

VÄRIBETONIN VALMISTUKSEN HAASTEET. TÄYDENNYS OPIN- NÄYTETYÖHÖN: (VÄRILLISTEN ROUHEKIVIAINESTEN TESTAUS 2010)

TEKIJÄ:

Antti Savinainen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Antti Savinainen			
Työn nimi Väribetonin valmistuksen haasteet ja epävarmuustekijät			
Päiväys	1.5.2017	Sivumäärä/Liitteet	17 + 13
Ohjaaja(t) Juha Pakarinen, tuntiopettaja			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Lujabetoni Oy (alkuperäinen opinnäytetyö)			
Tiivistelmä <p>Vuonna 2010 julkaistu opinnäytetyö käsitti värillisten rouhekiviainesten testauksen Lujabetoni Oy:n laboratoriossa. Tämän tutkielman tavoitteena oli täydentää vuonna 2010 julkaistua opinnäytetyötä julkisivubetonielementin valmistusprosessilla julkisivubetonin osalta.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteet onnistuivat hyvin ja tutkielman lukijalla on selkeä käsitys julkisivuväribetonielementin valmistusprosessin haasteista, jotka minimoimalla tai poistamalla tekijöillä on mahdollisuus laadukkaaseen betonituotteeseen.</p>			
Avainsanat Värikiviainekset, pigmenttiväri, väribetoni			
Luottamuksellinen			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Antti Savinainen			
Title of Thesis Renewal of an apartment building roof			
Date	1.5.2017	Pages/Appendices	17 + 13
Supervisor(s) Juha Pakarinen, An hour teacher			
Client Organisation /Partners Lujabetoni Oy (original bachelor's thesis)			
<p>Abstract</p> <p>The bachelor's thesis, published in 2010, included testing of colored aggregates in Lujabetoni inc.n laboratory. The purpose of this thesis was to complete the thesis published in 2010 by the facadesubeton manufacturing process for the facade cobotomy.</p> <p>The goals of the Bachelor's Thesis were successful and the reader of the thesis has a clear understanding of the challenges of the manufacturing process of a façade element that minimizing or eliminating factors has the potential for a high-quality concrete product.</p>			
<p>Keywords Colour-aggregates, mix-design, Colourful concrete,</p>			
Confidential			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	4
1.1	Termit ja käsitteet.....	5
1.2	Mitä väribetonit ovat	5
3	VÄRIBETONIMASSAN SUHTEITUKSEN HAASTEET	8
4	VÄRIBETONIMASSAN KÄYTÖN TYÖTEKNISET HAASTEET	12
5	YHTEENVETO.....	16
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	16
	LIITE 1: VÄRIPIGMENTTIEN TUOTE-ESITE	16
	LIITE 2: VÄRIPIGMENTTIEN VÄRIKARTTA.....	16
	LIITE 3: MUOTTIÖLJYN TUOTE-ESITE	16
	LIITE 4: ALKUPERÄINEN OPINNÄYTETYÖ.....	16

1 JOHDANTO

Vuonna 2010 julkaistu opinnäytetyö käsitti värillisten rouhekiiviainesten testauksen Lujabetoni Oy:n laboratoriossa. Alkuperäisen opinnäytetyön päätavoitteena oli selvittää teknisesti ja esteettisesti, olisiko yritys 2:n toimittamista värirouhekiiviaineksista mahdollista valmistaa julkisivubetonia/betonituotteita, jotka kelpaavat arkkitehdeille ja joita asiakkaat mahdollisesti ostavat. Alkuperäisessä opinnäytetyössä myös selvitettiin, olisiko Yritys 2:n värillisistä kiviainestuotteista Yritys 1:n kiviainesten korvaajaksi.

Alkuperäisen opinnäytetyön tutkimustulosten perusteella Yritys 2:n värikiviainestuotteiden ei todettu olevan laadullisesti verrattavissa Yritys 1:n toimittamiin kiviaineksiin. Myöskään Yritys 2:ta ei katsottu luotettavaksi pitkäaikaiseksi kiviainestoimittajaksi jo pelkästään toimituskapasiteetin perusteella.

