

Ilmari Lahikainen

Ikkuna- ja ovi-asennuksen sekä kaatolattiatöiden  
vakiointi asuntorakentamisessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu  
Rakennusmestari (Amk)  
Rakennusalan työnjohto  
Mestarityö  
2.11.2011

Alkulause

Tämä mestarityö tehtiin NCC Rakennus Oy:n asuntorakentamisen yksikölle. Haluan kiittää projektissa mukana olleita henkilöitä, erityisesti työn ohjaajaa rakennuspäällikkö Ilkka Leskelää sekä työn valvojaa laboratorioinsinööri Markus Immosta.

Helsingissä 2.11.2011

Ilmari Lahikainen

Tekijä Otsikko	Ilmari Lahikainen Ikkuna- ja ovi-asennuksen sekä kaatolattiatöiden yhdenmu- kaistaminen asuntorakentamisessa
Sivumäärä Aika	63 sivua + 1 liite 2.11.2011
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennusalan työnjohto
Suuntautumisvaihtoehto	Talonrakennustekniikka
Ohjaaja(t)	Työn valvoja: Markus Immonen, Laboratorioinsinööri, Metro- polia Työn ohjaaja: Ilkka Leskelä, Rakennuspäällikkö, NCC Rakennus Oy
<p>Tämä mestarityö tehtiin NCC Rakennus Oy:n asuntorakentamisen yksikölle. Työn tavoitteena oli vakioida ikkuna- ja ovi-asennustyötavat sekä pesuhuoneiden kaatovalulattioiden työtavat ja -menetelmät ja luoda yhtenäinen mallimolemmista töistä työmailla käytettäväksi. Työvaiheiden vakiointi on ensimmäinen askel töiden kehittämisessä. Työtapojen yhtenäinen käyttö asuntorakentamisen työmailla edesauttaa työn tasalaatuisuuden ja laadun saavuttamisessa.</p> <p>Ensimmäisenä tavoitteena työssä oli kartoittaa tutkittujen työvaiheiden ongelmallisimmat kohdat ja laatua heikentävät seikat. Lisäksi tutkittiin työmaan aikataulun kannalta parhaat ajankohdat toteuttaa kyseiset työvaiheet. Ikkuna- ja ovi-asennuksessa suurimmiksi ongelmiksi koettiin ilmavuodot ja niiden ehkäiseminen sekä varsinkin ovien säädettävyyden asennuksen jälkeen. Pesuhuoneiden kaatolattiavalutöissä etsittiin tekniikoita, jotka vähentävät jälkitöitä ja nopeuttavat työn suorittamista. Pohjatietojen avulla suunniteltiin työohjeet kyseisistä työvaiheista. Työohjeet laadittiin Rakennustöiden laatu 2009 -kirjan mukaisesti kolmeen eri osaan jaoteltuna: aloittavat työt, työsuorituksen vaiheet sekä lopettavat työt. Opinnäytetyön tuloksena tehdyt työohjeet kuvaavat yksityiskohtaisesti työvaiheet alusta- loppuun asti.</p> <p>Toisessa osassa työtä laadittiin ensimmäisessä vaiheessa tehtyjen työohjeiden pohjalta työohjevideot. Ikkuna- ja ovi-asennusvideot kuvattiin kahdella NCC Rakennus Oy:n työmailla.</p> <p>Videoita tullaan käyttämään NCC Rakennus Oy:n asuntorakentamisen työmailla työntekijöiden ja työnjohdon perehdyttämisessä sekä aliurakoitsijoiden kanssa työskennellessä. Videot selvittävät NCC:n tavan toimia kyseisissä työvaiheissa. Työtapoja ja -menetelmiä tullaan jatkossa kehittämään työssä vakioitujen mallien pohjalta. Työohjeita testattiin asuntorakentamisen eri kerrostalotyömailla.</p> <p>Ikkuna- ja ovi-asennuksessa todettiin työohjeen vähentävän mm. karmiliitosten mahdollisia aukeamia ja parantaneen ovien säädettävyyttä asennuksen jälkeen. Kaatolattiatöissä työohje pidentää vain hieman valutoppareiden asennuksen kestoa. Vastaavasti työohjeen noudattaminen poistaa jälkitöitä huomattavasti. Työn jälki on tasalaatuisempaa ja virheet helpommin korjattavissa.</p>	
Avainsanat	ikkuna-asennus, ovi-asennus, kaatolattiat, laadunvarmistus

Author	Ilmari Lahikainen
Title	Concrete works of sanitary cabinets' concrete floors, window- and door installation, standardization
Number of Pages	63 pages + 1 appendice
Date	2nd November 2011
Degree	Bachelor of Construction Site Management
Degree Programme	Construction Site Management
Specialisation option	Building Construction
Instructor(s)	Supervisor: Markus Immonen, Metropolia UAS Instructor: Ilkka Leskelä, NCC Construction Company
<p>This graduate study was commissioned by NCC Construction company's housing construction unit. The goal of the study was to standardize installation methods of windows and doors as well as sanitary cabinets' concrete floors and to create a common model of both working phases to be used at construction sites. Standardization of working phases is the first step in their development. Coherent use of working methods in housing construction sites helps to achieve uniform quality in different working phases.</p> <p>The first task in the study was to survey the problems and matters which diminish quality in the researched working phases. Best timing of these particular working phases in construction sites schedule was also examined in this study. The biggest problems in window and door installation were uncontrolled ventilation, its prevention and especially adjustability of doors after their installation. Different techniques were examined to prevent extra work in sanitary cabinets' concrete floors and also to make this working phase go more smoothly and faster. Working instructions of these particular phases were prepared based on gathered information. Instructions were divided in three different sections according to book "Rakennustöiden laatu 2009". The sections are: preparing works, phases of the task and finishing works. The instructions made as a result of this study are however one level more accurate and give more detailed picture in to the subject.</p> <p>Videos were prepared in the second section of the study based on the information in finished instructions made earlier. Window and door installations were filmed in two NCC Construction company's sites.</p> <p>Videos will be used in housing construction sites of NCC Construction company in familiarization of workers as well as supervisors and when working with subcontractors. The videos will show NCC's way to work in particular working phases. Methods will be developed in the future based on the standardized models of this study. Installation methods were tested in different housing construction sites.</p> <p>Sanitary cabinets' concrete floors working method increased forming time, but the increment was minor. Working method also decreases the later demand of repairing works a lot. Floors are also more homogeneous and faults are easier to fix.</p>	
Keywords	window installation, door installation, concrete floors, quality assurance

Sisällys	
Alkulause	
Tiivistelmä	
Abstract	

1	Johdanto	1
1.1	Tutkimuksen tausta	1
1.2	Tutkimuksen tavoite	1
2	Ikkuna- ja oviaasennuksen sekä kaatolattioiden työmenetelmät	3
2.1	Ikkuna- ja oviaasennustyö	3
2.1.1	Aloittavat työt	3
2.1.2	Ikkuna- ja oviaasennustyö	6
2.1.3	Lopettavat työt	11
2.1.4	Ilmantiiveys	12
2.2	Pintabetonilattiat	14
2.2.1	Aloittavat työt	15
2.2.2	Betonointi	17
2.2.3	Lopettavat työt	20
2.2.4	Laatuvaatimukset	20
2.3	Betonin kosteuden hallinta	21
2.3.1	Betonin kovettuminen ja kuivuminen	22
2.3.2	Betonin kuivumiseen vaikuttavat tekijät	22
2.3.3	Betonin kosteuden mittaaminen ja kuivatustoimenpiteet	23
2.4	Yhteenveto	23
3	Ikkuna- ja oviaasennuksen sekä kaatolattiatöiden vakiointi asuntorakentamisessa	25
3.1	Ikkuna- ja oviaasennustyö	25
3.1.1	Ikkuna- ja oviaasennustöihin liittyvät haastattelut	25
3.1.2	Ovi- ja ikkuna-asennustyöohje	27
3.1.3	Yleisimmät virheet vuosikorjauksessa	39
3.1.4	Työtavan valinnan syyt ja syntyneet kehitysajat	40
3.2	Pesuhuoneen pintabetonilattiat	40
3.2.1	Kaatovalulattioihin liittyvät haastattelut ja työmaavierailut	41
3.2.2	Pesuhuoneen pintabetonilattioiden työohje	42
3.2.3	Yleisimmät virheet	52

3.2.4	Työtavan valinnan syyt ja syntyneet kehitysideal	53
3.3	Työohjevideot	55
3.3.1	Videoiden tekeminen	55
3.3.2	Videoiden käyttö	55
4	Testaus	56
4.1	Testien toteutus ja testityömaat	56
4.2	Ikkuna- ja oviaseennustyöohjeen testaus	56
4.3	Kaatolattiatöiden työohjeen testaus	57
5	Johtopäätökset	61
	Lähteet	63
	Liitteet	

# 1 Johdanto

## 1.1 Tutkimuksen tausta

Työn tuottavuuden parantaminen on tärkeää, jos halutaan menestyä myös tulevaisuudessa. NCC Rakennus Oy haluaa erottua alalla hyvää laatua ja asiakastyytyvää tuottavana yrityksenä. Opinnäytetyön aiheeseen ovat vaikuttaneet NCC Rakennus Oy:n tarve kehittää toimintaansa ja luoda jotain uutta muutoksille jäykällä rakennusalalla.

Työn tekeminen kerralla valmiiksi on rakennusalan tärkeä tavoite, joka harvemmin kuitenkaan toteutuu. Osa työmaista onnistuu tekemään huipputulosta ja osalla tulee joskus epäonnistumisia, jotka syövät yrityksen katetta. Nykyisillä pienillä katteilla yksi suuri epäonnistuminen voi vaikuttaa koko yrityksen tulokseen merkittävästi.

Rakennustyömaan työvaiheiden järjestys ja tekotapa määräytyvät nykyään kullakin asuntorakentamisen työmaalla eri tavalla, riippuen työmaan käytännöistä. Yhdenmukaisia ohjeita työvaiheiden toteuttamisesta ei ole kyllin korostettu. Työvaiheet toteutetaan eri tapoja käyttäen, mikä lisää erilaisten tuotteiden kirjoa, ja samalla esim. tavarantilaukset saattavat olla pienempiä ja suuntautuvat eri toimittajille. Jokainen työmaa kehittää omaa toimintaansa, mutta yhteinen tavoite puuttuu tai on epäselvä.

## 1.2 Tutkimuksen tavoite

Tämän työn tavoitteena on yhdenmukaistaa asuntorakentamisen työmaiden eri työvaiheiden työhjeita ja työskentelykäytäntöjä sekä työjärjestystä. Työvaiheiden yhdenmukaistaminen on merkittävä keino tehostaa työskentelyä ja materiaalien käsittelyä. Oikeiden työmenetelmien tuntemus ja tietämys parantaa laatua ja työn tehokkuutta. Kun kehitetään yhdessä työtapoja ja tekniikoita, saadaan tasalaatuista jälkeä ja tuotannon tulosten vaihteluväli pienenee.

Tutkimuksessa vakioidaan tehokkaat ja laadukkaat työkäytännöt ikkuna- ja oviasennustyölle sekä pesuhuoneiden kaatolattiatöille. Kyseisiin työvaiheisiin luodaan selvät työhjeet ja havainnollistavat työhjevideot, jotka toimivat laadun tuottamisen apuvälineinä.

Videoita käytetään esimerkiksi työntekijöiden ja työnjohdon perehdyttämiseen työvaiheisiin.



## 2 Ikkuna- ja ovi-asennuksen sekä kaatolattioiden työmenetelmät

Ikkuna- ja ovi-asennuksen sekä kaatolattioiden työmenetelmät kuvaavat työt yleisellä tasolla. Työt jaetaan Ratun mukaan aloittaviin töihin, varsinaiseen työosioon ja lopettaviin töihin. Aloittavat työt kuvaavat ne asiat, mitä ennen varsinaisen työn suorittamista on tehtävä. Työosiossa kuvataan asennustyön suoritus pääpiirteittäin. Lopettavissa töissä esitetään asiat, jotka tulee tehdä, jotta työ voidaan luovuttaa seuraavalle työvaiheelle.

