannalta on myös syytä mitata ja asentaa seinien pystytartunnat tarkasti paikoilleensa. Mittavirheillä on ikävä tapa kertaantua moneen otteeseen rakennustyön etenemisen aikana. Tartuntojen mittavirheet pohjalaatassa voivat vaikeuttaa seinäraudoituksen suojaetäisyyksien täyttymistä. Myös seinälinjan



suoraan saaminen hankaloituu huomattavasti. Nämä seikat lisäävät turhan työn määrää seinämuottien asennusvaiheessa.



*Kuva 3. Pohjalaatan raudoitus*

Raudoitustyö on yksi riskialttiimmista työvaiheista ja alle 1,5 m korkeat pystytartunnat tulisikin suojata, lisäksi vaakartartunnat toimivat kompastusesteinä. Työterveyslaitos on tehnyt haastattelututkimuksen raudoittajien työpaikan terveyshaitoista. Taulukkoon 2. on poimittu tärkeimpiä näistä.

*Taulukko 2. Raudoitustyön terveyshaittoja. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011a, 285.)*

<b>Haittatekijä</b>	<b>Haittaa aiheuttavana pitää % vastan-</b> <b>neista</b>
<b>Epämukavat työasennot</b>	<b>91</b>
<b>Raskaat nostot</b>	<b>85</b>
<b>Kylmyys</b>	<b>73</b>
<b>Veto</b>	<b>65</b>
<b>Ilman liika kosteus</b>	<b>45</b>
<b>Haitallinen valaistus</b>	<b>44</b>
<b>Melu</b>	<b>42</b>
<b>Metallipöly</b>	<b>19</b>
<b>Hitsaussavu</b>	<b>15</b>

### 4.3 Pohjalaatan betonointi ja jälkihoito

Pohjalaatan betonoinnista betonityönjohtaja laatii suunnitelman/pöytäkirjan (Liite 1.), missä esitetään betonoitava rakenne, sen määrä ja toimitusnopeus m<sup>3</sup>/h sekä jälkihoito ja mahdollisiin ongelmiin varautuminen. Ongelmiin varautuminen onkin työturvallisuuden ja laadunvarmistuksen lisäksi yksi suurimmista työnjohdon huomiota vaativista seikoista vesitiiveissä betonivaluissa.

Betonia käsitellessä tulee muistaa, että betoni on erittäin emäksistä (Ph 12–13). Tästä johtuen betoni saattaa aiheuttaa ihon ärsytystä ja jopa ihovaurioita. Betonitoissa tuleekin käyttää seuraavia turva- ja suojarusteita:

- suojakypärä
- turvalasit tai suojaviisiiri
- vedenpitävät suojakäsineet
- pitkälahkeiset housut
- kumisaappaat, joissa on varvassuojaus sekä naulaanastumissuojaus.

Lisäksi iho tulee puhdistaa perusteellisesti puhtaalla vedellä, mikäli betonia tai betonista roiskunutta vettä osuu iholle. Sama koskee silmiä. Jos pesun jälkeenkin esiintyy voimakasta ärsytystä, on syytä hakeutua lääkäriin. (Rakennustuoteteollisuus RTT ry. 2010, 43.)

Vesitiiviin betonin vesi-sementti-suhde  $< 0,5$  vaikuttaa betonin käsittelyajan pituuteen negatiivisesti. Veden vähäinen määrä betonin koostumuksessa hankaloittaa betonin levittämistä ja tiivistämistä. Tämän lisäksi betoni sitoutuu nopeammin ja muodostaa pintaan ”nahan”. Tästä johtuen työnjohdon tulee huolehtia, ettei betonin toimitukseen pääse syntymään liian pitkiä taukoja valun aikana. Nämä asiat työnjohdon tulee huomioida, jotta kaksi eri betonierää saadaan sekoittumaan toisiinsa eikä vuotavia saumakohtia pääse syntymään. Työnjohdolla tulee olla tiedossa myös mahdollinen betonin varatoimittaja sekä riittävä miehitys ja kalusto työmaalla. Betoninpumppausautosta työnjohtaja täyttää määräysten mukaisen pystytyspöytäkirjan. (Liite 2.)



*Kuva 4. Pohjalaatan valu*

Valun jälkeen betonilaatta tulee hiertää. Hiertämisen kanssa joutuu olemaan tarkkana vesitiiviin betonin lyhyen käsittelyajan vuoksi. Betonin kovettuttua liikaa hiertäminen hankaloituu huomattavasti. Myös hierron lopputulos saattaa kärsiä.

Hierto tiivistää betonin pintaosan, vähentää betonin huokoisuutta ja samalla parantaa lujuutta, kulutuskestävyyttä ja tiiveyttä (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011a, 427.)

Heti hiertämisen jälkeen aloitetaan jälkihoito. Jälkihoito on erittäin tärkeä työvaihe vesitiiviiden betonilaattojen parissa työskennellessä.

