



Karelia-ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka, rakennusinsinööri (AMK)

Julkisivuseinä- ja parveke -elementtien työ- pinta sekä mittausohjeiden päivitys Pielisen Betonin toimeksiantona

Walteri Waris

Opinnäytetyö, Toukokuu 2023

www.karelia.fi



OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2023
Rakennusinsinööri (AMK)

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
+358 13 260 600 (vaihde)

Tekijä
Walteri Waris

Nimeke
Julkisivuseinä- ja parveke -elementtien työ- pinta sekä mittausohjeiden päivitys Pielisen Betonin toimeksiantona

Toimeksiantaja

Tiivistelmä

Opinnäytetyössä päivitettiin Pielisen Betoni Oy:lle toimeksiantona seinäelementtien työ- ja mittausohjeet. Edellinen seinäelementtien työohje oli päivitetty vuonna 2013 ja mittausohje 2019. Näihin työohjeisiin on tämän jälkeen tullut muutoksia käytettävissä menetelmissä ja määräyksissä.

Ohjeisiin käytettiin saatavilla olevaa tietoa, jota käytiin läpi asianomaisten kanssa. Ohjeissa käytettävä tieto on saatu kirjallisuudesta ja kokemuksista. Tarkoituksena oli koota tietoa erilaisista pinnoista ja tekovaiheista yhteen dokumenttiin, josta se on helposti löydettävissä.

Ohjeista tuli laajat ja ne palvelevat tarkoitustaan pitkän aikaa. Työohjeita on mahdollista jatkaa ja laajentaa määräysten muuttuessa ja lisääntyessä. Työohjeet ovat nyt niin selkokieliset ja laajat, että niitä pystytään nyt käyttämään perehdytysmateriaalina ja nykyisen henkilöstön tietotason ylläpidossa. Opinnäytetyön raportissa tarkennettiin, mitä työohjeiden teossa on otettu huomioon ja miksi eri seikat ovat tärkeitä. Raportissa tarkennetaan myös eri työvaiheisiin ja pintoihin liittyviä haasteita ja niiden ratkaisuja.

Kieli
suomi

Sivuja 30
Liitteet 2
Liitesivumäärä 24

Asiasanat
rakennustuoteteollisuus, betonielementti, julkisivupinnat, Pielisen Betoni Oy



THESIS
May 2023
Degree Programme in Construction Engineering

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
FINLAND
+ 358 13 260 600

Author
Walteri Waris

Title
Updating the Working Instructions for Concrete Elements for Pielisen Betoni Oy
Commissioned by
Pielisen Betoni Oy (Ltd.)

Abstract

The thesis was commissioned by Pielisen Betoni Oy to update the working and measuring instructions for wall elements. The previous working instruction document was updated in 2013, and the measuring instruction document in 2019. Many different regulations and work methods have changed since then.

Available information was used for updating the instructions, which were gone through with the parties concerned. The information used was gathered from literature and experiences. The aim was to gather information on different facade surfaces and work steps to one document, where it can be easily found.

The work instructions became comprehensive and will serve their purpose for a long time. It is possible to continue and make the instructions even more comprehensive, as the regulations change or increase. Now the instructions are so comprehensive and clear that they can be used for orientation of new employees. They will also be used to maintain the knowledge level of current employees. In this thesis it is specified what has been taken into consideration in the drafting of the work instructions and why it is important to take into account different aspects when writing the instructions. This thesis report also specifies the different problems and solutions in different work steps and facade options.

Language
Finnish

Pages 30
Appendices 2
Pages of Appendices 24

Keywords
Pielisen Betoni Oy, precast concrete wall elements, facade concrete elements, building product industry, working instructions

Sisältö

Käsitteitä	5
1 Johdanto	6
1.1 Toimeksianto	6
1.2 Työohje	6
1.3 Mittausohje	6
1.4 Pielisen Betoni Oy taustaa ja historiaa	7
1.5 Betoniyhdistys BY	7
1.6 Kiwa Inspecta	8
1.7 Betonielementti	8
1.7.1 Lieksassa valmistettavat elementtityypit	8
1.7.2 Erilaiset pintavaihtoehdot	9
2 Betonielementti	10
2.1 Betonin pääraaka-aineet	10
2.2 Lisäaineet	11
2.3 Betonielementin perustietopohja ja historia	12
2.4 Betonielementtien käyttökohteet	13
2.5 Valmistuksen laadunvalvonta	13
2.6 Sandwich-betonielementin valmistus pääpiirteittäin	14
2.6.1 Valualusta ja vanerimuotit	14
2.6.2 Muottityöt ja ulkokuoren raudoitus	14
2.6.3 Ulkokuoren valutyöt	15
2.6.4 Eristäminen	16
2.6.5 Sisäkuoren raudoitus	17
2.6.6 Sisäkuoren valutyöt	18
2.6.7 Jälkihoito	18
2.6.8 Jälkikäsitteilytoimenpiteet ja varastointi	19
2.7 Parvekelaatan valmistus	19
3 Työohjeen päivitys	20
3.1 Päivityksen tarve	21
3.2 Työohjeiden päivityksessä huomioonotettavaa	21
3.3 Työohjeiden päivityksen tulokset	22
4 Pinnoista yleisesti	22
4.1 Pinnoissa huomioonotettavaa	22
4.1.1 Suojabetoni	24
4.1.2 Muottialusta	24
4.1.3 Hienopesu	24
4.1.4 Muottipinta	25
4.1.5 Maalausalustakäsittely, Etch-oil	26
4.1.6 Tiivistys	26
4.2 Julkisivuelementtien pesu	27
4.3 Erilaisia pintoja yhdistettynä samaan julkisivuun	28
5 Pohdinta	30
Lähdeluettelo	31

Liitteet

Liite 1: Seinäelementtien työohje

Liite 2: Seinäelementtien mittausohje

Käsitteitä

Sandwich-elementti	Kahdesta betonisesta kuoresta ja eristeestä koostuva elementti
Suojabetoni	Etäisyys harjateräksen ja valmiin pinnan välissä
Välike	Muovinen apuväline, jolla pystytään varmistamaan suojabetonin määrä. Välikkeitä asennetaan aina riittävä määrä raudoituksen ja muotin väliin.
Valkobetoni	Betonimassa, jossa käytetään yleensä valkoista kalkkikiveä ja valkosementtiä.
Toleranssi	Sallittu mittapoikkeama nimellisarvosta.
SK-seinä	Elementti, jossa on vain sisäkuori. SK-seinässä voi olla myös sisäkuori ja eriste.
Hidastin	Kemikaali, joka hidastaa betonin kovettumista määrättyltä syvyydeltä.
Hienopesu	Pintavaihtohehto, joka tehdään hidastimen avulla.
Huokostin	Lisäaine, joka sekoitetaan betonimassaan. Estää pakkasen aiheuttamia vaurioita valmiiseen rakenteeseen.
IT-betoni	Omalla painollaan tiivistyvä betonimassa.

1 Johdanto

1.1 Toimeksianto

Sain tämän opinnäytetyön aiheen toimeksiantona nykyiseltä työantajaltani, Pieli-sen Betoni Oy:lta. Nykyiset työohjeet olivat päivityksen tarpeessa, sillä niissä kerrottavat elementin teossa huomioonotettavat seikat eivät enää nykyään täysin päde. Käytettävät aineet ja menetelmät ovat muuttuneet vuosien varrella. Sandwich-seinäelementtien työohje on vuodelta 2009, viimeksi päivitetty vuonna 2013. Mittausohje on vuodelta 2019, mittausohjeeseen liittyen tuli vuonna 2023 pieniä muutoksia. Opinnäytetyön tarkoituksena on yhdistää, päivittää ja laajentaa näitä ohjeita nykypäivän käyttämiemme menetelmien ja nykyisten, jo päivittyneiden normien, standardien ja vaatimusten mukaisesti. Sovellan työohjeisiin Kiwa Inspectan ja BY:n laatimia ohjeita.

1.2 Työohje

Työohje on yksityiskohtainen selostus elementin teon työvaiheista ja käytettävistä materiaaleista ja kemikaaleista. Työohje on yrityksen sisäinen laatustandardi, mitä jokainen työntekijä ja työnjohtaja sitoutuu noudattamaan. Ohje toimii myös laatukäsikirjana, mitä CE-sertifikaatin pitäminen edellyttää. Työohje toimii tarvittaessa myös uusien työntekijöiden perehdytyksen tukena ja tietynlaisena tietopankkina. (Liite 1. Seinäelementtien työohje.)

1.3 Mittausohje

Mittausohje on tiivistetty ohjeellinen dokumentti, missä selostetaan mittatulosten ja laadunvarmistuksen dokumentointi. Mittausohjeesta löytyy myös yksityiskohtaisesti eriteltyt toleranssit, mittauskohdat ja mittatiheydet. Mittausohje koostuu pääasiassa Betonielementtien toleranssit 2011 dokumentista, mutta siellä on lainauksia myös TR 15:2023 ja SFS:n aineistosta. Ideana oli kerätä tarvittavat

tiedot samaan, helposti löydettävään tiedostoon. Vaikka mittausohje oli päivitetty vuonna 2019, oli siihen jo ehtinyt tulla muutamia tarkennuksia ja määräyksiä TR 15:2023 tuoteryhmäohjeesta. (Liite 2. Seinäelementtien mittausohje.)

1.4 Pielisen Betoni Oy taustaa ja historiaa

Pielisen Betoni Oy on suomalainen perheyritys, jonka on perustanut Esko ja Eila Kolehmainen vuonna 1973. Yrityksellä on kaiken kaikkiaan viisi toimipistettä, jotka sijaitsevat Lieksassa, Joensuussa, Kuopiossa, Outokummussa ja Hollolassa. Pielisen Betonin toiminta alkoi Lieksasta, ja elementtitehdas aloitti toimintansa 1983. Lieksan tehdas on erikoistunut seinä- ja erikoiselementteihin. Kaikissa toimipisteissä valmistetaan elementtejä, paitsi Kuopiossa, missä sijaitsee vain valmisbetoniasema. Kuvassa 1 on yrityksen logo. (Pielisen Betoni Oy 2023.)



Kuva 1. Pielisen Betoni Oy:n logo (Pielisen Betoni Oy 2023).

1.5 Betoniyhdistys BY

Betoniyhdistys on jo kohta sata vuotta toiminut yhdistys ja asiantuntijajärjestö, mikä muun muassa kerää, tutkii, julkaisee ja kouluttaa kaikkea betoniin ja betonirakentamiseen liittyvää. Betoniyhdistys on julkaissut useita kirjoja, normeja ja oppikirjoja, mitä betoniteollisuus yleisesti noudattaa. (Suomen Betoniyhdistys Ry 2023.)

1.6 Kiwa Inspecta

Kiwa Inspecta on testaus-, tarkastus-, ja sertifiointiyritys, joka valvoo mm. Pielisen Betoni Oy:n betonielementtien CE-sertifikaattia, joka on laatutason määrittävä tekijä. CE-sertifikaatin pysymiseen edellytetään paljon laaduntarkkailua, betonin testaamista ja tiettyjen toleranssien sisällä pysymistä. Ainoat elementtityypit, joille CE-sertifikaattia ei ole olemassa, on esimerkiksi parveke-, lepotaso-, ja hissikuppielementit Lieksassa valmistettavista elementeistä.

Sovellan opinnäytetyössäni Kiwa Inspectan antamia ohjeita ja määräyksiä työohjeisiin, jotta kaikki tarvittava tieto löytyisi yhdestä dokumentista. Inspecta Sertifiointi Oy:lta tulee kolmesti vuodessa tarkastaja tehtaalle vierailulle. Yksi näistä vierailuista keskittyy erityisesti julkisivuelementtien laadunvarmistukseen ja vaatimusten täyttymiseen. (Kiwa Inspecta Oy 2023.)

1.7 Betonielementti

Betonielementti, eli tehdastiloissa valmistettu yksittäinen, helpohkosti kuljetettava betonivalmisosa. Elementit kuljetetaan täysperävaunuyhdistelmillä työmaalle, ja usein asennetaan paikalleen suoraan autosta. Elementin määritelmä kaikessa lyhykäisyydessään on se, että tuote on valmistettu jossain muualla kuin sen lopullisessa sijoituspaikassaan. Elementtirakentamisen etuja ovat mm. kestävyys, kustannustehokkuus, toimitusvarmuus ja asennuksen nopeus. Karkeasti betonielementtikerrostalossa mennään noin yksi kerros per viikko asennusvauhdilla. Betonielementeissä pystytään kontrolloimaan ja valvomaan tarkemmin paikalla-valumenetelmään verrattuna pintaa, laatua ja mittatarkkuutta. Nykyisin betonijulkisivuihin on saatavilla erittäin paljon erilaisia pintavaihtoehtoja.

1.7.1 Lieksassa valmistettavat elementtityypit

Lieksassa valmistetaan mm. sandwich-elementit, erilaiset julkisivukuorielementit, pilarit, palkit, parvekelaatat, lepotasot, väliseinät, hissikuppielementit, autovaaikat, SK-seinät ja ohut- ja paksurappausseinät. Pääpaino Lieksan tehtaan

tuotannossa on kuitenkin seinä- ja erikoiselementeissä. Opinnäytetyössäni aihe on rajattu julkisivuelementteihin ja sen eri pintavaihtoehtoihin.

1.7.2 Erilaiset pintavaihtoehdot

Erilaisia pintoja voivat olla esimerkiksi graafinen betoni, tiilijulkisivu, hienopesty harmaa- tai väribetoni, tehosteurilla korostetut pinnat, eri värien ja pesusyvyyksien sekoituksia. Mahdollisuudet ovat teoriassa rajattomat. Esimerkki tehosteuritetusta pinnasta on kuvassa 2 ja hienopestystä valkobetonielementistä kuvassa 3.



Kuva 2. Esimerkki tehosteurilla toteutetusta julkisivukuorielementistä.