### 2.1 Ikkuna- ja ovi-asennustyö

Työn alkutilanteessa valmiiksi pintakäsittelyt, heloitettut puuovet ja -ikkunat ovat työmaalla valmiina siirrettäviksi asennuspaikoilleen ja asennettaviksi. Ovi- ja ikkunatyötä edeltävät rakenteet ovat suunnitelmien mukaiset, tarkastetut ja hyväksytyt. Työmaalla on käytössä kaikki asennustarvikkeet ja kalusto. /1./

Työn lopuksi puuovet ja -ikkunat on asennettu asennussuunnitelmien mukaisesti paikalleen. Työ on tarkastettu ja hyväksytty suunnitelmien mukaisena. Työryhmän kokona on yksi rakennusammattimies ja yksi rakennusmies (1+1). /1./

#### 2.1.1 Aloittavat työt

##### *Aloituspalaveri*

Ennen työn aloittamista työmaalla järjestetään aloituspalaveri, jossa sovitaan työn toteutukseen liittyvät asiat. Aloituspalaverissa käydään läpi ovi- ja ikkunatyön aikataulu, kaluston, työvoiman, materiaalien ja tarvikkeiden saatavuus, suunnitelmat, asennusohjeet ja -järjestys, laatuvaatimukset ja työturvallisuus. Aloituspalaverissa tarkistetaan suunnitelmien toteutuskelpoisuus sekä suojausta ja asennustyötä koskevat viranomaismääräykset ja paikalliset järjestyssäännöt. /1./

Asennustyöryhmä perehdytetään työkohteeseen ja työmenetelmiin. Asennustyöryhmälle selvitetään työvaiheiden laatuvaatimukset ja niiden varmistamismenetelmät sekä menetelmä-, kohde- ja tuotekohtaiset työturvallisuustoimenpiteet. Asennustyöryhmän tulee olla selvillä asennusjärjestyksestä ja aikataulusta. /1./

### *Mestan vastaanotto*

Työkohdetta vastaanottaessa tarkistetaan, että kohde on valmis ikkuna- ja ovityötä varten ja täyttää suunnitelmien vaatimukset. Oviin ja ikkunoihin liittyvien rakenteiden tulee olla valmiina tarkastettuina ja hyväksytyinä. Kohteen vastaanottotarkastuksessa merkitään ylös mahdolliset virheet ja puutteet, jotka korjataan ennen töiden aloittamista. Tarkistetaan mittapisteiden sijainti sekä ikkunakarmin korot. Mestan vastaanotossa on tarkastettava ikkuna- ja oviaukkojen mitat, vaaka- ja pystysuoruus sekä aukkojen kulmat. Työkohdetta vastaanotettaessa tarkistetaan myös kulunvalvontalaitteiden ja sähköasennuksien sijainti sekä liittymät oviaukkojen kohdalla sekä tarvittaessa myös ikkuna-aukkojen kohdalta. Johtoja varten varattujen tilojen ja aukkojen tulee olla oikeissa, suunnitelma-asiakirjojen mukaisissa paikoissa. /1./

### *Koneet ja laitteet*

Koneiden ja laitteiden kunto, toimivuus ja soveltuvuus asennustyöhön ja kohteeseen tarkistetaan ennen niiden siirtoa ja käyttöönottoa. Asennusmateriaalit, koneet ja laitteet siirretään työkohteeseen. Nosturin ja muiden nostolaitteiden käyttöönottotarkastusten voimassaolo, enimmäiskuorma ja soveltuvuus materiaalsiirtoihin tarkistetaan ennen nostoihin ryhtymistä. /1./

### *Olosuhteet*

Olosuhteet asennuspaikalla tulee järjestää sellaiseksi, että työssä saavutetaan vaadittu laatutaso. Vallitsevien sääolosuhteiden vaikutus asennukseen ja nostotyöhön selvitetään ennen töiden aloittamista. Varmistetaan, että asennusolosuhteet vastaavat materiaalien (lämpö, kosteus) ja turvallisuuden (sähkö, valaistus, siisteys) vaatimuksia. Nostoissa otetaan huomioon nostohetkellä vallitsevat sääolosuhteet esim. tuuli-, lumi-, lämpötila-, sade- yms. olosuhteet. Kovalla tuulella (> 10 m/s) nostoissa noudatetaan erityistä varovaisuutta, ja erittäin kovalla tuulella (> 15 m/s) työskentely keskeytetään. Kullakin nostolaitteella on nostinkohdaiset ohjeet ja määräykset. /1./

Tarvittaessa ympäröivät rakenteet ja pinnat suojataan ennen ovi- ja ikkunatyön aloitusta sekä tarvittaessa työn aikana esimerkiksi muoveilla. Suojausten kuntoa ja riittävyttä

tulee ylläpitää työn aikana. Asennustyön keskeytyksen ajaksi suojataan asennuskohde tarpeellisella tavalla. Huolehditaan, ettei seinärakenteisiin pääse kosteutta aukon ollessa auki. Tarvittaessa työn keskeytyksien ajaksi huolehditaan myös aukkojen putoamis-suojauksesta. /1./

#### *Tavaran vastaanotto ja varastointi*

Ovi- ja ikkunatoimitusta vastaanottaessa tarkistetaan toimituksen sisältö, kunto ja tilauksenmukaisuus. Ovet ja ikkunat ovat suunnitelmien ja sopimusten mukaisia. Pakkausten merkinnöistä tulee selvittää ovien ja ikkunoiden tyypit, mitat, sijaintimerkinnot, laatu ja tarvittaessa asennusohjeet. Osastoivista ovista pitää löytyä merkintä oven paloluokasta. Materiaalitoimitukset sekä asennusaikataulu ja -järjestys suunnitellaan niin, että ovia ja ikkunoita ei tarpeettomasti välivarastoida työmaalla. Ikkunat ja ovet siirretään työmaajärjestyksestä riippuen suoraan asennuskohteeseen joko rungon nostovaiheessa kerrokseen tai erillisinä nostoina asennusvaiheessa.

Ikkunat ja ovet varastoidaan kosteudelta, likaantumiselta ja mekaanisilta vaurioilta suojattuna. Säilytyksessä tulee erityisesti huolehtia, että ikkunat ja ovet eivät joudu alttiiksi kosteudelle tai suurille lämpötilanvaihteluille, eikä suojapeitteen alle ei saa tiivistyä kosteutta. Ikkunat ja ovet varastoidaan niin, että ne ovat irti maasta esimerkiksi aluspuiden päällä (ks. Kuva 1.). Talviolosuhteissa mahdollinen lumi ja jää poistetaan pakkauksista. /1./



Kuva 1. Ikkunat on kuvassa varastoitu kuljetusten jälkeen työmaalla aluspuiden päälle

## 2.1.2 Ikkuna- ja ovi-asennustyö

### *Siirrot ja nostot*

Siirroissa ja asennuksessa käytetään apuna turvallisuusmääräykset täyttäviä ja tarkastettuja työtasoja, esim. mastolavoja, nostokori- tai saksilava-autoja. Tikapuut eivät sovellu asennustyöhön, vaan käytetään työskentelyyn tarkoitettuja työtasoja mm. ovi- ja ikkunoiden tiivistystä tehtäessä. /1./

Nostovaijereiden, -ketjujen ja apulaitteiden sekä nostolenkkien sallittuja enimmäiskuormia ei saa ylittää. Niiden kuntoon ja toimintaan kiinnitetään huomiota koko nostotyön ajan. /1./

Nostojen ja asennuksen aikana on nostoalueella liikkuminen kielletty. Tarvittaessa alue aidataan tai erotetaan muusta työmaa-alueesta lippusiimojen avulla. Nostokorissa tai korkealla työskenneltäessä putoamissuojauksena käytetään turvaljaita ja -köyttä. Putoamissuojauksien paikoillaan olosta ja turvallisuudesta huolehditaan koko ovi- ja ikkunatyön ajan. /1./

Asennusryhmällä ja nostolaitteen käyttäjällä tulee olla esteetön näköyhteys tai häiriötön puheyhteys nostojen aikana. Jos nostolaitteen käyttäjä ei pysty jatkuvasti valvomaan taakan liikkumista, on käyttäjän apuna oltava merkinantaja. Laajoja ikkuna- ja ovirakenteita nostettaessa käytetään apuna ohjauköyttä. /1./

### *Mallityö*

Mallityö tehdään ennalta sovitusta asiasta. Ovi- ja ikkunatöissä mallityö tehdään yleensä yhden osakohteen ikkunoiden tai ovien asennuksesta. Mallityön tekevät samat henkilöt samoilla menetelmillä, välineillä ja tuotteilla, joilla varsinainen työ tullaan tekemään. Mallityö tehdään riittävän suuresta asennuskokonaisuudesta niin, että työmenetelmä vastaa varsinaisessa työssä käytettävää menetelmää. Mallissa tehdään suunnitelmien mukaiset laadunvarmistuskokeet esim. ikkunoiden sijainnin tarkistus sekä työmenetelmän ja tuotteiden soveltuvuuden tarkistus. Työn tulee täyttää myös esteettiset laatuvaatimukset. Rakennuttaja, suunnittelija ja urakoitsija tarkastavat ja hyväksyvät mallityön. Mahdolliset muutokset ja korjaukset tulee tehdä ja hyväksyä ennen seuraavaa

vaan työkohteeseen siirtymistä. Mallityön tarkastamisesta kirjoitetaan muistio, joka liitetään työmaa-asiakirjoihin. Mallin tarkastamisen jälkeen voidaan aloittaa varsinainen asennustyö. /1./

### *Ikkunoiden asennus*

Ennen ikkunakarmin asennusta ja kiinnitystä tarkistetaan karmin oikea korkeusasema. Samalla tarkistetaan asennettavan karmin puhtaus sekä pystysuoruus ja suorakulmaisuus mm. vesivaa'an avulla. Tarkistetaan myös aukon riittävä asennusvara. Ikkunapuitteet nostetaan pois karmistaan. Mikäli ikkuna kootaan useammasta pienemmästä ikkunasta, karmien välit tiivistetään mineraalivillakaistalla tai polyuretaanivaahdolla. Karmit kiinnitetään toisiinsa puuruuveilla. Mitataan ja merkitään karmin kiinnityskohdat sekä porataan tarvittaessa kiinnitysruuveja varten reiät. Asentajat kiinnittävät tarvittavat topparit (Kuva 2.) ikkuna-aukon ulkopuolelle ja ikkuna-aukon alapuun päälle asennuspalat. /2./



Kuva 2. Ikkuna-aukon ulkopuolelle on asennettu topparit

Karmi nostetaan paikalleen toppareita vasten ja palojen päälle oikeaan korkoon. Varmistetaan karmin syvyysmitta, jonka jälkeen karmi keskitetään asennusaukkoon. Karmi kiristetään paikalleen karmin yläkulmien kohdalta kiilojen avulla. Kiilat asennetaan pystypuiden ja runkotolppien väliin siten, että kiilat tulevat välittömästi karmin kiinnityskohtien yläpuolelle. Ennen lopullista kiinnitystä varmistetaan karmin pysty- ja vaa-

kasuoruus sekä ristimitta. Tarvittaessa karmin asentoa säädetään kiilojen avulla. /1./

Karmi ruuvataan paikalleen puuseinään ruuveilla ja kiviseinään kiinnitystulpilla (Kuva 3.). Ikkunoiden kiinnitystarvikkeet eivät saa vahingoittaa ikkunoita tai niitä rajoittavia rakennusosia esimerkiksi aiheuttamalla syöpmistä tai värin muuttumista näkyvissä pinoissa. Kiinnikkeiden syöpmättömyyteen kiinnitetään erityistä huomiota silloin, kun niitä käytetään kyllästetyn puutavaran tai toisen metallin yhteydessä. Kiinnityksen jälkeen tarkistetaan pysty- ja vaakasuoruus sekä ristimitta. Tarvittaessa säädetään ruuveilla ja kiiloilla karmin asento oikeaksi ennen ikkunapuitteiden nostoa paikalleen. Ikkunapuitteiden asennuksen jälkeen tarkistetaan ja säädetään ikkunan käynti. Kiinnitysreiät peitetään karmin ulkonäköön sopivilla muovi- ja puutulpilla. /1./