Lattiabetonien muodonmuutosmittauksissa on havaittu, että massa kutistuu vaaka- ja pystysuunnassa jo muutaman tunnin kuluttua valusta. Kutistumisliike on seurausta kapillaarisesta alipaineesta, mikä aiheutuu veden haihtumisesta sitoutuvan betonin pinnasta. Alipaineen kehittymistä voidaan viivästyttää estämällä veden haihtuminen jälkihoidon avulla. Plastisen halkeilun muodostama halkeamaverkkokuvio muodostuu käytännössä väistämättä aina laatan pintaan. Jos sitoutuminen tapahtuu riittävän nopeasti ja jälkihoito aloitetaan mahdollisimman nopeasti, halkeamaverkko muodostuu tiheäksi ja epäjatkuvaksi (10...20 mm:n silmäkoko). Samalla halkeamien leveydet jäävät niin pieniksi, ettei halkeamien leveyttä voida silmin havaita. Päinvastaisessa tilanteessa halkeamat ovat harvassa ja halkeamat ovat leveitä, jolloin lattia on myös vaurioituneempi. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011a, 429–430.)

Jälkihoidon aikana pyritään pitämään olosuhteet kunnossa betonin kovettumista ajatellen. Jälkihoidon tavoitteena on, että valettu rakenne kovettuu moitteettomasti ja saavuttaa sille asetetun loppulujuuden sekä muut ominaisuudet.

Jälkihoitoon kuuluu

- rakenteen suojaaminen tuulta, sadetta, kylmyyttä, virtaava vettä ja aurin-  
gonpaistetta vastaan
- kovettumislämpötilasta huolehtiminen
- veden haihtumisen ehkäiseminen/hallinta
- rakenteen kastelu. (Suomen betoniyhdistys r.y. 2011a, 331.)

Lujuuden kehitystä seurataan betonin lämpötilaa mittaamalla. Talvibetonoinnissa rakenne suojataan ja pidetään lämpimänä niin, että betoni ei pääse jäätymään alle 5°C:ssa lujuudenkehitys on jo erittäin hidasta. Lämpimällä säällä haasteena on puolestaan betonin liian nopea kuivuminen, jota ehkäistään peittämällä rakenne ja kastelemalla sitä säännöllisesti. Myös kova tuuli haihduttaa betonissa olevaa vettä tehokkaasti. Vaikka betonilla ei olisi lämpötilan puolesta hätää, on aiheellista peitellä betonirakenne tuulen suojaan.



*Kuva 5. Pohjalaatan jälkihoito käynnissä.*

Taulukko 3. Jälkihoidon suositeltavat vähimmäisrajat eri kovettumisolosuhteissa normaalisti kovettuvalle betonille (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011b.)

Betonin lämpötila (°C)	Aika [d], jolloin saavutetaan 60 % nimellislujuudesta			Aika [d], jolloin saavutetaan 70 % nimellislujuudesta			Aika [d], jolloin saavutetaan 80 % nimellislujuudesta		
	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

Taulukko 4. Jälkihoidon suositeltavat vähimmäisrajat eri kovettumisolosuhteissa nopeasti kovettuvalle betonille

Betonin lämpötila (°C)	Aika [d], jolloin saavutetaan 70 % nimellislujuudesta			Aika [d], jolloin saavutetaan 80 % nimellislujuudesta		
	K30	K40	K50	K30	K40	K50
10	6	5	5	7,5	7,5	6,5
20	4	3,5	3,5	5,5	5,5	4,5
30	3	2,5	2,5	4	4	3,5
40	2,5	2	2	3	3	2,5

## 5 SEINÄRAKENTEET

### 5.1 Seinien suurmuottityö ja raudoittaminen

Suurmuotti on kahden muottipuoliskon muodostama seinän korkuinen muotti, jonka nostamiseen tarvitaan nosturia. Suurmuotin muottipinta on vaneria tai terästä. Valupintaa tukevana vaakakoolauksena on puu- tai teräsjuoksut. Vaakakoolaus on kiinnitetty teräksisiin ansaisiin. Muottipuoliskossa on vähintään kaksi tukijalkaa, joilla muotti tuetaan pystyyn ja säädetään oikeaan asentoon. Muottipuoliskot kiinnitetään toisiinsa sidepulteilla muotin ylä- ja alaosasta. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011a, 216.)



*Kuva 6. Suurmuottien tukijalan asennus*

Vuokratun muottikuorman tullessa työmaalle työnjohtaja tarkistaa toimituksen sisällön ja kuittaa lähetyksen vastaanotetuksi. Mikäli lähetyksessä on jotakin huomautettavaa, esimerkiksi jokin asia on rikkoontunut, on työnjohtajan vastuulla reklamoida asiasta välittömästi toimituksen lähettäjälle.

Muottityössä on useita vaaranpaikkoja. Suurimmat uhkat ovat muotin alle jääminen ja putoaminen. Muotin alle jäämistä tai putoamisriskiä pyritään vähentämään käyttämällä tarkastettuja henkilönostimia (Liite 3.) ja välttämällä oleskelua nostettavien muottien alapuolella. Lisäksi muotin kiinnitys nosturiin tulee tehdä huolellisesti ja

tarvittaessa tarkastaa. Suurmuottien asennuksessa käytettävälle nosturille työnjohdon tulee suorittaa määräysten mukainen pystytystarkistus yhdessä työsuojeluvallatun ja nosturin kuljettajan kanssa sekä täyttää tarkastuspöytäkirja. (Liite 4.). Tämä tarkastus tulee suorittaa joka kerta nosturia pystyttäessä. (VTT-rakentamisen turvallisuuden hallinta.)