Tässä alkuperäisen opinnäytetyön täydennykseksi laaditussa ajatustutkielmassa käsitellään julkisivurouhebetonin valmistusprosessissa olevia haasteita ja epävarmuustekijöitä. Opinnäytetyön täydennysosan tavoitteena on minimoida valmistusprosessin epävarmuustekijät, jotta tuloksena on laadukas ja tasalaatuinen julkisivubetonituote. Tässä ajatustutkielmassa ei käsitellä betonielementin valmistusprosessin yhteydessä suoritettavien raudoitustyövaiheita tai muita betonielementin valmistusprosessiin kuuluvia työvaiheita.

1.1 Termit ja käsitteet

Huokostin: Betonimassan nestemäinen lisäaine, jolla betonimassasta saadaan pakkasenkestävää

IT-betoni: Itsetiivistyvä betonilaatu, jonka tiivistystyössä ei tarvita vibra- tai pöytätäryä

Notkistin: Betonimassan nestemäinen lisäaine, jolla vähennetään veden tarvetta ja kasvatetaan vesi-sementtisuhdetta

Pigmenttiväri: Väribetonin värjäyksessä käytettävä rautaoksidipohjainen värijauhe

Sandwich-elementti: Kolmekerroksinen betonielementti, jossa kahden betonikuoren välissä on eristekerros

Suhteitus: (ei suhteutus) Betonimassan ainesosien määrittely käsittäen tarvittavat laboratoriotestaukset. Suhteitus toteutetaan usein suhteitusohjelmalla

1.2 Mitä väribetonit ovat

Väribetonilla toteutettu betonijulkisivu on yleisin betonirakenteessa käytetty julkisivumateriaali. Betonirakenne yleensäkin on maailman eniten käytetty ja helpoiten muotoiltavissa oleva rakennusmateriaali. Väribetoneista on lukuisia eri pinta- ja väri vaihtoehtoja ja onnistuessaan betonijulkisivu on useita satoja vuosia kestävä rakenne (kuvat 1, 2 ja 3). Väribetonia käytettäessä kyse on lähes poikkeuksetta näkyvästä julkisivupinnasta ja tällöin esim. sandwich-elementin ulkokuori ei useinkaan toimi kantavana rakenteena. Julkisivuväribetoneissa käytetään pääosin Finnsementti Oy:n värikiviaineksia johtuen Finnsementti Oy:n markkinajohtajuudesta. Finnsementti Oy on myös Suomen suurin sementtitoimittaja ja pääosa väribetoneista suhteitetaan kiviainesten lisäksi myös Finnsementti Oy:n sementtilaatuihin. Kahden eri kiviainestoimittajan kiviainekset ominaisuuksineen on esitetty alkuperäisessä opinnäytetyössä (Savinainen, A. 2010). Vaaleat julkisivuväribetonit suhteitetaan lähes poikkeuksetta valkosementtiin.

Vaaleita väribetoneita ovat mm. valkoinen eri variaatioineen, keltainen, sininen ja osa Kalanninharmaista sävyistä. Tummat väribetonit, käsittäen esim. mustan ja osan Kalanninharmaan sävyistä, suhteitetaan nykypäivänä useinkin harmaaseen sementtiin (Savinainen, A. 2010).



Kuva 1. Vaaleankeltaisista ja Kalannin harmaista pesubetonielementeistä toteutettu omakotitalo Saaristokaupungissa (Antti Savinainen 2005)



Kuva 2. Valkoisista ja mustista pesubetonielementeistä toteutettu asuinkerostalo Kuopiossa (Antti Savinainen 2010)