Kuva 3. Karmi ruuvataan kiinni apukarmiin koolausruuveilla

Ikkunan tulee olla sisäpuolelta ilma- ja höyrytiivis sekä sen ympäröivien rakenteiden tulee olla samanlaisia. Karmin ja seinän välinen rako (asennusvara 10–20 mm) tilkitään kuivalla, puhtaalla tilkeellä tai umpisoluisella, kutistumattomalla solumuovilla tiiviiksi. Suurien ikkunoiden kohdalla yläpuoli tilkitään esim. mineraalivillalla, jotta rakenne pääsee taipumaan sille sallitun määrän ilman, että se aiheuttaa ongelmia ikkunan toiminnassa. Ennen tilkitsemistä poistetaan asennuskiilat. Rakoa ei saa täyttää liikaa, koska karmi saattaa vääntyä. Ylipursuneet tilkkeet leikataan pois. /1./

### *Ovien asennus*

Asennetaan topparilaudat oven aukeamispuolelle oviaukon pieliin. Mikäli lattian päällyste halutaan tehdä myöhemmin yhtenäiseksi oven kohdalla, asennetaan oviaukon alakulmiin laudanpalat korokkeiksi (laudan paksuus = lattian pintamateriaalin paksuus + 2 mm). /1./

Ovilevy irrotetaan karmistaan ja karmin alaosa irrotetaan siderima. Karmi nostetaan oviaukkoon korokkeiden päälle toppareita vasten. Karmi kiilataan paikalleen yläkulmistta. Alaosaan kiilataan kynnyisleveyden pituinen rima. Pystykarmit kiilataan karmin kiinnityspisteiden yläpuolelta. Tarkistetaan ja säädetään karmin pysty- ja vaakasuoruus sekä ristimitta (Kuva 4.). /1./



Kuva 4. Karmin pystysuoruuden tarkistus

Karmi ruuvataan paikalleen (Kuva 5.). Saranapuolen ruuvit kiristetään seinärunkoon. Lukkopuolen ruuvit kiinnitetään vain kevyesti myöhemmin tehtävää säätöä varten. Ulko-ovien ja kosteiden tilojen ovien kiinnitystarvikkeet suojataan kosteuden aiheuttamaa syöpmistä vastaan, eivätkä ne saa vahingoittaa ovia tai niitä rajoittavia rakennusosia. Kiinnikkeiden syöpymättömyyteen kiinnitetään erityistä huomiota kyllästetyn puutavaran ja toisen metallin yhteydessä. /1./



Kuva 5. Karmia ruuvataan paikalleen

Karmin kiinnittämisen jälkeen ovilevy nostetaan paikalleen (Kuva 6.). Oven käynti tarkistetaan ja säädetään sopivaksi löysäämällä ja kiristämällä karmin kiinnitysruuveja sekä asennuskiiloja. Lopuksi myös karmin lukkopuolen ruuvit kiristetään lopulliseen kireyteen ja tarkistetaan lukituksen toimivuus. Kiilojen päät sahataan karmin pinnan tasoon karmia vaurioittamatta. Kiinnitysreiät peitetään muovitulpilla. /1./



Kuva 6. Ovilevyä nostetaan saranoille

Ovien kynnykset eivät aina sisälly ovitoimitukseen, vaan ne on ilmoitettava tilauksessa erikseen. Irtokynnys pintakäsitellään ennen asennusta ja asennetaan paikalleen lattia-päällysteen kiinnittämisen jälkeen. Julkisissa tiloissa kynnyksen korkeudeksi suositellaan enintään 20 mm. Kynnykset ovat joko muovi- tai puukynnyksiä, jotka kiinnitetään ruuvein tai liimaamalla suunnitelmien mukaisesti. /1./



### *Tilkitseminen*

Ovikarmin ja seinän välinen rako tilkitään kuivalla, puhtaalla tilkkeellä tai umpisoluisella, kutistumattomalla solumuovilla tiiviiksi. Asennuskiilat poistetaan ennen tilkitsemistä. Rakoa ei saa täyttää liikaa, koska karmi saattaa vääntyä. Rakoa tilkittäessä viereiset pinnat eivät saa vahingoittua, likaantua tai värjäytyä, joten ne on suojattava. Ylipuruneet tilkkeet leikataan pois. /1./

### 2.1.3 Lopettavat työt

#### *Suojaukset, puhdistus ja jätteiden lajittelu*

Lopuksi työnaikaiset suojaukset poistetaan. Liittyvät rakennusosat ja varusteet puhdistetaan. Työmaa siivotaan työn aiheuttamista jätteistä ja jätteet lajitellaan niille varatuille paikoille poiskuljetusta varten. Työvälineet ja koneet puhdistetaan, huolletaan ja varastoidaan seuraavaa käyttökertaa varten. Ympäristö, kulkutiet ja varusteet puhdistetaan ja kunnostetaan työtä edeltävään kuntoon. /1./

Tarvittaessa ikkuna- ja ovipinnat suojataan mm. sisävalmistusvaiheen pintatöiltä (lasit, karmit ja helat) sekä varmistetaan lämpö- ja kosteusvaatimusten täyttyminen työn päätyttyä. Asennuksen jälkeen ovi- ja ikkuna-aukkojen isot lasipinnat merkitään värillisillä teipeillä tai muulla vastaavalla menetelmällä, jotta vältetään lasipintoihin törmäminen ja lasien rikkoutuminen. Ikkunoissa teipit kiinnitetään ikkunan sisäpuolelle, josta ne voidaan helposti poistaa. Merkintäteipin tulee irrota lasin pinnasta helposti ja niin, että lasin pintaan ei jää jälkiä tai liimatahroja. Teippi ei saa aiheuttaa lasin pinnalla suuria lämpötilaeroja, jotka saattavat tehdä lasiin värieroja. Ikkuna- ja ovi-asennuksissa ja lasituksessa teippiä voidaan käyttää myös eri työvaiheiden ja valmiusasteiden merkintään. /1./

#### *Lopputarkistukset*

Ovi- ja ikkunatyö tarkistetaan itselle luovutuksen yhteydessä ennen tilaajan vastaanototarkastusta ja kohteen luovutusta. Ikkuna- ja ovikarmien pintojen sekä lasien tulee olla ehjiä ja puhtaita sekä sopimusasiakirjojen mukaisia. On tärkeää tarkistaa, että ik-

kunoiden ja ovien käynti on moitteetonta ja käsittely helppoa. Ovien tulee sulkeutua tiiviisti, ja käyntiä säädetään tarvittaessa. /1./

#### *Luovutus*

Tilajalle luovutetaan ikkuna- ja ovityön vastaanottotarkastuksessa ovien ja ikkunoiden asennuksen työnaikaiset laadunvarmistuskirjaukset sekä laadunvarmistustarkastusten ja -mittausten pöytäkirjat liitettäväksi työmaa-asiakirjoihin. Ovien, ikkunoiden ja lasien tuoteselosteet sekä huolto- ja kunnossapito-ohjeet luovutetaan liitettäväksi rakennuksen huoltokirjaan. /1./

#### 2.1.4 Ilmantiiveys

Sekä rakennusvaipan että tilojen välisten rakenteiden tulee olla niin ilmanpitäviä, että vuotokohtien läpi tapahtuvat ilmavirtaukset eivät aiheuta merkittäviä haittoja rakennuksen käyttäjille, rakenteille tai rakennuksen energiatehokkuudelle. Erityistä huomiota tulee kiinnittää rakenteiden liitosten ja läpivientien suunnitteluun sekä rakennustyön huolellisuuteen. /3, s. 10./

Hyvä ikkuna- ja oviasennuksen laatu vaikuttaa ratkaisevasti hyvän ilmatiiveyden saavuttamiseen. Asennuksessa ohjeiden noudattaminen ja huolellinen tekeminen takaavat laadun myös ilmatiiveydessä.

Hyvä ilmantiiveys on tärkeää, jotta varmistetaan talon vaipparakenteen kosteustekninen toiminta. Uudet talot rakennetaan entistä paremmin eristävin vaipparakentein. Onkin tärkeää estää hallitsemattoman vuotoliman kulkeutuminen rakenteen sisään, jotta vältetään kosteus- ja homevaurioriskeiltä. Tiiveysmittauksella voidaan paljastaa ilmavuotojen laajuus ja paikallistaa ne (Kuva 7.). /4./



Kuva 7. Kuvassa rakennuksen tiiveysmittauskalusto, jolla selvitetään ilmanvuodot

Hyvä tiiveys auttaa myös hyvän asumisviihtyvyyden saavuttamisessa. Kylmän ulkoilman virtaaminen sisätiloihin tulee estää, koska se aiheuttaa merkittävästi vedon tunnetta ja pahimmillaan aiheuttaa terveyshaittariskejä. Sisäilman laatua voidaan parantaa hyvällä ilmatiiveydellä, koska vedontunne vähenee ja mahdollisten homeiden, epäpuhtauksien ja haitallisten aineiden kulkeutuminen vaipparakenteista ja maaperästä sisäilmaan vähenee. /4./

Hyvä ilmanpitävyys parantaa rakenteiden kosteusteknistä toimintaa, koska kostea sisäilma ei pääse virtaamaan rakenteisiin ja toisaalta siksi, että kylmä ulkoilma ei pääse jäädyttämään rakennetta ja aiheuttamaan materiaalikerrosten välisiin rajapintoihin homeen kasvulle otollisia olosuhteita tai kosteuden tiivistymisriskiä. /4./

Hyvä ilmatiiveys vähentää energian kulutusta, koska vuotoilma ei pääse poistumaan rakennuksesta hallitsemattomasti. Pientaloissa laskennallinen kokonaisenergiankulutus lisääntyy keskimäärin 4 % jokaista ilmanvuotoluku n50–kokonaisuusyksikön lisäystä kohti. /4./

Rakennuksen ilmanvuotoluku n50 tarvitaan lähtötietona lämmöntarpeen laskennassa. Ilmanvuotoluku kertoo, montako kertaa rakennuksen ilmatilavuus vaihtuu tunnissa

vaipan vuotoreittien kautta 50 pascalin ali- tai ylipaineessa. Eli mitä pienempi ilmanvuotoluku, sitä parempi ilmatiiveys. Erinomainen arvo pientalossa on alle 1,0 1/h, normaali n. 3,0 1/h ja heikko n. 8 1/h. Kerrostaloissa ilmanvuotoluvun erinomainen arvo on alle 0,5 1/h, normaali noin 1,5 1/h ja heikko yli 4,0 1/h. Suuremmissa rakennuksissa ilmanvuotolukuarvot (n50) ovat yleensä hiukan parempia eli pienempiä. Jos rakennuksesta halutaan ns. passiivitalo, tulee ilmanvuotoluvun olla alle 0,6 1/h. /4./

## 2.2 Pintabetonilattiat

Pintabetonityö sisältää alustan tarvittavan pohjustuksen, raudoituksen ja pintabetonoinnin betoni- tai erityisbetonimassalla pintarakennevalmiiksi tai valmiiksi pinnaksi. Työhön kuuluu myös betonipinnan käsittelyt, betonoinnin jälkityöt ja jälkihoito, rakenteiden muottityö, syvennysten teko, liikunta- ja työsaumojen rakenteet, irrotuskaistat, reunatopparit sekä läpimenoareikien teko ja paikkaaminen. /5, s. 8./

Pohjustuksena käytetään pohjustusainetta, joka sivellään ennen valamista valettaville pinnoille tartunnan varmistamiseksi. Raudoituksella parannetaan pintabetonilattian ominaisuuksia halkeilua vastaan ja raudoitukseen voidaan sijoittaa mahdolliset lattialämmityskaapelit. Betonipinnan käsittelyllä voidaan lisätä pinnan kulutuskestävyyttä tai saada haluttu ulkonäkövaikutus pintaan. Jälkihoidolla huolehditaan pintabetonilattian optimaalisista sitoutumisolosuhteista ja saadaan näin aikaan laadukas lattia. Muottityöt ja siihen liittyvät työt rajaavat ja pitävät betonimassan ennen sen kuivumista hallinnassa.

