

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikka, Lappeenranta
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Talorakennustekniikka

Arttu Kyllönen

Selvitys kiinnitettävän pintalattian tehtäväsuunnitelmaa varten

Tiivistelmä

Arttu Kyllönen

Selvitys kiinnitettävän pintalattian tehtäväsuunnitelmaa varten, 61 sivua, 3 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka, Lappeenranta

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Talorakennustekniikka

Opinnäytetyö 2012

Ohjaajat: lehtori Vesa Inkilä, Saimaan ammattikorkeakoulu

työmaapäällikkö Seppo Rantakaulio, Skanska Talonrakennus Oy

Tämä opinnäytetyö tehtiin Skanska Talonrakennus Oy:lle tulevia työmaita varten. Opinnäytetyössä kerättiin kiinnittyvien pintalattioiden tehtävän suunnitteluun vaadittavaa materiaalia ja koottiin näiden pohjalta selvitys pintalattioiden toteuttamisesta. Työssä käytiin läpi potentiaalisia ongelmia jotka jaettiin kolmeen osaan: toiminnallisiin, teknisiin ja hankinnan ongelmiin. Työssä käytiin läpi pintabetonoinnin työvaiheet ja laadun varmistaminen ennen pintabetonointia, pintabetonoinnin aikana ja pintabetonoinnin jälkeen. Lisäksi opinnäytetyössä käytiin läpi pintabetonin laatuvaatimukset.

Tehtäväsuunnitelmaa käytetään apuna töiden toteuttamisessa ja töiden johtamisessa. Suunnittelemisella vähennetään virheiden syntymisen riskiä ja samalla saadaan toteutettua työ ajallisesti, taloudellisesti sekä tavoitearvion mukaisesti. Pintabetonoinnin huolellinen suunnitteleminen on olennainen osa laadunvarmistamista ja tärkeää olisi, että tarvittavat laatuvaatimukset, niiden toteuttaminen ja hallinta saataisiin myös ilmaistua työnsuorittajille. Virheet pintabetonoinnissa voivat kostautua myöhemmissä työtehtävissä moninkertaisesti ja siksi niihin pyritään kiinnittämään huomiota työvaiheittain tapahtuvissa laadunvarmistuksissa.

Opinnäytetyön materiaali kerättiin Suomen rakennustieto Oy:n Ratu-julkaisuista sekä Suomen betoniyhdistyksen kirjallisuudesta ja internetsivuilta. Työhön on kerätty materiaalia myös Rudus Oy:n betonivalintaoppaista sekä Cramon kosteudenhallinta oppaista.

Asiasanat: pintalattia, laadunvarmistus, tehtäväsuunnitelma

Abstract

Arttu Kyllönen

Report of surface-mounted floor task plan,

Number of pages 61, Number of Appendices 3.

Saimaa University of Applied Sciences

Technology Lappeenranta

Civil and construction Engineering

Bachelor's Thesis 2012

Instructor(s): Mr. Vesa Inkilä, lecturer of Saimaa University of Applied Sciences

Mr. Seppo Rantakaulio, head of the construction site, Skanska

Talonrakennus Oy

This thesis was made for Skanska Talonrakennus Oy, in consideration of upcoming building sites. The thesis collected material from required adhered surface-mounted floor planning and then assembled an inquest based on surface-mounted floor execution. The project went through potential problems which were divided into three parts: functional, technical and supply problems. The project also went through surface concreting stages and quality insuring before, during and after concreting. In addition the thesis went through surface concreting quality standards.

The task plan is used to assist in executing the works and in management. It is also used to decrease any mistakes and at the same time it maintains to carry out the work in time, economically and by objective evaluation. Careful planning is the essential part in insuring quality and it is important that all the necessary quality standards, executing and managing them was expressed properly to the workers. Mistakes in surface concreting can multiply in the later work and that is why they are pursued to notify step by step in the quality checks.

Material for the thesis was collected from Suomen rakennustieto oy's Ratu-publishing and also from Finnish concrete association's literature and websites. Material has also been collected from Rudus Oy's concrete selection guide and Cramo's damp managing guides.

Keywords: surface floor, task plan, quality

Sisällys

Käsitteet	5
1 Johdanto.....	6
1.1 Työn tausta.....	6
1.2 Työn tavoite.....	6
1.3 Työn rajaus.....	6
1.4 Tehtäväsuunnitelma	7
2 Pintalattioiden työsisältö	9
2.1 Aloitusedellytysten varmistaminen.....	9
2.2 Pintabetonoinnin esivalmistelevat työt.....	11
2.3 Pintabetonointi.....	14
2.4 Pintabetonoinnin jälkityö.....	15
3 Pintabetonin aikataulun suunnitteleminen	18
3.1 Rakentamisvaihe aikataulu.....	19
3.2 Viikkoaikataulu.....	19
3.3 Riippuvuudet.....	20
4 Pintabetonilattian laatuvaatimukset	23
4.1 Luokiteltavat laatuvaatimukset.....	24
4.2 Luokittelemattomat laatutekijät	27
5 Pintabetonoinnin laadunvarmistaminen	29
5.1 Aloituspalaveri	30
5.2 Työtä edeltävän laadun varmistus	31
5.3 Työsaumat.....	34
5.4 Työnaikainen laadunvarmistus	35
5.5 Betonilattioiden jälkihoito	36
5.6 Mallihuone	38
5.7 Kosteuden hallinta	39
5.8 Logistiikka pintabetonointia suunniteltaessa.....	41
5.9 Työturvallisuus.....	43
6 Pintabetonoinnissa esiintyviä ongelmia, POA	45
6.1 Toiminnalliset ongelmat.....	45
6.2 Tekniset ongelmat	46
6.3 Hankinnan ongelmat.....	46
7 Työvälineet ja kalusto	51
8 Yhteenveto ja päätelmät.....	55
Kaaviot	58
Kuvat.....	59
Taulukot.....	60
Lähteet	61

Liitteet:

Liite 1. Pintalattioiden jälkihoitosuunnitelma sekä tarkastuslista

Liite 2. Itsekontrollilomake

Liite 3. Tehtäväsuunnitelma pintalattioista

Käsitteet

Liikuntasäuma:	Liikuntasäuma on rakenne, joka estää siihen kohdistuvien rasitusten siirtymisen rakenneosasta toiseen ja sallii rakenteiden liikkeen. Tyypillisesti liikuntasäumaa käytetään sallimaan lämpölaajenemisesta aiheutuva rakenteiden liike, mutta sitä voidaan käyttää myös rakenteiden värähtelyn aiheuttamien liikkeiden sallimiseen.
Tehtävä:	Tehtävä on ajallisesti yhtenäinen, yhden työryhmän tekemä työkokonaisuus. Se voi muodostua yhdestä työlajista, kuten maalaus, tai se voi muodostua useammasta työlajista tai niiden osista, paikallavalettu betonirunko sisältäen saman työryhmän tekemän muottityön, raudoituksen ja betonoinnin.
Työsauma:	Rakenteen kohta, josta betonointia jatketaan vasta betonin kovetuttua
Pintabetonilattia:	Pintabetonilattiat ovat alustaansa kiinnitettyinä joko raudoittamattomia, raudoitettuja tai alustastaan irti laakeroituna raudoitettuja päällystettäviä betonilattioita.
Resurssiriippuvuus:	Resurssiriippuvuus tarkoittaa, että resurssi, esimerkiksi työryhmä tai nosturi, voi tehdä yhtä työtä kerrallaan. Tällöin samaa resurssia tarvitsevia tehtäviä ei voi tehdä samanaikaisesti.
Surrilanka:	Surrilangalla kiinnitetään valuteräkset ja verkot toisiinsa. Materiaalina käytetään kuparia tai hehkutettua rautaa.

1 Johdanto

1.1 Työn tausta

Tämä opinnäytetyö tehtiin Skanska Talonrakennus Oy:lle tulevia työmaita varten. Työssä on koottu yhteen tehtäväsuunnitelmassa tarvittavaa materiaalia ja avattu tehtäväsuunnitelman sisältöä. Tämän opinnäytetyön tehtävänä on auttaa tehtäväsuunnitelman tekemisessä, jota voidaan hyödyntää eri työmaiden kiinnittyvien pintalattiatöiden suunnittelussa. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää laadukkaaseen rakentamiseen liittyviä rakennusvaiheita sekä sujuvan käytännön toteuttamiseen työhjeita. Opinnäytetyö on laadittu Rakennustiedon julkaisuiden ja betonioppaiden pohjalta.

1.2 Työn tavoite

Työn päätavoitteena on laatia kiinnittyvistä pintabetonilattioista työsuunnitelmalinen kooste, joka auttaa pintabetonoinnin työvaiheisiin liittyvissä laadunvarmistuksissa ja ongelmatilanteissa. Tavoitteena on, että opinnäytetyöni avulla pintabetonoinnin tehtävistä saadaan selvennettyä enemmän myös työn suorittajille. Tavoitteena on, että pintabetonoinnin aloitusedellytykset ja lopputulos saavutetaan laatuvaatimusten ja suunnitelmien mukaisesti. Tavoitteena on myös, että potentiaalisten ongelmien osuutta betonoinnin suunnittelemisessa hyödynnettäisiin enemmän, koska virheet opettavat.

1.3 Työn rajaus

Opinnäytetyössä käsitellään työvaiheita, laatua, ja ongelmia sekä tarkastetaan, miten pintalattiat tulisi yhdistää aikatauluihin, ja tarkastellaan, millaista kalustoa ja logistiikkaa pintabetonoinnissa yleensä käytetään. Työssä selvitetään, kuinka laatua saavutetaan ja mitä edellytyksiä työvaiheiden aloittaminen vaatii. Opinnäytetyössä käsitellään betonilattian työvaiheita aloitusedellytyksistä, betonoinnin jälkeiseen laadun varmistukseen. Edelleen tarkastellaan kosteuden hallintaa pintabetonoinnin kannalta. Työssä ei tarkastella betonilattian pinnoittamista, koska pelkkä pintabetonointi jo sinänsä on laaja opinnäytetyö aihe. Kuitenkin

saavutettaessa pintalattioiden laatuvaatimukset antaa se myös paremmat edellytykset pinnan päällystämiseen.

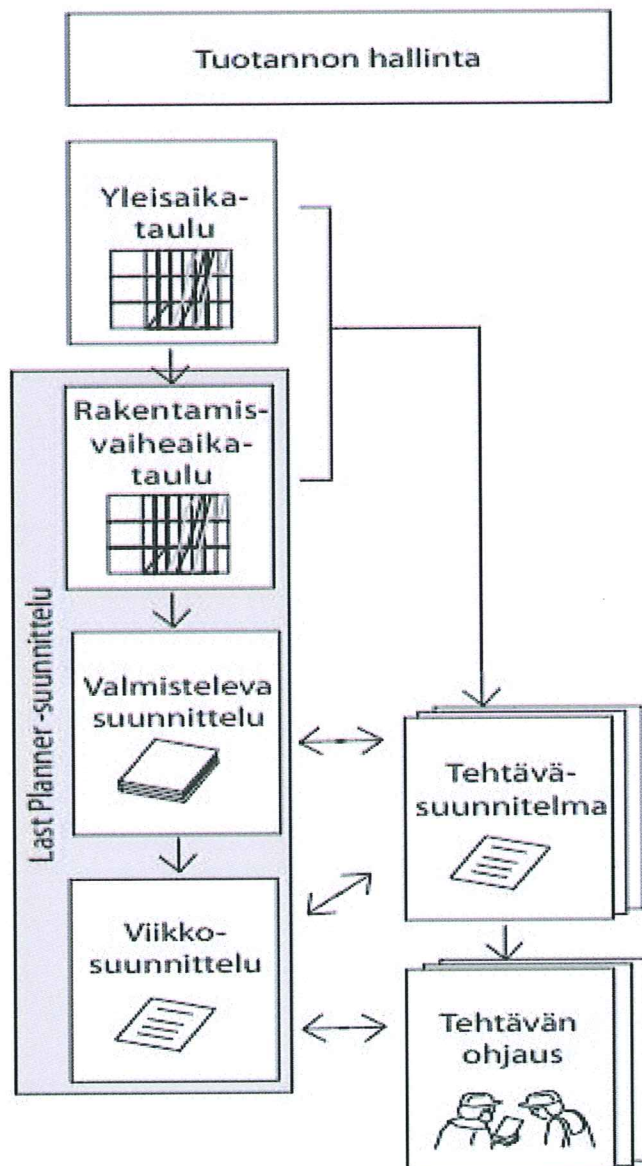
Opinnäytetyö ei sisällä mallikohdetta, vaan tavoitteena on tehdä työ, joka auttaa tehtäväsuunnitelman tekemisessä tulevissa rakennus kohteissa. Mallikohde on jätetty pois sen vuoksi, että jokaisen työkohteen pintalattiat on käsiteltävä erillisinä tehtäväsuunnitelmina, jolloin yleispätevää tehtäväsuunnitelmaa on mahdollista tehdä. Kustannukset kuuluvat tehtäväsuunnitelmaan, mutta opinnäytetyöstäni on rajattu kustannukset pois, koska kustannuksilla ei ole suoraa vaikutusta tekniseen suorittamiseen ja halusin tehdä opinnäytetyöni teknisestä näkökulmasta. Kustannukset olisivat myös vaatineet mallikohteen, koska muutoin kustannuksista olisi tullut vain hintaluettelo eri materiaaleista. Kustannukset on rajattu pois myös sen vuoksi, että tehtävän suunnittelemisen tarkoituksena on opastaa työn suorittajia ja johdattaa tehtävä sitä kautta laadukkaaseen tulokseen.

1.4 Tehtäväsuunnitelma

Useimmin tehtäväsuunnitelmien pohjalla käytetään hankeasiakirjoja sekä yleisiä normeja ja yrityskohtaista kokemusta ja tietoa. (Mittaviiva, tehtäväsuunnitelma) Tehtäväsuunnitelmaa varten kootaan yhteen kaikki työtehtävää koskevat aloitustiedot. Lähtötietojen perusteella muodostetaan tehtävän ajalliset ja taloudelliset tavoitteet sekä selvitetään valmista rakennetta ja sen toteuttamista koskevat laatuvaatimukset. Tarvittavat lähtötiedot ja niiden pohjalta muodostetut tavoitteet ja vaatimukset muokataan sellaiseen muotoon, että ne voidaan periyttää työntekijöille ja että ne auttavat työn ohjauksessa ja toteuttamisessa. Laatuvaatimukset käydään läpi ja kirjoitetaan auki työntekijöiden kanssa ennen töiden alkua (Mittaviiva, tehtäväsuunnitelma.)

Tehtävän suunnittelemisessa pohditaan tehtävää myös työnsuorittajan kannalta. Näin voidaan lisäksi suunnitella laadunvarmistustoimenpiteet, joilla mestari tai työntekijät voivat itse varmistaa ja todeta työhön liittyvien laatuvaatimusten täyttymisen. Laadun varmistamiseksi näitä voivat olla esimerkiksi erilaiset tarkastus ja muistilistat ja seuranta-kaaviot.

Suunnitelmien ja tuotannon ongelmien varalle tehdään ongelmista ennakoiva suunnitelma. Tämä voidaan toteuttaa miettimällä todennäköisimpiä ongelmia ja miten niiden syntymistä voidaan ehkäistä ja kuinka toimitaan tapauksessa, jos ongelma kuitenkin toteutuu. Kaaviossa 1 näkyy, mikä on tehtäväsuunnitelman merkitys tuotannon hallitsemisessa ja kuinka sitä käytetään myös tuotannon suunnittelemisen työvälineenä (Mittaviiva, tehtäväsuunnitelma.)



Kaavio 1. Tehtäväsuunnitelman liittyminen tuotannosuunnitteluun (Mäki, Koskenvesa & Sahlstedt. 2009, s.40).

2 Pintalattioiden työsisältö

Pintabetonityö sisältää lattiarakenteiden ja kantavan rakenteen päälle valetun pintalaatan esivalmistelevat työt pohjan puhdistuksen, raudoituksen, betonoinnin, imukäsittelyn ja pinnan hierron, hionnan sekä kiinteän alustan päälle (Ratu-kortti, menekit ja menetelmät 2004, 24-026).