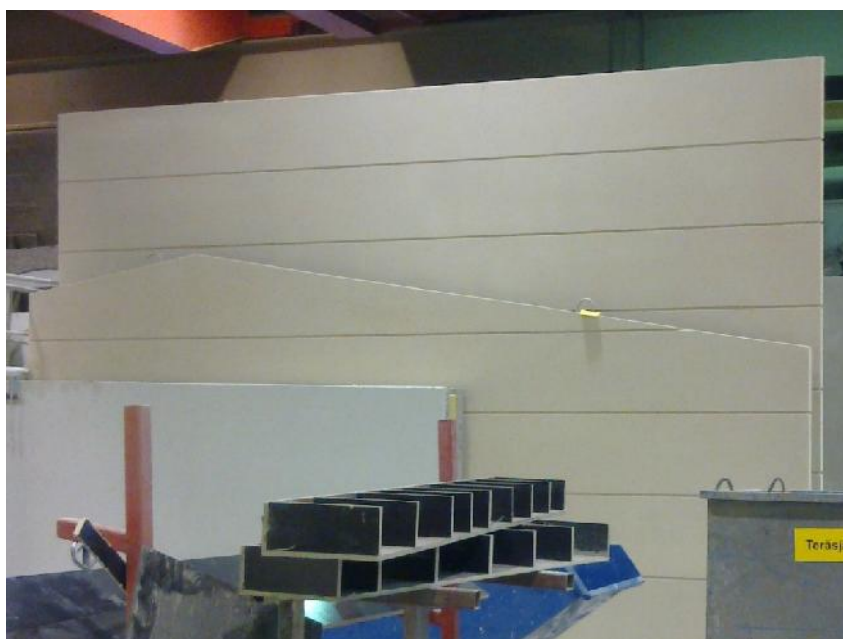
Kuva 3. Vaaleankeltaisista ja ruskeista pesubetonielementeistä toteutettu omakotitalo Siilinjärvellä (Antti Savinainen 2010)

3. VÄRIBETONIMASSAN SUHTEITUKSEN HAASTEET

Väribetonimassan valmistusprosessissa on useita epävarmuustekijöitä, jotka pyritään minimoimaan jo suhteitusvaiheessa. Eri sementtilaadut tuovat väribetoniin oman sävyvivahteensa ja esim. Finnsementti Oy:n Plus-sementillä ja rapid-sementillä suhteitetut betonielementit ovat vierekkäin asetettuna eri sävyisiä. 1990- luvulla huomattavan paljon eri valmisbetonitoimittajilla käytetyt Partek Oy:n suhteitusohjeet neuvovat suhteittamaan myös tummat väribetonit valkosementtiin ja kyseisiä betonireseptejä on esim. Lujabetoni Oy:ssä edelleen paljon käytössä. Valkosementin käyttö tummissa väribetoneissa on erittäin riskialtista, koska kyseisissä tapauksissa tarvittava tumma värisävy saatetaan aikaan käytännössä pigmenttiväriillä ja kiviaineksen värjävyys on täysin riippuvainen ylänimellisrajasta (ent. raekoko). Pigmenttivärejä käytettäessä betonimassan vesimäärä ja kiviainesten kosteusprosentti ovat erittäin ratkaisevassa asemassa ja esim. sinisten tai punaisten betoneiden kyseessä ollessa jopa yhden litran vesimääräpoikkeama 500 l:n väribetonierässä aiheuttaa sävyeroa betonielementtien välillä (Savinainen, A. 2010). Sävyerojen kannalta turvallisin yhdistelmä on sellainen betonimassa, jossa kiviaines ja sementti ovat samanvärisiä käsittäen mm. valkoisen ja Kalanninharmaan väribetonin. Harmaiden väribetoneiden osalta yleisenä terminä käytetään nimeä Kalannin harmaa johon juurikin Finnsementti Oy:n vuosikymmeniä jatkuneesta markkina- asemasta. Finnsementti Oy:n kaikki kiviainekset kantavat sen paikkakunnan nimeä, josta kiviaines on louhittu ja harmaa kiviaines on louhittu Kalannista (Savinainen, A. 2010). Väribetonin suhteitus aloitetaan usein hyödyntämällä olemassa olevia vanhoja betonireseptejä/suhteituksia. Esim. harmaiden sävyjen osalta arkkitehti on usein määritellyt sävyasteen ja arkkitehdin ohjeiden mukaan määritellään harmaan tai valkoisen sementin käyttö betonimassassa. Esim. Lujabetoni Oy:ssä on useita satoja betonisuhteituksia 60- vuoden ajalta ja useinkin olemassa olevista suhteituksista löytyy tarkoitukseen soveltuva resepti.