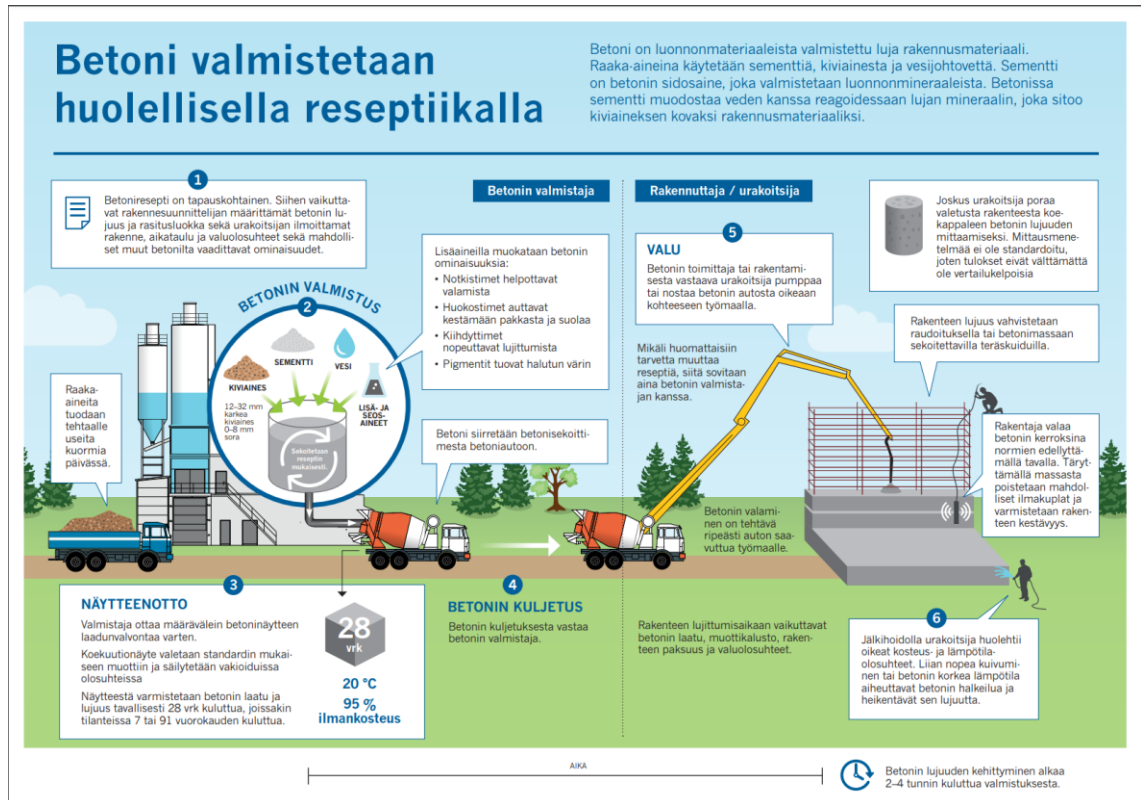


Kuva 3. Hienopesty valkobetonestä tehty sandwich-seinäelementti kerrostalokoh-
teeseen.

2 Betonielementti

2.1 Betonin pääraaka-aineet

Betonin pääraaka-aineita ovat vesi, kiviaines ja sementti. Vesi ja sementti luovat oikein suhteutettuna tiukan liiman, joka sitoo kivet yhteinäiseksi rakenteeksi. Toki nykybetoniin lisätään paljon erilaisia lisä-aineita, kuten notkistimia, huokostimia, pigmenttejä ja monia muita erilaisia aineita. Suhteutuksia muunnellaan monien eri tekijöiden seurauksesta ja betonin valmistus ei aina ole niin yksinkertaista mitä sen luulisi olevan. Kuvassa 4 esitän informoivan kaavion betonin valmistuksen eri vaiheista. (Suomen Betoniyhdistys Ry, Betonitieto 2023.)



Kuva 4. Betonin valmistuksen vaiheet (Suomen Betoniyhdistys Ry, Betonitieto 2023).

2.2 Lisäaineet

Betonissa käytettävillä lisäaineilla on iso rooli betonin koostumuksessa ja kestävydessä. Esimerkiksi huokostimen käyttö on mahdollistanut betonin kestävyys- ja säärasitteisissä pinnoissa. Huokostin lisätynä betoniin tekee mikroskooppisen pieniä suojahuokosia betoniin. Tällä saavutetaan pakkasenkestävyyttä, sillä kapillaarihuokosissa oleva vesi jäätyessään pääsee laajenemaan näihin huokosiin. Jos huokosia ei olisi betonissa, vesi jäätyessään tekisi pieniä halkeamia betonirakenteeseen. Nämä halkeamat voivat ajan myötä pahentua ja rakenne heikentyä.

2.3 Betonielementin perustietopohja ja historia

Elementtitekniikan myötä betoniteollisuutta alettiin Suomessa kehittämään 1940- ja 50-luvun taitteessa. Yrityksiä, jotka valmistavat betonielementtejä on noin 50 kappaletta. (Betonitieto.fi, Betonielementit 2023)

Betonielementtien historia on ollut vaihteleva. Betonielementtien valmistuksen alettua Suomessa, niiden menestys ei ole aina ollut yhtä hyvällä tasolla mitä nykyisin. Esimerkiksi vuonna 1991 tehtiin selvitys, jossa vain neljänneksessä 1960-70 -luvulla tehdyissä taloissa betonijulkisivut olivat kunnossa. Jotain hyvää kuitenkin betonielementtirakentamisen historiassa on ollut. Esimerkiksi ontelolaattojen keksiminen mahdollisti pidemmät jännevälit, joten huonetilat avartuivat ja nykyisin pitkulaisista teollisuushalleista pystyttiin tekemään leveämpiä. (Mölsä 2015.)

Suojabetonin tärkeyttä ei ole aina tiedostettu betonirakentamisessa, vaan esimerkiksi vuoteen 1977 asti betonipeitteenä käytettiin 20 mm etäisyyttä, ja sen katsottiin olevan riittävä. Nykyisin ulkokuorissa, säärasitukselle joutuvalla pinnalla betonipeite on mustalla teräksellä yleensä vähintään 35 mm ja ruostumattomalla teräksellä vähintään 20 mm. (Mölsä 2015.)

Suojabetonin ollessa liian pieni, pääsee betonirakenteessa oleva harjateräs ruostumaan, josta syntyy korroosiotuotteita. Korroosiotuotteet tarvitsevat nelinkertaisen tilan alkuperäiseen teräksen tilaan nähden. Tämän vuoksi betoni yleensä halkeilee, ja lopulta koko suojapeite voi lähteä pinnalta. (BY 201, 2018, 110.)

Historian aikana tapahtuneista vastoinkäymisistä on opittu, ja kehitetty paljon uusia menetelmiä ja määräyksiä. Nykyisin betonielementtirakentaminen on mennyt parempaan suuntaan.

2.4 Betonielementtien käyttökohteet

Betonielementtejä käytetään nykyisin kaikenlaisiin rakentamiseen. Teollisuushallit, tehtaat, pientalorakentaminen, parvekkeet, rivitalot, kerrostalot, sillat ym. Opinnäytetyön aiheeni, eli sandwich-elementit ja parvekkeet, ovat siis osa suurempaa kokonaisuutta. Sandwich-elementtejä voivat olla sokkelit ja seinät. Niitä käytetään yleisimmin ulkoseinien kantavina rakenteina. Sandwich-elementeissä ulkokuori toimii julkisivuna, välissä on eriste ja sisäkuori toimii kantavana osana. Sisäkuori toimii samalla valmiina pohjana tasoitetta tai maalia varten. Mahdollisimman moni työvaihe siis toteutetaan elementtirakentamisessa tehtaalla, hyvissä, kontrolloiduissa olosuhteissa. Parvekkeella tarkoitetaan parvekelaattaa, joka tulee yleensä sandwich-seinäelementtien väliin ja tarttuu tartuntaterästen kautta holvivaluun.

Asuinrakennuksissa seinäelementit usein ovat raudoittamattomia, sillä kuormat ovat niin pienet. Raudoittamaton elementti tarkoittaa elementtiä, missä teräksen määrä alittaa minimiteräsmäärän. Teollisuusrakennuksissa seinäelementit toimivat samalla jäykistävänä rakenteena, niin silloin ne joudutaan raudoittamaan raskeammin. (BY 201, 2018, 442.)

2.5 Valmistuksen laadunvalvonta

Betonin, valmistusotteiden ja elementtien valvonta on pitkälle standardisoitua. Lujuuskokeita otetaan säännöllisesti jokaisesta erilaisesta valmistettavasta betoniannoksesta. Lujuuskokeiden tuloksia pidetään ylhäällä ja seurataan aktiivisesti. Betonielementtien toleranssit ovat tarkasti ennalta määräytyt. Vaatimuksien myötä voidaan odottaa korkeaa laatutasoa, mittatarkkuutta ja sujuvuutta asennuksen osalta. Prosessia valvovilta tahoilta edellytetään tiettyä koulutustasoa ja erilaisia pätevyksiä. Esimerkiksi betonitehtaalla, joka valmistaa oman betoninsa, tulee olla FISE:n myöntämä betonilaborantin pätevyys, jolla on lupa tehdä ja testata lujuuskoeäytteitä. Esimerkiksi julkisivuelementtejä valmistavalla betonielementitehtaalla tuotantoa valvovalla työnjohtajalla tulee olla rakennusinsinöörin

tutkinto ja FISE:n myöntämä betonijulkisivutyönjohtajan pätevyys. (BY 201, 2018, 181, 182.)

2.6 Sandwich-betonielementin valmistus pääpiirteittäin

2.6.1 Valualusta ja vanerimuotit

Valualustana toimii tehtaalla valmistettaessa yleisimmiten teräslevyllä varustettu elementtipöytä. Elementtipöytä on yleensä varusteltu hydraulisesti toimivalla nostojärjestelmällä, jotta elementit saataisiin nostettua pöydästä mahdollisimman pystysuunnassa. Julkisivuelementtejä valmistettaessa Kiwa Inspecta edellyttää että julkisivupinnan muotti tulee olla tasainen ja saumaton, jotta pystytään saavuttamaan elementille vaadittu pintaluokitus. (Kiwa Inspecta Oy, 2023.)

Vanerimuoteilla tarkoitetaan liimapuusta, yleisimmiten kertopuusta ja pinnoitusta koivuvanerista valmistettuja laitamuotteja, jotka kiinnitetään teräspöytään magneeteilla. Pinnoitettu vaneri voi olla lakkapintaista tai fenolifilmillä pinnoitettu. Koivuvaneri on todettu parhaimmaksi muotteihin soveltuvaksi vanerin runkomateriaaliksi sen kestävyuden ja kovuuden puolesta. Vanerimuotteja käytetään valualustana lähinnä vain parvekelaattoja tehdessä. Parvekelaattoihin tulee vedenkeruallas ja vesiurat ulosheittokaivoa varten.

2.6.2 Muottityöt ja ulkokuoren raudoitus

Valualusta tulee puhdistaa huolella ennen vanerimuottien asennusta. Vanerimuotit asennetaan tarkasti elementtipiirrustusten mukaisesti ja kiinnitetään magneeteilla. Tämän jälkeen muotti käsitellään öljyllä tai muulla kemikaalilla. Käytettävät aineet määräytyvät sen mukaan, millaisen pinnan asiakas haluaa. Aineiden kuivuttua, asetetaan ulkokuoren raudoitus välikkeiden varaan ja varmistetaan suojabetonivaatimusten täytyminen reunoilta. Ennen valua sidotaan ulkokuoren

pääteräksiin kiinni sandwich-elementteihin tarkoitetut nostolenkit. Sandwich-elementeissä nostolenkit tulevat poikkisuuntaisesti elementtiin nähden, eli nostolenkit toimivat molemmissa kuorissa. Varsinainen nostopiste sijaitsee eristetilassa kuvan 5 mukaisesti.



Kuva 5. Sandwich-lenkki havannollistettuna (Peikko Finland Oy, 2023).

2.6.3 Ulkokuoren valutyöt

Kun kaikki raudoitukset, muotit ja varustelut on tarkistettu elementistä, antaa työnjohtaja valuluvan. Ulkokuori valetaan elementtipiirrustuksien mukaisella betonimassalla. Värimassaa valettaessa valetaan noin viiden sentin kerros ja se tiivistetään pöytätäryllä. Kolmisen senttiä värimassaa on riittävä, jos raudoitus asennetaan valun yhteydessä. Lopuksi valetaan normaalimassa värimassan päälle. Julkisivuelementtejä valmistettaessa pöydissä yleensä on omat täryt, eli koko teräslevy tärisee tai vaihtoehtoisesti tekee iskevää liikettä. Tämän tarkoituksena on tiivistää ja tasoittaa betonimassa ja poistaa ylimääräinen ilma. Betonivalun paksuus tarkistetaan mittaamalla etäisyys betonin pinnasta muotin yläosaan.

Tällaisia ulkokuoren valuja tehdessä, jossa yhdistyy kaksi erilaista betonimassaa, tulee ottaa huomioon kutistumiserot. Suurta raekokoa ja kiviaineksen riittävää määrää käytettäessä minimoidaan eri massojen kutistumiseroja. Väri- tai normaalimassan kutistumiserot voi aiheuttaa ulkokuoren käyrystymistä. Värierojen syntymistä minimoidaan käyttämällä tarkkoja vaakoja väribetonin valmistuksen eri vaiheissa ja automatisoituja valmistusprosesseja. (BY 201, 2018, 457,458.)

2.6.4 Eristäminen

Eristystyöt tulee aloittaa mahdollisimman nopeasti ulkokuoren valun jälkeen. Jos eristystyöt aloitetaan liian myöhään, ei voida varmistua diagonaaliansaiden riittävästä tartunnasta ulkokuoreen. Eristelevyt ja ansaat tulevat vuoronperään elementtiin. Ansasta asennettaessa tulee tehdä edestakaista liikettä, jotta ansaan vaakapaarre peittyisi betoniin mahdollisimman hyvin, ja tartunta olisi optimaalinen. Ansasjako yleensä on noin 60 cm, mutta hankalemmissa paikoissa jako voi olla tiheämpi. Ansaita ei tule asentaa eristelevyjen välistä, vaan kuvan 6. mukaisesti. Ansaiden ulkopaarre ja eristeen läpi tuleva diagonaalipaarre ovat Peikon PD-diagonaaliansaissa valmistettu ruostumattomasta teräksestä. Sisäkuoreen tuleva sisäpaarre on yleensä mustaa terästä. Ansaan korkeuden valinnassa tulee huomioida sekä eristeen paksuus, että pääraudoitusten sijainti molemmissa kuorissa. Minimikorkeus ansaalle on 60 mm + eristeen paksuus. Syynä riittävä tartuntaetäisyys eristeen molemmin puolin on oltava vähintään 30 mm. Jos sisäkuoren raudoitus tulee keskeisesti tai korkeammalle, tulee ansaan sisäpaarteiden yltää sisäkuoren raudoituksen pääteräksiin asti.



Kuva 6. Diagonaaliensaiden asennus (Peikko Finland Oy, 2023).

2.6.5 Sisäkuoren raudoitus

Sisäkuoren raudoitus tehdään elementtipiirrustuksien mukaan. Mahdolliset sähkö- ja LVI-varaukset sekä niiden erilaiset osat tulee huomioida raudoitusta tehdessä. Raudoituksen suojaetäisyys tulee huomioida jo ennen raudoitustöiden aloittamista. Käytettävien hakasten korkeus määrittää mahdollisen pintaverkon sijainnin syvyys suunnassa. Tyypillinen kantavan sisäkuoren raudoitus sisältää ansaiden päälle tulevan harjateräsverkon, hakaset, pieliteräkset ja hakasten päälle tulevan harjateräsverkon. Raudoitusten pinnalla saa olla pintaruostetta, mutta liika ruoste heikentää ideaalista tartuntaa. Kuvassa 7 näkyy esimerkki sisäkuoren raudoituksesta ja varustelusta. (Kiwa Inspecta Oy, 2023.)