Ennen muottien asentamista pohjalaatan ja seinän työsaumaan kiinnitetään paisuva työsaumanauha, jonka tarkoituksena on tiivistää kyseinen liitoskohta. Työsaumanauha on mahdollista asentaa jopa veden alla, sillä se reagoi vasta betonin emäksisyyteen. Lisäksi muottien pinnat käsitellään muottiöljyllä. Muottiöljy helpottaa muottien purkamista edesauttamalla muotin irtoamista betonipinnasta. Samalla muottiöljy vähentää betonin vahingoittumis- ja lohkeamisriskiä.



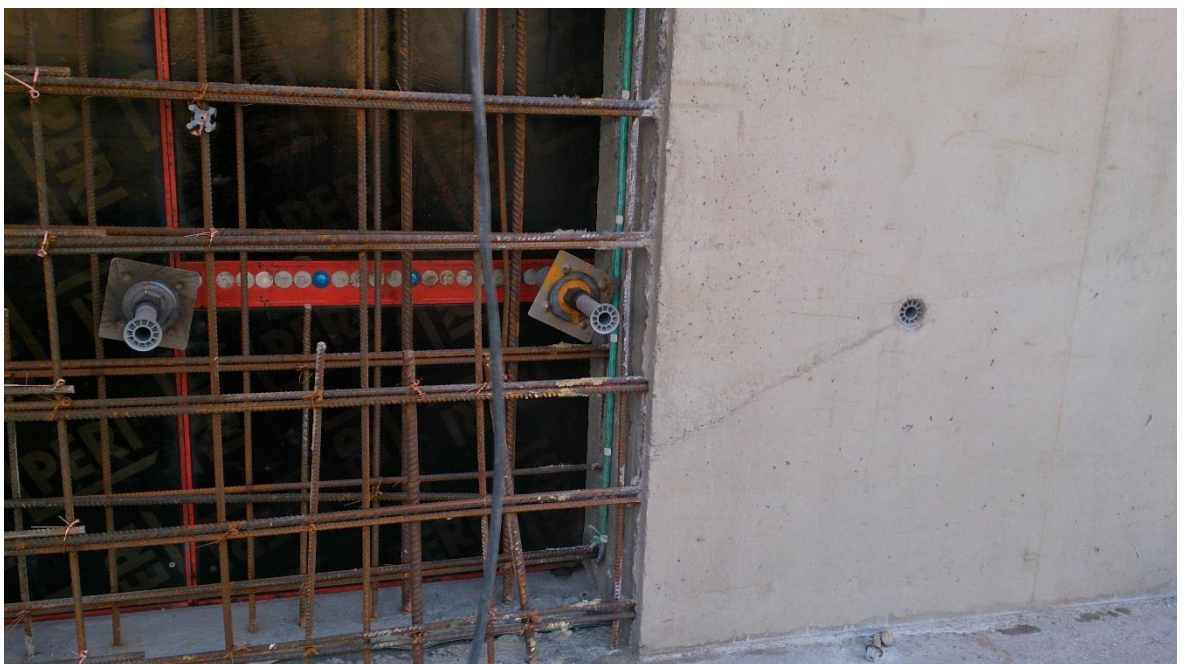
*Kuva 7. Työsaumanauha asennettuna liitoskohtaan*

Suurmuottityössä asennetaan ensin toinen muottipuolisko, minkä jälkeen rakenne raudoitetaan rakennesuunnittelijan suunnitelmien mukaisesti ja varmistetaan suojaetäisyyksien täyttyminen. Myös seinärakenteiden läpiviennit mitataan ja asennetaan paikoillensa tässä vaiheessa.



*Kuva 8. Tulevan putkiston läpivientejä seinärakenteessa*

Raudoituksen ja läpivientien asennuksen jälkeen muotti on valmis suljettavaksi toisella muottipuoliskolla. Muottipuoliskot kiinnitetään toisiinsa sidepulteilla. Vesitiiviin rakenteen vuoksi sidepultit kierretään kummankin muottipuoliskon läpi ja väliin tulee umpinainen ”metallilaippa”, johon sidepulttien päät kiertyvät kiinni. Rakenteen betonoinnin ja muottien poistamisen jälkeen sidepulttien reiät paikataan, jolloin vesitiivis rakenne on valmis.



*Kuva 9. Vesitiiviitä sidepultteja ja työsauman injektointiletku*



## 5.2 Seinärakenteiden betonointi ja jälkihoito

Seinärakenteiden betonoinnissa sekä jälkihoidossa pätee samat työnjohdolliset seikat kuin pohjalaatan parissa.

Lisäksi tulee huomioida

- putoamissuojaus korkealla työskennellessä  $>2,0$  m (Työturvallisuuskeskus TTK)
- betonin sopiva nousunopeus muotissa
- betonoiminen liian nopeasti aiheuttaa lajittumista (kiviaines valuu muotin pohjalle)
- betonin notkeudesta riippuen pääsääntönä voidaan pitää, että tunnissa nousua on 1 metri
- betonimassan liika tiivistäminen aiheuttaa myös lajittumista
- tiivistämisen pitää ylettyä aina myös edelliseen betonikerrokseen



Kuva 10. Kaiteiden rakennusta betonointia varten

## 6 HOLVIRAKENTEET

Holvirakenteet eivät poikkea aikaisemmin esitellyistä rakenteista suuresti. Erityisesti pohjalaatan rakenne, betonointi ja jälkihoito ovat käytännössä yhtenevät holvirakenteen kanssa. Poikkeaman aiheuttaa muottityö. Holvirakenteille on omat muottimalinsa. Holvimuottien pystytyksessä tulee noudattaa erityistä huolellisuutta ja seurata muottivalmistajan asennussuunnitelmia. Korkealla työskennellessä tulee huolehtia putoamissuojauksesta.