Harmaan betonin lisäksi punainen on sellainen väribetoni, joka on mahdollista suhteittaa joko valkoiseen tai harmaaseen sementtiin. Punaisessa betonissa punainen sävy on mahdollista saavuttaa ilman pigmenttiväriä koska punainen 0 - 2 mm:n hienoaines on erittäin värjäävää ja punaisessa betonissa sementin väri ei ole muista betoneista poiketen määräävä. Keltainen, valkoinen, sininen ja vihreä väribetoni suhteitetaan lähes kaikissa tapauksissa valkosementtiin ja punaisen tavoin myös vihreässä betonissa värisävy on mahdollista saavuttaa ilman pigmenttiväriä. Musta ja Kalanninharmaa suhteitetaan nykytietämyksen mukaan pääosin harmaaseen sementtiin värierojen minimoimiseksi, vaikkakin valkosementillä toteutettuja suhteituksia on esim. Lujabetoni Oy:ssä useita vuosikymmenten ajalta ja osa arkkitehdeistä esittää edelleen valkosementin käyttöä tummissa väribetoneissa. Yhtenä haasteena väribetonien suhteituksessa ja eritoten laadukkaan betonituotteen toteutuksessa onkin arkkitehti, joka käytännön tekniikasta ymmärtämättömänä esittää työohjeissa valkosementtiä tummiin betonilaatuihin. Osa arkkitehdeistä ottaa kantaa jopa vesi-sementtisuhteeseen ymmärtämättä betonisuhteituksen käytäntöä ja vesi-sementtisuhteen vaikutusta valmiin betonin ominaisuuksiin ja valmiin betonituotteen ulkonäköön. Jopa pienet lapset vesiväreillä maalatessaan ymmärtävät, että jos mustaa ja valkoista väriä sekoitetaan keskenään, on tuloksena mustan sijasta harmaa (kuva - 6). Myös vesiväreillä maalatessa on havaittavissa vesimäärän vaikutus, jossa enemmän vettä käytettäessä tuloksena on haaleampi sävy tumman sävyn sijaan. Tämä käytännön kokemus arkkitehdiltä yleensä puuttuu.

Arkkitehtien lisäksi kaikissa väribetoneissa väristä riippumatta on suurimpana haasteena sävyerot, joiden mahdollisia aiheuttajia on elementin valmistusprosessissa kymmeniä. Betonielementissä mahdollisesti havaittavat sävyerot eivät useinkaan johdu yksittäisestä tekijästä, vaan sävyerot ovat useiden tekijöiden summa. Yleisestä käsityksestä poiketen myös valkoinen betoni on altis värin vaihtelulle ja elementtikohtaisille sävyeroille. Väribetoneissa, joissa käytetään pigmenttiväriä, on yleinen pigmenttimäärän annostelusuositus max. 5 % sideaineen määrästä. Pigmenttivärin annostelumäärä on aina suhteessa sideaineen (sementin) määrään ja kokemuksen perusteella pigmenttivärin määrä tulisi saada asetettua 2,5-3 %:iin (kuva - 7). Kiviaineksen ylänimellisraja (ent. termi raekoko) on myös oleellinen osa betonin värisävyä. Esim. mustan betonin osalta ylänimellisrajaltaan 5-12 mm:n kiviaines on enemmän värjäävä kuin 0-2 mm:n hienoaines. Keltaisen ja punaisen kiviaineksissa puolestaan 0 - 2 mm:n hienoaines tuo enemmän betonimassaan värisävyä kuin karkea 5 - 12 mm:n kivi. Rouhebetonin suhteituksen yhteydessä käytettävä pigmenttiväri aiheuttaa lujuskatoa ja lujuskato ei ole lineaarinen suhteessa pigmenttivärin määrään sideaineen määrästä. Tämän vuoksi pigmenttivärin aiheuttaman sementin lisäykselle ei ole valmiita taulukoita tai suhteitusohjelmia ja sideaineen määrä on tarkasteltava laboratoriotestien ja suhteituksen suorittavan henkilön kokemuksen perusteella. Esim. jos C25/30- lujusluokan julkisivurouhebetonissa on harmaan Plus-sementin määrä 320 kg/m^3 , voi 5 %:n pigmenttivärin lisäys aiheuttaa jopa 20 kg:n lisästarpeen sementin määrään. Sideaineen määrää tulee tarkkailla jatkuvasti tehtaassa omassa laadunvalvonnassa ja viikoittaisilla lujuskoekappaleilla. Esim. pigmenttivärierän tai sementtieron vaihtuessa on mahdollista, että sideaineen määrää tulee tarkastella uudelleen ja tällä voi olla vaikutusta taas valmiin betonipinnan värisävyyteen. Mikäli uuden työkohteen alkaessa hyödynnetään aiempien kohteiden betonisuhteituksia, tulee ennen jokaisen kohteen aloitusta suorittaa laaja laboratoriotestisarja, jossa betoniresepti/suhteitus hienosäädetään nykyiselle pigmenttivärierälle ja nykyisille kiviaineksille. Samaa betonisuhteitusta ei ole mahdollista hyödyntää suoraan niillä annosmäärillä, joita on käytetty esim. kaksi vuotta aiemmin sen ajan kiviaineksilla ja pigmenttivärierillä.