2.1 Aloitusedellytysten varmistaminen

Ennen työn aloittamista järjestetään aloituspalaveri. Aloituspäivästä käydään läpi pintabetonityön aikataulu, kaluston, työvoiman, materiaalien ja tarvikkeiden saatavuus, suunnitelmat, betonointijärjestys, laatuvaatimukset ja työturvallisuus. (ks.luku 5.1) Kuvassa 1 on määritelty aloitusedellytysten varmistamiseen liittyviä asioita ja kohtia, joihin on syytä kiinnittää erityistä huomiota uutta työvaihetta aloitettaessa (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, s.102.)



Kuva 1. Tehtävän suorittamisen edellytyksiä (Koskenvesa & Sahlstedt. 2011 s.102).

Työntekijöille suoritetaan perehdyttäminen ja työhön opastaminen ennen pinta-betonoinnin alkua. Työntekijöille selvitetään työkohde sekä olosuhteet. Opastuksessa selvitetään kyseisen työn menetelmät sekä käydään läpi työntekijöiden kanssa laatuvaatimukset ja laadunvarmistusmenetelmät. Opastukseen kannattaa sisällyttää myös työturvallisuus toimet sekä tarvittaessa uusien koneiden käyttöön opastus (Ratu-kortti, menekit ja menetelmät, 2004 24–0276.)

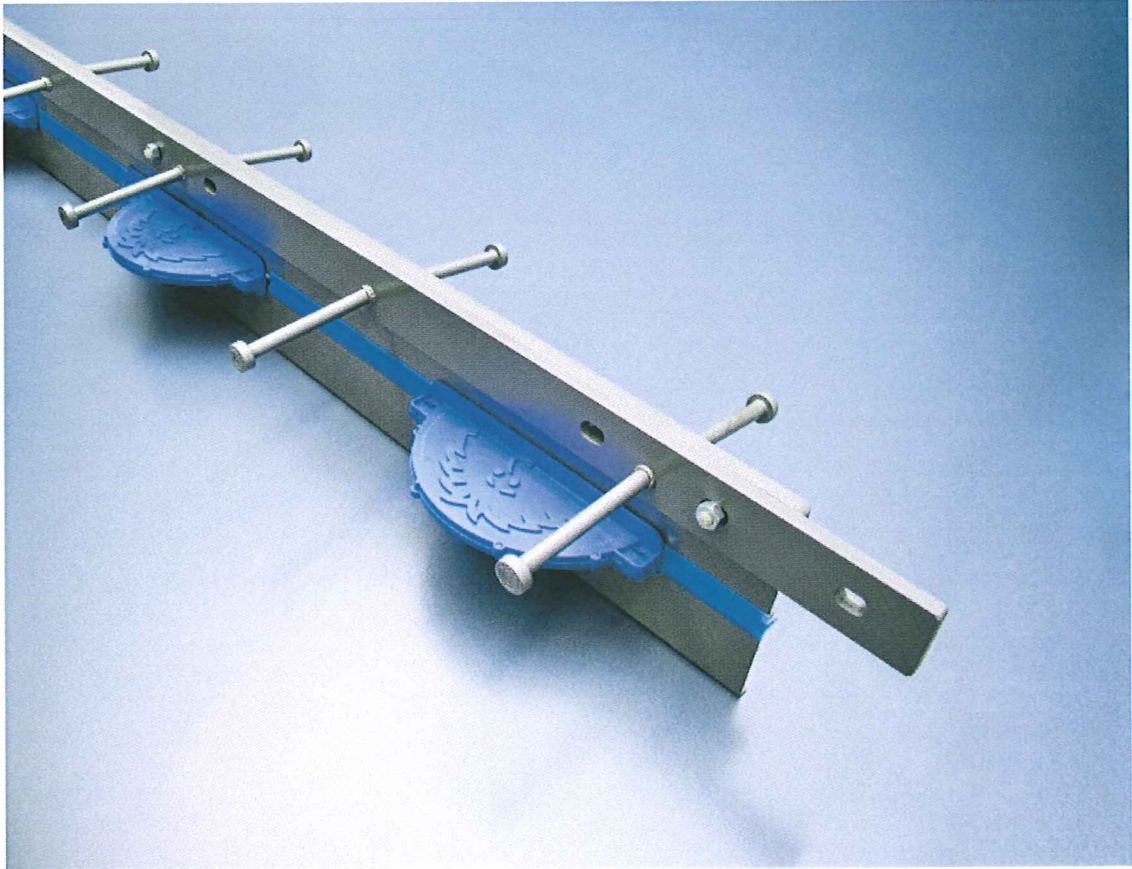
Kun pintabetonointi aloitetaan, urakoitsija tai työntekijä vastaanottaa työkohteen. Työkohtetta vastaanotettaessa tulisi tarkistaa, että mesta on siinä valmiudessa, että työt kyetään aloittamaan ja että ne täyttävät suunnitelmien mukaiset vaatimukset. Varmistetaan suunnitelmista, että betonoinnin alle tulevat rakenteet (putket, eristykset, raudoitukset) ovat paikoillaan ja hyväksytyjä. Vastaanotosta pidetään pöytäkirjaa, johon merkitään havaitut puutteet ennen töiden aloittamista korjattavat puutteet. Tässä vaiheessa on tarkistetaan ympäröivien rakenteiden suojaus (Ratu-kortti, menekit ja menetelmät 2004, 24–0276.)

Pintabetonoinnissa käytettävien koneiden ja materiaalien soveltuvuus ja toiminta kunto tarkastetaan ennen niiden käyttöönottoa. Kalusto siirretään mestoille jo hyvissä ajoin ennen työn alkamista. Betonipumpun saapuessa työmaalle sille tehdään tarvittavat käyttöönotto- ja toimintatarkastukset ennen pumppauksen aloittamista. Tarkastuksesta tehdään pöytäkirja pääurakoitsijalle/päätoteuttajalle. Ennen töiden aloittamista rakennetaan myös tarvittava pumppauslinja. Huolehditaan, että työtä helpottavia apuvälineitä kuten lapioita, kottikärryjä ja sankoja on saatavilla (Ratu-kortti, menekit ja menetelmät 2004, 24–0276.)

Tarvittavan laatutason saavuttamiseksi tulee työkohteen olosuhteet järjestää siten, että rakenne saadaan tehtyä laatuvaatimusten mukaisesti. Onkin tärkeää selvittää tulevien vuorokausien lämpötilat ja hankittava lämmittimet ja suojaukset laadun varmistamiseksi. Työkohteelle on järjestettävä valaistus joka kattaa työalueen. Työkohde on pidettävä siistinä turvallisen työskentelyn varmistamiseksi. (Ratu-kortti, menekit ja menetelmät 2004, 24–0276.)

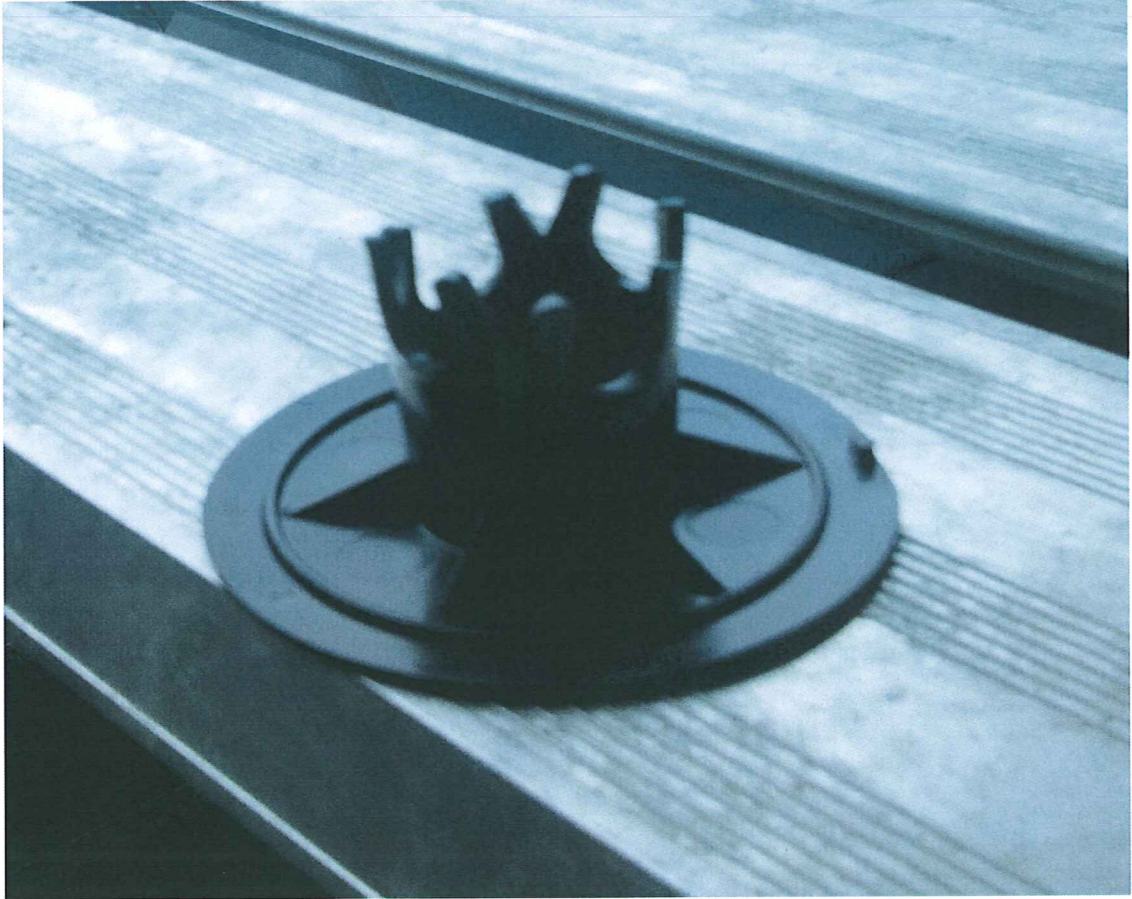
2.2 Pintabetonoinnin esivalmistelevät työt

Pintabetonin valualustana voidaan käyttää elementtilaattoja, teräsbetonilaattoja tai vaikka profiilipeltiä, vaihtoehtoisena myös raudoitettun kovan lämmöneristeen päälle. Kohteen laadunvarmistamiseksi ja työskentelyn helpottamiseksi jaetaan kohde valualueisiin, jotka rajataan rajoittimilla liikuntasaumoilla tai työsaumoilla (Ks. luku 5.2; 5.5) Työsaumojen paikat esivalmistellaan aloittavissa töissä, työsaumamateriaalina on mahdollista käyttää muovisia valmiita L-profiileja, puuta tai peltiprofiileja, jotka kiinnitetään alustaan kiilaamalla, ruuvaamalla tai ankkuroimalla. Liikuntasaumat asennetaan myös paikoilleen ennen valuprosessin aloittamista. Liikuntasaumojen paikat sekä niiden materiaalit on selvitetty työselostuksessa sekä lattiakaavioissa. Liikuntasauman tulee sallia lattian liikkeet kahteen suuntaan ja lisäksi siirtää sauman reunalla olevat kuormitukset sauman toiselle puolelle. Lattian reunat lisäksi käyristyvät jonkin verran, jonka vuoksi liikuntasauman tulee estää käyristymistä ja varmistaa saumareunojen pysyminen samalla tasolla. Kuvassa 2 on valmis liikuntasaumaelementti, joka jakaa pintalattian kahdeksi erilliseksi laataksi. Kaksi pulverimaalattua terästä on vastakkain pultilla kiinnitettynä kuitenkin niin, että teräkset pääsevät liikkumaan. Teräksistä ulos tulevat tapit jäävät valun sisään tartunnan parantamiseksi. Valettava alue irrotetaan muista rakenteista irrotuskaistoilla ja solumuovisilla eristeillä.



Kuva 2. Liikuntasaumaelementti, joka jakaa pintalattian osiin halkeilun estämiseksi (muokattu 15.3.2012.)

Massan menekki selvitetään tarkastelemalla alustan korot ja selvittämällä kuinka paljon betonimassaa menee alusbetonin päälle. Työn onnistumisen kannalta tämä työvaihe suoritetaan vaaituksella esimerkiksi tasolaserilla tai täkymetrillä, alustan korkopisteet merkataan suoraan alustaan. Tämä työvaihe kannattaa tehdä myös sen takia, että on mahdollista selvittää raudoituksen alle tulevien korkonappuloiden koko sekä massan keskipaksuus josta saa selville massan menekin. Kuvassa 3 on muovinen korkonappula, jolla raudoitus saadaan nostettua kahteen eri tasoon (Ratu-kortti, menekit ja menetelmät 2004, 24–0276.)



Kuva 3. Muovinen korokepala, jossa mahdollisuus nostaa verkko 35 mm tai 40 mm.

Ennen valujen aloittamista aloittaviin töihin sisältyvät myös korkojen vaaitus. Ratun työohjeen mukaan korkomerkit tulisi laittaa noin 2 m:n välein lattiaan sekä seinille (ks.luku 5.2). Kuvassa 4 on nähtävillä alustaansa merkattuja korkomerkitöitä, joista on nähtävissä korkeus valmiin betonin pintaan. Seinien korkomerkinnet kannattaa laittaa suojamuovin yläpuolelle kiinteään pintaan, jolloin korko ei pääse muuttumaan. Erityisesti kulmien ja hankalampien kohteiden osalta korkomerkkejä olisi syytä olla tiheämminkin. Samanlaisen jaon mukaan tulisi myös keskelle huonetta asentaa mittarimat, joihin vaaitettaisiin korkomerkit. Korkoa voidaan valun edetessä seurata esimerkiksi laserilla asettamalla laservastaanotin tehtyjen betonijohteiden päälle ja tarkastamalla korko. (Ratukortti, menekit ja menetelmät 2004, 24–0276.)



Kuva 4. Alustaan vaaitettu ontelolaatasto.

2.3 Pintabetonointi

Ennen lattiabetonoinnin aloittamista ja massojen levittämistä tehdään esivalmistelevat työt, jossa pinta puhdistetaan tartuntaa heikentävistä aineista ja liiallisesta kosteudesta. Tartunnan parantamiseksi on mahdollista pohjustaa alusta tartuntaliimalla tai kiinnittää siihen tartuntakoukkuja. Tartunnan parantamisen yksi keino on myös levittää hienorakenteinen betonilaasti pohjalle (Ratu-kortti, menekit ja menetelmät 2004, 24–0276.)

Raudoitettavan pintalaatan teräsverkko asennetaan ennen valujen alkamista. Teräsverkot sidotaan toisiinsa surrilangalla koneellisesti tai käsin. Teräsverkkoja on myös limitettävä riittävästi ja niiden limityksen tulee tapahtua suunnitelmien mukaisesti. Teräsverkot nostetaan alustastaan korokepaloin kuvan 5 mukaisesti 4 kappaletta neliömetrille. Korokepalojen korkeus riippuu valun paksuudesta. Verkon sijainti tarkistetaan ja kirjataan ylös valun yhteydessä. Verkon toisena asennusmahdollisuutena on myös valaa laatta puoleen korkoon, jonka jälkeen

verkko asennetaan ja tämän jälkeen valetaan loput laatan korkeudesta. (Ratu-kortti, menekit ja menetelmät 2004, 24–0276.)



Kuva 5. Korokepaloin nostettu teräsverkko.