Pintabetonoinnin asennustuotteita ovat esimerkiksi reunatopparit, irrotuskaistat, korkoruuvit, liikunta- ja työsaumarakenteet sekä jälkihoitoaineet. /5, s. 8./

Alkutilanteessa laatan alapuoliset rakenteet ovat valmiit. Raudoitus-, putki- ja sähkötyöt on tehty (Ks. Kuva 8.). Valualusta on siivottu. Betonoinnissa tarvittavat työvälineet ovat työmaalla valmiina käytettäväksi. /6./



Kuva 8. Pintabetonoinnin valmistelevat työt on tehty ja lattia on valmis valettavaksi

Työn lopputilanteessa pintabetonointi tai betonointi ja mahdollinen imukäsittely on tehty. Pinta on hierretty. Tarvittavat suojaukset ja jälkihoitotoimenpiteet on tehty (Ks. Kuva 9.). Työvälineet on puhdistettu. Työ on tarkastettu ja hyväksytty. /6./



Kuva 9. Pintabetonointi on suoritettu ja valun jälkihoito on käynnissä

Työhön liittyviä töitä ovat raudoitus, muotitus ja LVIS-asennukset. Pintabetonoinnin työryhmä on 2–3 työntekijää. /6./

### 2.2.1 Aloittavat työt

Aloittavat työt ovat erittäin tärkeä osa työn onnistuneen ohjaamisen ja loppuunsaattamisen kannalta. Pintabetonilattiatyöt alkavat aloittavilla töillä, joita ovat aloituspalaveri

ja työkohteen vastaanotto, materiaalien ja suunnitelmien tarkastukset, materiaalien ja koneiden siirrot, työnaikaiset suojaukset, korkomerkkien vaaitus ja johdinten paikkojen ja korkeusaseman mittauksen.

#### *Aloituspalaveri*

Aloituspalaveri antaa työn osapuolille yhteisen sävelen työn tekemiseen. Aloituspalaverissa käydään läpi betonityön aikataulu, kaluston, työvoiman, materiaalien ja tarvikkeiden saatavuus, suunnitelmat, betonointijärjestys, laatuvaatimukset ja työturvallisuus. Nosturille tehtyjen käyttökokeiden ja tarkastusten voimassaolo varmistetaan ennen työn aloittamista. /6./

#### *Työkohteen vastaanotto*

Työkohdetta vastaanottaessa tarkastetaan, että kohteen edeltävät työvaiheet ovat pin-tabetonityön edellyttämässä valmiudessa ja täyttävät suunnitelmien vaatimukset. Peit-tyvien rakenteiden tulee olla valmiit, tarkastettuja ja hyväksytyjä. Kohteen vastaanot-totarkastuksesta kirjoitetaan muistio, johon merkitään ylös havaitut virheet ja puutteet. Virheet ja puutteet korjataan ja tarkastetaan ennen töiden aloittamista. /6./

#### *Materiaalien ja suunnitelmien tarkastukset*

1. Suunnitteluasiakirjoja ovat
  - työselostus
  - rakennus- ja rakennesuunnitelmat (piirustukset, laskelmat yms.).
  
2. Tuotantosuunnitelmia ovat
  - aluesuunnitelma
  - aikataulusuunnitelma
  - nostosuunnitelma
  - betonointisuunnitelma, tehtäväsuunnitelma
  - putoamissuojaussuunnitelma.

### *Materiaalien ja koneiden siirrot*

Työssä tarvittavat koneet, kalusto ja materiaalit siirretään työkohteeseen. Koneiden ja laitteiden soveltuvuus tehtävään työhön sekä kunto tarkastetaan ennen niiden käyttöönottoa. Nosturille tehdään tarvittavat käyttöönotto- ja toimintatarkastukset ennen nosturin käyttöä ja tarkastuksista toimitetaan tieto päätoteuttajalle. /6./

### *Työnaikaiset suojaukset*

Likaantumiselle herkät pinnat kuten ikkunat ja ovet suojataan. Lisäksi voidaan suojata muitakin seinäpintoja, joille ei ole hyväksi betoniroiskeet. Joskus suojaus on helpoin tapa vähentää jälkitöitä, kuten roiskeiden lastaamista seinäpinnoilta. /6./

### *Korkomerkkien vaaitus ja johdinten paikkojen ja korkeusaseman mittaus*

Tasolaser asetetaan valettavan tilan sellaiseen laitaan, missä se ei ole tiellä. Vastaanottimeen asetetaan valukorko. Valettaessa käytetään tasolaserin vastaanotinta ja mittakeppiä koron tarkastamiseen.

Vaihtoehtoisesti voidaan valettavan tilan kulmiin ja seinille vaaita korkomerkit noin 2 m:n välein. Saman jaon mukaan myös keskelle huonetta asennetaan mittarimat, joihin vaaitaan korkomerkit. Rimat kiinnitetään kattoon tai pingotetaan katon ja lattian väliin, jolloin ne pitää poistaa valun edetessä. /6./

## 2.2.2 Betonointi

Kun valetaan betonipinnan päälle, alusta puhdistetaan huolellisesti tartuntaa heikentävistä aineista ja sementtiliimasta. Mahdolliset vesilammikot poistetaan. Betonipintaan harjataan tartunnan parantamiseksi vetelä, hienorakenteinen betonilaasti ristikkäisin vedoin. Tartunnan parantamiseksi voidaan laastin seassa käyttää myös polyvinyyliseaattia. Tartuntalaasti ei saa kuivahtaa ennen pintamassan levitystä. /6./

Teräsverkolla raudoitettuna voidaan valaa eristeen päälle. Raudoitettavan pintalaatan teräsverkko asennetaan eristeiden päälle välikkeiden varaan irti eristeen pinnasta. Ver-

kon sijainti tarkistetaan valun yhteydessä, sillä verkon tulee sijaita laatussa rauditus-suunnitelmien mukaisesti vielä betonoinnin jälkeenkin. Verkotuksen jälkeen valetaan laatta (Kuva 10.). Betonimassa voidaan myös valaa ensin puoleen laatan paksuudesta, jonka jälkeen teräsverkko asennetaan betonin päälle ja valua jatketaan lopulliseen korkeuteen. /6./



Kuva 10. Betonimassaa pumpataan valuun

Korkomerkkien välillä johteet tasataan korkolautaa hyväksi käyttäen. Johteiden väliin betonimassa otetaan tasaisena kerroksena. Massa tasataan karkeasti lapiolla ja tarkemmin oikolaudalla oikeaan korkeuteen (Kuva 11.). Massa tiivistetään täryttämällä. Lattiakaivojen kohdalla oikolaudan toinen pää on kaivon ja toinen johteen päällä. Oikolautaa pyöritetään ympyrän kehän suuntaisesti oikean kallistuksen aikaansaamiseksi. /6./



Kuva 11. Massa tasataan karkeasti lapiolla ja tarkemmin oikolaudalla



### *Käsinhierto*

Hierto aloitetaan poistumissuuntaan nähden etäisimmästä kohdasta. Kuivuneimmat kohdat, kuten seinän vierustat ja lämpöputkien ympäristöt, tulee hierontaa ensin. Muuten edetään järjestelmällisesti poistumissuuntaan. Ensin hierretään puuhiertimellä niin laajalta alueelta kuin yletetään. Heti sen jälkeen samasta paikasta hierretään teräshiertimellä (Kuva 12.).



Kuva 12. Lattiaa hierretään käsin, ensin puuhiertimellä ja sitten teräksellä

### *Konehierto*

Hierto aloitetaan käsin seinien, pilarien ja saumojen vierustoilta, koska koneella ei niihin päästä. Konehierto tehdään kolmessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa tehdään tasoitushierto levyhiertokoneella (ks. Kuva 13.). Toisen vaiheen hierto tehdään siipihiertokoneella pienellä siipikulmalla. Tarkoituksena on nostaa mahdollisimman paljon kivipintaa kulutuspinnaksi. Viimeisessä vaiheessa hierretään suurella siipikulmalla tavoitteena saada mahdollisimman tiivis pinta. /6./



Kuva 13. Koneellinen hierto suoritetaan hiertokoneella

### 2.2.3 Lopettavat työt

Hierron jälkeen kalusto puhdistetaan ja pestään huolellisesti, jotta niitä voidaan käyttää tulevaisuudessakin tehokkaasti.

Betonille edulliset kovettumisolosuhteet turvataan vastavaletun betonin jälkihoidoilla, joita ovat

- riittävän kosteuden turvaaminen lujuuden kehitystä varten
- oikean ja riittävän lämpötilan varmistaminen
- rakenteen kuivatus pinnan jatkokäsittelyä varten.

Lattiat kostutetaan sumuttamalla pinnalle vettä mahdollisimman pian valun jälkeen. Kostutus on syytä aloittaa viimeistään valua seuraavana aamuna, jolloin myös levitetään lattian pintaan muovikelmut veden haihtumisen estämiseksi. Päällystettävät lattiat voidaan myös käsitellä heti hierron jälkeen ruiskutettavalla suojanesteellä. Nesteen tulisi olla värillistä, jotta syntyvän suojakalvon eheys voidaan todeta. /6./

### 2.2.4 Laatuvaatimukset

Pintalaatan muodon, suunnan ja kaltevuuden tulee olla suunnitelmien mukaiset. Mahdollinen lattialämmitys on asennettu suunnitelmien mukaisesti. Betonin pinta, liikunta- ja työsaumat sekä irrotuskaistat ovat suunnitelmien mukaiset. /7, s. 117./ Märkätilojen

lattian suositeltava kaltevuus lattiakaivoon päin on pinta-alaltaan tavanomaisissa kylpyhuoneissa 1:80 ja suihkun alueella 1:50. Vähimmäiskaltevuuden pesuhuoneessa on oltava kauttaaltaan 1:100. /2, s. 25./

Betonilattioiden luokitusjärjestelmä sisältää sellaiset yleiset laatutekijät, joilla on tärkeä merkitys lattian kestävyydelle tai käytölle. Laatutekijät ovat sellaisia suureita, jotka on mahdollista mitata lattiasta. Laatutekijät luokitellaan seuraavasti:

- Tasaisuus ilmoitetaan kirjaimin A<sub>0</sub>, A, B ja C, joista A<sub>0</sub> on vaativin (Taulukko 1.).
- Kulutuskestävyys esitetään numeroin 1, 2, 3 ja 4, joista luokka 1 on vaativin.
- Muut laatutekijät ilmoitetaan betonin lujuusluokan vastaavina numeroarvoina 60, 50, 40 ja 30, joista luokka 60 on vaativin. /8, s. 404./

Taulukko 1, Betonilattioiden sallitut tasaisuuspoikkeamat. Mittausluokka on kahden pisteen välimatka, joiden välistä poikkeamaa tarkistetaan. /8, s. 407./

Tasaisuuspoikkeama	Mittausluokka L (mm)	Suurin sallittu poikkeama (mm)			
		A <sub>0</sub>	A	B	C
Hammastus		0	0	1	1
Poikkeama vaakasuorasta tai nimelliskaltevuudesta	Enintään 200	1	2	3	4
	Enintään 700	2	4	6	8
	Enintään 2000	4	7	10	14
	Enintään 7000	7	10	14	20
	Yli 7000	10	14	20	28

### 2.3 Betonin kosteuden hallinta

Betonirakenteet voivat sisältää rakennusvaiheessa paljon kosteutta. Betonin sisältämä kosteus voi aiheuttaa vaurioita betoniin kosketuksissa oleviin muihin materiaaleihin. Yleisimpiä betonin kosteuden aiheuttamia vaurioita ovat lattiapäällystevauriot. Päällystevaurioita voivat olla päällysteen irtoaminen, värjäytyminen ja kemiallisten hajoamisreaktio-tuotteiden haihtuminen sisäilmaan. Hajoamisreaktiotuotteet voivat aiheuttaa ihmisille terveysongelmia. /9, s. 87./