Kuva 7. Sisäkuoren raudoitusta varusteluineen

2.6.6 Sisäkuoren valutyöt

Sisäkuori yleisimmiten on XC1-rasitusluokiteltua betonia. Tämä puoli elementistä ei siis joudu säärasituksen kohteeksi, ja on kuivassa, lämpimässä sisätilassa. Sisäkuori, johon ei edellytetä pakkasenkestävyyttä, yleensä valetaan itsetiivistävällä massalla, eli massalla joka oman painonsa puolesta tiivistyy, eikä sitä tarvitse erikseen mekaanisesti tiivistää. Itsetiivistävä massa eroaa normaalimasasta mm. siten, että vettä on korvattu notkistimella. Pinta tasoitetaan piikkitelalla rullaamalla huolellisesti. (BY 201, 2018, 346.)

2.6.7 Jälkihoito

Jälkihoito aloitetaan heti valutöiden valmistuttua. Pinta viimeistellään teräsliippiä käyttäen. IT-massojen ominaisuudet muuttuvat lämpötilan ylittäessä 25 astetta, tämä vaikuttaa myös jälkihoitoon. IT-betonilla valettuja elementtejä jälkihoidettaessa pinta saattaa kovettua liian nopeasti lämpimillä keleillä valettaessa. Käsitteilykertojen ja käytettävät kemikaalit riippuvat elementtipiirrustusten vaatimusluokista. Vaatimusluokkia sisäkuorelle voivat olla esimerkiksi THI-A ja THI-PIN-A. THI tarkoittaa teräshierrettyä pintaa, A-kirjain tarkoittaa pinnan laatua ja PIN-maininta tarkoittaa että pinta käsitellään pinnoitusta varten. Pinnoitusta varten käsittely yleensä tarkoittaa sementtiliiman poistoa pinnasta. Jälkihoidon idea on luoda optimaaliset olosuhteet elementin pinnan kovettumiselle. (BY 40, 2021, 17. BY 201, 2018, 346, 342.)

2.6.8 Jälkikäsitellytoimenpiteet ja varastointi

Elementin jälkihoidon jälkeen sen annetaan kuivua, ja nostetaan muotista sen jälkeen kun muottien purku- ja elementin siirtolujuudet ovat täyttyneet. Purku- ja siirtolujuudet vaihtelevat suunnitelmittain. Yleisimmiten ne ovat C15/20 ja C20/25. C20 tarkoittaa lieriölujuutta MPa yksikössä ja /25 tarkoittaa kuutiolujuutta MPa yksikössä. Lujuudet ovat puristuslujuuksia. Lieriön ja kuution koko, valmistus ja testaus ovat tarkasti standardisoituja. Kun elementti on nostettu pöydästä, puretaan siihen kuulumattomat muotit ja varaukset. Elementti pestään, jos vaatimukset niin edellyttävät. Tämän jälkeen elementti asetetaan fakkivaunuun ja vedetään varastoon vaunuilla odottamaan kuljetusta työmaalle.

2.7 Parvekelaatan valmistus

Parvekelaatan valmistus muistuttaa hyvin paljon sisäkuoren raudoitustöitä. Raudoitus usein on tiheämpi ja paksumpi, ja tekojärjestystä on tärkeä miettiä etukäteen. Parvekkeissa on vedenkeruallas, ja vedenjohdatusurat. Kuvassa 8 nämä näkyvät hyvin. Urat ja altaat tekevät raudoitustyöstä hieman työläämmän, sillä elementin kokonaispaksuus vaihtelee altaan kaatojen myötä. Suojabetonivaatimukset ovat parvekkeilla yleensä korkeammat, sillä laattojen loppusjoituspaikka on ulkoseinällä. Laatat joutuvat siis pakkas- ja säärasituksen kohteeksi.



Kuva 8. Valmis ulokeparvekelaatta menossa varastoon.

3 Työohjeen päivitys

Työohjetta päivittäessä tuli ottaa huomioon jokainen vaihe, sillä yksikin vaihe väärin tehtynä vaikuttaa lopputulokseen merkittävästi. Tämä korostuu etenkin julkisivupinnan laadussa. Työohjetta päivittäessä tuli ottaa huomioon nykyajan menetelmät ja vaatimukset. Betonituoteteollisuudessa tietoisuus ja määräykset muuntautuvat ja tarkentuvat säännöllisin väliajoin. Työohjeen päivittäjällä ja ylläpitäjällä tulee olla hyvin kokemusta erilaisista elementeistä, eri pinnoista ja menetelmistä. Jokainen pinta, elementti ja suunnitelma ovat erilaiset. Samaa elementtiä voi tehdä peräkkäin kymmenenkin kappaletta, ja jokaisesta voi tulla erilainen, jos ei

tietyt seikat ole kontrollissa. Näitä seikkoja ovat esimerkiksi pohjatyöt, pintojen puhtaus, kemikaalien levitysmenetelmät, työjärjestys, betonin työstömenetelmät ja massan koostumus. Hyvässä työohjeessa tiivistyykin vuosien kokemus eri tahoilta selkeäksi, helposti luettavaksi kokonaisuudeksi.

3.1 Päivityksen tarve

Päivitys työohjeisiin tuli tarpeen, sillä edellisen työohjeen pohja oli päivityshetkellä noin 14 vuotta vanha, ja edellinen päivitys tapahtui 10 vuotta sitten. Tänä aikana suurimmat eroavaisuudet ovat tulleet käytetyistä menetelmistä ja laitteista. Esimerkiksi hidastimen levityksessä olemme lähes täysin siirtyneet mo-hair-telan käytöstä korkeapaineruiskun käyttöön. Päivittämässäni työohjeessa ohjeistin siis enemmän korkeapaineruiskun käytöstä ja ylläpidosta kuin mitä telausmenetelmästä. Telausta nykyisin käytetään vain parvekelaattojen vedenkeruualtaiden hienopesukäsittelyyn, sillä hidastinta siinä tarvitaan tarkasti rajatulle alueelle. Hidastinaine itsessäänkin on myös vaihtunut. Edellisessä työohjeessa oli ohjeistus Preco Minicote-hidastimesta, mutta nykyisin käytämme Pieri DRC-hidastinsarjaa. Syy hidastimen vaihtoon on se, että kun Minicote-hidastimen tarkkaa reseptiä vaihdettiin, niin se ei enää toiminut meidän käytössämme niin hyvin. Reseptin vaihdon syytä emme tiedä tarkasti, mutta epäilemme kyseessä olleen uudet EU:n laatimat haitallisten kemikaalien rajoitukset. Vuosien varrella opimme käytetyistä kemikaaleista ja menetelmistä enemmän ja enemmän, ja siten työohjeiden päivittäminen säännöllisesti onkin tärkeää. Inspecta Sertifiointi Oy suositteekin laatukäsikirjojen ajantasaisuuden valvomista vähintään kerran vuodessa johdon toimesta. Seinäelementtien työohje ja seinäelementtien mittausohje ovat yksi osa laatukäsikirjoista. (Kiwa Inspecta Oy, 2023.)

3.2 Työohjeiden päivittämisessä huomioitettavaa

Käytin työohjeiden päivittämisessä tehtaalla saatavilla olevaa aineistoa. Aineistona käytin BY 47 Betonirakentamisen laatuohjeet 2019, BY 65 Betoninormit 2021, BY 201 Betonitekniikan oppikirja 2018 ja Kiwan TR 15:2023

Tuoteryhmäohjetta. Työohjeeseen en suoria lainauksia aineistosta käyttänyt, vaan pikemminkin sovelsin niitä. Soveltamiseen käytin meidän parhaaksi todettuja menetelmiä. Kiwan tuoteryhmäohjeeseen oli kerätty BY:n ja SFS:n aineistosta tiivis tietopaketti, mikä liittyy betonielementteihin. BY:n aineistossa paino on itse betonimassassa ja työmaan betonointitöissä.

3.3 Työohjeiden päivityksen tulokset

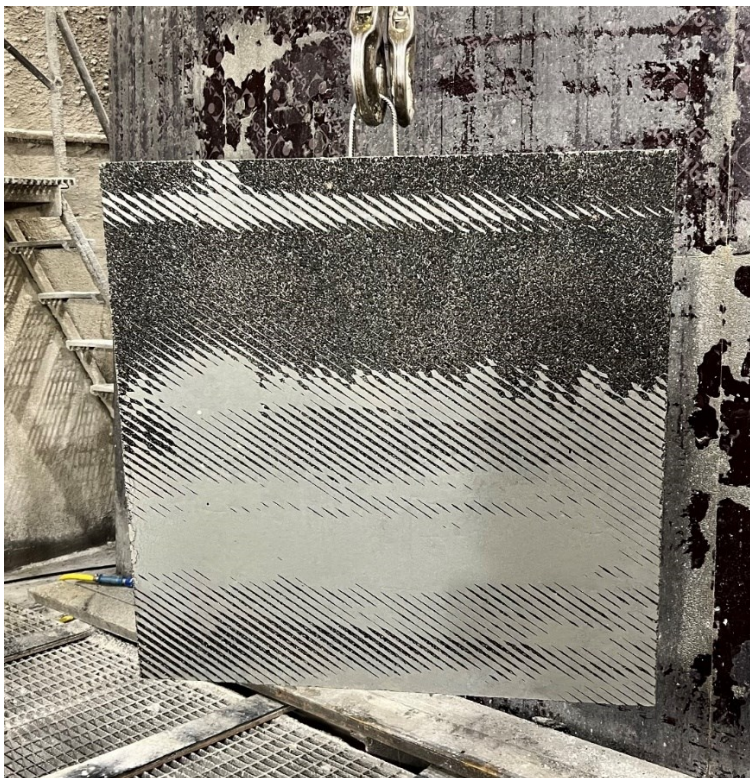
Kirjoitin sandwich-elementtien työohjeen alusta asti uusiksi. Tuloksena syntyi 18-sivuinen seinäelementtien työohje, johon sisältyi myös erilaisten pintojen työohjeet. Toimeksiantoon kuului myös mittausohjeen päivitys, ja tuloksena tuli kuusi-sivuinen seinäelementtien mittaus- ja dokumentointiohje. Työohjeen avulla voidaan valmistaa laadukas sekä nykyisen standardin mukainen vaativan luokan omaava julkisivuelementti halutulla pinnalla. Työohjeessa on otettu enemmän huomioon erilaisten pintavaihtoehtojen valmistusta ja niiden tuomia haasteita. Ohjeista tuli entisiin verrattuna laajemmat ja eritellymmät. Päivittämiäni työohjeita pystytään käyttämään paremmin uusien työntekijöiden perehdyttämiseen ja nykyisten työntekijöiden tietotaidon kertaamiseen ja ylläpitämiseen. Teksti ohjeissa on syvällisemmin eriteltyä ja helpommin ymmärrettävää. Työ- ja mittausohje tulevat toimimaan myös tehtaan sisäisenä laatukäsikirjana. Työohjeiden päivitys tuli tarpeeseen, sillä tänä vuonna julkaistiin päivitetty tuoteryhmäohje Kiwa:n toimesta.

4 Pinnoista yleisesti

4.1 Pinnoissa huomioonotettavaa

Pinnan laatuun vaikuttaa myös käytettävien kemikaalien oikea määrä. Utta kemikaalia käytettäessä katsotaan valmistajan sivuilta suuntaa-antava määrä neliometriä kohden. Tämä ei useimmiten kuitenkaan ole se oikea määrä, vaan kemikaalin määrää tulee säätää käytettävien menetelmien ja betonien kanssa.

Kemikaalien toimivuuteen vaikuttaa mm. pinnan lämpötila, betonin lämpötila, muotin materiaali, (vaneri tai teräs) ja levitykseen käytettävä työkalu. Siksi teemekin aina eri betonia tai eri menetelmiä käytettäessä koelaattoja. Koelaatta esitettyä kuvassa 9, on yleensä 1-2 neliömetrin kokoinen, ja niitä tehdään niin monta, kunnes lopputulos on tyydyttävä. Ennen näitä koelaattoja on mahdollista tehdä mallilaattoja, jotka ovat kooltaan n. 30x30 cm. Eri koelaattoihin käytetyt kemikaalit, niiden määrä ja menetelmät otetaan ylös ja huomioidaan seuraavia tehdessä. Lopputuloksen ollessa tyydyttävä, arkkitehti yleensä hyväksyy koelaatan, ja sitten tehdään isommassa mittakaavassa koe-elementti. Koe-elementin ollessa valmis, käy arkkitehti valvojan kanssa tekemässä katselmuksen. Katselmus kun on hyväksytty, kirjataan ylös käytetty betonimassa, resepti ja menetelmät. Tällöin lopullisen rakennuksen pinta on mahdollisimman lähellä arkkitehdin visiota. Liitteissä oleva työohje kattaa pääasiassa kaiken elementin teosta ja erilaisista pintavaihtoehdoista. Työohjeessa on myös avattu yksityiskohtaisesti eri pintojen teko-ohjeet. (BY 40, 2021, 12.)



Kuva 9. Esimerkki graafisesta betonista tehty koelaatta. Koko 1m x 1m, koelaatan kuvio saatu graafisesta hidastinkalvosta.

4.1.1 Suojabetoni

Esimerkiksi liian vähäinen suojabetoni voi tuoda paljaalla silmällä katsottaessa harjateräsverkon näkyviin, ja pidemmän päälle mustalla teräksellä tehdessä, ruosteesta syntyviä lieveilmiöitä. Valmistajan ohjeistus välikkeiden käytöstä ei välttämättä riitä, vaan tulee varmistaa riittävä määrä per neliometri. Jos on suuren pinta-alan omaava valu, joudutaan usein verkon ja välikkeiden varassa kävelemään muotin sisäpuolilla. Tämä kävely voi aiheuttaa välikkeiden murtumisen työntekijän painon alla, ja siten harjateräsverkko voi tulla liian lähelle valmista julkisivupintaa. Suositeltava rengasvälikkeiden määrä on n. 3-4kpl neliometriä kohden.

4.1.2 Muottialusta

Mahdollisimman hyvää pintaa haettaessa muotin tulee olla täysin puhdas ja virheetön. Tarvittaessa käytetään imuria ja paineilmaa muotin puhdistamiseen pölystä ja muusta roskasta. Muotin tulee olla myös saumaton, eli vanerimuotin ja teräspöydän välinen sauma tiivistetään. Tehosteurat tiivistetään liimatiivistemassalla teräspöytään. Puutteellinen saumaus aiheuttaa valuvaiheessa betoniliemen tunkeutumisen saumoihin, ja aiheuttaa lohkeilua muotinpurkuvaiheessa. Usein myös saumaamattomat reunat jäävät hyvin karkeiksi, koska hieno aines tunkeutuu saumoihin.