Kuva 4. Vaaleankeltaisissa pesubetonielementeissä havaittua sävyeroa tehtaalla (Antti Savinainen 2010)



Kuva 5. Mustissa pesubetonielementeissä havaittua sävyeroa tehtaalla (Antti Savinainen 2010)



Kuva 6. Valkosementtiin suhteitetttu betonielementti ja harmaaseen sementtiin suhteitetttu mallipala (Antti Savinainen 2008)



Kuva 7. Pigmenttivarivalumia valmiissa pesubetonielementissä. Liian suuri pigmenttivärin määrä (yli 6 %) aiheuttaa sen että pigmenttiväri ei sekoitu riittävästi betonimassaan (Antti Savinainen 2009)

4. VÄRIBETONIMASSAN KÄYTÖN TYÖTEKNISET HAASTEET

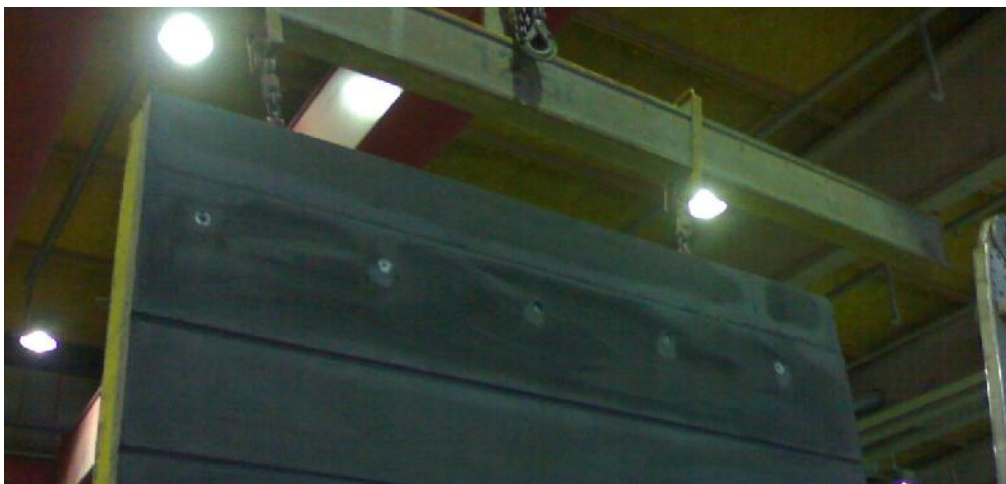
Betonielementin valmistuksessa erityisen tärkeää on muotin puhtaus, joka ei suoranaisesti liity betonimassan ominaisuuksiin. Likaisen muotin valmiiseen betonipintaan aiheuttamat virheet eivät ole riippuvaisia vaaleasta tai tummasta betonisävyistä ja virheitä esiintyy kaiken värisissä betoneissa. Väribetonia valmiiseen muottiin valettaessa/pudotettaessa on myös useita epävarmuustekijöitä, joissa työntekijöiden kokemus ja ammattitaito ovat ratkaisevassa asemassa. Esim. pesubetonipinnan tapauksessa muotin pohjalle levitettyä hidastinainetta tulee käsitellä erityisen varovasti, jotta kuivunut hidastinainekalvo ei rikkoonnu karkean betonimassan levitystyön yhteydessä (kuva - 8). Väribetonimassaa levitetään muottiin yleensä noin 40 mm:n kerros tai max. 50 % ulkokuoren vahvuudesta. Loppuosa ulkokuoren vahvuudesta valetaan tavallisella runkobetonilla ja runkobetoninmassan pudotuksen ja levityksen yhteydessä tulee huomioida jo aiemmin muottiin levitetty ja pöytätyrillä tiivistetty väribetoni, jossa tulee kiinnittää erityistä huomiota massan pudotuskorkeuteen, jotta väribetonikerrosta tai kerroksen alapuolella muotin pinnassa olevaa hidastinainekerrosta ei rikota.