Betonin kosteus on peräisin betonin valmistamiseen käytetystä vedestä. Tuoreen betonin suhteellinen kosteus (RH) on noin 100 %. Kun betoni on kovettunut, RH on 90 % ja 98 % välillä riippuen betonilaadusta. Kovettumisen jälkeen betoniin jää vielä kosteutta, joka ajan myötä saavuttaa tasapainotilan ympäristön kanssa (esim. 50-60 % RH). /9, s. 87./

Rakentamisen aikana betonin ei tarvitse kuivua tasapainokosteuteen ympäristönsä kanssa. Betonin tavoitekosteuden asettavat päällystemateriaalit. Useimmat päällystemateriaalit edellyttävät, että alustana olevan betonin RH on enintään 80-90 %. Betonin kuivumisnopeuteen vaikuttavat mm. betonilaatu, rakenteen paksuus, kuivumissuunnat sekä erityisesti kuivumisolosuhteet. /9, s. 87./

### 2.3.1 Betonin kovettuminen ja kuivuminen

Betonin valmistamisessa käytetään vettä ja sementtiä, jotka yhdessä muodostavat sementtiliiman. Sementtiliima sitoo runkoainepartikkelit toisiinsa betonin kovettuessa. Normaaleilla sementeillä sitoutumisreaktio on suurimmaksi osaksi tapahtunut noin 15 vuorokauden kuluessa, mutta senkin jälkeen reaktio jatkuu hyvin hitaasti. Osa alkupe-  
räisestä veden määrästä seoksessa sitoutuu kemiallisesti kovettumisreaktiossa. Vesimäärän vähenemistä, mikä johtuu veden kemiallisesta sitoutumisesta sementtiin hydrataatioreaktiossa, kutsutaan sitoutumiskuivumiseksi. /9, s. 87./

Kaikki vesi ei kuitenkaan kulu kovettumisreaktiossa (hydrataatiossa), vaan betoniin jää paljon vapaata, haihtumiskykyistä vettä. Tämä vesi puolestaan haihtuu rakenteesta kunnes betonin suhteellinen kosteus on saavuttanut tasapainotilan ympäristönsä kanssa. /9, s. 88./

### 2.3.2 Betonin kuivumiseen vaikuttavat tekijät

Betonin ominaisuuksilla, rakenneratkaisuilla ja ympäristöolosuhteilla on merkittävä vaikutus siihen, miten betoni kuivuu eli saavuttaa tasapainokosteuden ympäristönsä kanssa. /9, s. 89./

Betonin ominaisuudet vaikuttavat siihen, miten paljon betonista pitää haihtua kosteutta tietyn kosteustilan saavuttamiseksi ja miten nopeasti haihtuminen tapahtuu. Haihtumisnopeuteen vaikuttaa enimmäkseen betonin huokosrakenne. Lisäksi alhainen vesisementtisuhde nopeuttaa betonin kuivumista. Alhainen vesisementtisuhde hidastaa käytännössä haihtumista, mutta sitoutumiskuivumisen osuus on niin suuri, että betonin suhteellinen kosteuspitoisuus laskee 90 %:iin ilman veden haihtumista. Lisäksi kuivumiseen voidaan vaikuttaa käyttämällä erilaisia notkistimia ja huokostimia, jotka nopeuttavat betonin kuivumista. /9, s. 90./

Rakenneratkaisu vaikuttaa sen, miten pitkän matkan kosteus joutuu siirtymään betonissa, ennen kuin se pääsee haihtumaan betonin pinnalta. Kuivuminen hidastuu huomattavasti, jos haihtuminen on mahdollista vain yhteen suuntaan. Liittolevyrakenteet ovat hyvä esimerkki yhteen suuntaan tapahtuvasta kuivumisesta. /9, s. 90./

Olosuhteet vaikuttavat suuresti betonin kuivumisnopeuteen. Ympäristön lämpötila, suhteellinen kosteuspitoisuus ja ilmavirrat vaikuttavat siihen, miten nopeasti betonirakenteen pinnalla oleva kosteus haihtuu ja rakenteen sisällä oleva kosteus siirtyy pintaan. /7, s. 90./

### 2.3.3 Betonin kosteuden mittaus ja kuivatustoimenpiteet

Ennen betonirakenteen päällystämistä tai pinnoittamista täytyy mittaamalla varmistaa, että rakenteen kosteuspitoisuus on päällystysmateriaalin edellyttämän suurimman sallitun arvon alapuolella.

Betonirakenteiden päällystettävyyssmittaukset tehdään ennen päällystystöihin ryhtymistä. Kuivumista rakenteissa kannattaa kuitenkin seurata ennen varsinaista päällystettävyyssmittausta. Seurantamittausten avulla voidaan tarkkailla, onko kuivuminen suunnitellussa aikataulussa ja voidaanko päällystäminen aloittaa ajoissa vai täytyykö tehdä kuivatustoimenpiteitä. /8, s. 435./

## 2.4 Yhteenveto

Työvaiheiden työmenetelmät noudattivat tutkimuksessa rakenteeltaan samaa kaavaa. Työ alkavat aloittavilla töillä, joiden jälkeen tulevat varsinainen työsuoritus ja lopuksi esitellään lopettavat työt. Aloittavat työt ovat töitä, jotka mahdollistavat varsinaisen työn laadukkaan toteuttamisen. Aloittavat työt valmistavat työsuoritukseen. Tämän jälkeen työsuoritus kuvailaan vaiheittain työsuoritusluvussa. Lopettaviin töihin kuuluvat tehtävät, jotka mahdollistavat seuraavan työvaiheen ongelmattoman aloittamisen. Lopettavissa töissä huolehditaan, että työkohde jää siistiksi ja tehdään tarvittavat tarkastukset ja luovutetaan kohde työn teettäjälle.

Työmenetelmien jälkeen kuvailaan menetelmiin liittyvät laatuvaatimukset ja niiden vaikutus työhön. Ikkuna- ja ovi-asennuksessa esitellään ilmantiiveyden vaikutusta rakentamisessa. Pintabetonointitöissä eriteltiin betonilattian pinnan laatuvaatimuksia ja kosteuden vaikutusta pintabetonilattiaan.

### 3 Ikkuna- ja ovi-asennuksen sekä kaatolattiatöiden vakiointi asuntorakentamisessa

Materiaalia ja tietoa työvaiheista kerättiin lähettämällä sähköpostikyselyitä, käymällä työmailla vierailuilla ja haastatteleamalla työmaahenkilökuntaa. Haastatteluissa pyrittiin löytämään yksinkertaisia ja laatua varmistavia työtapoja töiden toteuttamiseen. Lisäksi tutkittiin aiheeseen liittyvää kirjallisuutta. Tuloksena syntyivät työohjeet ja työohjevideot ikkuna- sekä ovi-asennustöistä ja pesuhuoneiden kaatolattiatöistä.

#### 3.1 Ikkuna- ja ovi-asennustyö

Työn yhtenä tuloksena syntyi ikkuna- ja ovi-asennustyöohje, jota tullaan käyttämään NCC Rakennus Oy:n rakennustyömaiden työnjohdon apuvälineenä. Työohjeessa on pyritty keskittymään työn lopputuloksen kannalta tärkeimpiin virheitä vähentäviin työtapoihin ja tekniikoihin. Ohjeessa on pyritty esittämään ne kohdat, mihin työtä tehdessä ja johdettaessa tulisi kiinnittää erityistä huomiota ja huolellisuutta.

Työohjeen lisäksi työssä mietittiin työvaiheen liittymistä muihin työvaiheisiin. Ikkunoita ja ovia on pääsääntöisesti aikaisemmin asennettu vasta, kun talon runko on kokonaan valmis. Ikkunat olisi kuitenkin paras asentaa suoraan rungon mukana, sitä mukaa kun kerroksen ulkoseinäelementit on asennettu. Näin toimien saadaan talvella nopeasti lämmöt päälle. Lisäksi ikkunat eivät ole tiellä kerroksissa muita työvaiheita haittaamassa.

##### 3.1.1 Ikkuna- ja ovi-asennustöihin liittyvät haastattelut

NCC Rakennus Oy:lle projektityötä tehneet Mikko Kiiveri ja Marko Jussila haastattelivat Fenestra Oy:n asennuspäällikkö Mika Taskista maaliskuussa 2011. /10./ Tässä muutama huomio Taskiselta:

- Uretaanivaahdon paksuus karmissa on 2/3 karmin syvyydestä, mutta vähintään 100 mm.

- Asennuskiilat on pakko jättää rakenteeseen tiettyihin kohtiin, jolloin ne tukevat ovikarmeja sekä suuria ikkunoita.
- Kiilojen kohtien tiivistämiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota.
- Kiilojen sijaan olisi hyvä käyttää vanerilappuja, jotka jäävät kokonaan karmin sisälle.
- Vanerilappujen kanssa työskentely on kuitenkin hieman työläämpää.
- Bitumikaistaa on hyvä käyttää parvekeoven kynnyksen alla.
- Ovien karmit tulisi tilkitä vaahdolla.
- Kun ovi on asennettu oikein, se ei pääse liikkumaan eikä ruuveja tarvitse säätää ajan kuluessa.
- Vaahtoa ei voida käyttää, jos asennusvara on alle 8 mm.
- Metallisia karmikenkiä käytettäessä ei tarvita kiiloja.
- Kuumasinkittyjä ruuveja on käytettävä poratessa ikkunakarmia kiinni karmikenkiin, koska ruostumattomasta teräksestä tehdyt ruuvit eivät kestä.

Mika Taskisen havainnot otettiin huomioon työohjetta tehdessä. Polyuretaanivaahdon käyttäminen ovien karmien tiivistämisessä hylättiin, koska usein ovia kuitenkin joudutaan säätämään ja vaahdotuksen jälkeen se ei ole mahdollista.

Lisäksi vierailtiin NCC Rakennus Oy:n asuntorakentamisen työmailla. Työmaavierailujen yhteydessä tehdyissä kyselyissä todettiin työohje päteväksi ja työmaakäyttöön soveltuvaksi.



### 3.1.2 Ovi- ja ikkuna-asennustyöohje

#### ALOITTAVAT TYÖT

##### *Aloitusedellytysten varmistaminen*

Ennen työn aloittamista järjestetään aloituspalaveri, jossa sovitaan työn toteutukseen liittyvät asiat. Aloituspalaverissa käydään läpi ovi- ja ikkunatyön aikataulu, kaluston, työvoiman, materiaalien ja tarvikkeiden saatavuus, suunnitelmat, asennusohjeet ja -järjestys, laatuvaatimukset ja työturvallisuus. Tarkistetaan suunnitelmien toteutuskelpoisuus.

##### *Työntekijän perehdyttäminen*

Asennustyöryhmä perehdytetään työkohteeseen ja työmenetelmiin. Asennustyöryhmälle selvitetään työvaiheiden laatuvaatimukset ja niiden varmistamismenetelmät sekä menetelmä-, kohde- ja tuotekohtaiset työturvallisuustoimenpiteet. Asennustyöryhmä on selvillä asennusjärjestyksestä ja aikataulusta. Perehdytys tehdään työmaakohtaisen suunnitelman mukaan.

##### *Mestän vastaanotto*

Työkohdetta vastaanottaessa tarkistetaan, että kohde on valmis ikkuna- ja ovityötä varten ja täyttää suunnitelmien vaatimukset. Oviin ja ikkunoihin liittyvien rakenteiden tulee olla valmiina tarkastettuina ja hyväksytyinä. Mestän vastaanottotarkastuksessa merkitään ylös mahdolliset virheet ja puutteet, jotka korjataan ennen töiden aloittamista. Mestän vastaanotossa tarkistetaan ikkuna-aseman sijainti sekä ikkunakarmin korot. Tässä vaiheessa tarkistetaan myös ikkuna- ja oviaukkojen mitat, vaaka- ja pystysuoruus sekä aukkojen kulmat.

##### *Olosuhteet*

Olosuhteet asennuspaikalla tulee järjestää sellaiseksi, että työssä saavutetaan vaadittu laatutaso. Vallitsevien sääolosuhteiden vaikutus asennukseen ja nostotyöhön selvite-

tään ennen töiden aloittamista. Varmistetaan, että asennusolosuhteet vastaavat materiaalien (lämpö, kosteus) ja turvallisuuden (sähkö, valaistus, siisteys) vaatimuksia.