4.1.3 Hienopesu

Hienopestyssä pinnassa liika hidastinmäärä tekee liian karkean ja epätasaisesti peseytyvän pinnan. Liian ohut kerros hidastinta tekee puolestaan liian vähän ja epätasaisesti peseytyvän pinnan. Sopiva määrä hidastinta näkyy kuvassa 10. Hidastimen määrä ja levitysmenetelmä on tärkeä tekijä haettaessa mahdollisimman tasaista lopputulosta. Hienopestyä pintaa tehdessä on myös tärkeää huolehtia teräspöydän pinnan karheudesta. Liian sileällä pöydällä tehdessä hidastinkalvo

voi repeytyä massaa pudotettaessa. Kalvon repeytyminen näkyy valmiissa pinnassa sileänä "purona". Esimerkki valmiista hienopestystä elementistä on kuvassa 3.



Kuva 10. Korkeapaineruiskulla levitetty Pieri DRC 6/01 hidastin. Esimerkki sopivasta määrästä hidastinta, kemikaali ei lainehdi missään, eikä näy laikkuja.

4.1.4 Muottipinta

Muottipintaisessa elementissä, liiallinen muottiöljyn määrä tekee elementin lopullisesta pinnasta huomattavasti tummemman ja rengasvälikkeiden muodostamat jäljet tulevat herkemmin näkyviin valmiissa pinnassa. Liika muottiöljy aiheuttaa myös ilmahuokosia valmiiseen pintaan. Muottipintaisella elementillä on sellainen ominaisuus, että jokainen muotin epätasaisuus näkyy valmiissa pinnassa.

4.1.5 Maalausalustakäsittely, Etch-oil

Maalausalustakäsiteltyä pintaa tehdessä yhdistyy samat tekijät mitä hienopesytssä pinnassa. Teräspöydän tulee olla karhea kemikaalikalvon leviämisen estämiseksi. Aine levitetään painepumppupullolla, ja suuttimen puhtaus tulee varmistaa. Tukkeutunut suutin tiputtaa ainetta levityksen aikana, eikä sumukuvio ole tasainen. Oikea määrä on myös tärkeää tasaisen lopputuloksen saavuttamiseksi.

4.1.6 Tiivistys

Pintavaatimuksesta tai laatuvaatimuksesta huolimatta riittävä massan tiivistys on tärkeää sekä tavoitelujuuden kehittymisen kannalta, että ulkonäköseikkojen vuoksi. Kuvassa 11 esitän esimerkin, missä tiivistys ei ole ollut riittävä massan jäykkyyteen nähden, eli kaikki ilmahuokokset eivät ole päässeet betonista pois.



Kuva 11. Ilmahuokosia julkisivuelementin ulkopinnassa.

4.2 Julkisivuelementtien pesu

Käytetyt hidastimet, sementtiliiman poistajat, öljyt ja muut kemikaalit poistetaan julkisivupinnasta lähtökohtaisesti pesemällä painepesurilla. Vaihtoehtoinen menetelmä on harjalla ja vedellä. Painepesurilla pestessä tulee olla tarkkana etäisyyden ja paineen kanssa. Liian läheltä elementtejä pestessä lähtee hienoa ainesta tarpeettoman paljon pois, ja liian kaukaa taas voi käytettyjä aineita jäädä valmiille pinnalle. Sopiva etäisyys on säädeltävä painepesurin paineen mukaan, mutta yleensä 20-30 cm pesuetäisyys on sopiva. Pesu tulee suorittaa ristiin, eli ensin vaakasuunnassa ja sitten pystysuunnassa mahdollisimman tasaisen lopputuloksen saavuttamiseksi. Pesussa tulee huomioida myös, että vastakkainen puoli tulee kastella pesun ajaksi, jotta valumajäljiltä voitaisiin välttyä. Huomioitavaa on myös se, että mitä hienompi käsittely elementissä on, sitä helpommin pesujäljet näkyvät valmiissa elementissä. Saman kohteen elementtien pesut tulisi ajoittaa aina samaan aikaan joka elementin kohdalla.

On olemassa myös esimerkiksi Soledo Green-sementtiliimanpoistaja. Tällä aineella voidaan tehdä myös vielä hienompia pesukäsittelyjä elementeille mitä maalaus- ja alustakäsittelyyn käytetty Preco Mini Etch-öljyllä saadaan. Aine sumutetaan tasaisesti koko elementin pinnalle niin pitkään kunnes kuivia kohtia ei ilmene, ja annetaan vaikuttaa 15-30 minuuttia ja sen jälkeen pestään. Käsittely uusitaan niin monta kertaa mikä haluttu karkeustaso on. Soledo Green-aineella tehdäänkin usein käsittelyt, jos päälle on tulossa työmaalla kuulto- tai lasyyri-maali. Näille maaleille normaali maalaus- ja alustakäsittely on liian karkea. Esimerkiksi kuvassa 12 on juurikin kuultomaalille käsitelty elementtipinta, mihin on käytetty Soledo Green-ainetta.



Kuva 12. Esimerkki sandwich-julkisivuelementin ulkokuoren pesusta painepesurilla.

4.3 Erilaisia pintoja yhdistettynä samaan julkisivuun

Jos samassa elementissä on useita eri pintoja, työnjohtajan rooli ja vastuut kasvavat. Tällaisia pintoja tehdessä on tärkeää pitää pieni palaveri elementtityöntekijöiden kanssa. Käydään läpi edessä olevat haasteet ja normaalista poikkeavat työvaiheet. Kuunnellaan myös työntekijöiden omat ehdotukset ja käydään ne läpi. Työnjohtajan on myös tärkeä varmistaa elementtisuunnitelmat etukäteen ja sopia suunnittelijan kanssa mahdollisista epäkohdista. Esimerkki tällaisesta pinnasta on kuvassa 13.



Kuva 13. Esimerkki neljästä eri pintavaihtoehdosta yhdistettynä samaan seinäelementtiin. Kuvassa vasemmalta lukien etch-öljyllä käsitelty, karkeapesty ja hienopesty pinta tehosteurilla.

5 Pohdinta

Opinnäytetyön tekeminen oli erittäin opettavainen kokemus virallisten dokumenttien laatimisessa. Aineistoa kerätessäni artikkeleista ja betoniteollisuutta käsittelevästä kirjallisuudesta syvensin oppimistani ja käsitystäni tästä alasta. Haluan kiittää Pielisen Betoni Oy:ta toimeksiannosta ja joustavuudesta vapaapäivien muodossa. Opinnäytetyön aika-ikkuna oli erittäin tiukka, sillä työn ohella opinnäytetyön tekeminen oli erittäin haastavaa sovittaa aikatauluun. Tämän vuoksi opinnäytetyön tekeminen jäi viime tippaan. Tästä haluan myös kiittää opinnäytetyön ohjaajani hienosta tuesta ja ymmärtäväisyydestä aikataulun suhteen. Työohjeista tuli mielestäni hyvin kattavat ja monipuolisemmat. Työohjeesta tuli luonteeltaan selkokielen, ehkä jopa puhekielen. Valmistuneen työohjeen pohjalta voidaan pitää työntekijöiden keskuudessa aloituspalavereja ennen tietyn pintakäsittelyn omaavien elementtien valmistusta. Tulevaisuudessa on mahdollista julkisivuelementtien työohje halkaista viralliseksi dokumentiksi ja infopakettiksi. Mittausohjeen tulee lukemaan elementtejä mittaavat tahot ja menetelmiä tullaan soveltamaan ja kehittämään yrityksen sisällä. Näitä, ja monia muita työohjeita tullaan päivittämään ja tarkentamaan jatkossa määräysten ja työmenetelmien muuttuessa. Erilaisia tai uusia pintoja tehdessä havaitut haasteet ja menetelmät voidaan dokumentoida työohjeeseen tuoreeltaan, ja siten ne toimivat eräänlaisena tietopankkina jatkossa. Työohjeiden kehitys eteenpäin lähtee lähinnä tehtaan sisällä ohjeiden pohjalta.

Lähdeluettelo

Betoniteollisuus ry. 2023. Betonin valmistus. <https://betoni.com/tietoa-betonista/betoni-rakennusmateriaalina/betonin-valmistus/>. 10.5.2023

Betoniteollisuus ry. 2023. Betonin valmistuksen vaiheet. Kuva 4. <https://betoni.com/tietoa-betonista/betoni-rakennusmateriaalina/>. 10.5.2023

Kiwa Inspecta. 2023.

TR 15:2023 Tuoteryhmäohje, Betonielementit ja jännitetyt betonielementit

Mölsä, S. 2016. Jumala loi puun, ihminen betonin – betonijulkisivujen lastentaudit leimasivat rakentajat suden ja sekundan tekijöiksi. Rakennuslehti. 30.5.2016 <https://www.rakennuslehti.fi/2016/05/jumala-loi-puun-ihminen-betonin-betonijulkisivujen-lastentaudit-leimasivat-rakentajat-suden-ja-sekundan-tekijoiksi/>. 10.5.2023

Pielisen Betoni Oy. 2023. Historia. <https://www.pielisenbetoni.fi/yritys/historia/>. 26.4.2023

Peikko Finland Oy. 2023. PNLF-nostolenkki, Asennusohjeet (fi) <https://www.peikko.fi/tuotteet/tuote/pnlf-nostolenkki/technical-information/>. 10.5.2023

Peikko Finland Oy. 2023. Ansaat ja pistokkaat, asennusohje, 01/022 (fi) <https://www.peikko.fi/tuotteet/tuote/pd-diagonaaliensas/>. 10.5.2023

Suomen Betoniyhdistys ry. 2023. Historia. <https://www.betoniyhdistys.fi/yhdistys/historia.html>. 27.4.2023

Suomen Betoniyhdistys Ry. 2021. BY 40. Betonirakenteiden pinnat/luokitusohjeet 2021

Suomen Betoniyhdistys Ry. 2018. BY 201, Betonitekniikan oppikirja 2018

Suomen Betoniyhdistys Ry. 2023. Betonielementit. Betonitieto. <https://www.betonitieto.fi/betoniteollisuus/betonielementit.html>. 10.5.2023

Liite 1. Seinä- ja parveke-elementtien työohje

Pielisen Betoni Oy
Työohjeet

Laatinut: Walteri Waris
PVM: 28.4.2023

TV EV 06
Hyväksynyt: Kati Pätsi

1 Sandwich elementin yleinen työohje

a Elementin purku

Elementin muotit puretaan ympäriltä, pinta-aukot poistetaan nosturia käyttäen, sisäkuoren reunat pyöristetään hiomakivellä tai hiomahiertimellä. Suoristetaan tapit tarvittaessa, poistetaan eristeet nostolenkin kohdalta.

Nostovaiheessa tulee huomioida elementin paino, tarvittavat erityistoimenpiteet (nostolenkit eri tasossa jne.). Ennen jokaista nostoa tulee tarkistaa käytettävien nostoketjujen kapasiteetti, ketjujen suoruus (Puomin yläpuolella max. 1 kierros, puomin alapuolella 0 kierrosta). Elementtiä nostaessa pöydästä nostajan tulee keskittyä vain elementin nostamiseen. Toinen nostaa samanaikaisesti pöytää ja on valmiina kuuntelemaan jos elementin nostaja huutaa ohjeita.

Elementin roikkuessa nosturissa poistetaan tartuntakolot, varaukset, loput aukot, käydään hiomakivellä loput terävät reunat läpi. Elementti tuetaan elementtivaunun fakkiin tapeilla ja puukiiloilla. Elementtiä tuettaessa on huomioitava että elementti asettuu pystysuoraan, ja tartuntakolot ovat poikkipalkkien välillä, ei poikkipalkin kohdalla.

b Pöydän puhdistus ja vanerimuottien asennus

Pöytä puhdistetaan tarvittaessa lattiahiomakoneella tai kiillotuskoneella pöydän kunnosta riippuen. Lakaistaan ylimääräiset lakaisujätteet jäteastiaan.

Vanerimuottien asennus aloitetaan ruuvaamalla pystytopparit kiinni alalaitaan, katsotaan topparit suunnilleen suoraan, kiinnitetään yläreunasta yhdellä magneetilla. Tarkistetaan ristimitan oikeellisuus, ristimitan toleranssi (0-5 mm). Ristimitan ollessa kohdallaan, ammutaan värilangalla ylälaidan kohta ja asennetaan ylätoppari paikalleen magneeteilla ja ruuveilla.

Asennetaan mahdolliset aukot, varaukset, urat ja viisteet paikalleen, saumataan akryyliillä tai liimativistemassalla kohteesta riippuen. Levitetään pintakäsittelyn mukaiset aineet.

Pielisen Betoni Oy
Työohjeet

Laatinut: Walteri Waris
PVM: 28.4.2023

TV EV 06
Hyväksynyt: Kati Pätsi

Vanerimuottien suoruus tulee tarkistaa silmämääräisesti, tai linjarilla.
Pystysuoruus tulee tarkistaa suorakulmalla ja tarvittaessa korjataan puukiilalla tai tönärimagneetteja hyödyntäen.

c Ulkokuoren raudoitus ja valu

Ulkokuoren raudoitus tehdään elementtikuvan vaatimusten mukaisesti, muotissa tai raudoituspaikalla. Välikkeiden eli korppujen korkeus määräytyy elementtikuvan mukaan. Tässä on huomioitava se, että kuvissa suojabetoni voi olla 25 mm, mutta verkko määrätty keskeisesti. Tällöin verkko on välikkeillä nostettava keskeisesti. Käyttämämme korput ovat 25 mm, 35 mm, 45 mm, 50 mm, 60 mm, 70 mm. Korppujen väri määräytyy käytettävän kiviaineksen värin mukaisesti. Suositeltava korppujen tiheys on 3-4 kpl/m².

Raudoituksen jatkospituudet, paksuudet, materiaalit tarkistetaan elementtipiirrustuksesta. Ulkokuoren ollessa ohut, tulee varmistaa riittävä suojabetonin määrä verkon limityskohtien kohdalla, myös eristeen puolelle. Pielirautojen jatkospituus tulee toteutua myös aukkojen yli menevällä osuudella, tarvittaessa pielirauta tulee taivuttaa jos jatkospituus ei mahdu suorana.

Sidelangan materiaali (Ruostumaton/Musta) määräytyy sidottavan kohteen materiaalin mukaan. Raudoitusta sitoessa tulisi sidelangat taistaa aina sivulle, että suojabetoni täytyisi eristeen suuntaankin.

Raudoituksen ollessa paikallaan ja työnjohtaja sen on tarkistanut ja hyväksynyt, aloitetaan valu. Valaessa betonia, olipa se väri- tai normaalibetonia, on hyvä muistaa aloittaa valaminen mahdollisimman matalalta. Valua jatketaan pudottamalla massaa vanhan betonin päälle, tällöin minimoidaan kemikaalien ja massan leviämisen aiheuttavat ilmiöt valmiiseen pintaan. Kolalla tasoitellaan betoni suurpiirteisesti, ja kolatessa on tärkeää se, että massaa siirrellään, ei isketä ja vedetä.

Väribetonia valaessa valetaan n. 5 cm massaa, ja se tiivistetään pöytätäryllä riittävästi. Massaa valetaan n. 3 cm jos raudoitus asennetaan valun yhteydessä. Liika tiivistys aiheuttaa betonimassassa erottumista, ja liian vähä täryttäminen jättää ulkopinnan huokoiseksi. Väribetonia täryttäessä on myös hyvä muistaa, että välimassaakin joudutaan täryttämään.