Joskus väribetonielementtijuoksisivu toteutetaan sileänä muottipintaisena pesubetonin sijaan. Sileän muottipinnan tapauksessa on erityisen tärkeää huolehtia muotin puhtaudesta ja puhtaalla muotilla onkin oleellinen vaikutus sileän väribetonipinnan ulkonäköön. Sileä muottipinta öljytään huolellisesti muottiöljyllä pesubetonipinnan hidastinaineen sijaan. Valmis puhdistettu muotti tulee myös suojata erityisen hyvin puhdistuksen ja betonimassan levityksen välillä, jotta esim. pölyllä ei ole mahdollisuutta laskeutua öljytyn pinnan päälle, tai valmiiksi puhdistettua ja öljyttyä pintaa ei muutoin liata (kuva - 11). Yleinen virhe betonielementtitehtaalla on kuljettaa nosturilla tarvikkeita tai betonimassaa puhdistetun muotin yli, jolloin liikuteltavasta taakasta tippuu epäpuhtauksia muottiin. Muita hyvin yleisiä sileän väribetonipinnan virheiden aiheuttajia ovat puutteellinen muotin puhdistus, huolimattomasti levitetty muottiöljy tai likaisella öljyrätillä levitetty muottiöljy (kuvat 9, 10 ja 11). Osa arkkitehteistä esittää työohjeissa ulkokuoren valamista kokonaisuudessaan väribetonilla, joka usein aiheuttaa elementtitehtaalte ylimääräisiä työvaiheita mm. betonimyllykapasiteetin ym. muodossa. Esim. julkisivuelementin pinta-alan ollessa 25 m², on ulkokuoren väribetonin betonitilavuus tällöin 1 m³ 40 mm:n betonikerroksella laskettuna. Elementtitehtaan väribetonimyllyjen tilavuus on valmistajasta riippuen 600 - 1000 m³ ja tällöin väribetonikerroksen valu on mahdollista toteuttaa yhdellä valukerralla. Mikäli väribetonin päälle tuleva runkomassakerros toteutetaan myös väribetonilla, aiheuttaa se vielä ainakin kaksi valukertaa, joka tavallisella runkobetonilla toteutettuna olisi mahdollista suorittaa yhdellä valukerralla runkobetonimyllykapasiteetin ollessa moninkertainen. Nykykäytännön mukaan väribetonin päälle tuleva runkobetoni on laadultaan IT-betonia ja itseivivistyvää betonia käytettäessä väribetonikerrosta ei tarvitse häiritä esim. pöytätyrityksellä tiivistämällä. Väribetonikerroksen päälle tulevat uudet väribetonikerrokset on tiivistettävä pöytätyrillä ja tällöin pohjakerroksen alla oleva hidastinainekerros on erittäin altis rikkoontumaan märän pohjabetonin alettua reagoimaan hidastinaineen kanssa. Väribetonin päälle tuleva runkobetoni tulee pyrkiä valamään muottiin max. 15 min. rouhebetonimassan pudotus- ja tiivistystyön jälkeen, koska etenkin valkosementtiä käytettäessä lujuudenkehittyminen alkaa betonimassasta riippuen nopeastikin ja muottiin levitetty hidastinaine alkaa reagoimaan kostean betonin vaikutuksesta.