Betonointityön edetessä tiivistetään valualuetta sauvatäryttimellä, jonka jälkeen linjaroidaan betoni oikeaan korkoonsa. Massan tiivistäminen on mahdollista tehdä myös tärysillalla, jota vedetään johteita pitkin. Betonista tehdään johteita oikeassa korossa, jonka mukaan tehdään linjalaudan ja lapion kanssa laatta lopulliseen korkoonsa. (Ratu-kortti, menekit ja menetelmät, 2004, 24–0276)

2.4 Pintabetonoinnin jälkityö

Hierro tehdään suunnitelmien mukaiselle pinnalle. Betonilattian hierro aloitetaan välittömästi, kun betonilaattaan jää kengän jälki mutta massa ei kuitenkaan upota. Tällöin betonista on erottunut vesi ja pinta on alkanut himmetä. Liian aikainen hierro jättää pinnan aaltoilevaksi, epätasaiseksi, pölyäväksi ja lujuudeltaan heikommaksi. Oikea-aikainen hierro parantaa laatan pinnan tasaisuutta, tiiviyyttä, kulutuskestävyyttä ja ulkonäköä. Jos hierro nostaa vettä laatan pintaan, on hier-

ron aloitusajankohtaa siirrettävä. Hierron tarkoitus on pinnan tasaaminen tiivistäminen ja kulutuskestävyyden lisääminen. Hierto aloitetaan poistumissuuntaan kaukaisimmasta kohdasta ja yleisimmin kuivimmat kohdat kuten seinän vierustat ja lämpöputkien vierustat hierretään ensin. (Betonityömaaohje.doc)

Yleisimpiä hiertoja ovat puuhierto ja teräshierto. Puuhierto jättää betonipinnan huomattavasti karheammaksi kuin teräshierto. Hiertämisen apuna voidaan käyttää myös siivillä olevaa hiertokonetta, joka nopeuttaa työtä suurilla alueilla. Kuvassa 6 on linjaroitua betonipintaa, josta on reunat hierretty koneellisesti työsaumapuuta vasten. Reunojen hierto koneellisesti onnistuu silloin, kun ei tarvitse huolehtia muista paikalleen jäävistä rakenteista. Pääosin kuitenkin reunat ja kulmat on syytä hiertää käsin, koska koneella pääsy kulmiin on hankalaa ja kone vahingoittaa herkemmin valmista rakennepintaa kuten esimerkiksi seinää. Hierron jälkeen puhdistetaan käytetty kalusto betonimassasta. (Ratukortti, menokit ja menetelmät 2004, 24–0276.)



Kuva 6 Reunan hierto koneellisesti työsaumapuuta vasten.

Hierron valmistuttua voidaan levittää jälkihoitoaine, joka estää betonin halkeilun (ks.luku. 5.5). Kuvassa 7 on hierretty betonipinta, johon on levitetty kemiallinen jälkihoitoaine. Jälkihoitomenetelmänä voidaan käyttää myös muovikelmua joka estää nopean kosteuden haihtumisen (Ratu-kortti, menekit ja menetelmät 2004, 24–0276.)

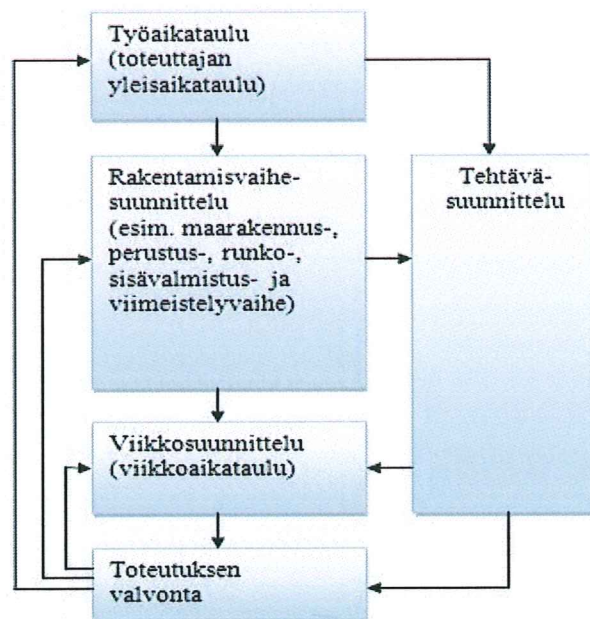


Kuva 7. Hierrettyä lattiapintaa, johon on levitetty jälkihoitoaine.

3 Pintabetonin aikataulun suunnittelu

Ajallisen suunnitelman tarkoituksena on varmistaa yleisaikataulussa määritelty tuotantonopeus, joka vaikuttaa tehtävän toteutumiseen. Näillä toimilla pyritään varmistamaan pintabetonoinnin alkaminen ja valmistuminen ajallaan eri osakohteissa. Aikataulutaminen helpottaa kohteen ajallista valvontaa ja antaa näin vastaavalle mestarille välineen kokonaisuuden hallintaan (Koskenvesa & Sahlstedt 2011.)

Pintalattioiden ajallinen suunnittelu vaatii erityistä huomiota, koska se sisältää useita eri työlajeja esimerkiksi pohjan puhdistus, alusbetonin tarkistus, irrotuskaistojen asennus, rauditusverkkojen asennus ja itse betonointi. Lisäksi pintalattiat täytyy valaa ennen kuin kohdetta voidaan aloittaa pinnoittamaan. Pintalattiat ovat myös usein toistuva työvaihe, koska suuremmissa kohteissa ei kyetä betonoimaan kerralla koko alaa. Kaaviosta 2 on nähtävissä, miten tehtäväsuunnitelma liittyy aikataulujen tekemiseen ja missä vaiheessa suunnitelmaa on tehtävä. Huolellisella suunnittelulla virheet saadaan eliminoitua jokaisessa osa kohteessa (Koskenvesa & Sahlstedt 2011.)



Kaavio 2. Tehtäväsuunnitelman liittyminen rakennusaikatauluun. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011 s.40)

3.1 Rakentamisvaihe aikataulu

Rakentamisvaihe aikataululla tarkennetaan työaikataulua lähtötietojen karttues-
sa. Rakentamisvaihe aikataulun tarkoituksena on varmistaa työaikataulun tavoit-
teiden saavuttaminen. Rakentamisvaihe aikataulu tehdään silloin, kun työtehtä-
vä jatkuu 2 - 6 kuukauden ajan (Koskenvesa & Sahlstedt 2011.)

Rakentamisaikataulu laaditaan yleisaikataulun perusteella. Kun pintabetonoin-
nin rakentamisvaihe aikataulua tehdään, on siinä otettava huomioon tahdistami-
nen ja riippuvuus muiden rakennusteknisten töiden kanssa. Rakentamisvaihe-
aikataulun laadintavastuu on työmaalla, näitä tehtäviä tarkennetaan viikko aika-
tauluissa ja urakoitsijapalavereissa. Rakentamisvaihe aikataulussa on mahdollis-
ta esittää urakoitsijoille myös välitavoitteita. Esimerkiksi heinäkuun 15. on 75 %
pintabetonoinnista suoritettu (Koskenvesa & Sahlstedt 2011.)

3.2 Viikko aikataulu

Viikko aikataulun tarkoituksena on varmistaa lyhyellä aikajänteellä työn tavoittei-
den toteutuminen, resurssien tehokas käyttö sekä niiden riittävyys. Viikko aika-
taulu on muutaman viikon aikajänteelle laadittu tarkempi aikataulu kyseisten
viikkojen tehtävistä. Viikko aikataulu toimii myös sivu- ja aliurakoitsijoiden toimin-
takohteena (Koskenvesa & Sahlstedt 2011.)

Kun lähdetään tekemään pintabetonoinnista viikkosuunnitelmaa, kannattaa sii-
nä ottaa huomioon aikaisemmat kokemukset. Tässä vaiheessa pitää ottaa
huomioon myös aikaisemmat toteutuneet työsaavutukset ja työmenekit. Viikko-
aikataulun suunnittelussa on tarkennettava erityissuunnitelmat, mikäli niitä tulee
valuihin. Tällaisia voivat olla esimerkiksi vaativat teollisuuslattiat tai suurkeittiöt,
missä kaatoja tulee useisiin eri suuntiin. Jos valutyö kestää useampia viikkoja
tai kuukausia, kannattaa aikaisempia viikkosuunnitelmia verrata sen hetkisiin,
jolloin suunnitelmista saadaan yksityiskohtaisempia ja paikkaansa pitävämpiä.

Viikko aikataulun laadinnassa selvitetään yhdessä vastaavan työnjohtajan kans-
sa viikon tavoitteet rakentamisvaihe- tai työaikataulun mukaan. Yleensä tavoit-

teeksi asetetaan tietyn lattian valupäivä tai valmiusastepäivä (Koskenvesa & Sahlstedt 2011.)

Viikkoaikataulun laadinnassa on mietittävä myös työn aloitusedellytyksiä. Pohditaan yhdessä, kuinka tavoitteeseen päästään, kun otetaan huomioon käytössä olevat resurssit niiden lisäystarve ja vapautumiset. Suunnitellaan seuraava valualue ja sen valmiusaste muilta osin. Huomioidaan koneiden, kaluston saatavuus (kuljetus pumpput, pumpput) ja massan saatavuus työmaalle. Tarkistetaan riittävä aika pintalattioiden toteutukseen tietyssä osakohteessa. Näiden asioiden ollessa kunnossa on tehtävän toteuttaminen mahdollista (Koskenvesa & Sahlstedt 2011.)

Aloittamattomien töiden osalta kannattaa mitoittaa yrityskohtaisen tai yleisen tuotantotiedoston perusteella. Työnjohtajien tehtävänä on yhdessä miettiä aika- ja määrätavoitteiden perusteella tarvittavat työryhmät ja verrata niitä vapaina oleviin. Suunnittelemisen yhdessä valutyöryhmän ja aliurakoitsijan kanssa on olennainen osa viikkosuunnittelua (Koskenvesa & Sahlstedt 2011.)

Pintalattioiden toteutuminen on mahdollista ennakoivilla edellytysten luomisilla sisällyttäen siihen hyvän ohjauksen ja valvonnan sekä tehtäväsuunnitelmien noudattamisen. Viikkoaikatauluista on hyvä tehdä myös suunniteltujen ja toteutuneiden tehtävien vertailua (Koskenvesa & Sahlstedt 2011.)

3.3 Riippuvuudet

Pintabetonoinnissa on selvä resurssiriippuvuus: työryhmiä ei voida käyttää kuin yhdessä työkohteessa kerrallaan. Tähän yhteen työtehtävään on useimmiten valittu työryhmä sekä betonipumppu (tai betonin kuljetuskalusto).

Pintabetonointityötehtävä on yleensä myös alku-loppu riippuvainen. Tämä tarkoittaa sitä, että rakenne on mahdotonta päällystää tai pinnoittaa ennen kuin valukohde on valettu loppuun ja rakenne on saavuttanut oikean suhteellisen kosteuspitoisuuden (RH) (Koskenvesa & Sahlstedt 2011.)

Aikataulun tahdistusta on mahdollista muuttaa käyttämällä seuraavia keinoja (Koskenvesa & Sahlstedt 2011):

- Tehtävien työsisältöä muutetaan.
- Työryhmän kokoa muutetaan.
- Työpäivän kestoja muutetaan.
- Muutetaan esivalmistusastetta.
- Parannetaan työn järjestelyä.

Pintabetonointia aikataulutettaessa Ratusta löytyvät tahdistavan työryhmän työsaavutukset, joiden avulla suunnitteleminen on helpompaa. Pintabetonointi voidaan laskea taulukon 1 mukaan, s. 22. Pintabetonointityöryhmä lasketaan usein 2 betonimiehellä ja yhdellä avustavalla työmiehellä. Lisäksi on kuitenkin laskettava mukaan betonipumppaaja (*Palomäki & Mäki 2010.*)

Betonin materiaalihukkaa voidaan pintabetonoinnissa laskea noin 1 - 8 %, taulukon 2 mukaan, s. 22. Materiaalihukkaa syntyy raudoituksissa, irrotuskaistassa ja betonimassassa. Hukat on laskettava sen vuoksi, että osataan tilata oikea määrä tavaraa, jotta työt eivät keskeytyisi, mutta kuitenkin niin, että materiaalia ei jäisi yli (*Palomäki & Mäki 2010.*)

Pintabetonoinnin suoritemäärän taulukko

Pintabetonityö						
Pintabetonityön suoritemäärä, m ²	250	500	1000	2000	4000	8000
Työsaavutus						
– pumppubetonointi ja koneellinen hierto	232	242	254	267	281	296
– pumppubetonointi ja käsin hierto	209	218	229	240	253	267
Työn kesto						
– koneellinen hierto	1,5	2,5	4	8	15	27
– käsin hierto	1,5	2,5	4,5	9	16	30
Työsaavutus on laskettu kolmen työntekijän työryhmällä: 2 betonimestä ja avustava työntekijä						

Taulukko 1. Tahdistavan työryhmän työsaavutus m²/tv ja työn kesto tv (*Palomäki & Mäki 2010.*)

Materiaalihukat	
Betoni	
– ML2+ML3	1...6%
–ML4	0...2%
Kokonaishukka	1...8%

Taulukko 2. Materiaalihukka keskimäärin (*Palomäki & Mäki 2010.*)

4 Pintabetonilattian laatuvaatimukset

Pintabetonin luokitusjärjestelmän tehtävänä on luokitella sellaiset laatutekijät, joilla on merkitys lattian kestävyydelle tai käytölle siten, että ne on mahdollista mitata lattiasta. Työn laatuvaatimuksissa on nähtävä myös työvaiheiden, laatuvaatimukset, jotka luokitellaan materiaalivaatimuksiin, raudoitukseen, pintabetonin tartuntaan, työsaumojen tekoon, pinnan paksuuteen ja mittatarkkuuteen sekä pinnan hiertoon (By45/BLY7 Betonilattiat 2002.)

Mitattavat laatutekijät on luokiteltu seuraavasti:

- Tasaisuus joka ilmoitetaan kirjaimin A₀, A, B, C joista A₀ on vaativin
- Kulutuskestävyys esitetään numeroin 1, 2, 3, ja 4 joista luokka 1 on vaativin.
- Muut laatutekijät ilmoitetaan betonin lujuusluokan vastaavina numeroarvoina 60, 50, 40, 30, joista luokka 60 on vaativin.

Työn laatuvaatimuksissa on nähtävä myös työvaiheiden laatuvaatimukset, jotka luokitellaan materiaalivaatimuksiin, raudoitukseen, pintabetonin tartuntaan, työsaumojen tekoon, pinnan paksuuteen ja mittatarkkuuteen sekä pinnan hiertoon. Laatutekijöiden valintaohje on määritetty sivulla 24 olevan taulukon 3 mukaan.

Kohde	Laatuluok- ka		
	Tasai- suus ¹	Kulutuskestä- vyys	Muut laatute- kijät
Asunnot toimistot ja muut päällystettävät lattiat			
•ei käytetä tasoitetta	A	4	30
•käytetään itsestään leviävää ta- soitetta	C	4	30
•parvekkeet käytävät ³			
Teollisuuslattiat			
•tasaisuus tärkeä laatutekijä	A(A ₀)	3	40 ²
•kulutuskestävyys tärkeä laatute- kijä	C(B)	2	50 ²
•teollisuuslattiat yleensä	C	3	30
Toisarvoiset päällystämättömät tilat			
	C	4	30

¹ Jos lattia tasoitetaan tasoitteella tai päällystetään lattiapäällysteellä, sovelletaan tasaisuusvaatimuksia ennen tasoittamista/lattiapäällysteen asentamista

² Lujuusluokka suositellaan valittavaksi mieluiten rakenteellisten vaatimusten mukaisesti (vähintään K30) ottaen kuitenkin huomioon mm. Työmenetelmiä

³ Pinnan karheus tärkeä laatutekijä liukkausvaaran takia. Kaltevuudet suunnitellaan siten, että lattialle ei muodostu lammikoita.

Taulukko 3. Laatutekijöiden valintaohje tavanomaisella vaatimustasolla (By45/BLY7 Betonilattiat 2002, 2.)

4.1 Luokiteltavat laatuvaatimukset

Tasaisuusvaatimukset

Tasaisuutta arvostellaan hammastuksen aaltoilun sekä kaltevuuden kannalta. Tasaisuuspoikkeamat eivät saa missään lattian kohdassa erikseen sovittuja alueita lukuun ottamatta ylittää taulukon 4 arvoja millään taulukossa esitetyllä mittausvälillä. Tasaisuuden saavuttamista seurataan koko työskentelyn ajan. Työtä luovutettaessa sekä vastaanottomittauksessa tarkastetaan pinnan tasaisuus ja sen

hammastus. Tasaisuutta mitataan linjalaudan ja hyvän vesivaa’an avulla tai tarkemmissa mittauksissa voidaan käyttää laseria, täkymetriä tai vaaituskonetta. (By45/BLY7 Betonilattiat 2002, 4.)

Tasaisuuspoikkeama	Mittausluokka L [mm]	Suurin sallittu poikkeama			
		A0	A	B	C
Hammastus		0	0	1	1
Poikkeama vaaka-	enintään 200	1	2	3	4
suorasta tai nimellis-	enintään 700	2	4	6	8
kaltevuudesta	enintään 2000	4	7	10	14
	enintään 7000	7	10	14	20
	yli 7000	10	14	20	28

Taulukko 4. Suurimmat sallitut tasaisuuspoikkeamat (By45/BLY7 Betonilattiat 2002, s.4.)