*Kuva 11. Holvimuotin raudoitustyö käynnissä*

Erityisesti muotin purkuikä tulee huomioida holvirakenteissa. Tämä johtuu virumasta. Virumalla tarkoitetaan rasituksessa olevan betonin muodonmuutoksen jatkumista ajan kuluessa. Rakennesuunnittelija ottaa viruman huomioon laskelmissaan, mutta siihen pitää kiinnittää huomiota myös työmaalla.

Kovettumisvaiheessa olevan betonin viruma on huomattavasti suurempi kuin täysin kovettuneen betonin. Näin ollen, kun esimerkiksi taivutettujen rakenteiden, kuten kattojen muotit puretaan suhteellisen varhain, on niiden alle laitettava väliaikaiset tuet liian suurien taipumien muodostamisen estämiseksi. Kuormittaminen, siis esimerkiksi muottien purkaminen, 7 vuorokauden iässä johtaa 30...40 % suurempiin virumasta johtuviin muodonmuutoksiin kuin kuormittaminen 14 vuorokauden iässä. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011a, 89.)

## 7 TYÖSAUMOJEN JA VUOTOKOHTIEN INJEKTOINTI

### 7.1 Injektointi

Injektoinnilla tarkoitetaan betonin halkeaman paikkaamista niin, että nestemäinen kovettuva aine (yleensä polyuretaani tai epoksi) täyttää halkeamassa olevan tyhjätilan ja kovettuu pysyväksi osaksi rakennetta. Injektoinnilla voidaan korjata yli 0,2 mm leveitä halkeamia, tätä kapeammat halkeamat käsitellään yleensä muilla menetelmillä. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2007, 84.)

### 7.2 Työsaumojen varmistaminen injektointiletkulla

Vesitiiviissä betonirakenteessa työsauma on aina riski vesitiiviyyden kannalta. Tämän vuoksi rakenne kannattaa pyrkiä toteuttamaan niin vähillä työsaumoilla kuin mahdollista. Työsauman kuitenkin osuessa kohdalle on suositeltavaa varustaa rakenne injektointiletkulla. Vaikkei työsauma vuotaisikaan, on ollut huomattavasti pienempi vaiva laittaa injektointiletku rakenteeseen ennen betonointia kuin ruveta injektoidaan vuotavaa rakennetta betonoinnin jälkeen. Injektointiletkun asennusta käsitellään liitteessä 5. (Liite 5.)



Kuva 12. Paisuva saumanauha ja injektointiletku asennettuna

### 7.3 Vuotokohdan injektointi

Vuotokohtaa jossain muualla kuin työsaumassa ei voida ennalta arvata, jolloin kyseiseen kohtaan ei myöskään tule asennettua injektointilettoa. Tällöin vuotokohdan joudutaan poraamaan reikiä ja varustamaan reiät rasvanipoilla estämään injektointiaineen ulostunkeutuminen. Samasta syystä halkeaman/vuotokohdan pinta on syytä käsitellä esimerkiksi nopeasti kovettuvalla muovipohjaisella kitillä.



*Kuva 13. Halkeaman injektointia varmuuden vuoksi. Ei välttämättä vuotokohta.*

## 8 MUUTA HUOMIOITAVAA

Työnjohtajan tulee edellisten velvollisuuksien lisäksi huolehtia:

- työmaapäiväkirjan pidosta (Liite 6.) (RT 16-10660,§75)
- TR-mittauksista (Liite 7.). (Työterveyslaitos 2013.)
- Lisäksi urakan päätoteuttajan tulee huolehtia, että koko rakennushankkeen arvon ylittäessä 15 000 euroa kaikista yhteisellä työmaalla työskentelevistä henkilöistä ilmoitetaan tiedot kuukausittain verohallinnolle. (veronumero, henkilötunnus, osoite, nimi yms..) (Verohallinto 2014.)

## 9 POHDINTA

Vesitiivis betonointi tuo omat haasteensa betonointitöihin. Niin suorittavan tason työntekijän kuin betonityönjohtajankin tulee huomioida työssä muutamia tärkeitä lisäseikkoja verrattuna tavanomaiseen betonointityöhön. Työ on usein raskaampaa kuin ei-vesitiiviin betonin parissa. Betonin levitys, täryyttäminen ja hiertäminen hankaloituu betonin koostumuksen vuoksi.

Suomessa eletessä hyvinkin erilaiset säätilat vaativat huomionsa aina muotitus-työstä jälkihoitoon saakka. Talvella vaarana on betonin jäätyminen, kesällä taas liian nopea kuivuminen. Syksyllä muottien sisältä joutuu poistamaan runsaasti puiden lehtiä ennen valua.