Vaaleiden betonisävyjen osalla on lisäksi esiintynyt ongelmia tiettyjen villaeristetyyppien luovuttaessa keltaista väriä betoniulkokuoreen muutaman käyttövuoden aikana ulkokuoren kyllästyessä läpikotaisin mm. ilmankosteuden vaikutuksesta. Normaalialueen runkobetonia käytettäessä ei mahdollinen villaeristeestä irtoava väri ulotu vaaleaan ulkopintaan saakka. Yhtenä suurimmista betonimassan tasalaatuisuuteen vaikuttavista tekijöistä on betonimassan valmistusprosessin toteutus, jossa betonimassan työstön ja käytön lisäksi tulee kaikki työvaiheet ja materiaalit pyrkiä vakioimaan. Väribetonimassan valmistuksessa on erityisen tärkeää työvaiheiden vakiointi, jossa kaikki työvaiheet toteutetaan jokaisen betonierän osalla samalla tavalla. Kiviainekset tulee punnita ja laskea sekoittajaan samalla tavalla, vesi- ja sideaineen lisäys kiviainesten sekaan tulee toteuttaa samalla tavalla ja samassa järjestyksessä. Pigmenttivärin punnitus ja lisäys, sekä lisäaineiden (mm. notkistin ja huokostin) lisäys betonimassan sekaan tulee myös suorittaa samalla tavalla jokaisen betonierän sekoituksen yhteydessä. Huomattavan tärkeää on huomioida kiviainesten kosteus talvikuukausina, joka on otettava huomioon betonimassan vesimäärässä. Esim. kesäkuukausina pitkän kuivan kauden aikana 0,5 m³:n väribetonierään käytettävä vesimäärä on 90 l ja talvikuukausina kiviainesten ollessa kylmiä huomattavan paljon kosteampia voi saman notkeusluokan ja vesi-sementtisuhteen betoniin kulua ainoastaan 60 l vettä. Kyseinen ilmiö voi esiintyä jopa saman vuorokauden aikana, jossa aamuvuorossa käytettävät kiviainekset ovat huomattavasti kuivempia, kuin mitä iltavuorossa on käytössä. Tällöin iltavuorossa tehtäviin betonimassoihin käytettävä vesimäärä on aiemmin samana päivänä tehtyjä betonimassoja vähemmän. Eri henkilöiden toimesta sekoitetut betonimassat ja eritoten valmistetut elementit tulisivat aina pyrkiä valmistamaan siten että eri henkilöiden valmistamat elementit sijoitetaan rakennuksessa eri ilman suuntiin. Tällöin samalle seinämälle tulevien elementtien on teoriassa mahdollista olla saman sävyisiä, koska ne on valmistettu samojen henkilöiden toimesta samoilla työtavoilla.



Kuva 8. Valkobetonin levitystä muottiin hidastinaineen päälle (Antti Savinainen 2012)



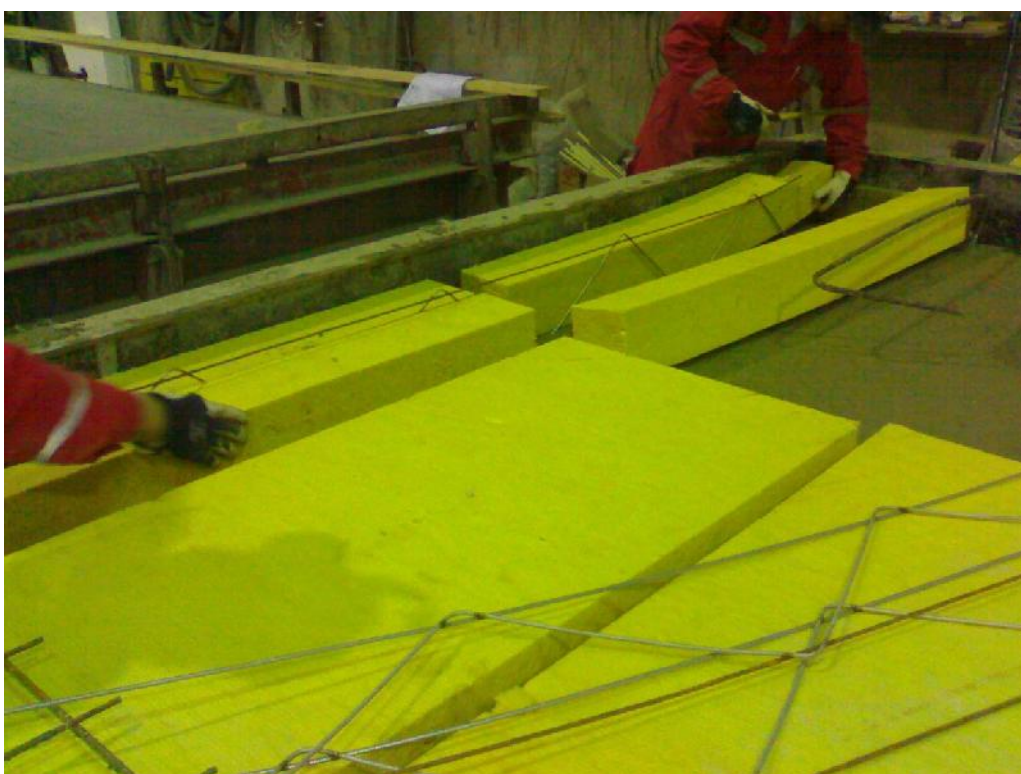
Kuva 9. Huolimattomasti levitetyn muottiöljyn pyyhintäjäljet valmiissa väribetonipinnassa (Antti Savinainen 2013)