### *Suojaus*

Asennustyön keskeytyksen ajaksi suojataan asennuskohde asiallisella tavalla. Huolehditaan, ettei seinärakenteisiin pääse kosteutta aukon ollessa auki. Tarvittaessa työn keskeytyksien ajaksi huolehditaan myös aukkojen putoamissuojauksesta.

### *Materiaalin vastaanotto*

Ovet ja ikkunat varastoidaan tasaiselle alustalle kuivaan tilaan aluspuiden varaan (Kuva 14.).



Kuva 14. Ikkunat on varastoitu kuivaan tilaan aluspuiden varaan

Ovi- ja ikkunatoimitusta vastaanottaessa tarkistetaan toimituksen sisältö, kunto, onko ikkuna oikeassa tilassa ja tilauksenmukaisuus. Toimituksesta tarkastetaan, että ovet ja ikkunat ovat suunnitelmien ja sopimusten mukaisia. Pakkausten merkinnöistä tulee selvittää ovien ja ikkunoiden tyypit, mitat, sijaintimerkinnät, laatu ja tarvittaessa asennusohjeet.

## IKKUNA-ASENNUS

Asentaja avaa ikkunapakkauksen ja tarkastaa ikkunoiden virheettömyyden. Hän kirjaa ylös kaikki mahdolliset puutteet ja vauriot. Ikkunapakkausta avatessaan asentaja varmistaa, että pakkauksessa on suunnitelman mukaiset ikkunat. Ikkunan sisä- ja ulkopuite irrotetaan karmista asennuksen ajaksi (Kuva 15.) ja lasketaan varovasti aluspuiden varaan seinää vasten.



Kuva 15. Puitteet irrotetaan karmista asennuksen ajaksi

Asentaja tarkastaa, että asennusaukon alusta on puhdas, kuiva ja tasainen, eikä siinä ole mitään sellaisia aineita, jotka voivat haitata ikkunan kiinnitystä tai saumausta (Kuva 16.).



Kuva 16. Asennusaukon alustan tulee olla puhdas, kuiva ja tasainen

Ikkuna-aukon pysty- ja vaakasuoruus tarkastetaan vatupassilla (Kuva 17.) ja aukon ristimitan pitävyys mitataan.



Kuva 17. Ikkuna-aukon suoruus tarkastetaan vatupassilla

Ikkunan alapuolelle asennetaan apukarmiin leveäkantaiset säätöruuvit ja tarkastetaan vatupassilla, että ne ovat vaakasuorassa (Kuva 18.).



Kuva 18. Apukarmiin asennetaan leveäkantaiset ruuvit kiilaaman ikkuna oikeaan asemaan

Karminkiinnityksen pystypuuhun asennetaan myös leveäkantaiset säätöruuvit, joiden kantojen pinnat ovat toisiinsa nähden pystysuorassa. Säätöruuveja käyttämällä saadaan aikaiseksi suorakulma ikkuna-aukon toiseen laitaan. Tämä helpottaa ikkunan oikeaa asentamista ja varmistaa ikkunapuitteen suorakulmaisuuuden asentamisvaiheessa. Ikkunakarmiin porataan tarvittaessa ruvinreiät kiinnitystä varten. Karmin paikka merkataan ikkuna-aukkoon tai määritellään sapluunalla (Kuva 19.).



Kuva 19. Karmin syvyysasema aukossa voidaan merkitä tai määrittää sapluunaa käyttämällä riippuen elementin tyypistä

Karmi nostetaan ikkuna-aukkoon ja laitetaan asennuskiilat karmin reunoihin ylä- ja alakulmiin pitämään karmi paikoillaan ennen säätökarmiruuvien kiristämistä. Kiilojen tulee olla aivan karmin kulmissa, jotta ne tukevat karmia parhaiten, eivätkä kulmat aukea (Kuva 20.).



Kuva 20. Asennuskiilojen asennus

Ikkunakarmi ruuvataan kiinni apukarmiin säätökarmiruuveilla tai koolausruuveilla. Jos käytetään koolausruuveja, on karmin vääntymisen estettävä kiilaamalla myös ruuvien kohdalta (Kuva 21.)



Kuva 21. Karmin vääntyminen estetään kiilaamalla

Tukikiilat asennetaan alimman saranan kohdalle ja vastakkaiselle puolelle yläkulmaan (Kuva 22.).



Kuva 21. Rakenteeseen jätettävät tukikiilat asennetaan saranan puolelle karmin alakulmaan ja vastakkaiselle puolelle yläkulmaan

Kiinnityksen jälkeen ikkunakarmin ristimitta ja vaaka- sekä pystysuoruus tarkastetaan. Ikkunan ulko- ja sisäpuitteet nostetaan ja laitetaan paikoilleen saranatapeilla (Kuva 23.).



Kuva 22. Ikkunan puitteet nostetaan paikoilleen

Ikkunan tiivisteiden kunto tarkastetaan kädellä kokeilemalla ja silmämääräisesti. Tiivisteiden on oltava ehjät ja jatkuvat. Liimauksen on oltava tarttuva. Ikkunan käynti ja lukituksen toimivuus testataan. Uretaanivaaho laitetaan karmin ja kiinnityspuun väliin (Kuva 24.).



Kuva 23. Uretaanivaahtoa laitetaan karmin ja kiinnityspuun väliin

Uretaania laitetaan juuri sen verran, että saumanauha ja kitti mahtuvat myös samaan rakoon (2/3 karmin paksuudesta). Uretaanivaahtoa ei pidä leikata, koska leikatessa sen höyrynsulkuominaisuus katoaa. Talvella käytetään pakkasen kestävää uretaania. Silloin vaahto kiinnittyy kunnolla. Ikkunakarmin ja ulkoseinän väliin asennetaan saumanauha. Karmin ja seinän välit kitataan ja lopuksi kitti tasoitetaan (Kuva 25.).



Kuva 24. Karmin ja seinän välit kitataan

Ikkuna-asennus on valmis, kun ikkunakarmit on suojattu. Lopuksi kaikki ylijäämätavarat ja jätteet lajitellaan ja paikka jätetään siistiksi seuraavaa työvaihetta varten.

## OVIASENNUS

Asentaja tarkastaa, että ovielementit ovat kunnossa kuljetuksen jäljiltä, ja samalla hän varmistaa, että asennukseen menevä ovi on sama kuin piirustuksiin merkitty. Kaikki puutteet ja vauriot kirjataan ylös. Ovilehdet irrotetaan karmista asennuksen ajaksi ja lasketaan varovasti aluspuiden varaan seinää vasten (Kuva 26.).



Kuva 25. Ovilehti nostetaan aluspuiden päälle

Asennusaukon alustan on oltava puhdas, kuiva ja tasainen. Oviaukon pystysuoruus tarkistetaan vatupassilla ja oviaukon ristimitan pitävyys varmistetaan mittaamalla. Asennuspalat laitetaan oven kynnyksen alle reunoihin ja keskelle sekä huomioidaan



kynnyksen korkeus valmiista lattian pinnasta (enintään 20 mm). Vatupassilla tarkistetaan, että palat ovat vaakasuorassa (Kuva 27.).



Kuva 26. Kynnyksen alle laitettavien asennuspalojen vaakasuoruus tarkastetaan

Karmin sijainti oviaukossa merkataan tai käytetään sijainnin määrittämiseen sapluunaa ja nostetaan karmi paikoilleen oviaukkoon (Kuvat 28. ja 29.)



Kuva 27. Karmi nostetaan asennuspalojen päälle oviaukkoon



Kuva 28. Oven sijainti aukossa määritetään elementin tyypin vuoksi tässä kuvassa sapluunaa käyttämällä

Oven karmiin porataan ruuvinreiät kiinnitystä varten, jos niitä ei ole valmiina. Asennuskiilat laitetaan ovikarmin yläreunoihin (Kuva 30.).



Kuva 29. Asennuskiilat asennetaan karmin reunoihin asennuksen ajaksi

Asennuksen tässä vaiheessa katsotaan karmin oikea sijainti oviaukossa ja karmi keskitetään oviaukkoon puukiiloja napauttamalla. Ovikarmi ruuvataan kiinni aukkoon, siten että karmin ja seinän väliin jää tasainen rako karmin molemmin puolin (Kuva 31.).



Kuva 30. Ovikarmi ruuvataan kiinni apukarmeihin

Säätökarmiruuviin käyttäminen mahdollistaa ruuvien kiinnitysvaiheen turvallisen kiristämisen, koska säätökarmiruuvit eivät vedätä puuta.

Tukikiilat asennetaan alimman saranan kohdalle ja vastakkaiselle puolelle yläkulmaan (Kuva 32.).



Kuva 31. Tukikiilat asennetaan valmistajan ohjeiden mukaan alimman saranan kohdalle ja vastakkaiselle puolelle yläkulmaan

Kiinnittämisen jälkeen tarkastetaan uudelleen ovikarmin ristimita ja vaaka- sekä pystysuoruus. Ulkopuolinen ovilehti nostetaan paikalleen ja käynti ja lukitus testataan ja säätökarmiruuveja kiristämällä tai löysäämällä tarvittaessa (Kuva 33.).



Kuva 32. Kuvassa ovilehdet nostetaan paikoilleen, jonka jälkeen karmiruuveja säädetään tarvittaessa

Sisäpuolinen ovilehti asennetaan paikalleen ja oven tiivisteiden kunto tarkastetaan silmä määrällisesti ja kädellä kokeilemalla. Tiivisteiden on oltava ehjät ja jatkuvat, ja niiden liimauksen on oltava tarttuva. Ovikarmin ja ulkoseinän väleihin laitetaan mineraalivillakaistaleet. Kynnyksen alusta eristetään polyuretaanivaahdolla, koska se tukee kynnystä paremmin kuin villa. Polyuretaanin käyttäminen eristeenä pystykarmien välissä ei ole suositeltavaa, koska oven säätäminen myöhemmin vaikeutuu. Ovikarmin ja ulkoseinän, sekä kynnyksen ja lattian väliin laitetaan saumanauhat ja välit kitataan sekä lopuksi kitti tasoitetaan (Kuva 34.).



Kuva 33. Lopuksi karmin välit kitataan ja kitti tasoitetaan

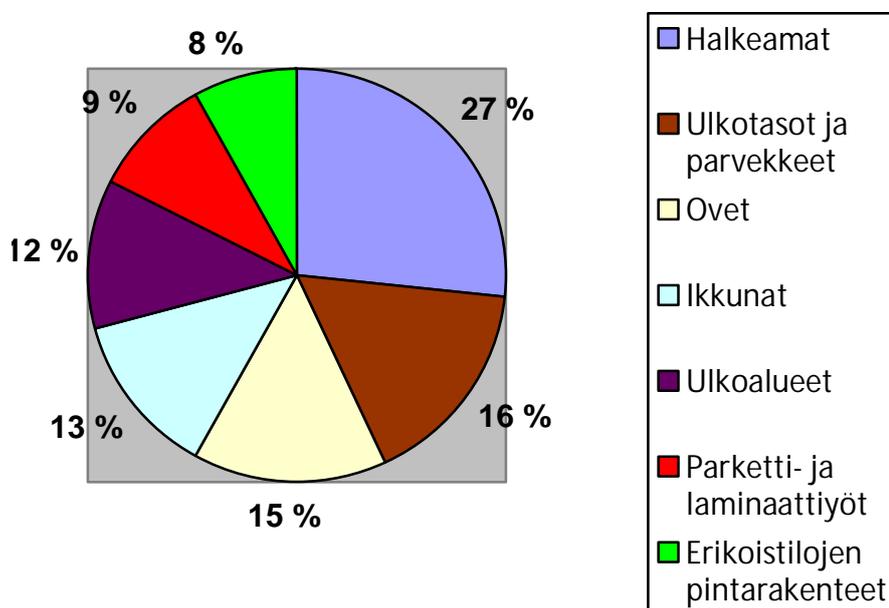
## LOPETTAVAT TYÖT

Asennuksen jälkeen karmit ja kittaussaumot suojataan suojausteipillä, josta ei jää liimajälkiä. Kynnykset suojataan kovalevyn palalla ja teipillä tai erillisillä metallisuojuilla.