Työturvallisuus on päivän sana, johon jokaisen työmaalla olevan tulee kiinnittää huomiota. Erityisesti työnjohton tulee huolehtia, että työ on mahdollista suorittaa niin pienellä riskillä kuin mahdollista.

Työsuoritteena vesitiivis betonointi vaatii huolellisuutta jokaiselta työhön osallistuvalla henkilöltä. Monesti lopullisen rakenteen vesitiiviys voi olla pienestä kiinni. Rakenteen korjaus/ paikkaus luonnollisesti maksaa selvää rahaa urakoitsijalle. Tämän vuoksi työnjohtajan tulee varmistaa, että työ suoritetaan hyvän rakennustavan mukaisesti ja lopputuloksena saadaan toimiva rakenne.

## 10 LÄHTEET

- B4 Suomen rakentamismääräyskokoelma ympäristöministeriö. 2004. Betonirakenteet ohjeet 2005. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 25.10.2014]. Saatavana: <http://www.finlex.fi/data/normit/28237-B4Betoni.pdf>
- Rakennustuoteteollisuus RTT ry. 2010. Betonin pumppauksen ympäristö- ja turvallisuusopas. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy
- RT 16-10660. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 1.11.2014]. Saatavana: [https://www.poliisi.fi/poliisi/ita-suomi/home.nsf/fles/EC1F8D39556BECD1C2257CE4002648C2/\\$file/YSE%201998%20ehdot.pdf](https://www.poliisi.fi/poliisi/ita-suomi/home.nsf/fles/EC1F8D39556BECD1C2257CE4002648C2/$file/YSE%201998%20ehdot.pdf)
- Sahlstedt, S., Koskenvesa, A., Lindberg, R., Kivimäki, C., Palolahti, T. & Lahtinen, M. 2013. Talvibetonointi. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy
- Suomen Betoniyhdistys r.y. 2007. BY 41 Betonirakenteiden korjausohjeet 2007. Porvoo: Suomen Betonitieto Oy
- Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011 a. BY 201 Betonitekniikan oppikirja 2004, kuudes painos. Lahti: BY-Koulutus Oy
- Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011 b. BY 50 Betoninormit 2012, 4. tarkistettu painos. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy
- Työterveyslaitos. 2013. TR-mittauksen toteutus. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 1.11.2014]. Saatavana: [http://www.ttl.fi/fi/tyoturvallisuus\\_ja\\_riskien\\_hallinta/tapa-turmien\\_ehkaisy/tyoturvallisuuden\\_edistamiskeinoja/tr\\_tuoteperhe/tr\\_mittauksen\\_toteutus/sivut/default.aspx](http://www.ttl.fi/fi/tyoturvallisuus_ja_riskien_hallinta/tapa-turmien_ehkaisy/tyoturvallisuuden_edistamiskeinoja/tr_tuoteperhe/tr_mittauksen_toteutus/sivut/default.aspx)
- Työturvallisuuskeskus TTK. Ei päiväystä. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 26.10.2014]. Saatavana: [http://www.ttk.fi/toimialat/lasikeraaminen\\_teollisuus/lasin-kirkas\\_totuus\\_turvallisuudesta/putoamissuojaus](http://www.ttk.fi/toimialat/lasikeraaminen_teollisuus/lasin-kirkas_totuus_turvallisuudesta/putoamissuojaus)
- Verohallinto. 2014. Rakentamisilmoitukset. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 1.11.2014]. Saatavana: <http://www.vero.fi/rakentamisilmoitukset>
- VTT-Rakentamisen turvallisuuden hallinta. Ei päiväystä. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 25.10.2014]. Saatavana: <http://virtual.vtt.fi/virtual/proj3/ytya/t-seuranta.htm>

## 11 LIITTEET

- Liite 1. Betonointisuunnitelma ja -pöytäkirja.
- Liite 2. Betonipumppuauton pystytyspöytäkirja.
- Liite 3. Henkilönostimen käyttöönottotarkastuspöytäkirja.
- Liite 4. Ajoneuvonosturin tarkastuspöytäkirja.
- Liite 5. Injektointiletkun asennusohje.
- Liite 6. Työmaapäiväkirja.
- Liite 7. TR-mittarilomake