Väribetonikerros kun on tärytetty, lisätään mahdollisiin aukon smyygeihin ja kääntyviin päihin väribetoni ja hierretään oikeaan korkoon.

Pielisen Betoni Oy
Työohjeet

Laatinut: Walteri Waris
PVM: 28.4.2023

TV EV 06
Hyväksynyt: Kati Pätsi

Välissä valettaessa käytetään apuna erillistä valuastiaan kiinnitettävää vanerilevyä. Tämä edesauttaa massan pudotusta matalalta ja osuu väribetonikerrokseen pehmeämmin. Tällä ehkäistään normaalimassan tunkeutuminen väribetonikerroksen läpi. Välissä siirrellään kohtalaisen tasaiseksi kerrokseksi, ja tärytetään viimeisen kerran. Ulkokuoren valun paksuus varmistetaan mittaamalla betonivalun korkeus muotin yläosaan usemmasta kohdasta. Tarkistetaan tasaisuus silmämääräisesti.

Käytettävä betoni ulkokuorissa on lähes poikkeuksetta XF-rasitusluokiteltua, lujuusvaatimus C35/45 ja maksimiraekoko 16 mm. Väli- ja värimassassa maksimiraekoko on yleensä 12 mm ja koostumus hieman notkeampi mahdollisimman tasaisen lopputuloksen saavuttamiseksi.

d Eristäminen

Eristäminen aloitetaan mahdollisimman nopeasti ulkokuoren valun jälkeen. Jos ulkokuoren betoni ehtii kovettua liikaa, ansaiden tartunta ei ole riittävä. Eristeiden leikkuussa tulee ottaa huomioon elementtipiirrustusten mukainen ansasjako. Yleensä ansasjako on k600, mutta voi olla myös k300 tai tiheämpi. Ansaiden lähdöt tulee olla aina alle puolet määrätystä ansasjasta. Ansaiden reunaetäisyys tulee kuitenkin olla vähintään 50 mm karmilankkujen kohdalla, ja vähintään 100 mm elementin reunasta. Ansaita tulee käyttää täyspitkinä elementin korkeuden puitteissa.

Ansaan korkeus on oltava sellainen, joka ylittää ulkokuoren pääteräksistä sisäkuoren pääteräksiin. Ansaan on oltava kuitenkin vähintään 60mm korkeampi mitä käytettävä eriste on. Korkeampia ansaita käytetään jos ulkokuori on paksumpi, ja/tai jos sisäkuoressa käytetään vain yhtä verkkoa joka tulee keskeisesti. Nyrkkisääntönä se, että tartuntakorkeutta tulee molemmille puolille eristettä vähintään 30 mm.

Eristeet leikataan vannesahalla mahdollisimman suoran ja tiiviin leikkuujäljen saavuttamiseksi. Eristeet asennetaan vuoronperään ansaiden kanssa. Eristeiden läpi ansaiden työntäminen "sahaamalla" on kiellettyä. Ansasta asentaessa eristeiden väliin tulee tehdä sahausliikettä, jotta ansaan poikkiteräs saisi mahdollisimman hyvän tartunnan ulkokuoreen. Hyvää tartuntaa ei voida varmistaa jos tämä tehdään eristeiden läpi. Matalissa osuuksissa, kuten ikkuna-aukkojen ylä- tai alapuolella käytetään yleensä PPA-palkkiansaita.

Pielisen Betoni Oy
Työohjeet

Laatinut: Walteri Waris
PVM: 28.4.2023

TV EV 06
Hyväksynyt: Kati Pätsi

Villaeristeissä elementin kuivuminen ja tuulettuminen toimii eristelevyissä olevien tehdasurien kautta. Eristeitä asentaessa tulee huomioida se, että pysty- ja vaakaurat kohtaavat aina seuraavaan eristeeseen. Villaeristelevyissä oleva lasikuitupaperi tulee lähtökohtaisesti aina ulkokuoren valua vasten. Huomioitavaa on se, että ulkokuori ei aina ole pöytää vasten. Villaeristeet tulee asentaa mahdollisimman tiiviisti. Hyvä villaeristys on sellainen, mitä ei tarvitse tilkitä enää asennuksen jälkeen.

Styrox-, SPU- ja polyuretaanieristeet ovat yleensä kovia, jolloin tiivis asennus ei ole mahdollinen. Näitä eristeitä käytettäessä tulee raot täyttää uretaanilla. Uretaanipistooli tulee työntää mahdollisimman syväälle, ja liipaisinta painaessa on vedettävä samalla. Ylimääräiset uretaanit kaavitaan pois ansaan poikkiraudan ja eristeen välistä tartunnan varmistamiseksi.

e Sisäkuoren raudoitus, valu ja viimeistely

Sisäkuoren raudoitus tehdään elementtipiirrustusten mukaisesti. Sisäkuoren raudoitusta tehdessä tulee käyttää maavälikkeitä, tai muita leveäpohjaisia välikkeitä suojabetonin saavuttamiseksi myös eristeen suuntaan. Tällä estetään myös ansaiden liiallinen uppoaminen tai taipuminen raudoituksen painon alla.

Vaativat raudoitukset tulee läpikäydä tai ongelmatilanteissa kysyä työnjohtajalta/tuotantopäälliköltä. Ennen sisäkuoren valua tulee tukkia kaikki ylimääräiset reiät ja aukot. Sisäkuoren suojabetoni tulee varmistaa eristeen ja reunojen suuntaan välikkeiden avulla. Hiertopinnan suuntaan suojabetonivaatimus varmistetaan liimalankulla tai linjarilla joka paikasta. Toleranssi normaaliluokassa (N) on ± 10 mm, mutta erikoisluokassa (E) ± 5 mm. Toleransseissa on hyvä muistaa, että ne ovat olemassa inhimillisten virheiden, tai valuvaiheessa tapahtuvien sattumien varalta. Ne eivät ole olemassa käyttöä varten. Elementtipiirrustuksesta tulisi löytyä kaikki tarvittava tieto.

Massa pudotetaan riittävän korkealta eristeen päälle, jotta leviäminen tapahtuisi jo itsestään. Massa kolataan mahdollisimman tasaiseksi ja telataan erityisellä piikki- tai ilmaustelalla. Isojen pinta-alojen valuissa (esim. umpiseinät) pinnan tasaisuus varmistetaan liimalankulla lankuttamalla. IT-massalla valettaessa tulee varmistaa massan tunkeutuminen ahtaisiin tai ohuisiin paikkoihin (esim. valulipat). Sisäkuoren valu tehdään nykyään lähes poikkeuksetta IT-massalla eli itsetiivistyvällä massalla. Tässä on huomioitava

Pielisen Betoni Oy
Työohjeet

Laatinut: Waltteri Waris
PVM: 28.4.2023

TV EV 06
Hyväksynyt: Kati Pätsi

jos elementissä on kääntyvä ulkokuori (ns. nurkkaelementti), tällöin kääntyvä nurkka on valettava ulkokuorimassalla heti eristyksen ja raudoituksen jälkeen.

Sisäkuori viimeistellään valun jälkeen teräslastalla liippaamalla 2-3 kertaa (n. 20-45 min liippauksen välissä). Pinnan kovettuessa nopeasti, voidaan käyttää puu- tai muovihierintä apuna. Massan ollessa riittävän jäykkä, asennetaan mahdolliset tönärivemot paikoilleen. Lopputulos on hyvä silloin kun pinta on täysin tasainen, eikä ilmakuplia enää nouse pintaan.

f Jälkihoito

Jälkihoito tehdään Finnsementin Concure S-aineella, tai Sementun SemCurella. Concure S on sellaisenaan käyttökelpoista. SemCuren laimennussuhde on 1:5, eli yksi osa SemCurea ja viisi osaa vettä. Jälkihoitoaineet levitetään viimeisen liippauksen jälkeen ohut kerros betonipintaan. Suositeltava määrä on noin yksi litra 7-9 neliometriä kohden. Aine kuivuuessaan muodostaa kalvon betonipintaan ja estää liian nopean kuivumisen ja kosmeettisten halkeamien syntymisen. Poikkeuksena on jos elementin hierontopinta tehdään maalausalustakäsittelyksi, tällöin etch-öljyä levitetään reilu määrä viimeisen liippauksen jälkeen, eikä erillistä jälkihoitoainetta laiteta enää tämän jälkeen.

g Olosuhdekoekappaleet

Lujuusvaatimusten täyttymistä seurataan olosuhdekoekappaleita tekemällä. Olosuhdekoekappale tehdään samasta massasta millä tarkasteltava elementti on valettu, ja annetaan kuivua mahdollisimman lähellä elementtiä, ja koepuristetaan samaan aikaan milloin elementti nostettaisiin. Lujuuksia verratessa otetaan myös huomioon koekappaleen ja elementin lämpötilaerot. Lujuusvaatimukset vaihtelevat elementteittäin, mutta yleensä purku- ja siirtolujuus on C15/20, tapauskohtaisesti voi olla jopa C20/25.

h Teräsmuotti/valualusta

Muottipinta, eli pöydän teräspinta tulee aina ennen muottien asennusta tarkistaa epätasaisuuksien, epäpuhtauksien tai muiden elementin pintaan

Pielisen Betoni Oy
Työohjeet

Laatinut: Waltteri Waris
PVM: 28.4.2023

TV EV 06
Hyväksynyt: Kati Pätsi

vaikuttavien seikkojen varalta. Esimerkiksi julkisivupinnalle valittu muottipinta (yleensä merkitty MUO-A elementtipiirrustuksissa), on kaikista herkin kaikille epätasaisuuksille. Tällaiselle pinnalle vaadittuja elementtejä on valmistettava ja tehtävä pohjatytöt ennen urakan alkua ja joka aamu erityisen huolellisesti.

Pöydän teräspinta, eli elementin julkisivupuoli, on tarkistettava jokaisessa elementissä (pintavaatimuksesta huolimatta), huolellisesti edellämainittujen seikkojen varalta. Mahdollisesti syntyneet ruosteet ja/tai liima/akryylisaumat on hiottava nylonkuitulaikalla tai vaihtoehtoisesti hienolla paperilaikalla.

Ennen maalausalkukäsittely- tai hienopesukohdetta aloittamista, käy tuotantopäällikkö läpi työnjohdon kanssa urakkaan sovitun massan ja siinä käytettävät kemikaalit. Tämä määrittää käytettävän aineen, ja sen pohjalta valmistelutyöt eroavat muottipintaisesta. Preco Mini Etch-öljyä ja Pieri DRC-hidastimia käytettäessä pöytäpinta olisi erittäin suositeltavaa "ampua" lattiasingolla. Lattiasingolla ammuttaessa pöytäpintaan saadaan karheahko pinta, joka edesauttaa edellämainittujen kemikaalien muodostaman kalvon tarttumista pöytäpintaan. Kemikaalien tarttumisen edesauttaminen ehkäisee valuvaiheessa syntyvien "purojen" muodostumisen valmiissa pinnassa. Purot muodostuvat, kun betonimassa pöytäpintaan osuessaan (normaalikorkeudelta) tekee "halkaisevan" liikkeen. Pöytäpinnan ollessa liian sileä tai liukas, kalvo halkeaa.

Pöytäpinnan ollessa puhdas, vanerimuotit asennettuna ja kemikaalit levitetty, tulisi muotissa kävelemistä välttää mahdollisimman paljon.

2 Julkisivuelementtien pinnat – työohje

a Muottipinta (mm. MUO-A)

Muottipinta on kaikista herkin pöydän teräspinnan epätasaisuuksille. Julkisivupinnalle tulevaa muottipintaa tulee käsitellä todella huolellisesti, ja täten välttää epätasaisuuksilta. Teräspinnan urat, juovat ja uurteet, joita eivät edes ihmissilmä havaitse, havaitaan lähietäisyydeltä valmiissa julkisivupinnassa.

Muottipintaa tehdessä käytetään D-Form Bio-muottiöljyä. D-Form Bio-muottiöljy on yli 70% hajoaavaa 28 päivässä. Tuote on turvallinen käyttää ja käsitellä. Kyseinen aine ei myöskään aiheuta haitallisia haju-, kaasuntumis-,

Pielisen Betoni Oy
Työohjeet

Laatinut: Walteri Waris
PVM: 28.4.2023

TV EV 06
Hyväksynyt: Kati Pätsi

tai haihtumishaittoja. Kaikista käyttämistämme kemikaaleista on olemassa käyttöturvallisuustiedotteet saatavilla.

Muottiöljy levitetään vanerimuottien asennuksen ja akryylisaumausten jälkeen pumppupullolla tai paineruiskulla ohut kerros teräsmuottiin ja myös reunamuotteihin. Tämän jälkeen pinta pyyhitään huolellisesti harsovaahdolla tai muulla imukykyisellä kankaalla. Levitykseen käytettävä harsovaahdo tai kangas on vaihdettava säännöllisesti, suositeltavasti jopa joka päivä. Suositeltava määrä öljyä on pöydässä ja muoteissa silloin, kun yhdellä sormella vedettäessä muottia vasten, ei jää silmännähtävää jälkeä siihen mistä sormella vedettiin. Yleisin virhe on liiallinen öljyn määrä. Liiallinen öljyn määrä tuo rengasvälikkeiden muodot näkyviin valmiiseen pintaan, ja tummentaa niitä osin missä liiallista määrää öljyä on käytetty.

b) Preco Mini Etch Oil (MUO-PIN-A, maalaus- ja sementtiliimanpoisto)

Maalaus- ja sementtiliimanpoistoa käytetään nykyisin myös julkisivupinnoissa. Käsittely tehdään Preco Mini Etch-öljyllä. Tässäkin pintavaatimuksessa pöydän pinta tulee olla todella siisti ja tasainen, ja suositellusti lattiasingolla puhallettu. Tätä pintaa tehdessä vanerimuottien asennuksen ja akryylisaumausten jälkeen levitetään Preco Mould Release QD-irroitinta. Irroitin levitetään normaalilla, mielellään pitkäkarvaisella maalaustelalla muotin pohjalle ja tarvittaessa reunoille tasainen ja ohut kerros. Irroitinjäämiä tai paksuja kohtia ei saa jäädä. Levityksen ja kuivumisen yhteydessä on käytettävä haihtumiskaasujen poistajaa (esim. keskusimuria). Ennen kuin irroitimen päälle tullaan levittämään etch-öljy, on varmistettava että irroitin on varmasti kuiva. Tämän voi varmistaa kokeilemalla sormella irroitinkalvoa, että tarttuuko ainetta ollenkaan sormeen/hansikkaaseen.