Kuva 10. Huolimattomasti levitetyn muottiöljyn pyyhintäjäljet valmiissa väribetonipinnassa (Antti Savinainen 2013)



Kuva 11. Valkobetonipinnassa näkyvää likaisuutta, joka on pudonnut puhdistettuun muottiin muotin yli nosturilla kuljetetusta betonikuupasta (Antti Savinainen 2013)



Kuva 12. Tietyt villaeristetyypit voivat aiheuttaa mm. valkobetonin värjäytymistä (Antti Savinainen 2010)

5. YHTEENVETO

Tämän tutkielman tavoitteena oli täydentää vuonna 2010 julkaistua opinnäytetyötä julkisivubetonielementin valmistusprosessilla julkisivubetonin osalta (Savinainen, A. 2010). Väribetoneiden suhteitus ja tasalaatuinen lopputulos on haasteellinen prosessi, jonka suorittajalla tulee olla useiden vuosien kokemus kivinesten ja sementtilaatujen ominaisuuksista betonielementin valmistusprosessiin onnistuakseen tehtävässä. Tasalaatuisen betonituotteen valmistuksessa tapahtuvat virheet eivät useinkaan ole yhdestä tekijästä johtuvia, vaan kyse on useinkin usean tekijän summasta. Onnistuneella suhteituksella saamme aikaiseksi vähintään 200- vuotta kestävästä betonirakenteesta.

Opinnäytetyön tavoitteet onnistuivat hyvin ja tutkielman lukijalla on selkeä käsitys julkisivuväribetonielementin valmistusprosessin haasteista, jotka minimoimalla tai poistamalla tekijöillä on mahdollisuus laadukkaaseen betonituotteeseen.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

SAVINAINEN, Antti 2010. Värillisten rouhekiiviainesten testaus, Savonia-ammattikorkeakoulu. Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Opistotien kirjasto

SEMTU Oy. Bayferrox-pigmenttivärien tuote-esite. Saatavissa: <https://www.semtu.fi/fi/tuotteet/varipigmentit/bayferrox-pigmentit/>

SEMTU Oy. Bayferrox-pigmenttivärien värikartta. Saatavissa: <https://www.semtu.fi/fi/tuotteet/varipigmentit/bayferrox-pigmentit/>

SIKA FINLAND Oy. Sika Separol WB 250- muottiöljyn tuote-esite. Saatavissa: http://fin.sika.com/fi/solutions_products/Rakennustuotteetjamenetelmat/Betoni/

LIITTEET

Liite 1: Värillisten rouhekiiviainesten testaus (Savinainen, A. 2010)

Liite 2: Bayferrox- pigmenttivärien tuote-esite (Semtu Oy)

Liite 3: Bayferrox- pigmenttivärien värikartta (Semtu Oy)

Liite 4: Sika Separol WB-250- muottiöljyn tuote-esite (Sika Finland)