## LIITE 1 Betonointisuunnitelma ja -pöytäkirja

BETONOINTISUUNNITELMA  
JA -PÖYTÄKIRJA

Projekti, urakkaosa <b>Koivulahden jätevedenpuhdistamo</b>		Laatija	
Tilaaja <b>Mustasaaren kunta</b>		Suunnitelma laadittu, pvm <b>1.4.2014</b>	
Betonointityönjohtaja		Betonilaborantti	
<b>BETONOITAVA RAKENNE</b>		<b>Jätevedenpuhdistamon pohjalaatta ja päädyn antura</b>	
<b>PERUSTIEDOT BETONISTA</b>	a) kovettunut betoni	Lujuus- ja rakenneluokka <b>K37</b>	Pakkasenkestävyys <b>Vesitiivis</b>
	b) betonimassa	Notkeus <b>S2</b>	Suurin raekoko <b>16mm</b>
Muut ominaisuudet <b>XC3, v/s &lt;0,5</b>		Sementti	
Lisäaineet ja annostus		Muut tiedot	
<b>BETONITYÖT</b>	<b>SUUNNITELMA</b>	<b>PÖYTÄKIRJA</b>	
Betonoitava osa	<b>Pohjalaatta ja antura</b>		
Betonimäärä (m <sup>3</sup> )	<b>125m3</b>		
Betonointinopeus (m <sup>3</sup> / h)	<b>25m3</b>		
Betonointipäivä	<b>2.4.2014</b>		
Betonoinnin alkaminen ja päättymisen (klo)	Alkaa <b>10.00</b>	Päätyy <b>15.00</b>	Alkoi Päätyi
Betonin notkeus (palnuma, sVB, MO, leviämä)			
Ilman lämpötila/ Betonimassan lämpötila (°C)	Ilma	Betonimassa	Ilma Betonimassa
Jälkihoito, betonin lämpötilan seuranta sekä betonin lujuuskehityksen arviointi			
Muottien purku (lujuus, ikä)			
Erikois menetelmät, lämpökäsittely jne.			
Koekappaleet (tunnukset, näytteenottopaikat)			
Häiriöt, varautuminen / toimenpiteet			
Muut tiedot, liitteet			
Pöytäkirja laadittu, pvm.	Betonointityönjohtajan allekirjoitus		

## LIITE 2 Betonipumppuauton pystytyspöytäkirja

Kun betonipumppuauto otetaan käyttöön työmaalla, on työmaan vastuunalaisen työnjohtoon toimesta betonipumppuautolle suoritettava pystytystarkastus			
Tarkastuspaikka / Työmaa			
Pumppuauton malli ja merkki			
Valmistusnumero			
Valmistaja			
Omistaja			
TARKASTUSKOHTEET	Kunnossa	Korjattava	Huomautukset
1. Pumppuautolle on suoritettu rakenteelliset tarkastukset - 6 kk:n tarkastukset <ul style="list-style-type: none"> <li>- uusintatarkastus</li> <li>- puutteet ja viat korjattu</li> </ul>			
2. Pumppuauton mukana on tarvittavat käyttö- ja huolto-ohjeet sekä muut tarvittavat asiakirjat			
3. Syöttöputkiston kunto			
4. Pääletkun kiinnitys			
5. Puomin sylinterit			
6. Hydraulikkaletkut ja -putkistot			
7. Näköyhteys valukohteeseen			

<p>8. Pumppuauton -tukemislaitteet</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- käyttöpaikka</li> <li>- työalustan maapohja</li> <li>- alustan vakavuus</li> <li>- sähkölinjat ja – johdot</li> <li>- kaivannot</li> <li>- liikennöidyt alueet</li> <li>- sääolosuhteet</li> </ul> <p>ovat pumppaustyön turvallisen suorittamisen edellyttämässä kunnossa.</p>			
<p>9. Muotin vahvuus</p>			
<p>10. Korkeiden rakenteiden valu- ja nousunopeus</p>			
<p>11. Koneenkäyttäjän pätevyys</p>			
<p>TARKASTUKSEN SUORITTAJAT</p>			
<p>Vastaava työnjohtaja tai tämän edustaja</p>	<p>Ajoneuvon kuljettaja</p>	<p>Työntekijöiden edustaja ( työsuojeluvaltuutettu)</p>	

### LIITE 3 Henkilönostimen käyttöönottotarkastuspöytäkirja

Laitetyyppi_____	Nostimen haltija_____		
Nostokorkeus_____	_____		
Työkorkeus_____	Tarkastuspaikka_____		
Suurin kuorma_____	Tarkastusaika_____		
Tarkastuskohde	Kunnossa	Korjattava	Huom!
Tarkastukset			
- ensimmäinen tarkastus			
- uusintatarkastus			
Käyttöohje ja huoltokirja			
Kilvet ja merkinnät			
Maapohjan kantavuus			
Rakenteellinen suoruus			
Tukijalat kantavat osat			
Rajakatkaisijat, varret			
Työkori (kaiteet, nousuportaat, kiinnitys yms.)			
Työkörin hallintalaitteet			
Hätäpysäyttimen toiminta			
Varalaskuventtiilit			
Työympäristö (sähköjohdot, kaivannot, valaistus yms.)			
Koekäyttö koko liikealueella			
Käyttäjien koulutus			
Huomautukset_____			
Työnantajan edustajan allekirjoitus		Työntekijän edustajan allekirjoitus	