Kulutuskestävyys

Kulumisella tarkoitetaan betonipinnan kulumista puhtaalla betonipinnalla, jota ei ole suojattu tai käsitelty. Kulumista mitataan kokeellisesti betonilattioiden kulutuskestävyyden mittauslaitteella. Yksi kolmesta kokeesta saa ylittää kulumisen 25 % edellyttäen, että loput mittaustulokset täyttävät vaatimuksen. Taulukossa 5 on 3 kk vanhan betonilaatan kulutuskestävyysvaatimukset. (By45/BLY7 Betonilattiat 2002, 4.)

3 kk vanhan lattian kulutuskestävyysvaatimukset

Suurin sallittu kuluminen [mm].	Luokka			
	1	2	3	4
2000 kierroksella	1	3	6	—
800 kierroksella	—	—	—	8

Taulukko 5. Kulutuskestävyys vaatimukset 3 kk vanhasta lattiasta (By45/BLY7 Betonilattiat 2002, 4.)

Betonin lujuusvaatimukset

Betonin tulee olla lujuusluokaltaan vähintään taulukon 6 mukainen (By45/BLY7 Betonilattiat 2002, 8.)

Betonin lujuusvaatimukset	Luokka			
	60	50	40	30
Betonin lujuusluokka	K60	K50	K40	K30

Taulukko 6. Betonin lujuusvaatimukset (By45/BLY7 Betonilattiat 2002, 8.)

Tartuntavaatimukset

Tartunnalla tarkoitetaan pintabetonin ja alusbetonin sauman vetolujuutta. Tartuntalujuuksien on oltava vähintään taulukossa mainittujen arvojen suuruinen. Tarkoituksena varmistaa, että betoni on tarttunut alustaansa joka puolelta. Tartuntakokeet tehdään poraamalla rakenteen läpi. Näyte otetaan ja viedään tutkittavaksi tai tutkimus tehdään työmaalla. Taulukossa 7 on betonin tartuntalujuusvaatimukset 30 päivää valun jälkeen. (By45/BLY7 Betonilattiat 2002, 8-9.)

Taulukko Tartuntalujuusvaatimukset betonin 30d kypsyysässä (t20)

Tartuntalujuustulosten keskiarvo vähintään [MN/m ²]	Luokka			
	60	50	40	30
	0,8	0,8	0,8	0,6
	Kiinni koputuskokeessa			

Taulukko 7. Tartuntalujuusvaatimukset 30 päivää valamisen jälkeen (By45/BLY7 Betonilattiat 2002, 8-9.)

Paksuusvaatimukset

Kiinnitetyille lattioille suositellaan annettavaksi vähimmäispaksuusvaatimus. Betonilattiat 2002 ohjeen mukaan kulutuspinnaksi jäävien betonilattioiden vä-

himmäispaksuus tulisi olla yli 40 mm ja päällystettävissäkään lattioissa se ei olisi alle 40 mm. (By45/BLY7 Betonilattiat 2002, 9.)

Raudoituksen laatuvaatimukset

Keskeisen raudoituksen sijainnin vaihtelua voi tapahtua sekä korkeussuunnassa että vaakasuunnassa alusbetoniin nähden. Raudoituksen sijainnin vaihtelussa on myös otettava huomioon betonipeitteen paksuus. Raudoituksen sijaintia valvotaan mittaamalla raudoituksen korkeusasema tuoreen betonin läpi. Raudoituksen sijainti mitataan yleensä vain silloin, kun valvonta ei ole tyydyttänyt molempia osapuolia.

4.2 Luokittelemattomat laatutekijät

Kuivuminen

Kuivuminen kohtuullisen aikataulun toteuttamiseksi on kuivumistekijät otettava huomioon jo lattian suunnittelussa ja toteutuksessa. Kuivumiseen vaikuttavat alusta, betonointimenetelmät, betonimassa sekä jälkihoitotapa ja huoneen suhteellinen kosteus lukuun ottamatta kosteudenhallintaa. (By45/BLY7 Betonilattiat 2002, 12.)

Kemiallinen kestävyys

Kemiallinen kestävyys on otettava huomioon kohteissa, joissa vaarallisia aineita on mahdollisesti käsiteltävissä. Kemiallinen kestävyys voidaan suorittaa betonin huolellisella tiivistyksellä lujuusluokan nostamisella tai tarvittaessa pinnoittamalla betoni siihen sopivalla materiaalilla. (By45/BLY7 Betonilattiat 2002, 12.)

Säänkestävyys

Säänkestävyyttä betonilta tarvitaan silloin, kun betoni on säälle kylmälle tai kostealle alttiina. Tähän voidaan vaikuttaa betonimassan valinnalla.

Vesitiiviyttä voidaan tarvita silloin, kun lattialta vaaditaan erityistä tiiviyttä esimerkiksi syöpymisvaaran vuoksi. (By45/BLY7 Betonilattiat 2002, 12.)

Karheus

Karheutta voidaan luokitella silloin, kun pinnalta vaaditaan erityistä pitoa. Tähän voidaan vaikuttaa esimerkiksi erilaisella hiertotavalla, pinnan profiloinnilla tai erilaisella runkoaineella. (By45/BLY7 Betonilattiat 2002, 12.)

Sähkönjohtavuus

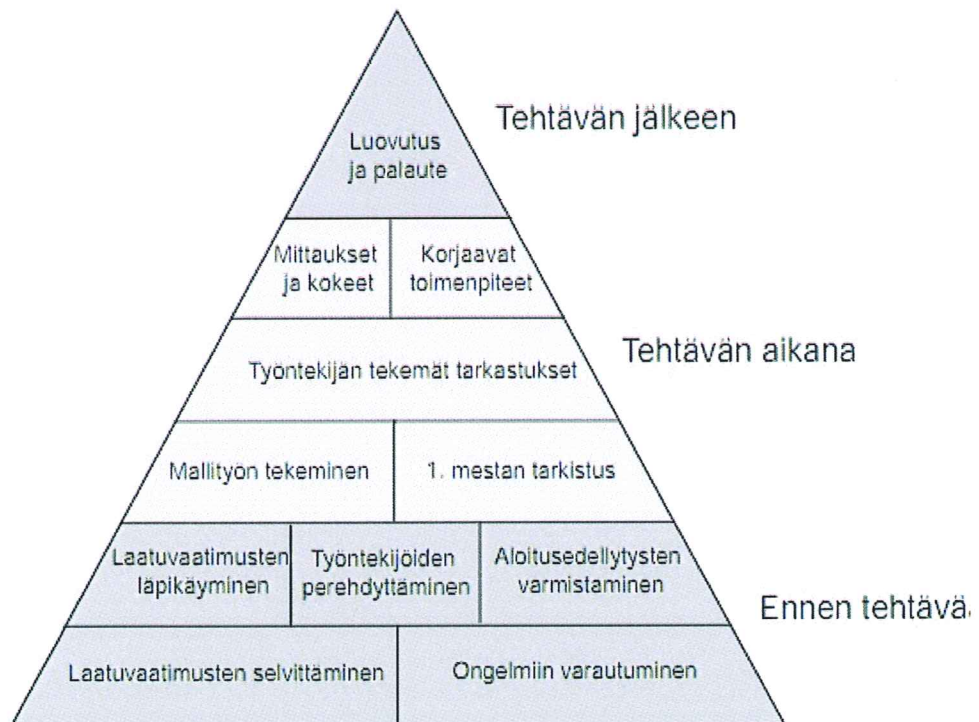
Sähkönjohtavuutta voidaan pitää laatutekijänä silloin, kun sähköä johtuu turvalisuus, tuotanto- ja käyttöteknisistä tekijöistä. Tällaista voidaan vaatia esimerkiksi tiloissa, jossa valmistetaan komponentteja, räjähteitä tai laitteita. (By45/BLY7 Betonilattiat 2002, 12.)

Ulkonäkö

Ulkonäön laatu tulee esille silloin, kun lattialle asetetaan erilaisia ulkonäkövaatimuksia. Tällaisia voivat olla esimerkiksi väri, hiertopinnan tasaisuus, pintahalkeamien esiintyminen maalaus tai lakkausjälki. (By45/BLY7 Betonilattiat 2002, 13.)

5 Pintabetonoinnin laadunvarmistaminen

Työmaan laatusuunnitelmassa määritellään kyseisellä työmaalla käytettävät tuotannon ohjaus- ja laadunvarmistusmenettelyt, joiden tavoitteena on toteuttaa laaditut tuotantosuunnitelmat hallitusti siten, että laatuvaatimukset täyttyvät. Näillä keinoilla pyritään ehkäisemään laatuvirheiden syntyminen sekä estää työtapaturmat. Tavoitteena varmistaa aikataulujen mukainen tuotanto sekä luovuttaa asiakkaalle virheetön työ. Kaaviossa 3 on esimerkki rakentamisen laatu-kolmiosta koko rakennuksen tai rakenteen toteutuksen aikana (Mäki ym. 2009.) Laadukasta lopputulosta varmistetaan koko pintabetonointityön ajan. Laadun varmistaminen aloitetaan jo ennen tehtävää työntekijöiden perehdyttämisellä, ongelmiin varautumisella ja aloitusedellytysten varmistamisella. Työtehtävän aikana varmistetaan työturvallisuus ja työn edistyminen suunnitelmien mukaan valvonnalla ja työn ohjauksella. Tavoitteena luovuttaa asiakkaalle virheetön rakenne tai seuraavalle työn suorittajalle laadukas pohjatyö.



Kaavio 3. Työnaikainen laadunvarmistus koko tehtäväprosessin läpi (Ratu S-1228, Rakentamisen tehtäväsuunnittelu.)

5.1 Aloituspalaveri

Aloituspalaverin tehtävänä on pintabetonityön laadunvarmistus sekä suunnitelmatarkennus. Aloituspalaverin asialista voi olla esimerkiksi kuvan 8 mukainen. Aloituspalaverissa käydään läpi suunnitelma-asiakirjat sekä määritellään urakkarajat. Urakkarajojen täsmentäminen on erityisen tärkeää, ettei työhön jää täyttämättömiä aukkoja. Suunnitellaan yhdessä työn toteutus aikataulu, mahdolliset viikkosuunnitelmat, työn laatuvaatimukset sekä laatuvaatimuksen tarkastukset. Mikäli urakoitsijalla on tarkempaa tietoa ja kokemusta esimerkiksi siirroista ja reiteistä tiettyjen valujen suhteen on ne hyvä ottaa esille myös aloituspalaverissa (Ratu S-1228, Rakentamisen tehtäväsuunnittelu.)



Kuva 8. Aloituspalaverin asialista (Ratu S-1228, Rakentamisen tehtäväsuunnittelu)

Pintabetonoinnista pidetään suunnitelmakatselmus suunnittelijan, pääurakoitsijan ja lattiaurakoitsijan sekä mahdollisesti betoniasiantuntijan kesken, jos pintalattian teko vaatii erityistä huomiota. Suunnitelmakatselmus käydään silloin, kun muutosten teko on vielä mahdollista ja järkevää. Suunnitelmakatselmuksessa sovitaan toteutusmenetelmä, rakenteessa käytettävä betoni vaihtoehtoiseen,

rakenteelliset detaljit. Esimerkiksi erityisen rankat kestävyysvaatimukset tai saumojen toteutus. (Ratu S-1228, Rakentamisen tehtäväsuunnittelu.)

Hyvän lopputuloksen varmistamiseksi aloituspalaverissa pitää olla myös työn suorittavat tekijät, joiden kanssa käydään läpi työturvallisuuteen liittyvät asiat, mahdolliset detaljitiedot, kaadot sekä työn erityisominaisuudet.

Betonilattiatöiden suunnittelun osana tulee aloituspalaverin yhteydessä laatia betonin jälkihoito-ohjelma, jossa määritetään valuolosuhteiden perusteella esijälkihoidon aloitusajankohta ja käytettävä menetelmä ja varsinaisen jälkihoidon menetelmä, jos se poikkeaa edellisestä, sekä jälkihoidon kesto (Rudus info 2/04.)

Aloituspalaverin yhteydessä käydään läpi valukohteen riskianalyysi. Siinä arvioidaan valuolosuhteet ja niiden vaikutus betonointi- ja jälkihoitotoimenpiteisiin käytettävän betonin ominaisuudet huomioiden.

Urakkarajat jaetaan usein urakoitsijan töihin ja velvoitteisiin sekä tilaajan töihin ja velvoitteisiin. Urakkarajat on määriteltävissä aloituspalaverin yhteydessä, ja niissä on selvästi tultava esille molemmille asetetut työt. Urakkarajoihin kuuluvat usein hankintaan, kalustoon ja logistiikkaan liittyvät asiat. Tilaajalle määritetty usein mestan kunnostus, jotta urakoitsija pääsee suorittamaan työnsä laadukkaasti ja turvallisesti.

5.2 Työtä edeltävän laadun varmistus

Työtä aloitettaessa tekemään on huolehdittava siitä, että työntekijä on perehtynyt työhönsä ja käytettävä kalusto on tarkoituksen mukainen ja että urakoitsijalla on varalla myös toinen kalusto mahdollisten kaluston rikkoutumisen varalle. Tässä vaiheessa tarkastetaan myös viimeisin betonointisuunnitelma ja tarkennetaan sitä työn edetessä (Mäki ym. 2009.)

Suunnitelmassa on esitettävä esimerkiksi

- Betonin ominaisuudet.

- Pintabetonointimenetelmä, työsaumat, lähtökorot.
- Betonointinopeus, aikataulu, betonimenekki.
- Varautuminen häiriöihin, kokeiden vaatimat toimenpiteet.
- Jälkihoito, lujuuden ja muiden ominaisuuksien kehityksen seuranta.
- Erityismenetelmiin liittyvät toimenpiteet.

Kiinnitettyjen pintalattioiden edeltävään laadunvarmistukseen liittyy se, että alusbetonin pinta on puhdas, luja, sopivan kostea, imevä ja karhea. Erityisesti ontelolaattojen pinnalla oleva sahausliete sekä laattaan tarttuneet roiskeet on puhdistettava mekaanisesti ennen pintalattioiden valamista. Kun alusta on tuore/uusi, riittää edeltä mainittujen asioiden lisäksi pinnan kastelu edellisenä päivänä. Tarkastetaan, että olosuhteet vastaavat asiakirjojen ja materiaalin toimittajan asettamia vaatimuksia. Esimerkiksi Rudus ilmoittaa valualustojen lämpötilaksi +10 °C. Tämä edellyttää valutilan lämmittämistä edellisenä päivänä tai alustan lämmittämistä säteilylämmittimillä 1 – 2 h ennen valua olosuhteiden sitä vaatiessa. Vaaitetaan korkomerkinnot 2 metrin välein tilan seiniin, kulmiin ja tarvittaessa lattiaan, jos pohjamateriaalissa on suuria korkeuseroja. Asennetaan johteet sekä mitataan ja asennetaan varaukset suunnitelmien mukaisille paikoille (Betonin valintaopas, 2006.)

Pintabetonointi irrotetaan ympäröivistä rakenteista irrotuskaistanauhalla ja saumaamalla saumat joustavalla saumamassalla betonilaatassa tapahtuvan kiuumis- ja kutistumisen liikkumisen vuoksi. Irrotusnauhana käytetään solumuovi- sekä villakaistaa. Irrotuskaistan tehtävänä on antaa laatalle riittävä liikuntavaran (By45/BLY7 Betonilattiat 2002, s.71.) Kaistan kiinnitys tapahtuu mekaanisesti käyttäen alumiininiittejä tai eri valmistajien tarjoamia liima- ja silikonimassoja. Irrotuskaistan alareuna tulee laatan alareunan tasolle ja sen täytyy olla vähintään niin korkea kuin valettava laatta. Kuvassa 9 on irrotusnauha kiinnitetty alumiininiitein ja se on nostettu noin 30 mm valun yläpuolelle, jolloin ylimääräisen solumuovin leikkaaminen on helpompaa valutyön jälkeen. Kiinnityskohdat kannattaa sijoittaa niin alas, että ne jäävät laatan yläpinnan alapuolelle piiloon.



Kuva 9. Irrotuskaistat alumiininiiteillä kiinnitettyinä.