Lopuksi kaikki ylijäämätavarat ja jätteet lajitellaan ja paikka jätetään siistiksi seuraavaa työvaihetta varten.

### 3.1.3 Yleisimmät virheet vuosikorjauksessa

Ikkuna- ja oviasennuksen osuus NCC Rakennus Oy:n asuntorakentamisen työmailla vuosina 2008 ja 2009 kaikista vuosikorjauksessa havaituista kalleimmista virheistä oli 24 %. Ikkuna-asennuksen osuus oli 11 % ja oviasennuksen osuus oli 13 % (ks. Kuva 35.). /11./



Kaavio 35. Vuosikorjauksissa 2008-2009 havaitut kalleimmat virheet NCC Rakennus Oy asuntorakentamisen työmailla. /11./

Virheet voidaan jakaa työvirheisiin ja materiaalivirheisiin. Työvirheitä saattavat olla työn jäljen heikko taso, karmiliitokset voivat olla irti, eristykset voivat olla puutteellisia, parvekeovien säätöä ei voida tehdä enää vaahdotuksen jälkeen, kiilojen ja asennuspalojen jääminen eristeen ulkopuolelle ja kynnykset antavat periksi. Materiaalivirheitä voivat olla erilaiset epäpuhtaudet, lämpövuodot ikkunarakenteessa, kosteusvuodot, erilaiset esteettiset virheet ja ikkunapellin asentamisen voi olla vaikeaa.

### 3.1.4 Työtavan valinnan syyt ja syntyneet kehitysideat

Ikkuna- ja oviasennustyöohjetta kehitettiin, jotta asentaminen olisi mahdollisimman helppoa ja nopeaa. Asennuksen laatuun kiinnitettiin erityistä huomiota. Virheiden korjaus vie aikaa ja on kallista. Koska jatkossa asuntorakentamisen työmailla tullaan käyttämään vakioituja työtapoja, on työtavan kehittäminen tärkeää.

Työohjeessa päädyttiin käyttämään puista apukarmia karmikenkien sijaan. Karmikenkien laatu ei aina vastaa sitä laatua, mitä asennukselta vaadittaisiin. Kertopuiseen apukarmiin karmin kiinnittäminen on huomattavasti helpompaa. Apukarmeihin voidaan asentaa kiilausruuvit, joilla on helppo varmistaa asennuksen pystysuoruus ja suorakulmaisuus. Ikkunat kiilataan kulmista, jotta karmiliitokset eivät aukea ruuveja kiristettäessä, eivätkä karmit väänny.

Ovien asennuksessa kynnyksen kestävyys tulee kiinnittää huomiota, jotta kynnyks ei halkea ja vääntyile astuttaessa. Ovien kynnyksen alle laitetaan asennuspalat keskelle ja laidoille. Lisäksi kynnyksen alle ruiskutetaan polyuretaania. Ovien asennuksessa käytetään säätökarmiruuveja, joilla ovien säätäminen myöhemmin on helpompaa ja varmempaa. Oven eristämiseen käytetään mineraalivillaa polyuretaanivaahdon sijasta, jotta oven myöhempi säätäminen on mahdollista.

### 3.2 Pesuhuoneen pintabetonilattiat

Työn yhtenä tuloksena tehtiin pesuhuoneiden kaatolattiatyöohje, jota tullaan käyttämään NCC Rakennus Oy:n työnjohdon apuvälineenä. Työohjeessa on pyritty keskittymään työn lopputuloksen kannalta tärkeimpiin virheitä vähentäviin työtapoihin ja tekniikoihin. Ohjeessa on pyritty esittämään ne kohdat, mihin työtä tehdessä ja johdattaessa tulisi kiinnittää erityistä huomiota ja huolellisuutta.

Työohjeen lisäksi työssä mietittiin työvaiheen liittymistä muihin työvaiheisiin. Pesuhuoneen kaatolattioita on NCC:ssä tehty usein väliseinätöiden jälkeen. Tutkimuksessa tulitiin siihen tulokseen, että kaatolattiavalu on paras tehdä ennen väliseinätöitä. Silloin plaanovalun tekeminen onteloiden päälle on mahdollista tehdä ennen väliseinätöitä. Kun plaanovalut on tehty, tasaiset lattiapinnat mahdollistavat paremman siivouksen

tason seuraavien työvaiheiden aikana ja siten lisäävät työturvallisuutta. Lisäksi väliseinätyöt on helpompi tehdä valmiiksi valetun pinnan päältä ja työn joutuisuus lisääntyy.

### 3.2.1 Kaatovalulattioihin liittyvät haastattelut ja työmaavierailut

Pesuhuoneiden lattioiden valamisen ja sementtiliiman hiomisen jälkeen lattioiden pinnoitus ei useinkaan ole mahdollista ilman huomattavia jälkitöitä. Lattian tasoittaminen valutöiden jälkeen, joko lattian pinnan epätasaisuuden tai kaatojen riittämättömyyden takia, on kallista ja vie aikaa. Kysymyksillä haettiin keinoja jälkitöiden poistamiseen kaatolattiavaluissa. Lisäksi haluttiin selvittää paras mahdollinen työjärjestyksen vaihe toteuttaa pesuhuoneiden kaatovalut.

Kaatovalulattioihin liittyvissä haastatteluissa pyrittiin selvittämään, millä tavoin valutopparit tulisi toteuttaa ja millä tavoin valuun tulevat viemärit sekä lattiakaivon säätäminen ennen valua on tehtävä. Valutopparien helppokäyttöisyys valamisen aikana vaikuttaa ratkaisevasti työn lopputulokseen valajien ammattitaidon lisäksi.

Sähköpostikyselyn kysymykset:

1. Missä työmaan vaiheessa pesuhuoneiden kaatolattiatyöt tulisi mielestäsi tehdä?
2. Millä tavoin valutopparien tekeminen on mielestäsi paras toteuttaa?
3. Mitä kokemuksia sinulla on erilaisista valutoppareista?

Paras vaihe valamiselle haastatelluiden mielestä on, kun kerroksen vaippa on kiinni ja voidaan luoda olosuhteet laadukkaalle valutyölle. Valut tulisi tehdä myös ennen plaanolattioiden valamista, jotta ei tarvitse tehdä ylimääräisiä muotteja kololaatan ympärille.

Vastauksien joukosta valittiin kehitettäväksi topparien tekotapa, joka eniten vähentää jälkitöitä ja lisää siten työnlaatua ja mittatarkkuutta. Topparien tekotavaksi otettiin kantattu peltilista, joka kiinnitetään kierretangolla ja tuplamutterilla kololaatan pohjaan. Tapaa kehitettiin vielä vaihtamalla kantattu peltilista U-profiilikiskoon, joka on selvästi jäməkampi ja käytettävyydeltään parempi kyseiseen tarkoitukseen.

Työn onnistumisen varmistamiseksi käytiin myös lukuisia keskusteluja NCC Rakennuksen asuntorakentamisen yksikön vuosikorjausvastaavan, suunnittelusta vastaavien

henkilöiden sekä useiden työmaiden toimihenkilöiden kanssa. Työmailla käytiin katso-  
massa työmaan työskentelyn käytäntöjä.

### 3.2.2 Pesuhuoneen pintabetonilattioiden työohje

#### BETONOINTIA EDELTÄVÄT TYÖVAIHEET

##### *Muottityöt*

Valutoppareina käytetään U-kiskoa (Kuva 36.), joka on asennettu laattaan kierretangon  
varaan (esim. ZN 37 M8).



Kuva 36. Valutopparina käytetään U-kiskoa, joka on asennettu korkoon kierretangoilla ja muttereilla

Metallinen U-kisko voidaan jättää valuun. Kiskon asentamisessa on tärkeää huomioida,  
että kiskon yläpinta tulee lattiakaivon pintaa sen verran korkeammalle, että saavute-  
taan vaadittu kaato. Kiskoa asennettaessa pitää myös ottaa huomioon tuleva kynnyk-  
korkeus.

Seinälinja siirretään huoneen katosta laattaan esim. ristikkolaseria apuna käyttäen (Ku-  
va 37.).





Kuva 37. Seinälinja siirretään katosta laattaan esim. ristikkolaseria apuna käyttäen

Kierretanko kiinnitetään lyöntiankkureilla (lyöntiankkuri ZN M8) laattaan ja u-profiilikisko (asennuskisko U-2) asennetaan kierretangon päihin seinälinjan sisäpuolelle. Kiskon yläpinta asennetaan valun yläpinnan tasoon muttereilla (mutteri ZN M8) säätämällä (Kuva 38.).



Kuva 38. Kiskon yläpintaa säädetään muttereilla valunpinnan korkoon

Kiskon yläpinnan taso tarkastetaan. Kiskon sivuttaisliikkuminen voidaan tarvittaessa estää ankkuroimalla se kyljestään ontelon kolon reunaan tai ankkuroimalla molemmin puoleisesti laattaan reikänauhalla (Kuva 39.).



Kuva 39. Asentaja ankkuroi kiskon molemmin puolin laattaan reikänauhalla, jotta kiskon sivuttaisuuntainen liikkuminen estyy

### *Putkityöt*

Putkityöt aloitetaan tarkistamalla talotekniikkahormin liittymän korko ja onko kololaatta riittävän syvä putkiasennuksia varten. Tämän jälkeen mitataan ja tehdään oikean pituiset viemäriputket asennusta varten. Valuun jäävien viemäriputkien mutkat tehdään 30 asteen kulmayhteillä, jotta putkien rassausta tukkeutuessa on mahdollista ja mutkan kohta ei tukkeudu. Putket asennetaan ja tuetaan laattaan (tuenta liitosten molemmin puolin). Lattiakaivo mitoitetaan oikeaan kohtaan ja oikeaan korkoon (Kuva 40.).



Kuva 40. Asentaja mittoittaa lattiakaivon riittävän alas valutoppareiden alapuolelle riittävien lattian kaatojen varmistamiseksi

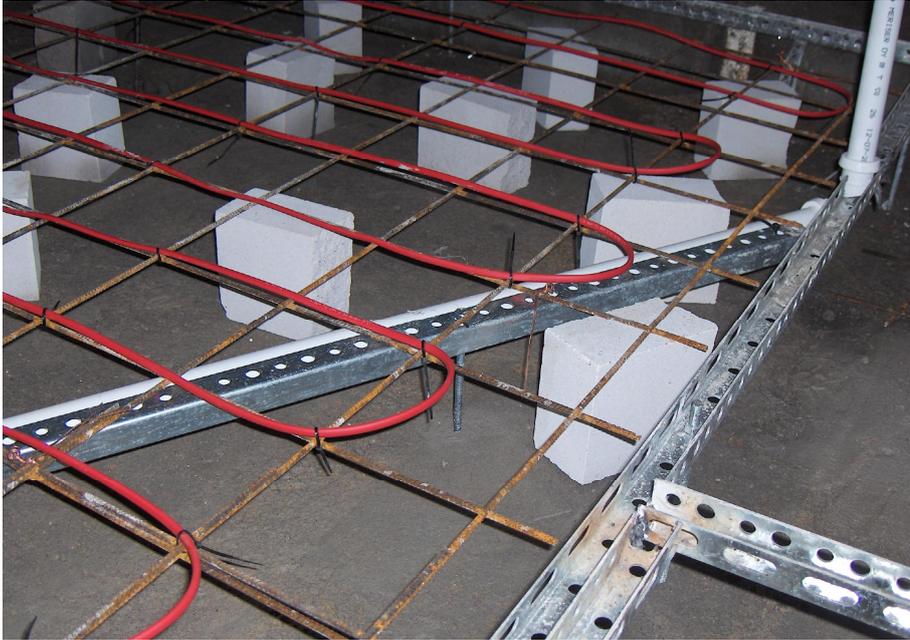
Pitkänomaisissa pesuhuoneissa tulee varmistaa erityisen huolellisesti, että myös lattia-kaivosta kauimmainen lattianosa kaataa riittävästi kaivoon päin (väh. 1:100). Lattiakaivon yläpinta sijoitetaan silloin riittävän alas valutopparikiskon yläpinnan alapuolelle (Kuva 40.).