## LIITE 4 Ajoneuvonosturin tarkastuspöytäkirja

### Ajoneuvonosturin tarkastuspöytäkirja, pystytystarkastus

Tarkastuspaikka/työmaa			
Nosturin merkki ja malli			Nosturin rekisterinumero
Nosturin omistaja/haltija			Päivämäärä
<b>Tarkastetaan</b>		<b>Kunnossa</b>	<b>Korjattavaa/huomautettavaa</b>
1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- että nosturille on suoritettu</li> <li>- uusintatarkastus</li> <li>- 3 kk tarkastukset</li> <li>- että tarkastuskirjaan merkityt puutteet ja viat on korjattu</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- että nosturin mukana ovat tarpeelliset käyttö- ja huolto-ohjeet sekä asianmukaiset kuormitustaulukot</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- että nosturin suoritusarvot ja sijoitus ovat riittävän aiottuun nostotyöhön (tarvittaessa tehdään erillinen nostosuunnitelma)</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- että</li> <li>- tukemislaitteet lisälaitteineen</li> <li>- käyttöpaikat</li> <li>- työalustan maaperän laatu</li> <li>- alustan vakavuus</li> <li>- sähkölinjat ja -johdot</li> <li>- kaivannot</li> <li>- liikennöidyt alueet ovat nostotöiden turvallisen suorittamisen edellyttämässä kunnossa</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- että nosturi on sijoitettu siten, että liikkumisalue ohitustiloineen on riittävä ja pääsy ahtaisiin paikkoihin estetään (tarvittaessa vaarallinen alue tulee sulkea puomein tai merkkiköysin)</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- että nosturin toiminta-alueella valaistus on riittävä ja sääolosuhteet turvalliset.</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- että käytettävät nostoapuvälineet ovat tarkoitukseen sopivat eikä niissä ole hylkäämiseen johtavia vikoja tai puutteita</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- että tarvittaessa nosturille suoritetaan toimintakokeilu, jossa varmistaudutaan siitä, että</li> <li>- turvarajakytkimet</li> <li>- kuormanvalvontalaite</li> <li>- valot</li> <li>- jarrut</li> <li>- ja hallintalaitteet toimivat moitteettomasti</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- että nosturinkuljettajalla on tarvittava pätevyys.</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Tarkastuksen suorittajat - allekirjoitukset</b>			
Vastaava työjohto tai edustaja	Allekirjoitus		Nimenselvennys
Nosturinkuljettaja	Allekirjoitus		Nimenselvennys
Työntekijöiden edustaja (työsuojeluvaltuutettu)	Allekirjoitus		Nimenselvennys

## LIITE 5 Injektointiletkun asennusohje



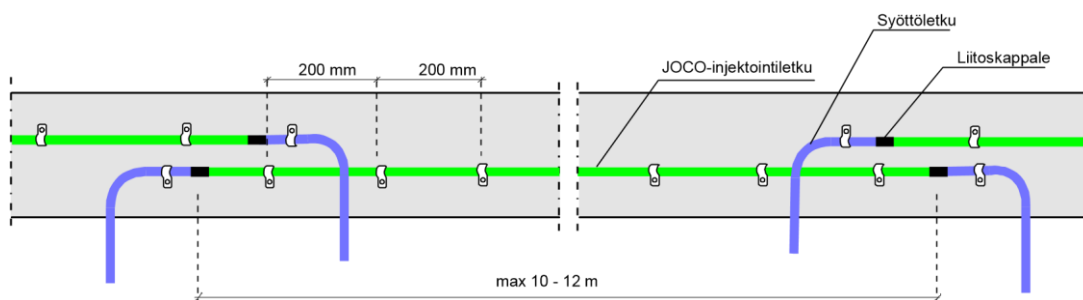
## INJEKTOINTILETKUN ASENNUSOHJE

Ennen injektointiletkun asennusta varmista, että käytössäsi on oikean tyyppinen, kohteeseen soveltuva injektointiletku, sekä kaikki tarvittavat osat ja työvälineet.



## 1 JOCO 10

## JOCO RC500

**Tarvittavat osat:**

**JOCO**-injektointiletku, **JOCO**-syöttöletku, **JOCO**-kiinnikkeet, Voimaliitokset, Asennusrasiat

**Tarvittavat työvälineet:**

Terävä veitsi tai leikkuri, Naulapistooli tai iskuporakone, 20 - 30 mm teräsnauloja tai lyöntitulppia, Kuumailmapuhallin  
Huomaa injektointiletkun oikea asennusajankohta:

**Ennen seinärakenteen raudoitusta on injektointiletkun asennus huomattavasti helpompaa ja nopeampaa kuin raudoituksen jälkeen !**

1. Varmista, että alusta on puhdas ja vapaa irtonaisesta aineksesta.
2. Mittaa vaadittava injektointiletkun pituus ja katkaise letkun pää kohtisuoraan esimerkiksi terävällä mattoveitsellä. Injektointiletkujen suositeltava maksimipituus on 10 - 12 m).
3. Mittaa tarvittavat syöttöletkujen pituudet. Normaalisti 0,5 m riittää, mutta mikäli haluat kuljettaa syöttöletkuja valussa pitempiä matkoja paikkaan jossa ne ovat helposti injektoitavissa, voit sen tehdä. Katkaise letkujen päät kohtisuoraan terävällä veitsellä. Työnnä syöttö- ja injektointiletkujen päät keskeisesti voimaliitoksen sisällä tarkoin toisiaan vasten ja lämmitä liitosta kuumailmapuhaltimella kunnes liitososa kutistuu ja liimautuu letkujen ympärille.
4. Aseta JOCO-injektointiletku saumaan ja kiinnitä se ensimmäiseksi syöttöletkun liitoksen molemmiin puoliin ja etene kiinnike kiinnikkeeltä letkun toiseen päähän.



Liitoskappale kutistuu ja liimautuu letkujen ympärille, kun sitä lämmitetään kuumailmapuhaltimella.



Letkun kiinnittämiseen voit käyttää esim. naulapistoolia ja teräsnauloja. Aloita letkun kiinnittäminen liitoskappaleen ympäriltä.