Työtä edeltävässä laadunvarmistuksessa on otettava huomioon myös lattiabetonimateriaalin valinnalla. Tässä kannattaa käyttää yhteistoimintaa *"Parhaiten oikean betonin valinta onnistuu suunnittelijoiden, työmaan ja betonin toimittajan yhteistyönä"* Betonin valintaopas, s. 30. Betonilaaduilla on erilaiset sitoutumis- ja kuivumisnopeudet, joilla saavutetaan erilainen kulutus tai kestävyysluokka. Tarpeettoman pienen maksimirakoon käyttö on yleisin syy halkeiluongelmiin (Betonin valintaopas 2006.) Massan valinnassa on suositeltavaa valita mahdollisimman jäykkä notkeus, kuitenkin ottaen huomioon massan siirto- ja tiivistytävän sekä alueen koon. On kuitenkin muistettava, että mitä notkeampaa massa on, sitä kutistuvampaa ja kalliimpaa se on ja samassa sen erottumisvaara kasvaa, jolloin tasalaatuisuus kärsii.

Halkeilu ja kutistumariskiä voidaan vähentää oikealla raekoon valinnalla (Betonin valintaopas 2006, s.27):

<i>Maksimiraekokokoisuusitus valuvahvuuden mukaan:</i>	
<i>Valuvahvuus</i>	<i>Maksimiraekoko</i>
<i>alle 45 mm</i>	<i>8 mm</i>
<i>yli 45 mm</i>	<i>12 mm</i>
<i>yli 50 mm</i>	<i>hieno 16 mm</i>
<i>yli 60 mm</i>	<i>16 mm</i>
<i>yli 120 mm</i>	<i>32 mm</i>

5.3 Työsaumat

Työsaumojen paikat on suunniteltava huolellisesti ennen valun aloittamista. Paikat suunnittelee rakennesuunnittelija, mutta rakennesuunnittelija on usein yhteydessä työmaahan työsaumojen toteutuksen kanssa. Työsauma voidaan tehdä myös liikuntasaumana (ks.luku 2.2). Betonivaluun syntyy aina työsauma, kun betonoinnissa pidetään niin pitkä tauko, että betonimassa ehtii sitoutua ennen seuraavan betonikerroksen tai alueen valua. Työsauma on ympäröivää betonia heikompi epäjatkuvuuskohta, jonka vaikutus tulee ottaa suunnittelussa huomioon. Eri aikoina valettavien betonilaattojen välistä tartuntaa voidaan parantaa hidastamalla betonin sitoutumista työsaumassa ja pesemällä sementti-liima pois kovettuneesta betonista ennen betonoinnin jatkamista työsaumasta eteenpäin. Betonipinnan pesu paljastaa betonin runkoaineen ja tekee työsaumapinnasta karkean, mikä parantaa tartuntaa betonilaattojen välillä. Yleensä työsaumoissa käytetään työsaumaraudoitetta. Työsaumojen suunnittelussa kannattaa myös kiinnittää huomiota valettavan laatan muotoon. Valualue tulisi rajata mahdollisuuksien mukaan neliömäiseksi ja välttää pitkiä ja monikulmioita aloja, koska pitkät ja monikulmiot valualueet lisäävät halkeilun riskiä (Betonityömaaohje.doc.)

Työsauman kohta erottuu selvästi ympäröivästä betonipinnasta, joten näkyviin jätettävien betonipintojen työsaumojen paikat ja yksityiskohdat on suunniteltava tarvittaessa yhteistyössä arkkitehdin kanssa. Työsauma voidaan häivyttää näkyvistä valun pintaan asennettavalla peitelistalla tai jättämällä työsaumakohtaan ura, joka kätkee eri aikaan valettujen pintojen värisävyerot. Kaikkien näkyviin

jäävien betonipintojen valualueista tulisi suunnitella riittävän pieniä, jotta se saadaan varmasti valettua kerralla. Tämä vähentää väärään paikkaan syntyvien työsaumojen syntymisriskiä, kun betonoinnissa tapahtuu suunnittelematon työskentelykatkos (Betonityömaaohje.doc.)

5.4 Työnaikainen laadunvarmistus

Työnohjaus ja valvonta ovat osa työnaikaista laadunvarmistusta. Valvonnalla saadaan luotua edellytykset suunnitelmien mukaiselle toiminnalle. Tehtävänä myös estää ennalta tuotannon poikkeaminen suunnitelmista. Pintabetonoinnin työnohjauksella ja valvonnalla pyritään varmistamaan jokaisen työvaiheen toiminta mutta myös koko tehtävän kokonaisuus (*Mäki ym. 2009.*)

Työn aikaista laatua voidaan varmistaa myös työntekijöiden itsekontrollilomakkeilla, joita työntekijä täyttää työvaiheiden edetessä. Itsekontrollilomakkeilla työntekijä saa itse käsityksen siitä, mitkä työvaiheet ovat tärkeitä ja mihin on syytä kiinnittää huomiota (ks.luku 5.6) (*Mäki ym. 2009.*)

Henkilökohtaisten suojainten käyttö, koneiden kunnon tarkastus, siisteys, hyvin valaistu työmaa sekä esteetön kulku ovat työnaikaisen turvallisuuden avainkoh-
tia.

Raudoitusten mittatarkkuuksien, sidontojen varmistus ja paikallaan pysyminen valun yhteydessä varmistetaan huolellisella ja varovaisella työskentelyllä. Raudoitussuunnitelmien huolellinen tarkistus liikuntasaumojen kohdalla sekä työsaumojen varmistaminen antavat edellytykset hyvään laatuun. Seuraavassa kuvassa 9 on verkkoraudoitus, jota on nostettu 40 mm. Pilareiden ympärille on laitettu vahviketeräkset raudoitussuunnitelmien mukaisesti (*Mäki ym. 2009.*)



Kuva 9. Verkkoraudoitus sekä pilarin vahvikeraudoitus.

Pintabetonoinnin tartunnan varmistaminen tehdään joko primeroimalla, kynsittämällä tai tartuntalaastin avulla, käyttäen jäykkää katuharjaa ja ristikkäisharjausta. Huolehditaan kaatojen toimivuudesta ja niiden suunnitelmien mukaisuudesta.

5.5 Betonilattioiden jälkihoito

Pintabetonin jälkihoito on oikeiden lämpötilaolosuhteiden ja kosteusolosuhteiden varmistamista. Samalla pintalattia suojataan ulkoisilta rasituksilta kovettumisen alku vaiheessa. Pintabetonoinnin jälkihoidolla tavoitellaan pinnan ennenaikaisen kuivumisen estämisestä. Jälkihoidolla voidaan myös estää suuret lämpötilaerot ydinosan ja yläpinnan välillä (Rudus info 2/04.)

Jälkihoidon tarkoitus ja suunnittelu

Jälkihoitoa suunnitellessa on siinä otettava huomioon sille asetetut vaatimukset sen betonointiolosuhteiden, käytettävien työmenetelmien, betonin ominaisuuksien, lattioiden pinnoitettavuuden ja päällystettävyyden sekä pinnan laatuvaatimusten suhteen. Jälkihoidot voidaan jakaa kahteen ryhmään varhaisjälkihoitoon ja jälkihoitoon, joka suoritetaan pinnan hierron yhteydessä (Rudus info 2/04.)

Pintabetonin nopea kuivuminen ensimmäisten tuntien aikana tulee estää varhaisjälkihoidolla. Kuivuminen on nopeaa silloin, kun ilman virtaus on nopeaa, suhteellinen kosteus on alhainen tai ilman/betonipinnan lämpötila on korkea (Rudus info 2/04.)

Varhaisjälkihoito tehdään betonipinnan oikaisun yhteydessä sumuttamalla betonipinnalle varhaisjälkihoitoainetta. Kyseisessä varhaisjälkihoidossa voidaan käyttää myös vesisumutetta, kuitenkin varoen, ettei betonin pinta kastu liikaa. Varhaisjälkihoidon menetelmänä voidaan käyttää myös muovikalvoa, joka estää nopean kuivumisen. Tätä menetelmää voidaan käyttää silloin, kun pinta jää hierrettäväksi (Rudus info 2/04.)

Jälkihoidon tarkoituksena on estää pintabetonin liiallinen kuivuminen. Näin tehdään rakenteelle suotuisat olosuhteet. Jälkihoito voidaan tehdä myös useammalla eri tavalla rakenteen pinnan mukaan. Yksi yleisimmistä on jälkihoitoaineen sumuttaminen tuoreelle betonipinnalle viimeisen hiertokerran jälkeen. Jälkihoito on myös mahdollista tehdä muovikelmulla; muovikeltu levitetään betonipinnan päälle viimeisen hierron jälkeen. Pintabetonin kasteleminen, kun betoni on kovettunut ja tämän jälkeen levitettävä suojaava peite, toimii myös jälkihoitomenetelmänä. Pintabetonia voidaan myös kastella suodatin- tai juutikankaan läpi (Rudus info 2/04.)

Jälkihoidon onnistumiseksi on otettava huomioon myös ulkoiset rasitukset. Pidetään lämpötila koko hoidon ajan vähintään +5 celsiusasteessa. On myös otettava huomioon, että pinnan ja ydinosan lämpötilaerot tulisi rajoittaa 15...20 as-

teeseen. Talvi olosuhteiden suuret lämpötilavaihtelut on pyrittävä estämään laatan halkeiluriskin vuoksi. Lattialaattaa ei saa rasittaa liian aikaisin, koska tällöin laatan alapintaan syntyy halkeamia, jotka ilmenevät vasta myöhemmin halkeamien edettyä laatan yläpintaan (Rudus info 2/04.)

Aurinkoisissa tai viimaisissa sekä alle RH 50 %:n olosuhteissa pinnoitettavien lattioiden jälkihoitoa tulee jatkaa vähintään 7 vuorokautta. Vastaavissa olosuhteissa kulutusrasitettujen lattioiden jälkihoitoaika on vähintään 2 viikkoa. Kosteissa olosuhteissa, jossa RH on yli 80 %, pinnoitettavien lattioiden jälkihoitoaika on vähintään 3 vuorokautta ja kulutusrasitettujen lattioiden 1 viikko. Ruduksen taulukko 9 ilmoitetaan jälkihoidon aika eri lämpötiloissa ja eri betonin lujuusluokille normaalisti kovettuvalle betonille. (By45/BLY7 Betonilattiat 2002, s. 159.)

Betonin lämpötila (°C)	Aika (d), jolloin saavutetaan 60 % nimellisuudesta			Aika (d), jolloin saavutetaan 70 % nimellisuudesta			Aika (d), jolloin saavutetaan 80 % nimellisuudesta		
	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 8. Jälkihoidon kovettumisajat normaalisti kovettuvalle betonille (Betonin valintaopas 2006, 5.)

5.6 Mallihuone

Ensimmäisen osakohteen tarkastuksen avulla konkretisoidaan työn laatutaso. Työryhmän tekemä ensimmäinen työkohte tarkistetaan, havaitut poikkeamat korjataan haluttuun laatutasoon ennen seuraavaan kohteeseen siirtymistä, ja työ hyväksytään referenssiksi seuraaville työkohteille (Koskenvesa & Sahlstedt 2011.)

Työn laatuvaatimusten täyttyminen edellyttää suunnitelmien mukaisia materiaaleja. Tarkastuksessa tarkistetaan irrotussaumojen sekä johteiden käyttö. Tarkistetaan raudoitusten korkeusasema sekä varausten paikkansa pitävyys. Tarkastetaan pinnan taso, onko hierto suunnitelmien mukainen (ks. luku 4.1-2) (Koskenvesa & Sahlstedt 2011.)

Työkohteelle asetetaan suunnitelmien mukainen mittatarkkuus sekä ulkonäkövaatimukset. Sen perusteella, millainen pintamateriaali on tarkoitus jättää vai tuleeko päälle pinnoite. Mittatarkkuus selvitetään esimerkiksi vaaittamalla pinta. Kaadot voidaan tarkistaa esimerkiksi vatupassilla. Samalla selvitetään pinnan laatu, hierto sekä työsaumojen suunnitelmien mukainen toteutus (Koskenvesa & Sahlstedt 2011.)

Mallityöhön tehdään myös ensimmäinen jälkihoito, jolla tarkistetaan saadaanko näin kyseinen laatu vai onko jälkihoitotyyppiä muutettava. Ensimmäisen osakohteen hionta on myös suotavaa suorittaa valvonnan alla, jolloin voidaan selvittää, tarvitaanko esimerkiksi pohjan uudelleen hiomista, ja miten toimitaan seinänvierushiontojen suhteen (Koskenvesa & Sahlstedt 2011.)

Työntekijöiden oma tarkastus

Työntekijöiden omaa itsekontrollia varten laaditaan lista työn aikana tarkastettavista ja huolehdittavista asioista; tällaisia on pintabetonoinnissa esimerkiksi pinnan tasaisuusvaatimukset (ks.luku. 4.1.), lisäksi tarkastuksen alle on otettava pinnan alle jäävien rakenneosien vaatimukset. Tällaisia ovat esimerkiksi raudoituksen sijainnin vaihtelut ja alusbetonin puhtaus. Työntekijät voivat seurata oman työnsä etenemistä myös laadullisesti. Itsekontrollilomake toimii myös laadudokumenttina, kun siihen liittyy työntekijän allekirjoitus tehdystä työstä. (Ratu suunnitteluohje 1195-S, s.6.)

5.7 Kosteuden hallinta

Kuivumisolosuhteilla on suuri vaikutus betonin kuivumisnopeuteen. Ympäristön lämpötila, suhteellinen kosteuspitoisuus ja ilman virtaus vaikuttavat siihen, miten nopeasti betonirakenteen pinnalla oleva kosteus haihtuu ja rakenteen sisällä oleva kosteus siirtyy pintaan (Betonin kosteuden hallinta.)

Jotta siis päästäisiin haluttuun suhteelliseen kosteuteen, on otettava huomioon työnaikaiset ja jälkeiset olosuhteet ja varauduttava niihin jo ennen pintabetonoinnin aloittamista (Betonin kosteuden hallinta.)

Betoni kuivuu sitä nopeammin, mitä alhaisempi on ympäröivän ilman suhteellinen kosteuspitoisuus. Ympäröivän ilman suhteellisen kosteuden tavoitetasona voidaan pitää arvona noin 45...50 % (RH), jota alemmat suhteellisen kosteuden arvot eivät merkittävästi lyhennä betonin kuivumisaikaa. Ympäröivän betonin suhteellisen kosteuspitoisuuden noustessa betonin kuivumisaika sen sijaan voi kasvaa jopa viisinkertaiseksi. Talviaikana kuivatettavan tilan lämpötilan nostaminen laskee sisäilman kosteuden helposti tarvittavalle tasolle RH 50 %. Kuivaettaessa betonia lämpimänä vuodenaikana kuivatettavan tilan ilmanvaihto on pidettävä mahdollisimman pienenä sulkemalla tila mahdollisimman ilmatiiviiksi, jottei ulkoa vuoda sisätiloihin kosteaa ilmaa (Betonin kosteuden hallinta.)

Yleisimpiä menetelmiä betonin suhteellisen kosteuspitoisuuden alentamiseksi ovat rakennetta ympäröivän ilman lämmittäminen ja tuulettaminen, betonin lämmittäminen esimerkiksi säteilylämmittimillä sekä kosteuden poiston tehostaminen rakennuksesta ns. kosteudenkerääjillä. Kun betonilaattaa lämmitetään, lämmityslaitteet on sijoitettava niin, ettei kosteusvirtaa käännetä vastoin luonnollista kulkusuuntaansa, esimerkiksi säteilylämmittimet kannattaa sijoittaa välipohjalaatan alapuolelle (Betonin kosteuden hallinta.)

Betonin lujuuden kasvaessa betonin valmistukseen käytettävä vesimäärä pienenee. Lujuuden myötä myös betonin tiiveys lisääntyy, mikä toisaalta hidastaa betonin kuivumista. Betonirakenteita kuivatetaan lämmittämällä, rakenteisiin kannattaa valita kosteutta mahdollisimman hyvin läpäiseviä betonilaatuja (Betonin kosteuden hallinta.)