Etch-öljyn levitys tapahtuu tavallisella pumppupullolla, johon on liitetty paineilma-venttiili. Venttiilin kautta laitetaan pulloon mahdollisimman kova paine, kuitenkin pumppupullon valmistajan maksimipaineiden mukaisesti. Tarkistetaan että toimiiko pullo oikein, pitääkö paineet sisällä ja onko suutin puhdas. Hyvä testaus tapa ennen jokaista etch-öljyn levitystä, on sumuttaa ainetta esim. roskakoriin ja katsoa onko sumutuskuvio riittävän laaja ja paine riittävän korkea. Tämän jälkeen öljy levitetään hyvin tasaisesti, sopivan ohut kerros kauttaaltaan joka puolelle, riittävän etäältä. Sopiva etäisyys levitykselle on 1-1,5 m korkeudelta, suutin mahdollisimman pystysuorassa. Vinosti levitettäessä öljy leviää epätasaisesti. Tämän jälkeen öljyn leviäminen on hyvä

Pielisen Betoni Oy
Työohjeet

Laatinut: Walteri Waris
PVM: 28.4.2023

TV EV 06
Hyväksynyt: Kati Pätsi

varmistaa katsomalla öljypintaa kauempaa horisontaalisesti jotta levisikö ainetta joka paikkaan. Tässä vaiheessa on hyvä huomioida myös, että menikö öljyä myös mahdollisten ikkuna- ja oviaukkojen vanerimuotteihin riittävästi. Yleisin virhe tässäkin on liika öljyn määrä tai kuivat laikut. Liika öljy kerääntyy pystymuottien juurelle. Tämä tulee poistaa pensselillä tai pienellä telalla levittämällä. Levityksen aikana on myös hyvä muistaa pitää keskusimurin suulake muotin reunalla, aivan kuten irrotin levityksessäkin. Myös etch-öljystä tulee levityksen ja kuivumisen aikana haju-, ja haihtumiskaasuhaittoja. Siksi irroitinta ja etch-öljyä levitettäessä sekä kuivumisaikana olisi suositeltavaa pitää FFP3-luokiteltua tai irroitettavilla suodattimilla olevaa hengityssuojainta.

Maalausalustakäsittelypintoja tehdessä pöytäpinnan tulee olla kädenlämpöinen, ei kylmä. Etch-öljykalvo on valmis silloin kun se on tahmea, eikä nestemäinen.

Tämänkin aineen kanssa valu tulee suorittaa varovaisuutta noudattaen, ja massan turhaa siirtelyä tulisi välttää. Valussa käytetään samoja metodeja mitä hienopesukohteita tehdessäkin. Syynä aineen öljymäinen koostumus, siirtyy herkemmin massan pudotessa valualustaan ja kolatessa.

c Lasyyri-, patinointi ja kuultomaalausalustakäsittelyt (Soledo Green)

Tällaiselle pinnalle sovitut elementit tehdään normaalisti siistinä muottipintaisena elementteinä, käytetään D-Form Bio-muottiöljyä.

Soledo Green-käsittely tehdään pesupaikalla elementin ollessa vähän jäähtynyt. Liian kuuma elementti polttaa Soledo Greenin kiinni ja synnyttää valumajälkiä elementin pintaan. Soledo Green levitetään kuivalle elementtipinnalle erityisellä painepullolla, jonka suutin hieman vaahdottaa ainetta. Aine levitetään mahdollisimman tasaisesti elementin pintaan, alhaalta aloittaen. Jos aine ehtii kuivua levityksen aikana, lisätään kuivuneisiin kohtiin lisää ainetta. Aineen annetaan vaikuttaa 15-30 minuuttia ja sen jälkeen huuhdellaan elementti huolellisesti pienempää vedenpainetta käyttäen. Tämän jälkeen elementti pestään normaalisti korkeammalla vedenpaineella. Käsittely tehdään yleensä 2-3 kertaa, riippuen siitä, millainen pinta on elementtiin sovitettu, ja miten tehoavasti aine puree aina edellisen käsittelyn jälkeen. Viikonlopun yli pöydässä olleet elementit tulee käsitellä jopa 3-4 kertaa, kun normaalisti viikolla 2-3 kertaa on riittävä.

Pielisen Betoni Oy
Työohjeet

Laatinut: Waltteri Waris
PVM: 28.4.2023

TV EV 06
Hyväksynyt: Kati Pätsi

d Hienopesu (PESH-A, PIN-PESH-AA, jne.)

Hienopesupintoja tehdään eri pesusyvyyksillä.

Pieri DRC 1000 (Mintunvihreä) = kaikista hienoin pesusyvyys, käytetään harvoin

Pieri DRC 6/01 (Sininen) = Hienopesu, toimii hyvin vain normaalisementtiin. Käytetään parvekkeiden altaissa ja harmaaseen massaan tehdyissä väribetoneissa

Pieri DRC 6/02 (Ruskea) = Keskikarkea pesu, käytetään lähes aina, jos betoni tulee rouheasemalta. Käytetään valkosementtipohjaisiin betonimassoihin.

Pieri DRC 6/03 → = Karkeapesut, erittäin harvinaisia.

Hienopesupinnoissa levitetään irroitin samalla tavalla kuin Etch-öljyä käytettäessä. Ennen hidastimen levitystä tulee kemikaalipönttö sekoittaa huolellisesti akkuporakoneeseen kiinnitettävällä laastivispilällä. Suositeltava aika sekoitukselle on n. 30 sekunnista yhteen minuuttiin. Hidastimen tulisi olla täysin homogeeninen ennen levitystä. Hidastin levitetään korkeapaineruiskulla. Hidastinta levittäessä tulee ottaa huomioon kohdat, mihin ei tule hienopesua, ja näkyvät päädyt (ikkuna- ja oviaukot ja kääntyvät nurkat). Hidastimen levitys aloitetaan suihkuttelemalla nurkat ja kulmat ensin. Sen jälkeen lähdetään levittämään noin yhden metrin etäisyydeltä suutinkahva mahdollisimman pystysuorassa. Hidastin tulee levittää pöytäpintaan limittäin. Paikat, mihin ei saa ruiskutettua hidastinta riittävän ohuelti, käydään pensselillä läpi. Pensselillä tulee poistaa ylimääräinen hidastin välittömästi. Hankalat ja ahtaat paikat tulee käydä myös pensselillä. Sopiva määrä hidastinta on silloin, kun pöytäpinta näkyy vain vähän hidastinkalvon läpi. Tarkista kuitenkin valmistajan ohjeistus sopivasta määrästä, (litraa / neliometri). Hidastinkalvo on valmis valua varten silloin, kun se on sormikuiva. Tämän voi varmistaa painettaessa ja käännettäessä peukaloa 90 astetta kalvoa vasten.

Korkeapaineruiskun suutin tulee puhdistaa liuottimeen kastetulla kangaspalalla ja varmistaa, että suutin suljetaan jokaisen käytön jälkeen. Hidastin tulee säilyttää tiiviissä, hapettomassa astiassa.

Pielisen Betoni Oy
Työohjeet

Laatinut: Walteri Waris
PVM: 28.4.2023

TV EV 06
Hyväksynyt: Kati Pätsi

Hidastin voidaan levittää myös mohair-telalla. Telauksessa tulee ottaa huomioon levityksen aikana kuivuva hidastin. Tela tulee kastaa astiassa ja levittää sopivan kokoinen alue, noin 3-5 m² kerrallaan. Jos kaataa hidastinta muottiin ja sitten levittää, hidastin ehtii kuivua eikä kalvosta tule tasainen. Telaus tulee tehdä ristiin telausjalkien välttämiseksi valmiissa pinnassa.

Tekipä levityksen korkeapaineruisukulla tai telalla, levityksen tulee onnistua kerralla. Kahta kalvoa päällekkäin ei voida tehdä, tuloksesta ei tule tasainen.

Hienopesupintoja tehdessä teräspöytäpinnan tulee olla kädenlämpöinen. Hidastin ei kuivu oikealla tavalla pöytäpinnan ollessa kylmä.

Aamalla, elementin nostamisen jälkeen hidastin poistetaan pöytäpinnasta petkeleellä tai leveäteräisellä teräslastalla, ja työnnetään kumilastalla jäteastiaan. Hidastinjäämät pienissä määrin eivät haittaa pöydässä, kunhan pinta on tasainen. Pöytäpintaa ei hiota lattiahiomakoneella jos ei ole pakko.

e Tiililaatta (MUO-TIIP-A, Tiililadonta, jne.)

Tiililaattapinnat tehdään rasteripohjalle. Rasteripohja on tehty koko pöydän peittävästä liimalankuista ja vanereista. Rasteripohjan alle levitetään yleensä reilu määrä muottiöljyä, tai muuta ruostumista estävää/hidastavaa kemikaalia.

Rasterointi tehdään käytettävän tiilisauman ja tiilen mukaan. Jos tiilisaumaksi on määrätty 15 mm, otetaan siitä yleensä 2-3 mm pois riippuen käytettävästä harsovahtokankaasta. Yleisesti, mitä ohuempi, sileämpi tai tasaisempi laatta, sen ohuempaa kangasta on käytettävä. Harsovahtokangas koostuu joustinkankaasta ja harsovahtodosta. Tiililadonnat tehdään harsovahtopuoli alaspäin.

Tiililadontaa tehdessä on tärkeää muistaa, että ladonta aloitetaan mahdollisimman keskeltä elementtiä, jotta kangas pingottuisi tiilistä pois päin. Kangas ei saa olla taitoksessa tai liian kireä tiilen alla. Tiilen tulee istua nästisti rasterissa, eikä olla jännityksessä tai vinossa. Jos tiili ei mahdu rasteriin, sitä tulee pienentää timanttilaikalla tai leikkurissa.

Rasterimuovilistoja ammuttaessa pöytään on hyvä muistaa ristimitan tärkeys (0-4 mm toleranssi), ja oikeanlevyisen- ja korkuisen rasterimuovilistan käyttö. Ammuttaessa vaakarastereita käytetään apuna linjaria ja juoksevan mitan käyttöä. Pystyrastereita ammuttaessa käytetään apuna liimalankkuun ruuvattuja vaneripalasia, mitkä määräytyy käytettävän ladonnan mukaan.

Pielisen Betoni Oy
Työohjeet

Laatinut: Walteri Waris
PVM: 28.4.2023

TV EV 06
Hyväksynyt: Kati Pätsi

Tiilirasteri puhdistetaan aamuisin aina paineilmalla tai imuroimalla. Muottien asennuksen jälkeen asetellaan harsovaahtokangas huolellisesti muotin pohjalle, samalla varmistaen, että kangas asettuu suoraan eikä jää taitoksia tai ruttuja tiilien alle. Tiiliä asetellessa rasteriin käsin, on varmistettava tiilien kunto ja valmistusvirheet. Huonot tiilet on laitettava sivuun erilliselle lavalle. Tiilien tulee olla kosteita, mielellään yön yli vesiastiassa liotettuna. Kuivia tiiliä ei saa käyttää, sillä ne imevät tiilisaumabetonista kosteuden yön aikana, ja valmis tiilisauma on "röpelöinen".

Tiilet on sekoitettava, jos tiilet ovat useammasta paistoerästä. Paistoerien välillä tiilissä on silminhavaittavaa värieroa. Sekoitus tehdään tuomalla tiililadontaa tehdessä pöydälle kaksi lavaa tiiliä, kummatkin eri paistoerästä. Joka toinen tiili yritetään ottaa eri lavalta, ja riittävä sekoitussuhde katsotaan silmämääräisesti valmiista tiililadonnasta.

Ennen valua tulee varmistaa silmämääräisesti joka puolelta, että tiilet istuvat rasterissaan. Olisi hyvä myös tarkistaa käsin erityisesti kulmatiilien istuvuus juuri ennen valua. Tarvittaessa käytetään ruostumattomasta teräksestä tehtyä aputerästä, jolla varmistetaan tiilen pysyminen muottia vasten.

Tiiliseinien ulkokuorta valaessa tulee pudottaa massa riittävän matalalta ja varovaisesti, ettei tiilet liikkuisi rasterissa. Tiilisaumabetoni on oltava pienirakeista ja notkeampaa massaa, jossa käytetään normaalia enemmän filleriä apuna. Tällä saadaan varmistettua, että massa menee tasaisesti ja tiiviisti tiilisaumoihin.

Ulkoilman olosuhteet tulee huomioida tiiliseiniä viedessä ulos. Tiiliseinäjulkisivukuori voi käyristyä, sillä veden haihtuminen vie enemmän aikaa tiilijulkisivulta mitä normaalilta julkisivupinnalta. Ulkoilman ollessa pakkasen puolella, pinta jäätyy ja kuivuminen pysähtyy ensimmäisien vuorokausien aikana. Tämä ilmiö voi johtaa tiilijulkisivukuoren käyristymiseen. Tiiliseiniä olisi hyvä säilyttää sisällä ainakin vuorokausi, ennenkuin ne viedään ulos kesäheleillä tai pakkaskeleillä.

Tiiliseinät olisi lähtökohtaisesti hyvä huuhdella vedellä ylimääräisen sementtitiiman poistamiseksi. Tästä voidaan joustaa hyvin vaaleiden tiilijulkisivupintojen kohdalla. Jälkimitaaja tai viimeistelijä tarkastaa tiilijulkisivukuorien tiilet ja yleisilmeen. Jos joidenkin tiilien asento ei ole esteettisesti hyvä, tai ei täytä tiilipinnoille asetettuja vaatimuksia, tullaan tiilet vaihtamaan. Tiilenvaihdon jälkeen työnjohtaja käy katselemassa elementin.

Pielisen Betoni Oy
Työohjeet

Laatinut: Walteri Waris
PVM: 28.4.2023

TV EV 06
Hyväksynyt: Kati Pätsi

f Graafinen betoni (PIN-GRAF-A, jne.)

Graafinen pinta tehdään erityisellä pahvipaperilla, mihin on tulostettu hidastimesta haluttu kuvio. Graafista pintaa tehdessä pöydän tulee olla täysin puhdas ja kuiva. Hidastinkalvopaperista leikataan n. 3-5 cm isompi arki mitä elementtikuvassa on. Kalvo levitetään pöydälle ja kiinnitetään väliaikaisesti vemomagneeteilla. Paperi tulee n. 1-2 cm vanerimuottien alle, alalaidasta n. 5mm irti. Vanerimuotit jätetään hieman ilmaan pöytäpinnasta, esim kiilojen avulla. Betonia valettaessa massan pudotus aloitetaan keskeltä, ja hyvin varovaisesti kolalla siirretään massaa keskikohdasta pois päin, tarkoituksena rypistymisen estäminen. Kun betonia on melkein reunoilla asti, tässä vaiheessa kiilat poistetaan muotin alta ja vanerimuotit kiinnitetään magneeteilla pöytään. Ensin valetaan noin kolmisen senttiä betonia, sen jälkeen tiivistyksen aikana viskotaan välikkeet massan päälle ja asennetaan etukäteen valmisteltu raudoitus ja nostolenkit. Lopuksi lisätään loppu väribetoni. Hyvä väribetonikerros on paksuudeltaan noin viitisen senttiä. Ulkokuoren valu viimeistellään välimassalla, eli normaalibetonilla. Valussa käytetään apuna valuastiaan kiinnitettävää vaneripulevyä. Graafiset elementit on suositeltavaa valaa iskevällä tärypöydällä (pöydät 1-3) mahdollisimman tasaisen tuloksen saavuttamiseksi. Graafisia elementtejä tehdessä betonin tulisi olla mahdollisimman notkeaa. Tällä vältytään turhalta massan siirtelyltä hidastinkalvon päällä. Jokaisella kolanvedolla on riski että hidastinpinta vaurioituu.