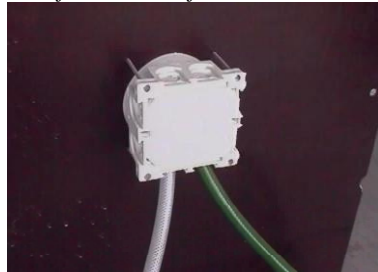
5. Kiinnitä injektointiletku alustaansa kiinnikkeillä vähintään 20 cm välein mukaillen alustaa. Letkun toiminnan kannalta tärkeää on, että letku ei nouse irti alustastaan valutyön aikana. Kiinnittämiseen voit käyttää naulapistoolia ja teräsnauloja tai muuta soveltuvaa menetelmää.

6. Limitä injektointiletkuja noin 50 mm. Injektointiletkut eivät saa olla kosketuksessa toisiinsa, jottei ristivirtausta letkusta toiseen pääse injektointiin aikana syntymään.
7. Letkuliitosten on oltava n. 75 mm etäisyydellä rakenteen reunasta, jotta painehäviöt injektointiin aikana välteään.
8. Kun asennat injektointiletkua nurkkauksiin, joissa alustat ovat kohtisuorassa toisiaan vasten, käännä letku ensin kulkemaan nurkan suuntaisesti ennen kuin jatkat toiselle alustalle. Näin letku on jatkuvassa kosketuksessa alustansa.
9. Asenna syöttöletkut asennusrasiaan ja kiinnitä se valumuotin kylkeen. Varmista, että rasia on huolellisesti kiinnitetty ja tiivistetty sementtiliiman pitäväksi.
10. Numeroi injektointiletkut ja merkitse ne pohjapiirustuksiin. Merkitse samat numerot myös syöttöletkuihin. Injektointiprosessin helpottamiseksi voit käyttää injektointiletkun eri päissä eri värisiä syöttöletkuja.

HUOMAA:



Limitä injektointiletkuja n. 50 mm jatkoskohdissa ja kiinnitä letkut vähintään 20 cm välein.



Syöttöletkuja on helppo käsitellä injektoidessa, kun ne on asennettu asennusrasioihin.



Käytettäessä kahta eri väristä syöttöletkua injektointiletkujen eri päissä, on letkujen sisään- ja ulosmenot helppo tunnistaa injektointia suoritettaessa.

- Injektointi on suositeltavaa suorittaa vasta, kun betonin kaikki muodonmuutokset ovat tapahtuneet.
- JOCO-injektointiletkut voidaan injektoida kaikilla hartseilla (epoksi, PU, akryyli) sekä mikrosementeillä. Lisäksi JOCO RC500 voidaan injektoida myös normaalilla sementillä.
- Injektointiletkut eivät ole tarkoitettu käytettäväksi liikuntasaumoissa, mutta joissakin tapauksissa niitä voidaan käyttää liikuntasauvojen varmistuksissa. Näissä tapauksissa ota yhteyttä rakennesuunnittelijaan tai injektointiletkujen toimittajaan.



**MUOTTIKOLMIO OY**

Finnooniitynkuja 3

02270 ESPOO

puh. 09-863 4360, fax 09-804 2585

s-posti: [info@muottikolmio.fi](mailto:info@muottikolmio.fi) | kotisivu: [www.muottikolmio.fi](http://www.muottikolmio.fi)



## LIITE 6 Työmaapäiväkirja

## TYÖMAAPÄIVÄKIRJA



www.tyomaa.org

Projekti: Koivulahden Jätevedenpuhdistamo

Kirjaaja: Kimmo Jokinen, 2.4.2014

Sää	Aurinkoinen. Lämpötila 3 c. Tuuli 5 m/s.
Vahvuus	2 Urakoitsijoiden työnjohtajaa 3 Urakoitsijoiden työntekijää 0 Aliurakoitsijoiden työntekijää 0 Pää toteuttajan työnjohtajaa
Valvojan asiat	
Työmaan tilanne	Aloitettut työvaiheet Pohjalaatan/ anturan valu ja hiertäminen
	Käynnissä olevat työvaiheet
	Päättäneet työt ja työvaiheet: Pohjalaatan/ anturan valu ja hiertäminen
	Keskeytyneet työt ja työvaiheet, syyt
Kalustomuutokset	Pumppuauto 1kpl, 4 betoniautoa
Työturvallisuutta koskevat asiat	
Tilatut suunnitelmat ja tarvikkeet	
Pidetyt katselmukset ja tarkastukset	
Tilatut pienet ja kiireelliset muutokset	
Annetut lisä- ja muutostyötarjoukset	
Vaaditut lisääajat	

Allekirjoitukset	
Työnjohtaja	
Valvoja	

## TR-mittari (100 %)

Projekti: Koivulahden Jätevedenpuhdistamo

Mittaaja: Kimmo Jokinen, 27.3.2014

Kohde	Oikein	Väärin	Taso
Työskentely	3	0	100 %
Telineet, kulkusillat ja tikkaat	0	0	100 %
Koneet ja välineet	2	0	100 %
Putoamissuojaus	0	0	100 %
Sähkö ja valaistus	1	0	100 %
Järjestys ja jätehuolto	1	0	100 %
Pölyisyys	1	0	100 %

### Huomautukset

Huomautus	Henkilö
-----------	---------