5.8 Logistiikka pintabetonointia suunniteltaessa

Työmaa kannattaa suunnitella yhtenä kokonaisuutena, jossa on mainittu purku- ja varastoalueet sekä kulkuväylät sekä nostureiden paikat ja alueet, jotka pidetään varastoinnilta vapaana. Logistiikkasuunnitelmassa määritetään materiaalin käsittelyyn liittyvät työvaiheet kuten kuorman purku, varastointi siirrot, siivous ja suojaus. Työmaalla kannattaa pyrkiä mahdollisimman vähäiseen tavaran siirteelyyn. Logistiikkaa kannattaa miettiä myös pintabetonitoissa. Betonipumppujen sijoitus sekä jätteiden käsittelyyn kannattaa panostaa jo suunnitteluvaiheessa. Pintabetonoinnissa rauditusverkot vievät myös kohtuullisen alueen työmaan varastotilasta (Ratu, S-1227 työmaantoimituksen ja suunnittelun ohjaus.)

Materiaalihankinnoissa kannattaa suunnitella etukäteen toimituserien koko ja materiaalien toimitusaikataulu. Pintabetonoinnissa tämä tarkoittaa lähinnä rauditusverkkojen, korkonappuloiden irrotuskaistan sekä suojamuovien hankintaa sekä tarvittavan kaluston hankintaa. Betoni toimitetaan suoratoimituksena suoraan tehtaalta (Ratu, S-1227 työmaantoimituksen ja suunnittelun ohjaus.)

Urakkasopimukseen kannattaa sisällyttää pintabetonoinnin siivous- ja lajitteluvaihtoimet. Tavoitteena on syntyvän jätteen minimointi. Tähän päästää aliorakoitsijoiden materiaalihankintojen ohjauksella. Pintabetonoinnin osalta on mahdollista myös, että pääurakoitsijan nimeämä henkilö tilaa betonimassan itse. Urakkasopimusvaiheessa tulee ottaa esille betonin jälkikäsittely (Ratu, S-1227 työmaantoimituksen ja suunnittelun ohjaus.)

Kuten useissa muissakin työvaiheissa, myös pintabetonoinnissa syntyy jätettä. Tämän vuoksi onkin syytä pohtia jätehuoltomenetelmän valintaa. Ennen pintabetonointityön aloittamista arvioidaan työmaalla syntyvä jätemäärä ja sen laatu sekä missä vaiheessa työtä mitään jätettä syntyy ja miten käsittely hoidetaan ja miten lajittelu hoidetaan työvaiheittain (Ratu, S-1227 työmaantoimituksen ja suunnittelun ohjaus.)

Pintabetonoinnissa syntyvää jätettä varten varataan pyörällisiä siirrettäviä jäteastioita, jotka liikkuvat työryhmän mukana. Jätteet siirretään kerroksissa siten,

että ne on mahdollista toimittaa mahdollisimman helposti omiin lajittelupisteisiin nosturin hissien tai muun siirtokaluston avulla. Painotetaan urakoitsijoille ja työntekijöille "vie mennessäsi ja tuo tullessasi" -periaatetta (Ratu, S-1227 työmaantoimituksen ja suunnittelun ohjaus.)

Työntekijöiden opastuksessa tulee painottaa sitä, että jätteiden käsittelyn toimintatavat ovat selkeät. Jäteastioiden merkinnät tehdään selkeästi jätteiden sekoittumisen välttämiseksi. Työntekijöiden kanssa käydään selkeästi läpi mihin kuuluvat pintabetonoinnista syntyvä jäte. Työryhmästä kannattaa nimetä jätehuollon ja siivouksen vastuuhenkilö, jolta saa tarvittaessa lisäohjeita ja neuvoja (Ratu, S-1227 työmaantoimituksen ja suunnittelun ohjaus.)

Ennen betonipumppuauton asettamista paikoilleen varmistetaan, että sen ajo- ja purkauspaikat ovat maan kantavuudeltaan riittäviä ja niiden leveys on vaatimusten mukainen. Työmaasuunnitelmassa pitää merkitä lähtökohtaiset betonin pumppauspaikat ja merkitä ne työmaan aluesuunnitelmaan (Ratu, S-1227 työmaantoimituksen ja suunnittelun ohjaus.)

Betonointilinjoja rakennettaessa on myös pohdittava, mistä suunnasta betonointi aloitetaan ja mihin se lopetetaan. Tarkoituksena on suunnitella reitit siten, että se aiheuttaa mahdollisimman vähän haittaa muille töille. Pyritään myös välttämään kävelyä vasta valetun massan yli. (Ratu, S-1227 työmaantoimituksen ja suunnittelun ohjaus)

5.9 Työturvallisuus

Jokaisella työmaan työntekijällä on työturvallisuusvelvollisuuksia. Kaikkien osapuolten on toimittava yhteistyössä ja täten ilmoitettava avoimesti työturvallisuuteen liittyvistä havainnoista, toimenpiteistä sekä puutteista työmaalla (Koski & Mäkelä 2010.)

Pääasiallista määräysvaltaa käyttävän työnantajan (päätoiteuttajan) tulee yhteisellä työmaalla huolehtia:

- jokaiselle työnantajalle ja työntekijälle annetaan
- turvallisuuteen liittyvät toimintaohjeet
- tarpeelliset tiedot työn vaaroista, työpaikan palontorjunnasta, ensiavusta ja näihin tehtäviin nimetyistä henkilöistä
- työntekijöillä on työturvallisuuskortti (1.1.2006 alkaen)
- kaikkien urakoitsijoiden toimintojen yhteensovittamisesta
- työmaaliikenteen ja liikkumisen järjestelyistä
- työmaan yleisestä turvallisuuden ja terveellisyyden edellyttämästä järjestyksestä ja siisteydestä
- muusta työmaan yleissuunnittelusta

työolosuhteiden ja työympäristön yleisestä turvallisuudesta ja terveellisyydestä (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 26.3.2009/205)

Työntekijän suojausvarustus pintabetonoinnissa Kosken & Mäkelän mukaan (2010):

Suojalasit:

Käytä turvalaseja tai kasvonsuojusta (suojavisiiri) roiskeita vastaan

Suojakypärä:

Suojakypärä on pakollinen työmaan suojavaruste

Työvaatetus:

Käytettävä aina pitkälahkeisia housuja. Jos työskentely vaatii polvistumista betonivaluun, käytä polvisuojuksia tai vettä läpäisemätöntä mattoa, suojalevyä tms. Lisäksi työ vaatetuksen on oltava kirkas ja helposti havaittava myös pimeällä.

Työkäsineet:

Käytä vedenpitäviä työkäsineitä.

Saappaat:

Käytä kumisaappaita, joissa on varvassuojaus ja naulaanastumissuojaus.

Jotta työturvallisuus saavutetaan, on pintabetonoinnissa käytettävien pumppausautojen ja materiaalien nostossa käytettävien koneiden ja laitteiden rakenne ja kunto tarkastettava. Lisäksi niiden kunto on todettava käyttötarkoitukseen sopiviksi ja niitä koskevien vaatimusten mukaisiksi. Koneiden ja laitteiden on oltava käyttötarkoitukseen sopivia eivätkä ne saa aiheuttaa vaaraa käyttäjille tai muulle työmaahenkilökunnalle (Finlex 2008.)

Betoniauton ja betonipumpun maapohjan kantavuudesta on varmistuttava sijoituspaikalla. Pumppausautot on perustettava, tuettava tai ankkuroitava niin, etteivät ne liiku tai aiheuta vaaratilanteita. Pumppausauton saapuessa työmaalle on siitä tehtävä pystytyspöytäkirja, jossa näkyy sekä betoniauton kuljettajan että tarkastajan nimi (Finlex 2008.)

Sijoitettaessa betonointikalusto tielle tai muulle liikenteeseen tarkoitetulle väylälle on kaluston erotuttava liikenteestä. Kalusto on myös suojattava riittävällä suojavaöhykkeellä. Suojavaöhyke tulee merkitä kestävillä, näkyvillä ja asianmukaisilla varoitusmerkinnöillä (Finlex 2008.)

6 Pintabetonoinnissa esiintyviä ongelmia, POA

Kun potentiaalisten ongelmien analyysiä tehdään, on syytä pohtia, millaisia ongelmia pintabetonoinnissa on aikaisemmin ilmennyt ja millaisia ongelmia juuri tässä kohteessa voisi ilmetä. Sääolosuhteiden vaikuttaminen esimerkiksi talvella on ongelma, joka voidaan eliminoida huolellisella suunnittelulla ja seurannalla. Tällöin voidaan miettiä, miten talven olosuhteita vastaan taistellaan ja mitä on otettava huomioon tehtäessä pintalattioita talvella. Potentiaalisten ongelmien analysoinnissa mietitään myös, millaisia vahinkoja esimerkiksi rakenteen jäätyminen saa aikaan ja kyetäänkö noihin ongelmien seurauksiin vaikuttamaan.

Ongelmien analysoinnin on perustuttava kohteen erityispiirteisiin ja ominaisuuksiin, sillä liian karhealla ja yleisluontoisella tasolla ongelmia ei tunnisteta eikä siten niihin myöskään voi varautua.

Ongelmien jäsentelyä varten Kankainen ja Junnonen jaottelevat ne, teknisiin, tuotannollisiin ja hankinnan ongelmiin. Teknisellä ongelmalla tarkoitetaan esimerkiksi erityisen vaativaa teknistä osaamista edellyttävää työsuoritusta, teknisesti vaativia rakenneosia tai muuten tavallisesta ja tutusta ratkaisumallista poikkeavaa toteutusvaihtoehtoa. Pintabetonoinnissa tällainen voisi olla esimerkiksi, lattioiden kaadot tehdashalleissa tai teollisuus keittiöissä (*Kankainen & Junnonen 1999.*)

6.1 Toiminnalliset ongelmat

Toiminnalliset ongelmat vaikuttavat rakennuksen tai rakenteen valmistumiseen. Toiminnalliset ongelmat liittyvät usein mm. aikatauluihin, sopimuksiin, tuotannon ohjaukseen, logistiikkaan sekä taloudellisen tuloksen vaikutukseen. Vastaukset ongelmiin löytyvät usein rakennuspaikan suunnitelmista, resursseista ja aikatauluista aikaisemman kokemuksen myötä. Näitä ongelmia kannattaakin pohtia aikaisempaa kokemusta omaavien henkilöiden kanssa. Taulukossa 9, s.48 on pohdittu pintabetonointiin liittyviä ongelmia ja niiden hälyttäjiä. Tämän jälkeen on pohdittu kuinka kyseisiltä ongelmilta vältytään. Taulukossa 9 on lajiteltu kiinnittyvien pintalattioiden toiminnallisia ongelmia (*Kankainen & Junnonen 1999.*)

6.2 Tekniset ongelmat

Pintabetonoinnin teknisillä ongelmilla tarkoitetaan töitä, jotka ovat erityisen vaativia tai poikkeavat jotenkin vanhasta ja tutusta toteutusvaihtoehdosta. Tekninen ongelma liittyy tällöin suoraan koko rakennusosan laatuun. Taulukkoon 10, s.49 on listattuna mielestäni olennaisimpia ja myöhempisiin töihin vaikuttavia teknisiä ongelmia. Pintabetonoinnin ongelmat löytyvät suunnitelmista ja työselostuksesta ammattitaidon ja kokemuksen perusteella, jolloin niihin voidaan perehtyä ja kiinnittää erityistä huomiota jo ennen työn aloittamista. Ongelmien torjumiseksi onkin syytä kerätä aikaisempaa tietoa ja käyttää mahdollisia ulkopuolisia lähteitä, kuten esimerkiksi toteuttavaa aliurakoitsijaa. Teknisten ongelmien välttämiseksi onkin tärkeää varmistaa tietojen periytyminen pintabetonointia hoitavalle työryhmälle sekä hankinnalle (*Kankainen & Junnonen 1999.*)

6.3 Hankinnan ongelmat

Hankinnan ongelmat kuuluvat osana toiminnallisiin ongelmiin. (kts. taulukko 11, s 50) Ne ovat omana kuitenkin osanaan, koska niiden esiintymistodennäköisyys on suuri ja seuraukset merkittäviä. Hankintatoimen ongelmiin kuuluvat lähtötietojen varmistaminen ja niiden saapuminen työmaalle. Hankinnan ongelmat löytyvät usein suunnitelmien, tehtäväluetteloiden, työselostusten ja kokemuksen kautta.

Aliurakkatyöstä olisi myös tehtävä tehtäväsuunnitelma, jotta molemmilla osapuolilla olisi yhteinen käsitys urakoinnin tavoitteista. Tehtäväsuunnitelman tuloksena saadaan usein kustannustavoite johon on päästävä. Laadulliset vaatimukset joiden on kohteen vastaanotossa täytyttävä. Aliurakoitsijalle asetetaan myös ajalliset vaatimukset joissa pohditaan tehtävän aloitusta lopetusta ja välitavoitteita. Tehtäväsuunnitelmassa määritellään osakohteiden suoritusjärjestystä sekä tuotantonopeutta sääteleviä vaatimuksia (*Kankainen & Junnonen 1999.*)

Materiaalihankintojen valmistelu

Hankintasuunnittelun yhteydessä luodaan ratkaisu hankkeen logistisiin ongelmiin. Näitä tarkennetaan kuitenkin kohdekohtaisesti. Hankinnan suunnitelmassa selvitetään tarpeellisten resurssien käyttö, jottei työn toteutuksessa tule keskeytyksiä, mutta myös siksi, että pintabetonointi saadaan sovituilla resursseilla toteutettua. Rauditusverkkojen siirrossa tarvittavat koneet ja laitteet tulee suunnitella etukäteen ennen materiaalien saapumista työmaalle. Varastointipaikkojen määrittely osakohteittain, määrä ja niiden liikkuvuus sekä jätteen käsittely ja kierrätyspaikat suunnitellaan tehtäväsuunnitelmaan aluesuunnitelman kautta. Hankinnan ongelmien pohtiminen on kuitenkin jäänyt vähemmälle. Ne ovat olennainen osa tehtävän suunnittelua, mutta ei niillä ole vaikutusta työn tekniseen toteuttamiseen (Kankainen & Junnonen 1999.)

TOIMINNALLISET ONGELMAT		
ongelma	hälytin	torjunta
<ul style="list-style-type: none"> - turvallisuuden laiminlyönti - työskentelyolosuhteet - opastus/valvonta - sääolosuhteet - toimimaton aluesuunnitelma - aikataulu - resurssit 	<ul style="list-style-type: none"> - vaara tilanteet - koneiden toimivuus - kylmyys - monta työtä päällekkäin samalla alueella - valaistuksen puute - likaisuus, epäjärjestys - puutteellinen valvonta - työntekijöiden tietämättömyys - vettä tulee sisälle - kylmyys - läpi tuuletus - tavarat väärillä paikoilla - pumpulle ei tilaa - verkkoja ei saada sisälle - kohde ei pysy aikataulussa - tehtävä keskeytyy - miehiä liikaa/liian vähän - väärä kalusto 	<ul style="list-style-type: none"> - perehdyttäminen - työturvallisuus-suunnitelma - lisätään tai vähennetään lämmitystä - rauhoitetaan työalue - lisätään valaistusta - hoidetaan jätteet ja lika niille tarkoitetuille paikoille - käydään yhdessä läpi työtehtävät - työnjohtaja paikalla - mietitään ratkaisuja - hankitaan lämmittimiä - estetään läpiveto - suojataan runko - seurataan säätilannetta - tehdään huolellinen aluesuunnitelma - sovitaan urakoitsijan kanssa tavaroi- roista - pidetään tavarat järjestyksessä - materiaalit ajoissa - tarvittavat resurssit - muutetaan työtapaa - suunnitellaan resurssit - perehdytään kalustoon/ aliurakoitsijaan

Taulukko 9. Toiminnallisten ongelmien pohdintaa.