Aamulla elementin purun jälkeen paperi poistetaan elementin pinnasta ja pestään mahdollisimman nopeasti purun jälkeen. Graafisia elementtejä tehdessä on tärkeää muistaa leikata kalvo oikeasta kohdasta jatkumon vuoksi, tarvittaessa työnjohto auttaa asiassa.

g Tehosteurapinnat

Tehosteurapintojen mahdollisuudet ovat käytännössä rajattomat. Pääasiallisesti tehosteurapinnat tehdään aivan kuten muutkin pinnat, mutta yksi työvaihe tulee lisäksi. Tehosteurat tehdään yleisimmiten muovilistoista, mutta voidaan tapauskohtaisesti käyttää myös magneettiuria. Magneettiuria eroaa muovilistasta siten, että teippiliimausta tai ylimääräistä rasvanpoistoa ei tarvitse tehdä. Pelkkä saumaus on riittävä.

Pielisen Betoni Oy
Työohjeet

Laatinut: Walteri Waris
PVM: 28.4.2023

TV EV 06
Hyväksynyt: Kati Pätsi

Urat liimataan vanerimuottien asennuksen jälkeen puhtaaseen ja rasvattomaan pöytäpintaan. Rasvan/lianpoisto voidaan tehdä Citronell-spraypuhdistusaineella, tai jarrukliinerillä. Tämä käsittely riittää tehtäväksi urien kohdalla. Urat liimataan suositeltavasti HPX MultiTack- tai HPX MaxPower-kaksipuoliteipillä. Urat liimataan käyttämällä liimalankkua tai linjaria hyödyntäen. Jos uria on useampi, juoksevan mitan laskeminen ja käyttäminen on välttämättömyys. Uria liimatessa tulee huomioida kohta, mistä juokseva mitta otetaan. Teräsalalaidasta on kielletty ottaa mitta, sillä ne eivät läheskään aina ole suorat.

Vanerimuottien akryylisaumauksesta poiketen, uritus saumataan aina liimatiivistemassalla ja pyöristetään jo etukäteen sormella vetäen. Tällä varmistutaan siitä, että liimatiivistemassa menee hieman urituksen alle, tiivistäen sen ja edesauttaa urituksen pysymistä pöydässä valujen ajan. Tällä menetelmällä välttyään myös siltä, ettei betonin hienoaines pääse uran alle ja aamulla elementtiä nostessa lohkaise uran reunasta betonia. Tällä välttyään myös sementtiliiman mahdollista valumista uran alle, joka aiheuttaisi urapinnalle karkeamman pinnan ja sen myötä epätasaista lopputulosta.

Jos samaa uritusta käytetään useammassa elementissä, urat tulee puhdistaa huolellisesti käytetyistä kemikaaleista ja betonista. Entiset liimatiivistemassat tulee tarkistaa myös. Tarvittaessa huonot kohdat poistetaan mattopuukolla ja uusitaan liimatiivistemassat. Urituksen vaihtuessa, tulee vanhat urat poistaa esimerkiksi petkeleellä ja vanhat liimajäämät teipeistä ja liimamassoista poistaa. Liimajäämät on suositeltavaa poistaa erilaisia puhdistusaineita hyödyntäen. Tällaisia aineita ovat esimerkiksi Stripper, Citronell, Würth puhdistusspray ja teollisuusliuotin. Näillä aineilla voidaan pehmentää liimaa ja yrittää poistaa suurin osa mattopuukolla tai petkeleellä. Kun suurin osa liimasta on poistettu, voidaan viimeistellä pinta nylonkuitulaikalla tai lattiahiomakoneella.

Valuvaiheessa on suositeltavaa, että massan pudotus aloitetaan uran päältä, uran irtoamisen ehkäisemiseksi.

h Erityiselementtipinnat

Erityiselementtipinnat, missä voi olla sekoitus useampaa väriä ja pintakäsittelyä, tulee aina läpikäydä etukäteen työnjohtajan kanssa. Työnjohtaja myös valvoo näiden pintojen tekemistä tehostetusti, ja tarvittaessa varmistaa epäselvät seikat tuotantopäällikön kanssa. Tuotantopäällikkö on tarvittaessa yhteydessä suunnittelijoihin ja arkkitehteihin.

3 Parveke -elementtien työohje

Parvekkeet tehdään hyvin samanlaisilla menetelmillä kuin seinäelementit. Parvekkeissa yleensä on huomattavasti enemmän raudoitusta, ja tiettyihin seikkoihin on kiinnitettävä erityistä huomiota. Parvekkeissa on yleensä vedenohjausuria, ja allas mikä kerää ja ohjaa vettä uriin ja ulosheittoputken kautta pois. Altaat ja urat toteutetaan vaneripohjalle, eli parvekkeet tehdään "ylösalaisin". Tämä tulee huomioida elementtipiirrustusta lukiessa, kumminpäin elementti on esitetty. Tarvittaessa käydään asia työnjohdon kanssa läpi. Parvekkeissa yleensä allasosa on hienopesukäsittelyllä, ja useimmiten reunamuotit maalausallustakäsittelyllä.

Parvekkeen hienopesuosuus irroitetaan aamulla petkeleellä, tai teräslastalla ja imuroidaan tai lakaistaan pois. Irroitimen käyttö on vaihtoehtoista, ja seinäelementeistä poiketen hidastin levitetään mohair-telalla. Levityksessä huomioitavaa on se, että hidastinta ei saisi mennä vesiuraan tai viisteisiin. Apuna voi käyttää teräslastaa tai pensseliä.

Reunamuottien maalausallustakäsittely tehdään muottien ollessa irrallaan vaakatasossa. Syynä on etch-öljyn nestemäisyys ja herkkä valuminen pystypinnoilla. Etch-öljy voidaan sumuttaa tai telata muotteihin, aivan kuten aiemmin on kuvattu. Pinnan ollessa tahmea, voidaan muotit nostaa pystyyn ja asentaa paikoilleen.

Parvekkeissa suojabetonivaatimus vaihtelee 30-40 mm välillä. Tämä tarkistetaan ja varmistetaan muovivälikkeiden avulla. Pintaan tulevan verkon asemointi kauttaaltaan varmistetaan sitomalla harjateräksestä tehty "haitari" tai hakasia ristiin keskelle elementtiä, missä painava verkko herkästi menee notkolle.

Nosto-osat parvekkeissa ovat yleensä kierteellisiä nostoankkureita. Tehtaalla ja kuljetuksessa nostot tehdään isommista, yleensä 36, 42 tai 52 mm kierteisistä ankkureista. Näissä nostoankkureissa lisäteräkset vaihtelevat tilanteesta ja painosta riippuen. Näissä tulee huomioida lisäteräksen molemminpuolisuus, sillä parvekkeet yleensä nostetaan pystyyn allaspuolen ollessa alapuolella, ja työmaalla parveke lasketaan siten, että allaspuoli jää ylöspäin. Lisäteräkset tulee olla esitetynä elementtipiirrustuksessa. Jos lisäteräksiä ei ole esitetynä, tulee asiasta ilmoittaa työnjohtajalle, joka puolestaan on yhteydessä suunnittelutoimistoon.

Nelipistenostoa varten oleviin kierremallisiin ankkureihin tulee hitsata aputeräs, jotta ankkuri saadaan sidottua tiukasti allasta vasten. Parvekkeet voivat painaa enimmillään jopa 14 tonnia.

Pielisen Betoni Oy
Työohjeet

Laatinut: Walteri Waris
PVM: 28.4.2023

TV EV 06
Hyväksynyt: Kati Pätsi

Kierrettävissä nostoankkureissa tulee huomioida se, että lisäteräkset tulee sitoa kiinni hylsyyn. Taivutettavat lisäteräkset tulee taivuttaa oikeankokoisella rissalla. Rissan paksuus tulee olla sama mitä kierremallisen ankkurin hylsy on.

Parveketartuntoina voi toimia ulokeraudoitustyyppinen ratkaisu. Ulokeraudoitteita käytettäessä tulee raudoitteet asentaa siten, että työnjohto sen pystyy tarkistamaan ennen valua. Jos tämä vaihtoehto ei ole mahdollinen, tulee ulokeraudoitteet näyttää tai merkitä siten, että työnjohto voi varmistua oikeiden ulokeraudoitteiden käytöstä kyseisessä parvekkeessa.

Parveke-elementeissä käytettävä betonimassa on lähes poikkeuksetta säänkestävää, eli XF-rasitusluokiteltua. Massan tiivistys tapahtuu sauvatäryttimellä, eli betonivibralla. Tiivistys tulee tehdä riittävän tihein välein, eli n. 40 cm välein. Tiivistyksen jälkeen pinnan tasaisuus varmistetaan liimalankulla lankuttamalla.

Viimeistely tapahtuu teräslipillä ja puu- tai muovihiertimellä. Näissä hierontopinnan vaatimus on yleensä korkeampi mitä seinäelementeissä, sillä hierontopinta jää alemman kerroksen "katoksi". Viimeistely tehdään siis useampaan kertaan ja pinnan on oltava täysin tasainen ja saumaton. Tippaurat tehdään teräksisillä V-urilla, ne öljytään ja pyyhitään etukäteen ja asennetaan elementtiin mahdollisimman nopeasti valun jälkeen ja liipataan urien kanssa. Viimeisen liippauksen/telauksen/harjauksen jälkeen urat poistetaan.

Pintavaatimuksena voi olla hieno harjaus, karkea harjaus tai telapinta. Telapinta tehdään n. 60 cm leveällä mohair-telalla jossa on pitkä varsi. Talaus tulee aloittaa reunasta, ja telaukset tehdään noin 1-2 cm limityksillä. Talaus uusitaan jos riittävä jälki ei saavutettu ensimmäisellä kerralla. Harjapinta suoritetaan n. 1,5-2 metriä leveällä katuharjajamaisella harjalla. Harjaus tehdään vetoliikkeillä, koska työntöliikkeellä voi olla riski harjan uppoamiseen. Parveke-elementteihin ei käytetä jälkihoitoa tai jälkihoitoaineita ollenkaan mahdollisimman hyvän pinnan saavuttamiseksi.

Pielisen Betoni Oy
Työohjeet

Laatinut: Walteri Waris
PVM: 28.4.2023

TV EV 06
Hyväksynyt: Kati Pätsi

4 Sähköt/LVI-varaukset

Monissa elementeissä on myös sähkö- ja LVI-osia ja näiden varauksia. Näitä ovat kojerasiat, jakorasiat, läpivientiputket, puhelinkotelot, varaukset jne. LVI-varauksia ovat lavuaarivaraukset, hanakulmavaraukset, hanakulmarasiat, KV- ja LV-putket. Näitä asentaessa tulee varmistaa kumpaan pintaan elementtiä osat tulevat, ja näitä osia asentaessa tulee varmistaa, että rasiat ja putket tulevat tarkasti elementin pintaan. Pintavalussa tämä voidaan varmistaa esimerkiksi laittamalla liimalankku syrjälleen muottien päälle, korokkeen kanssa liippauksen helpottamiseksi. Vanerilappuja on myös suositeltavaa käyttää rasioiden sijaitessa lähellä elementin reunaa. Rasiaryhmissä tulee varmistaa että ryhmä tulee suoraan, tässä toleranssi on ± 4 mm. Lähtökohtaisesti jos raudoitusta joudutaan katkaisemaan sähkö-osien tieltä, tulee raudoitus korvata suunnitelmissa ilmoitettujen jatkospituuksien mukaisesti. Hankalissa tapauksissa, esimerkiksi tilanteissa missä pääteräksiä jouduttaisiin katkaisemaan, tulee käydä vaihtoehtoinen ratkaisu läpi työnjohdon kanssa. Suurempia sähkö- tai LVI-varauksia asentaessa tulee huomioida raudoituksen jatkospituudet. Yleensä suuret sähkövaraukset on sovittavissa suunnittelijan kanssa, mutta tämä tulee sopia aina elementikohtaisesti. Yleistä käytäntöä ei ole olemassa.

5 Yleistä

a Vanerimuotit

Vanerimuottien kuntoa tarkastellaan silmämääräisesti päivittäin, ja tarvittaessa uusitaan. Näkyviin jäävissä pinnoissa vanerimuottien ruuvin- ja naulankannat, ja saumakohtat tulisi peittää mahdollisimman hyvin Würth VAKU-pakkelilla tai liimatiivistemassalla. Käyttämämme vanerimuotit kestävät noin 30-50 valukertaa. Valmistusmateriaali vanereissa on filmi-vaneri-filmi tai lakka-vaneri-lakka, ja päämateriaali on koivu. Havu- tai poppelivanereita emme käytä kestävyysyistä.

Pielisen Betoni Oy
Työohjeet

Laatinut: Walteri Waris
PVM: 28.4.2023

TV EV 06
Hyväksynyt: Kati Pätsi

b Ulkokuorta korkeampi kääntyvä pää

Tällaisissa tapauksissa, jos kyseessä on hienopesu, tai tiililaattapintainen elementti ja asiakas haluaa mahdollisimman hyvän lopputuloksen, tällöin on kääntyvä pää valettava edellisenä päivänä ja asennettava tartuntateräksellä. Tartuntaterästen avulla kääntyvä pää valetaan kiinni elementtiin seuraavana päivänä.

Jos kyseessä on hienopesu, voidaan myös kääntyvä pää heti eristyksen ja sen reunan raudituksen jälkeen valaa. Valu on tiivistettävä ohuella päällä varustetulla sauvatäryttimellä tai ahtaassa välissä koputeltava vasaralla muottia, jotta ilmakuplat nousisivat pois. Tavoitteena on mahdollisimman vähän huokosia valmiissa pinnassa.

c Betoni

Betonin rasitusluokat ja lujuusvaatimukset löytyvät elementtipiirrustuksista, ja ne merkitään kuvien syöttövaiheessa tuotanto-ohjelmaan. Tuotanto-ohjelman pohjalta tulostetaan päiväkohtainen lista, jonka mukaan mylläri valmistaa vaadittavat betoniannokset elementteihin. Tarvittaessa työnjohto ja mylläri keskustelevat erityishuomiota vaativissa valuissa. Työnjohto ilmoittaa tarvittaessa mylläriä massan koostumuksen ollessa normaalista poikkeavaa ja mylläri tekee tarvittavat muutokset.