TEKNISET ONGELMAT		
ongelma	hälytin	torjunta
<ul style="list-style-type: none"> - raudoitus liikkuu 	<ul style="list-style-type: none"> - verkot nousevat betonoinnin aikana pintaan - verkot ovat käyristyneet - sidelanka ei pidä - liian monta verkkoa päällekkäin kulmista 	<ul style="list-style-type: none"> - tarkistetaan raudoituksen kiinnitys - leikataan verkot oikean kokoisiksi - käytetään suunnitelmiin mukaisia materiaaleja - piirustusten ja asiakirjojen tarkastelu
<ul style="list-style-type: none"> - lattiakaadot virheelliset 	<ul style="list-style-type: none"> - vesi seisoo - valuu väärään suuntaan - kaivot virheellisessä korossa 	<ul style="list-style-type: none"> - asennetaan johteita - tarkastetaan korot ennen aloitusta - pohjustusaineen harjaus - kynsittäminen - alustan puhdistus - oikea alusbetonin kosteus - lämpötila - käytetään oikeita rae-kokoja - jälkihoito - huolellinen tiivistys - oikean aikainen hierto - oikeat massat - raudoitus tai kuitumassa
<ul style="list-style-type: none"> - huono tartunta alustaan 	<ul style="list-style-type: none"> - betoni irtoaa alusbetonista - alusbetoni likainen - alusbetoni liian märkä 	<ul style="list-style-type: none"> - alustan puhdistus - oikea alusbetonin kosteus - lämpötila - käytetään oikeita rae-kokoja - jälkihoito - huolellinen tiivistys - oikean aikainen hierto - oikeat massat - raudoitus tai kuitumassa - suojataan valualue ympäristön vaikutuksilta - valitaan oikeanlainen massa - seurataan ulkoisia olosuhteita – lämmitys - varmistetaan oikean aikainen hierto - varmistetaan oikean massan valinta - suunnataan lämmittimet oikein - suojataan rakenteet - tehdään töitä huolellisesti ja varoen - pyritään rauhoittamaan alue
<ul style="list-style-type: none"> - laatan halkeilu ja kutistuminen 	<ul style="list-style-type: none"> - lattiaan tulee halkeamia - käyristyminen kulmista - pölyävä pinta 	<ul style="list-style-type: none"> - huolellinen tiivistys - oikean aikainen hierto - oikeat massat - raudoitus tai kuitumassa - suojataan valualue ympäristön vaikutuksilta - valitaan oikeanlainen massa - seurataan ulkoisia olosuhteita – lämmitys - varmistetaan oikean aikainen hierto - varmistetaan oikean massan valinta - suunnataan lämmittimet oikein - suojataan rakenteet - tehdään töitä huolellisesti ja varoen - pyritään rauhoittamaan alue
<ul style="list-style-type: none"> - kosteuden hallinta 	<ul style="list-style-type: none"> - ympäristöstä tulee kosteutta - massa liian märkää - korkea suhteellinen kosteus - ilmavirtaukset 	<ul style="list-style-type: none"> - suojataan valualue ympäristön vaikutuksilta - valitaan oikeanlainen massa - seurataan ulkoisia olosuhteita – lämmitys - varmistetaan oikean aikainen hierto - varmistetaan oikean massan valinta - suunnataan lämmittimet oikein - suojataan rakenteet - tehdään töitä huolellisesti ja varoen - pyritään rauhoittamaan alue
<ul style="list-style-type: none"> - pinnan kirjavuus 	<ul style="list-style-type: none"> - hierto puutteellinen - massa ei ole tasalautuista - alueen epätasainen kuivuminen 	<ul style="list-style-type: none"> - varmistetaan oikean aikainen hierto - varmistetaan oikean massan valinta - suunnataan lämmittimet oikein - suojataan rakenteet - tehdään töitä huolellisesti ja varoen - pyritään rauhoittamaan alue
<ul style="list-style-type: none"> - ympäröivien rakenteiden likaantuminen 	<ul style="list-style-type: none"> - avoimet rakennepinnat - lähellä rakennusmateriaaleja 	<ul style="list-style-type: none"> - suojataan rakenteet - tehdään töitä huolellisesti ja varoen - pyritään rauhoittamaan alue

Taulukko 10. Teknisten ongelmien pohdintaa

HANKINNAN ONGELMAT		
ongelma	hälytin	torjunta
- tavarantoimittaja	- väärä materiaali - tavarat tulevat väärään aikaan - väärän kokoiset toimituserät	- palaverit toimituksista - selkeä toimitus- ja eräaikataulu - laatuvaatimukset tietoon
- lähtötiedot	- epäselvyydet piirustuksissa - asiakkaalta ei vielä tarvittavia tietoja	- projektipankki - yhteiset palaverit työajankohdista
- urakkarajat	- epäselviä työkohtia - tekemättömiä töitä - mesta huonossa kunnossa	- määritellään urakkarajat aloituspalaverissa - huolehditaan yhteistoiminnasta
- aikataulu	- työ ei etene tarpeeksi nopeasti - väärät resurssit	- muutetaan resursseja - muutetaan työaikaa - parannetaan työjärjestystä
- laatuvaatimusten määrittäminen	- laatuvaatimuksissa eroja - virheellinen lopputuote	- sovitaan laatuvaatimukset aloituspalaverissa - valvotaan työtä
- suunnitelmat	- suunnitelmat puutteellisia - suunnittelijan virheet	- yhteistyö suunnittelijoiden kanssa - esivalmistelevat tarkastelut

Taulukko 11. Hankinnan ongelmien pohdintaa.

7 Työvälineet ja kalusto

Pintabetonointityössä rakennuskoneet ovat suuressa roolissa. Työntekijöiden kuormittavuutta on näin saatu vähennettyä, ja sitä kautta, on myös parannettu ergonomiaa. Monen työvaiheen kestoa on saatu lyhennettyä koneiden ansiosta.

Koneiden ongelmana ovat kuitenkin erityyppiset työturvallisuusriskit, ja sen vuoksi joudutaan työntekijöille tarjoamaan jatkuvaa koulutusta ja ohjeistusta.

Rakennusliikkeen näkökulmasta kuitenkin koneet parantavat laatutasoa, lisäävät tuottavuutta, alentavat riskejä ja mahdollistavat monia tarkkuutta ja vaativien työsuoritusten tekemisen. Koneiden oikealla valinnalla rakennustyö etenee aikataulussa kustannustehokkaasti ja turvallisesti (Koskenvesa & Sahlstedt. 2011.)

Betonointikalustoa

Betoni kuljetetaan valmisbetonitehtaalta työmaalle yleensä pyörintäsäiliöautolla. Yleisimmän pyörintäsäiliöautotyypin suurin sallittu kuormakoko on 5 - 6 m³ betonia. Sekoitussäiliöautoja löytyy kooltaan aina 10 m³ asti. Pyörintäsäiliöauton hyvänä puolena on, että sillä saadaan sekoitettua kuljetuksen aikana mahdollisesti huonontunut betoni jälleen tasalaatuiseksi (Betoniteollisuus ry.)

Betonia voidaan siirtää työmaalla usealla eri laitteella. Pyörintäsäiliöauton varustuksena voi olla mekaaninen tai hydraulinen valukouru tai kourun lisäksi hihnakuorin tai betonipumppu. Lisäksi voidaan käyttää erillistä betonipumppuautoa. Autobetonipumppu on jakelupuomilla varustettu kuorma-auto. Betonipumppuautolla voidaan siirtää betoni suoraan valukohteeseen. Pumppaus nopeuttaa valutyötä huomattavasti ja vähentää työvoiman tarvetta, sillä varsinainen valutyö tapahtuu pienillä resursseilla (Betoniteollisuus ry.)

Betonipumppu pystyy toimimaan myös vaikeasti lähestyttävissä työkohteissa. Pumppuauton jakelupuomin ulottuma on pumpusta riippuen vaakasuorassa 17 - 48 m ja pystysuunnassa 20 - 52 m. Linjapumppauksessa matkat kasvavat. Työskentelypaikan ja ohjauspaikan välillä tulee olla näkö- tai radiopuhelinyhteys (Betoniteollisuus ry.)



Kuva 10. Kuljetuspumppu.

Laatan laadunvarmistukseksi on usein talvella tehtävissä valuissa käytettävä lämmittimiä olosuhteiden muuttamiseksi kelvollisiksi. Tavallisimmin lämmittämiseen käytetään polttoöljy-, nestekaasu, bensiini tai sähkökäyttöisiä höyrykeitimiä puhaltimia ja infrapunasäteilijöitä. Nykyään myös kaukolämpölinjastot ovat tulleet olennaiseksi osaksi kohteiden lämmittämistä varten (Betonityömaaohje.doc.)

Betonipinta voidaan hiertää joko koneellisesti tai käsin. Useimmissa kohteissa joudutaan käyttämään molempia vaihtoehtoja. Käsihiertimen materiaali on usein muovia, mutta markkinoilla on myös monenlaisia muita materiaaleja riippuen halutusta pinnasta. Koneellinen hierto aloitetaan levyllä ja lopullinen pinta saavutetaan siivillä tehtävillä hierroilla, jolla saavutetaan lattiapinnan sileys. Hierto voidaan suorittaa käsin työnnettävällä hiertimellä tai kuvassa 11 päältä ajettavalla hiertolaitteella, jota käytetään suurissa kohteissa (Betonityömaaohje.doc.)



Kuva 11. Päältä ajettava hierontokone (muokattu 12.2.2012.)

Tärypalkki ja tärysilta ovat ohuiden, alle 150 ... 200 mm betonilaattojen ja pinta-betonivalujen tiivistämiseen käytettäviä pintatäryttimiä, joilla saavutetaan suurempi työskentelynopeus (m^2/h) kuin sauvatäryttimellä. Tärypalkkia ja tärysiltaa vedettäessä on etenemänopeuden oltava riittävän pieni, jotta massa ehtii tiivistyä kunnolla. Tärypalkkia ja tärysiltaa ei saa käyttää paksujen laattojen tiivistämiseen, koska niiden tiivistysvaikutus ei ulotu riittävän syvälle laatan pohjaan asti (Betoniteollisuus ry.)

Tiivistyskalustoa tulee varata riittävästi varsinkin betonoitaessa notkistetulla betonilla kuumalla säällä. Käytännön työssä on havaittu, että tiivistys tärypalkilla ei riitä betonin tiivistämiseen laattarakenteen ja raudituksen alapinnassa. Tärypalkki soveltuu pintakerroksen tiivistämiseen (jälkitärytys) ja pinnan tasaukseen. Tärypalkin käytöllä on kuitenkin todettu säästävän työkustannuksia (Betoniteollisuus ry.)

Tärysauva eli vibra on notkeusluokissa vetelä (1 - 2 sVB) ja notkea (2 - 3 sVB) olevan betonin tiivistämiseen yleisimmin käytetty väline. Sauvatärytin soveltuu kaikkien betonirakenteiden tiivistämiseen lukuun ottamatta kaikkein ohuimpia pintabetonivaluja, joiden tiivistämiseen käytetään yleensä tärypalkkia. Tärytysajan on oltava riittävä, jotta ylimääräinen ilma (eli tyhjätila) ehtii poistua raken-

teesta. Ylitäryttämistä on kuitenkin vältettävä, koska se aiheuttaa massan erottumisen (Betoniteollisuus ry.)

Muovikalvo suojaa tehokkaasti betonipintaa kosteudenhaihtumiselta. Muovikalvo levitetään rakenteen pintaan heti, kun pinta on kovettunut riittävästi kestääseen levityksen. Ennen muovin levitystä on betonipinta tarvittaessa kasteltava, sillä betonin on pysyttävä kosteana muovin alla. Muovikalvo voidaan levittää paikalleen myös ennen pinnan kovettumista, mikäli pinnan sileydelle ja ulkonäölle ei aseteta korkeita laatuvaatimuksia. Muovikalvoa voidaan siis käyttää myös esijälkihoitona. Ennen betonin sitoutumista betonipintaa ei saa kastella, vaan muovi levitetään pinnalle suoraan ilman kastelua. Sitoutumisen jälkeen betonipinta voidaan kastella varsinaisten jälkihoidon yhteydessä. Suojapeitteet suojaavat betonipintaa kuivumiselta samoin kuin muovikalvokin. Ennen peitteen levitystä on betonipinta tarvittaessa kasteltava. Eristepeitteet eristävät betonipinnan kylmästä ulkoilmasta ja auttavat säilyttämään riittävän lämpötilan betonin lujuudenkehitystä varten talvibetonoinnissa. Tämän lisäksi eristepeitteet toimivat kuten suojapeitteet ja muovikalvo: ne estävät kosteuden haihtumisen betonirakenteen pinnasta. Eristepeitteet tulee levittää betonipinnalle heti, kun pinta – ulkonäkö- ja tasaisuusvaatimusten mukaan – kestää levityksen (Kestävä kivitalo.)

8 Yhteenveto ja päätelmät

Työn tarkoituksena oli tehdä tehtäväsuunnitelman tekemistä avustava selvitys liittyen kiinnittyviin pintabetonilattioihin. Tarkoituksena oli, että siinä saataisiin koottua tärkeimmät pintabetonointiin liittyvät tuotannontehävät, joilla pystytään vaikuttamaan työn läpi viemiseen aikataulullisesti, laadullisesti ja työturvallisesti.

Aluksi käytiin läpi, millainen on pintabetonoinnin työsisältö ja mitä työvaiheissa on otettava huomioon virheiden välttämiseksi. Tämän jälkeen opinnäytetyö eteni aikataulutukseen ja kuinka aikataulu rakennetaan pintabetonoinnin kannalta ja mitä on mietittävä pintabetonoinnin aikataulutamisessa. Aikataulutaminen on tärkeä osa tuotannon suunnittelemista, koska tällä tavoin työt saadaan sovitettua muihin töihin ja töiden riippuvuudet saadaan havainnoitua.

Seuraavaksi opinnäytetyössäni käsiteltiin pintabetonin laatuvaatimuksia, jotka on laadittu yleisten betoninormien mukaan. Laatuvaatimukset määrittelevät lopullisen pintabetonoinnin vähimmäistason, joka on saavutettava. Laatuvaatimusten jälkeen perehdyttiin pintabetonoinnin yksityiskohtaisempaan laadunvarmistamiseen. Näitä ovat mielestäni ulkoisten häirttekijöiden poisrajaamiset. Betoni on kemiallinen aine, jolle on luotava hyvät edellytykset, jotta se toimii oikein ja lopputulos on haluttu. Nykypäivänä betonin jälkihoitoa vaalitaankin huolella ja siihen panostetaan, koska huonon lopputuloksen seurauksena ovat usein kalliit ja aikaa vievät korjaustoimenpiteet. Tässä kohtaa opinnäytetyötäni käytiin läpi myös pintabetonoinnin ympärillä tapahtuvaa työtä. Näitä ovat logistiikka, joka tulee suunnitella jo hyvissä ajoin ennen valujen aloittamista. Tähän kuuluu mielestäni myös työympäristön siistinä pitäminen, joka edesauttaa myös pintabetonoinnin haluttua laadukasta lopputulosta. Työturvallisuuden merkitys on myös kasvanut rakentamisen keskuudessa ja siihen halutaan panostaa työtaturmien välttämiseksi. Tämän vuoksi halusin tuoda opinnäytetyöhöni myös pintabetonoinnin työturvallisuuteen vaikuttavat tekijät ja mitä vähimmäisvaateita työntekijöille asetetaan. Potentiaalisten ongelmien analyysiä käsiteltiin omana lukunaan, koska se on merkittävä osa tuotannosuunnittelua. Lopuksi käytiin läpi pintabetonoinnissa käytettävää kalustoa ja koneita.

Potentiaalisten ongelmien analysointi osoittautui haasteelliseksi, koska ongelmia voi olla usealla eri alueella. Tämän vuoksi ongelmat onkin usein jaettu tuotannon-, teknisiin-, ja hankintaongelmiin. Potentiaaliset ongelmat ovat tärkeä

osa tehtävän suunnittelemista, koska jokainen työ on yksilöllinen ja aina uuden työn alkaessa myös ongelmat ovat uusia. Mielestäni ongelmat kannattaakin kääntää tuotannon suunnittelemisen eduksi ja miettiä tehtävän suunnittelemista ongelmien kautta, jolloin niihin osataan varautua ja virheet vähenevät.

Pintabetonoinnin huolellinen suunnitseminen on olennainen osa laadunvarmistamista ja tärkeää onkin, että tarvittavat laatuvaatimukset, niiden toteuttaminen ja hallinta saadaan myös ilmaistua työnsuorittajille. Virheet pintabetonoinnissa voivat kostautua myöhemmissä työtehtävissä moninkertaisesti, ja siksi niihin pyritään kiinnittämään huomiota työvaiheittain tapahtuvassa laadunvarmistuksessa.

Ongelmana on myös, että vaikka pintabetonoinnin pinnalle annetaankin tietyt laatuvaatimukset ja se suoritetaan laatuvaatimusten mukaisesti, pintamateriaalien laatuvaatimukset ovat vielä huomattavasti tiukemmat. Tämä johtaa usein siihen, että ennen pintamateriaalien asentamista on pintabetonia vielä muokattava tasoitteilla ja hionnalla.

Parannusehdotuksia

Mielestäni työntekijä pitäisi saada sidottua työn lopulliseen tulokseen. Tämä voisi onnistua esimerkiksi työntekijän itsekontrollilomakkeella Luku 5.6. Työn suorittajien olisi itse ymmärrettävä, minkä vuoksi kyseiset asiat tehdään ja miten se vaikuttaa myöhempisiin työvaiheisiin. Ideana on, että työnjohto ja valvojat eivät ole koko ajan valvomassa työn suoritusta. Kun työntekijältä saataisiin kuitattu itsekontrollilomake, olisi helppo tutkia, onko rakenne tehty niin kuin on sovittu. Tärkeää olisi kuitenkin, että työntekijä pyytäisi työnjohdolta myös kiittauksen suoritukseensa ja työnjohto kävisi tarkastamassa ennen seuraavaa työvaihetta ”valmiin” mestan. Työntekijöiden itsekontrollilomake tulisi mielestäni ottaa enemmän käyttöön työmailla.

Potentiaalisten ongelmien analyysiä olisi mielestäni myös tärkeää pohtia yhdessä kaikkien työtä suorittavien tekijöiden kanssa, ja pohtia miksi juuri nämä tietyt asiat ovat ongelmallisia. Potentiaalisia ongelmia pitäisi mielestäni pohtia myös ensimmäisen kokonaisen työtehtävän jälkeen. Mikä oli toteutuneiden ongelmien

summa ja miten ongelmat ratkaistiin sekä miten näiltä ongelmilta vältytään seuraavan työn alkaessa?

Usein yhtiöiden tehtäväsuunnitelmat ovat sellaisia, että niissä viitataan johonkin toiseen suunnitelmaan tai laadulliseen pykälään. Tärkeää olisi, että esimerkiksi pintabetonointia suoritettaessa suunnitelmat olisi käännetty siten, että niistä ei jää epäselviä kohtia.

Lukujen 2.1 ja 5.6 mestan vastaanottotarkastukseen ja mallihuoneen käyttöön tulisi panostaa. Mallihuoneella saadaan määriteltyä laatutaso ja virheet. Mallihuoneen katselmukseen kannattaisi ottaa myös seuraavan työvaiheen suorittaja, tällöin saataisiin vähennettyä seuraavan työvaiheen esipuhdistustöitä, jos kyseisen esipuhdistuksen määrään voitaisiin vaikuttaa pienillä työnaikaisilla toimenpiteillä. Mallihuoneen jälkeen pitäisi minun mielestäni pitää jonkinlainen välipalaveri, jossa voitaisiin yhdessä pohtia työjärjestelyjä ja käytännön toteuttamisen tehokkuutta.

Kaaviot

Kaavio 1. Tehtäväsuunnitelman liittyminen tuotannonsuunnitteluun, s. 8. Mäki ym. 2009.

Kaavio 2. Tehtäväsuunnitelman liittyminen rakennusaikatauluun, s.18. Koskenvesa & Sahlstedt 2011. s.40

Kaavio 3. Työnaikainen laadunvarmistus koko tehtäväprosessin läpi, s.29. Ratu S-1228, Rakentamisen tehtäväsuunnittelu.

Kuvat

Kuva 1. Tehtävän suorittamisen edellytyksiä, s.9. *Koskenvesa, A & Sahlstedt S. 2011, s.102*

Kuva 2. Liikuntasaumaelementti mikä jakaa pintalattian osiin halkeilun estämiseksi (muokattu 15.3.2012.), s.12
<http://www.peikko.fi/product-group-fi/g=Betonilattian+liikuntasaumat> (haettu 13.2)

Kuva 3. Muovinen korokepala jossa mahdollisuus nostaa verkko 35 mm tai 40 mm, s.13

Kuva 4. Alustaan vaaitettu ontelolaatasto, s14.

Kuva 5. Korokepaloin nostettu teräsverkko, s.15.

Kuva 6. Reunan hierto koneellisesti työsaumapuuta vasten, s.16.

Kuva 7. Hierrettyä lattiapintaa johon on levitetty jälkihoitoaine, s.17.

Kuva 8. Aloituspalaverin asialista, s.30. Ratu S-1228, Rakentamisen tehtäväsuunnittelu, s.15.

Kuva 9. Irrotuskaista alumiininiiteillä kiinnitettynä, s.33.

Kuva 10. Verkkoraudoitus sekä pilarinvahvike raudoitus, s.36.

Kuva 11. Kuljetuspumppu, s.52.

Kuva 12. Päältä ajettava hiertokone (muokattu 12.2.2012.), s.53
<http://www.talhu.fi/fi/Tuotteet/Betoni/Betonihiertimet/> (haettu 10.2.2012)

Taulukot

Taulukko 1. Tahdistavan työryhmän työsaavutus m²/tv ja työn kesto tv, s.22, *Palomäki & Mäki 2010*.

Taulukko 2. Materiaalihukka keskimäärin, s.22, *Palomäki & Mäki 2010*.

Taulukko 3. Laatutekijöiden valintaohje tavanomaisella vaatimustasolla, s.24. *By45/BLY7 Betonilattiat 2002*, s.2.

Taulukko 4. Suurimmat sallitut tasaisuuspoikkeamat, s.24. *By45/BLY7 Betonilattiat 2002*, s.4.

Taulukko 5. Kulutuskestävyys vaatimukset 3 kk vanhasta lattiasta, s. 25. *By45/BLY7 Betonilattiat 2002*, s.4

Taulukko 6. Betonin lujuusluokkavaatimukset, s.26. *By45/BLY7 Betonilattiat 2002*, s.8.

Taulukko 7. Tartuntalujuusvaatimukset 30 päivää valamisen jälkeen, s.27. *By45/BLY7 Betonilattiat 2002*, 8-9.

Taulukko 8. Jälkihoidon kovettumisajat normaalisti kovettuvalle betonille, s.38. *Betonin valintaopas 2006*, s.5

Taulukko 9. Toiminnallisten ongelmien pohdintaa, s.47

Taulukko 10. Teknisten ongelmien pohdintaa, s.48

Taulukko 11. Hankinnan ongelmien pohdintaa, s.49

Lähteet

Betonin valintaopas, 2006. Rudus info

Betoniteollisuus ry

<http://betoni.com/fi/Paikallavalurakentaminen/Betonin+kuljetus+ja+siirto/> (Luettu 13.2.2012)

Betonin kosteuden hallinta

Kestävä kivitalo, paikallarakentaminen

By45/BLY7 Betonilattiat 2002. Helsinki. Suomen Betoniyhdistys Oy

Betonityömaaohje.doc

<http://kivitalo.fi/docs/betonityomaahje.doc> (Luettu 15.1.2012)

Finlex 2008

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2008/20080403> (Luettu 16.1.2012)

Kestävä kivitalo, paikallarakentaminen.

<http://www.kivitalo.fi/Betoni/betonin-jaelkihoito.html> (Luettu 28.1.2012)

Kankainen, J & Junnonen, J-M.1999. Tehtäväsuunnittelu ja – valvonta rakentamisessa. Helsinki. Rakennustieto Oy.

Koskenvesa, A & Sahlstedt S. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Tampere. Rakennustieto Oy.(RatuKI-6020)

Koski, H & Mäkelä, T. 2010. Rakennustöiden turvallisuusohjeet Raturva 2. Helsinki. Rakennustieto Oy. (Ratu KI-6018)

Mittaviiva, tehtäväsuunnitelma

<http://www.mittaviiva.fi/C700tehtavasunnitelma/tehtsuun.html> (28.12.2011)

Mäki, T ym. 2009. Rakennustöiden laatu. Tampere. Rakennustieto Oy

Palomäki, J & Mäki, T. 2010. Rakennustöiden menekit 2010. Tampere. Rakennustieto Oy.

Rakennustieto 2010, suunnitteluohje, S-1227, työmaantoimituksen ja suunnittelun ohjaus

Ratu-kortti, menekit ja menetelmät 2004, 24-026

Ratu-kortti, Rakentamisen tehtäväsuunnittelu, S-1228

Rudus info 2/04. Pohjautuu Suomen Betoniyhdistyksen ohjeeseen.

LIITE 1

Pintalattioiden jälkihoito suunnitelma sekä tarkastuslista

Rakennuskohde	Työnumero	Päivämäärä
---------------	-----------	------------

Jälkihoitosuunnitelma:

esim. Muovia, joka levitetään heti valun jälkeisenä aamuna. Muovi limitetään n. 200mm ja se on oltava seinästä seinään. Mahdolliset roiskeet ja pahkurat poistetaan esim. petkeleellä tai hiomakivellä ennen muovin levitystä. Jälkihoitona käytettävä muovi pidetään valun päällä vähintään 10vrk.

Rakennusosa/ sijainti	Jälkihoitomuoto (peite, jälkihoitoaine, kastelu)	aloitus pvm.	lopetus pvm.	kuittaus - nimi
A-osa, 3 krs	Muovi, ilman kastelua	15.01.2012	25.01.2012	Aky

LIITE 2

Työntekijän itsekontrollilomake

Pvm 2.3.2012

Kohde:

Pvm:

Alue:

Työntekijän nimi:

Tarkastuslista
Pintabetonointi

Ennen töiden aloitusta	puutteet/huom.	OK/pvm
- irrotuskaistan kiinnityksen/jatkuvuuden varmistaminen		
- ympäröivien rakenteiden suojaus		
- alustan puhtaus		
- alustan kosteus		
- työtila rauhoitettu		
- kohde suojattu ja lämmin		
- läpiveto estetty		
- materiaalien määrät ja laatu		
- työturvallisuus		

Työn aikana - toleranssit	puutteet/huom.	ok/pvm
- kaadot		
- lattiaepäksuus		
- kaltevuudet		
- korot		
- johteet		
-		
-		

Työn jälkeen	puutteet/huom.	ok/pvm
- kaluston puhdistus		
- roskien ja jätteiden siivous		
- jälkihoito		

Työn hyväksyjä (vastaava mestari)

Työn suorittaja

SKANSKA**Tehtäväsuunnitelma Pintabetonointi**

Y4_6.4.3_6

OMA TYÖ SOPIMUS
 ALIURAKKA HANKINNAN VAKIOASIAKIRJA

TYÖMAAN NIMI		TYÖNUMERO	4414
TEHTÄVÄ: PINTABETONOINTI		m ²	

VASTUUHENKILÖT (oltava läsnä tämän asiakirjan läpikäynnissä)

Nimi ja puhelinnumero	
Vastaava mestari	
Työvalhemestari	
AU-työnjohto	
Työryhmä	

TARKENNETTU AIKATAULU

	Päivämäärä
Työ alkaa 1. osakohteessa	
Työ valmis viimeisessä osakohteessa	

Välitavoitteet, osakohde	<input type="checkbox"/>	Päivämäärä
Osakohde		
Osakohde		
Osakohde		
Osakohde		
Osakohde		

Tarvittavat resurssit		Rm.		Rm.
Aikataulun edellyttämä tuotantopeus		m ² /tv		

Ensimmäinen osakohde toimii mallina, joka tarkastetaan työvalhoittain.	<input type="checkbox"/>	Tarkastuspäivämäärä

ALOITUSEDELLYTYKSET (Ei ole kunnossa, merkitse päivämäärä mihin mennessä on.)

	Kyllä	Ei	Pvm
Työkohde rauhoitettu pintabetonityölle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Mahdolliset lattialämmitykset asennettu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Resurssien saatavuus varmistettu: kalusto, materiaalit, työryhmä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Materiaalilogistiikka suunniteltu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tarvittavat asiakirjat työryhmän käytössä			
ARK	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
RAK	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Työselitys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Työohjeet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

MATERIAALITOIMITUKSET

(osa-kohteen tunnus ja sen alle määrä ja yksikkö sekä viereen suunniteltu toimituspäivä)

	Osakohde		Osakohde		Osakohde		Osakohde	
Materiaali	Määrä	pvm	Määrä	pvm	Määrä	pvm	Määrä	pvm

Materiaalivaatimukset

- Työssä on käytettävä M1-luokituksen täyttävä materiaaleja.
- Seuraavia aineita ei saa käyttää:

TYÖN SISÄLTÖ**URAKKASISÄLTÖ ON MÄÄRITETTY SEURAAVISSA ASIAKIRJOISSA**

- Sopimuksessa
- Vakioasiakirjassa (Intranet, sivu 1571)
- Ei määritetty, noudatetaan seuraavaa
- Pintabetonointityö käsittää alusbetonien, suojabetonien, lasausbetonien ja erillisenä työvaiheena tehdyn pintalaatan teon, sementtimosaikkityön, lasausbetonin pintamassan levityksen sekä betonipinnan hierron käsin tai koneellisesti ja käsittelyn imubetonoinnilla.
 - Pintabetonointityön tulee täyttää kaikilta osin sopimusasiakirjoissa ja suunnitelmissa esitetyt vaatimukset sisältäen työssä tarvittavat laitteet, apuvälineet, materiaalit ja tarvikkeet lukuunottamatta urakkaneuvottelumuistiossa erikseen tilaajan vastattavaksi merkittyä suorituksia.
 -
 -

TURVALLISUUS- JA YMPÄRISTÖVAATIMUKSET

- Työmaalla on käytettävä kypärää ja huomioväritettyä vaatetusta. Muita suojaimia käytetään pintabetonointityön turvallisuusohjeiden mukaisesti.
- Käytettävien materiaalien käyttöturvallisuustiedotteet käydään läpi työntekijän kanssa, minkä jälkeen käyttöturvallisuustiedotteet siirretään työmaakohtaiseen kemikaalimappiin.
- Jätteet lajitellaan työmaan jätehuoltosuunnitelman mukaisesti.
- Betonin pääseminon viemäri on estettävä. Kalustoa ei saa pestä muulla kuin pesuun osoitetussa paikassa.
- Mikäli työ sisältää työajain tavanomaisista riskeistä poikkeavia tilanteita, laaditaan työn turvallisuussuunnitelma (TTS).

LÖPPUTILANNE

- Kohde siivottu ja jätteet lajiteltu. Jäteestöiden paikat osoitettu työmaasuunnitelmassa.
- Työ on tarkasteltu ja hyväksytty.

LAATUVAATIMUKSET

- Tarkastusasiakirja laadittu
- Käytetään erillistä tarkastuslistaa

Mittatarkkuusvaatimukset

Tasaisuuspoikkeama	Mittauspituus (mm)	Suurin sallittu poikkeama (mm)				
		A0	A	B	C	D
Hammastus	0	0	0	1	1	2
Poikkeama vaakasuorasta	enintään 200	1	2	3	4	6
	enintään 700	2	4	6	8	12
	enintään 2000	4	7	10	14	20
	enintään 7000	7	10	14	20	28
	yli 7000	10	14	20	28	38

Kohdekohtaiset erityisvaatimukset kirjataan tähän

-
-
-
-

TYÖNAIKAINEN LAADUNVARMISTUS

- Alustan oltava puhdas, kuiva ja tehty siten, että kaikkialla voidaan saavuttaa suunniteltu laatan paksuus.
- Varmistetaan lattian kaatojen suunnitelmien mukaisuus.
 - kaatolattiat vähintään 1/75
 - lattiakaivon ympärillä 1/50
 - saunan puolelle lisäkaato 30 mm
- Alusta kunnossa ja korkomerkit 2 m välein
- Tarkastetaan rauditus ennen valua. Mittatarkkuus ja sidonta.
- Tarvittaessa ympäröivien rakenteiden suojaus.
- Varmistetaan, että hiehto aloitetaan, kun vesi on erottunut ja pinta himmenlynyt.
- Varoitaan vahingoittamasta viereisiä seinäpintoja.
- Varmistetaan suunnitelmien mukaisten kokeiden ottaminen ja työsaumojen tekeminen.
- Lämpö- ja kosteusolosuhteiden säilyttävä betonointisuunnitelmien mukaisina koko työn ajan.
- Jälkihoito aloitettava suunnitelmien mukaisesti.

Aloituspalaveri pidetty		Palkka		Pvm
-------------------------	--	--------	--	-----