Betonin tiivistys tehdään ulkokuorissa lähtökohtaisesti pöydissä olevien täryjen avulla, ja sisäkuorissa tai laattaelementeissä sauvatäryttimellä. Tiivistyksen riittävyys tulee varmistaa jokainen kerta silmämääräisesti.

d Elementin loppuvaihe, eli elementtien tarkistus ja viimeistely

Jokaisesta elementistä tarkastetaan päämitat ja kuorien paksuudet. Mitat jos eivät täsmää tarkistuslistaan, varmistetaan mitta elementtipiirrustuksesta. Tiedon saa tarvittaessa työnjohtolta. Mitan heitot voivat johtua tuotanto-ohjelmassa olevasta virheellisestä tiedosta. Virheellisen tuotanto-ohjelmassa olevan tiedon korjaa tuotantopäällikkö ja jälkimitaaja elementissä olevaan tunnuslappuun. Tällä voidaan varmistua että mittavirhe ei ole sattunut valmistuksen aikana. Pintojen suoruus, kierous tai käyryys katsotaan 3 m

Pielisen Betoni Oy

Laatinut: Waltteri Waris

TV EV 06

Työohjeet

PVM: 28.4.2023

Hyväksynyt: Kati Pätsi

pitkällä linjarilla jokaisesta elementistä. Toleranssi on 3 metrin matkalla 1 senttimetri. Päivittäin tarkistetaan yhdestä elementistä kaikki elementtipiirrustuksessa ilmoitetut mitat, varaukset, lisäosat, tapit ja lisätiedot. Pestävät elementit pestään ristiin. Elementtien pienet valuvirheet ja epätasaisuudet poistetaan tai fiksataan sisätiloissa. Elementtien hyväksymisen jälkeen, katsottu työnjohtajan toimesta silmämääräisesti ja pesty, ne siirretään varastoon odottamaan kuljetusta työmaalle.

Liite 2. Seinäelementtien mittausohje

Pielisen Betoni Oy
Työohjeet

Päivitetty 5.5.2023
Laatinut Walteri Waris

TO EV 06.01
Hyväksynyt: Kati Pätsi

Seinäelementtien mittausohje

Elementin mittaukset ennen betonointia (Työnjohtaja)

- Työnjohto tulostaa päivittäin kaikki päivän tuotannossa olevien elementtien piirustukset itselleen, joista tarkistetaan kaikki mitat, varustelut ja detaljit. Valuluvan antaa työnjohto elementin/kuoren hyväksymisen jälkeen.
- Muotit ja valualustat tulee tarkistaa joka päivä silmämääräisesti, jotta ne saavuttavat pintaluokka- ja toleranssivaatimukset.
- Käytettävien hidastimien, öljyjen ja muiden kemikaalien oikea määrä ja valmius valua varten tulee tarkistaa ennen jokaista valua. Valmistajan ohjeita on noudatettava.
- Rauditus, raudituksen sijainti ja suojaetäisyydet tarkistetaan ennen jokaista valua sekä silmämääräisesti että mittaamalla.
- Riittävä raudituksen tuenta on tarkistettava riittävällä määrällä välikkeitä ja tarvittaessa työteräksillä, jotta ne valun jälkeen ovat toleranssin sisäpuolella.
- Erikoisosat, kuten esimerkiksi pilari- ja seinäkengät tulee varmistaa pintapuolisesti, ja mittaamalla että ne ovat suunnitelman mukaiset.
- Ristimitä varmistetaan tehostetusti laattaelementeistä tai silloin kun syytä on epäillä ristimitan oikeellisuudesta.
- Tarkistukset kirjataan joka päivän päätteeksi elementtikohteisesti tarkistajan nimikirjaimin ja tarkistuskohteittain (muotti, rauditus ja/tai varustelu). Kirjaukset tehdään päivittäin tekolistaan, mikä arkistoidaan. Tekolistaan merkitään myös elementin tehneet työntekijät.
- Kaikista muutoksista elementtipiirustuksiin tulee olla kirjallinen dokumentti. Sovitut muutokset tulee dokumentoida erikseen myös tekolistaan nimikirjaimin ja viittauksella muutosdokumenttiin.

Työnjohtajan muut vastuut

- Työnjohtaja käy jokaisen valmiin elementin silmämääräisesti läpi ja varmistaa, että julkisivuelementtien pinnan laatu vastaa BY40 Betonirakenteiden pintojen vaatimukset. Jos pinnassa on jotain huomautettavaa, tulee syy selvittää ja tehdä tarvittavat korjaustoimenpiteet elementin pinnan vaatimusluokka huomioon ottaen.
- Mittaustuloksien dokumentoinnin ja poikkeamien hoitaminen tekee työnjohto.
- Tuotannon aikana havaitut puutteet ja epäkohdat suunnitelmissa sopii työnjohtaja suunnittelijan kanssa. Mahdolliset muutokset suunnitelmiin pyydetään kirjallisena vahvistuksena suunnittelijalta sähköpostiin. Suunnittelija toimittaa myös revisiokuvat muutetuista elementeistä sähköpostiin.

Jälkimitaus

- Jokaisesta elementistä mitataan päämitat 2-3 kohdasta.
- Joka päivä tarkistetaan yhdestä elementistä kaikki mitat, varaukset ja varustelut suunnitelmista.
- Jälkimitaaja katsoo kaikki elementit myös päällisin puolin ja raportoi tarvittaessa työnjohdolle puutteista
- Jokaisesta elementistä, tai vähintään joka 10. Elementistä tai jokaiselta valulinjalta on tarkistettava suoruus, käyryys ja kierous kolme metriä pitkällä linjarilla.
- Puutteet korjataan mahdollisuuksien mukaan, ja jos elementti ei täytä annettuja vaatimuksia korjaustoimenpiteistä huolimatta, tulee elementti hylätä ja merkitä.
- Betonipeitemittaus tehdään vähintään kerran viikossa elementistä, joka ei ole XC0 tai XC1-rasitusluokiteltu ja elementissä on käytetty mustaa terästä. Jos tällaista elementtiä ei ole

Pielisen Betoni Oy
Työohjeet

Päivitetty 5.5.2023
Laatinut Walteri Waris

TO EV 06.01
Hyväksynyt: Kati Pätsi

valmistettu viikon aikana, otetaan yksi elementti missä on käytetty mustaa terästä. Mittauksia otetaan noin kuusi kappaletta eri puolilta elementtiä. Mittauskohdat ja tulokset tulee dokumentoida.

- Tehdyt mittaukset, havaitut puutteet ja suurimmat heitot merkitään mittauspöytäkirjaan ja arkistoidaan.

Yleistä

- Tiukennettuja toleransseja käytettäessä (± 5 mm), tullaan tarkistamaan suojabetoni tehostetusti linjarilla joka paikasta. Välikkeiden määrää on tihennettävä kyseisiä elementtejä valmistettaessa.
- Kelpoisuuden toteamiseen liittyvät dokumentit, annosteluraportit ja kuormakirjat on säilytettävä vähintään 10 vuotta. Muut muistiinpanot vähintään 3 vuotta.
- Työnjohtovastuussa olevat henkilöt löytyy yrityksen organisaatiokaaviosta.
- Valmistuspiirrustuksien saapuessa, tuotantopäällikkö käy ja tarkistaa ne läpi. Tarvittavat täydennykset ja muutokset pyydetään samalla suunnittelijalta.

MITTAUKSEN TOLERANSIT on julkaisussa Betonielementtien toleranssit 2011

LISÄKSI SFS-EN 13669 OHJEET TOLERANSSIT:

- Elementtien mitat
 - Leveys ja korkeus mittojen toleranssit katsotaan Betonielementtien toleranssit 2011 oppaasta:
 - Väliseinä ja sisäkuori ± 10 mm, ulkokuori ± 8 mm
 - Paksuuden mittojen toleranssit katsotaan Betonielementtien toleranssit 2011 oppaasta:
 - Sandwichin kok.paksuus ± 8 mm, Sandwich sisäkuori - 5/+ 10 mm, väliseinä ± 5 mm ja sisä- ja ulkokuorielementti ± 5 mm
 - Ristimittojen toleranssi katsotaan Betonielementtien toleranssit 2011 oppaasta: (s₁ – s₂)
 - Väliseinä 15 mm, sisäkuori 15 mm ja ulkokuori 12 mm
 - Jos ristimitta on 0,5 – 3 m niin väliseinän ja sisäkuoren osalta standardit tulevat määrääväksi, jolloin mitta saa olla ± 14 mm
 - Sivun käyryys toleranssi katsotaan Betonielementtien toleranssit 2011 oppaasta:
 - Sandwich- ja kuorielementit ± 8 mm ja ovet ja ikkunat ± 5 mm
 - Kierous määrääväksi tulee Standardien kaava: $\Delta L = \pm (10 + L/1000) \leq 40$ mm
 - Teräsosien ja reikien toleranssit katsotaan Betonielementtien toleranssit 2011 oppaasta:
 - Sijainti pinnassa:
 - Väliseinä ± 15 mm, sandwich/sisäkuori/ulkokuori ± 10 mm
 - Sijainti syvyysuunnassa:
 - Väliseinä/sandwich/sisä- ja ulkokuori ± 5 mm
 - Kiertymä $l/50$
 - Sähkörasioiden toleranssit katsotaan Betonielementtien toleranssit 2011 oppaasta:
 - Sijainti pinnan suunnassa ± 15 mm, sijainti syvyysuunnassa + 5 mm/- 10 mm, rasiaryhmän kiertymä $\pm t/50$, enintään 4 mm ja reikien koko ± 10 mm
 - Ovien ja ikkunoiden toleranssit katsotaan Betonielementtien toleranssit 2011 oppaasta:
 - Väliseinä ± 15 mm, sandwich ± 10 mm, sisä- ja ulkokuori ± 8 mm

Pielisen Betoni Oy
Työohjeet

Päivitetty 5.5.2023
Laatinut Waltteri Waris

TO EV 06.01
Hyväksynyt: Kati Pätsi

- Kulmien sijainnin ero (e_1 - e_2) väliseinä/sandwich/sisäkuori 10 mm ja ulkokuori 5 mm
- Elementin käyritymä toleranssit katsotaan Betonielementtien toleranssit 2011 oppaasta:
 - Väliseinä/sandwich/ulko- ja sisäkuori L/400
- Pinnan tasomaisuus
 - 0,2 m = 4 mm ja 3 m = 10 mm
- Laattapintaisiin seinäelementteihin löytyvät mittaustoleranssit myös Betonielementtien toleranssit 2011 oppaasta
- Mitat ovat normaaliluokan –seinäelementtien mitat, mikäli kyseessä on erikoisluokan –seinäelementti on mittatoleranssit tarkistettava oppaasta. (esim. julkisivun ulkokuorielementeillä voi olla tämä vaatimus)
- Raudoituksen sijainti:
 - Raudoituksen sijainti määräytyy tuotantopirustuksien arvojen/rasitusluokka määrityksien mukaan. Mittapoikkeama on annetusta suojapeitteestä ± 10 mm.

Pielisen Betoni Oy
Työohjeet

Päivitetty 5.5.2023
Laatinut Walteri Waris

TO EV 06.01
Hyväksynyt: Kati Pätsi

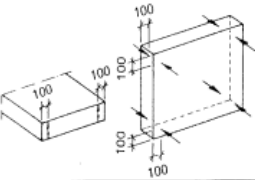
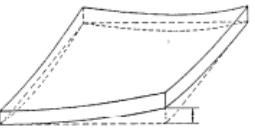
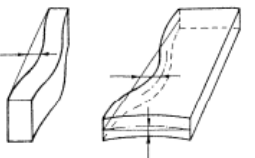
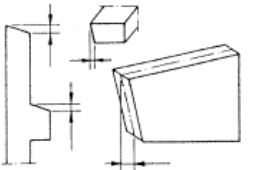
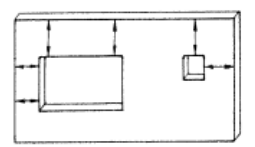
ELEMENTIN MITTOJEN TARKASTUS							
Mittauksen kohde	Pilari	Palkki	Laatta	Seinä	Porras	Mittauskohdat	
Pituus							<p>$b < 500$</p> <p>$b \geq 500$</p>
Korkeus						<p>joko/tai</p>	<p>Pilari ja palkki kolmesta kohdasta. Seinä ja porras kahdesta kohdasta.</p>
Leveys						<p>joko/tai</p>	<p>Pilari, palkki ja laatta kolmesta kohdasta. Seinä ja porras kahdesta kohdasta.</p>

Mittapisteiden sijainti (Betonielementtien toleranssit 2011, luku 12, sivu 32)

Pielisen Betoni Oy
Työohjeet

Päivitetty 5.5.2023
Laatinut Walteri Waris

TO EV 06.01
Hyväksynyt: Kati Pätsi

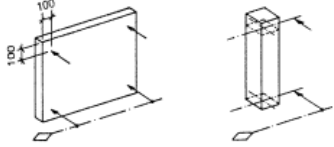
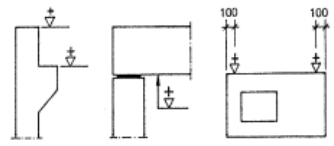
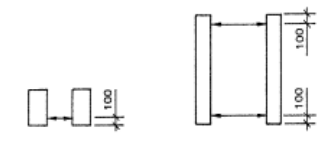
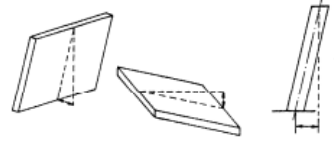
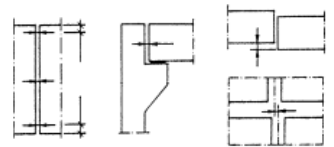
ELEMENTIN MITTOJEN TARKASTUS							
Mittauksen kohde	Pilari	Palkki	Laatta	Seinä	Porras	Mittauskohdat	Mittausta koskevat lisäohjeet
Paksuus							
Kierous							
Sivikäyryys							Pilari ja palkki kulmasta, laatta ja seinä keskeltä.
Kulmapoikkeama Pään vinous							Mitataan kulman lyhyemmästä sivusta. Kaikki kulmat tarkistetaan
Reiät Varaukset							Pienet ($b < 500$) yhdestä kohdasta, suuret ($b \geq 500$) kahdesta kohdasta.

Mittapisteiden sijainti (Betonielementtien toleranssit 2011, luku 12, sivu 33)

Pielisen Betoni Oy
Työohjeet

Päivitetty 5.5.2023
Laatinut Waltheri Waris

TO EV 06.01
Hyväksynyt: Kati Pätsi

ELEMENTIN SIJAINNIN TARKASTUS		
Mittauksen kohde	Mittauskohdat	Mittausta koskevat lisiohjeet
Sivusijainti		Pilarilla sijainti määritetään keskilinjasta ja aina kahdesta toisistaan vastaan kohtisuorasta
Korkeusasema		
Vapaa väli		
Poikkeama pystytysuorasta, vaakasuorasta tai nimelliskaltevuudesta		Mittauskohdat kuten sivusijainnin mittauksessa.
Saumaleveys, sauman hamaistus, sauman epäkeskisyyttä		

Mittapisteiden sijainti (Betonielementtien toleranssit 2011, luku 12, sivu 34)