Lattiakaivon asennukseen käytetään 8 mm:n kierretankoja, joilla säädetään kaivon korkeusasema ja suoruus (Kuva 41.).



Kuva 41. Lattiakaivo asennetaan laattaan kierretankojen varaan ja kaivoa säädetään muttereilla

Putkien kaadot tulee lopuksi vielä tarkastaa. Pesuhuoneen viemäreissä kaadot ovat vähintään 1:100. Kaadot tarkistetaan vesivaa'alla sekä ristikkolaserilla ja mitalla. Putket tuetaan valutuilla, jotta ne eivät liiku valamisen aikana. Tuenta tehdään aina liitosten molemmin puolin ja putken keskeltä metrin välein. 32 mm:n putkien kannakointiin laatasta tulee kiinnittää erityistä huomiota putken rikkoutumisherkkyyden vuoksi. Pienemmät putket kannakoidaan laatasta asennuskiskolla, joka on tuettu laattaan kierretangolla. Putket sidotaan kiskoon nippusiteillä (Kuva 42.).



Kuva 42. Asennuskisko on asennettu kyljelleen ja kannakoitu laatasta kierretangolla. 32 mm paksu putki on sidottu kiskoon nippusiteellä

Viemäroinnin tuentatyöt pyritään tekemään ilman esivaluja, mikä säästää aikaa ja vaivaa. Lisäksi tämä helpottaa tarkastuksien jälkeisiä mahdollisesti tarvittavia korjauksia. Viemäreiden kulmayhteet, jotka kääntävät viemärin ylös valusta, tulee kuitenkin kiinnittää joko valamalla tai kannakkeilla, jotta putken pää ei pääse irtoamaan pintabetonoinnin yhteydessä.

### *Raudoitustyö*

Raudoitusverkon tukeva asentaminen on tärkeää, jotta verkko kestää liikkumatta betonin valamisvaiheen rasitukset (Kuva 43.).



Kuva 43. Rauditusverkko on asennettu muovisten välikkeiden päälle tukevasti, jotta se ei liiku valettaessa

Rauditusverkko asennetaan tukevasti oikeaan korkoon, jotta valaminen on turvallista ja taivu liikaa päällä kävellessä. Rauditusverkkona käytetään 6 mm halkaisijaltaan ja 150 mm silmäkooltaan olevaa teräsverkkoa. Jos liitetään verkkoja toisiinsa, tulisi ne limittää yhden silmäkoon verran toisiinsa ja sitoa teräslangalla yhteen joka toisesta silmästä. Verkko kannatetaan laatan päältä muovituilla.

### *Sähkötyöt*

Lattialämmityskaapelit asennetaan teräsverkkoon valmistajan ohjeiden mukaisesti (Kuva 44.). Lisäksi sähkömies asentaa valuun tarvittavat putkitukset.



Kuva 44. Kuvassa lattialämmityskaapelit on asennettu teräsverkkoon

Lattialämmityskaapelia asennettaessa kaapeli kiinnitetään teräsverkkoon nippusiteillä. Nippusiteiden päät tulee suunnata alaspäin tai leikata, jotta ne eivät haittaa valamisen jälkeen pinnoitustöitä. Väliseinän kohdalta ylös nousevat suojaputket tulee sijoittaa huolellisesti, jotta ne mahtuvat väliseinän sisälle.

## KAATOLATTIOIDEN BETONOINNIN ALOITTAVAT TYÖT

### *Aloituspalaveri*

Viimeistään viikkoa ennen työn aloittamista pidetään aloituspalaveri. Aloituspalaverissa käydään läpi työn aikataulu, kaluston, työvoiman, materiaalien ja tarvikkeiden saata-  
vuus, suunnitelmat, betonointijärjestys, laatuvaatimukset ja työturvallisuus. Aloituspalaverissa sovitaan betonimassan koostumus, eikä siihen saa tehdä muutoksia.

### *Mestan vastaanotto*

Työkohdetta vastaanotettaessa tarkastetaan, että kohteen edeltävät työvaiheet on tehty. Mesta on siivottu ylimääräisistä tavaroista ja roskista. Mahdollinen lammikoitunut vesi on poistettava. Varmistetaan lvi-tekniikan sijoitukset pohjakuvista ja kuvataan tilanne. Varmistetaan, että putket on tulpattu ja kaivon kannen suoja on paikallaan.

### *Siirrot*

Varmistetaan betoniauton pumppauspaikka riittävän tukevaksi ja turvalliseksi betonin pumppauskalustoa varten.

### *Olosuhteet*

Varmistetaan riittävä valaistus. Huolehditaan tilan lämmityksestä yli +5 astetta celsius-  
ta, jotta betonimassa on työstettävissä. Työkohde on rauhoitettu muilta työvaiheilta.

## KAATOLATTIOIDEN BETONOINTI

### *Betonin levitys*

Pumppaus aloitetaan kohteen kauimmaisesta pisteestä (Kuva 45.).



Kuva 45. Betonin pumppaus aloitetaan pesuhuoneen perimmäisestä nurkasta

Massaa pumpataan karkeasti haluttuun korkoon aloittaen perimmäisestä nurkasta (Kuva 45.). Seinän vieressä, missä ei ole topparikiskoa, joudutaan valun korko tarkistamaan seinässä olevasta korkomerkestä mittakeppiä apuna käyttäen (Kuva 46.).



Kuva 46. Seinän vierellä käytetään mittakeppiä, minkä toinen pää on korkomerkin tasalla seinällä ja toinen pää valun pinnan korossa

### *Kaatojen tekeminen*

Kaadot tehdään valutopparien puolella vetämällä linjalaudan toista päätä topparin päällä ja toista puolta kaivon reunan päällä (Kuva 47.).



Kuva 47. Valumies vetää linjarin toista päätä u-kisko päällä ja toista päätä lattiakaivon reunan päällä

Kaivon viereen 50 cm:n matkalle kaato, joka kallistaa kaivoon vähintään 1:50. Lopulle matkalle tehdään oikean pituisella linjarilla kaato seinän vierustoille asti kauttaaltaan vähintään 1:80. WC-istuimen kohdalla tulee kaadon olla loivempi, mutta kuitenkin vähintään 1:100.



### *Pinnan hiertäminen*

Hiertovaiheessa pinnan suoruus ja kaadot viimeistellään (Kuva 48.).



Kuva 48. Valumies hiertää lattian pintaa styroxlevyn päältä

Odotetaan kunnes massan sitoutuminen on edennyt hiertokuntoon (kantaa styroxin ja työntekijän 2-3 tunnin kuluttua). Pinta hierretään ensin puuhiertimellä tasaiseksi, jonka jälkeen se viimeistellään teräshiertimellä.

### LOPETTAVAT TYÖT

#### *Siivoaminen*

Betoniroskeet poistetaan lastalla seiniltä ja pestään välineet ja siivotaan jäljet. Kuivuttuaan betonia on huomattavasti hankalampaa ja kalliimpaa poistaa pinnoilta.

#### *Työn tarkastus ja epätasaisuuksien korjaus*

Työnjohdon tulee mitata lattiavalun laadun onnistuminen heti seuraavana päivänä ja tehdä tarvittavat mittauspöytäkirjat. Tuoreen betonivalun epätasaisuuksien poistaminen on seuraavana päivänä vielä mahdollista.

### *Sementtiliiman hionta*

Hiotaan pinnalle noussut sementtiliima pois, jotta valu kuivuu nopeammin ja pinnoitteiden tartunta mahdollistuu (Kuva 49.). Hiontaa kannattaa odottaa kolmesta seitsemään vuorokautta valusta, mutta ei kahta viikkoa kauempaa, jotta liima lähtee hiomakoneella pois. Nopea hionta on mahdollista vain jos vesikatto on jo asennettu eikä valun pinta ole märkä. Valu kuivuu n. 2 cm viikossa. Kosteusmittaukset aloitetaan viimeistään 1 kk ennen pinnoitusta, jotta ehditään tekemään mahdolliset lisäkuivatustoimenpiteet.



Kuva 49. Sementtiliima hiotaan pois lattiahiomakoneella, joka on varustettu asiaan kuuluvalla pölypannalla

### 3.2.3 Yleisimmät virheet

#### *Elementtien asennus ja suunnittelu*

Pesuhuoneen kaatolattiatöiden kaikki vaiheet ovat erittäin tärkeitä työn onnistumisen kannalta. Myös työhön liittyvät vaiheet on syytä suunnitella ja tehdä huolella. Elementtitehtaalta tultaessa saattaa kololaatan varaus olla lähtökohtaisesti jo liian matala ja viemäriputkien mahduttaminen valuun on hankalaa. Samoin hormielementin varaus saattaa olla väärässä kohtaa, mikä aiheuttaa lisätöitä työmaalle.

### *LVI-työt*

Putkiasennuksessa erityisesti 32 mm:n viemärit saattavat olla tuetut laattaan liian heikosti ja putket rikkoutuvat tai liikkuvat valuvaiheessa. Asennuksessa on voitu käyttää liian jyrkkää kulmayhdettä. 90 asteen mutkat pitäisi tehdä kolmesta 30 asteen kulmayhteestä, jotta putken rassaaminen viemäriin tukkeutuessa on mahdollista. Lisäksi liian jyrkät mutkat tukkeutuvat helposti. Jos lattiakaivo on esikiinnitetty ennen valua huolimattomasti, saattaa se liikkua valun aikana. Tämä aiheuttaa sen, että kaatojen tekeminen voi olla mahdotonta tai kaivo jää valuun vinoon.

### *Betonointi*

Betonoinnin jälkeen lattianpinnat seinien viereltä jäävät usein epätasaisiksi, eivätkä vastakkaiset tai vierekkäiset lattian reunat ole välttämättä samassa korossa. Lisäksi kaadot saattavat jäädä vaadituista kaadoista riittämättömiksi. Tämä aiheuttaa runsaasti jälkitöitä ja lisää siten kustannuksia. Kaivon vieressä kaatojen tulisi olla 1:50 ja muualla 1:80. Valusta nousevien viemäriputkien juuret voivat olla huolimattomasti hierretyt, jolloin putkien juuret täytyy piikata tai täyttää.

#### 3.2.4 Työtavan valinnan syyt ja syntyneet kehitysideoita

Pesuhuoneiden kaatovalulattioiden työohjetta kehitettiin, jotta työn suorittaminen olisi mahdollisimman helppoa ja nopeaa. Asennuksen laatuun kiinnitettiin erityistä huomiota. Virheiden korjaus vie aikaa ja on kallista. Koska jatkossa asuntorakentamisen työmailla tullaan käyttämään vakioituja työtapoja, on työtavan kehittäminen tärkeää.

Pesuhuoneiden kaatolattioissa varsinaiseen työhön liittyvät työt, kuten putki- ja muotti-työt ovat työn lopputuloksen onnistumisen kannalta tärkeitä. Putkitöissä on keskitytty tuennan varmistamiseen erillisillä valutuilla, jotka on helppo säätää. Faluplastin valutuilla pystytään sitomaan viemärit tukevasti laattaan ja säätämään kaadot helposti. Kaivon yksinkertaisesta ja varmasta kiinnityksestä on huolehdittu työn aikana kehitetyllä yksinkertaisella kierretankokiinnityksellä. Lisäksi on ohjattu käyttämään oikeanlaisia, riittä-

vän loivia viemäriin liitoskappaleita, jotta korjaustarvetta ei syntyisi. Näin pyritään välttämään edellisessä luvussa luetellun kaltaiset epäonnistumiset.

Valutoppareiden tekemisessä on valittu työtapa, joka helpottaa mahdollisimman paljon lattianvalajien työtä. Metallisia kiskoja vasten valettaessa valun seinän vierustojen epätasaisuudet vähenevät, koska lattiamies voi käyttää topparin yläpintaa ohjurina. Lattian pinnan tasaisuus ja kaadot paranevat, koska kiskon ja kaivon väli saadaan tasaiseksi helposti. Pintojen tarkastaminen on helpompaa, kun kiskon yläpinta on valmiin pinnan korkeudessa. Jälkityöt vähenevät, kun toppareita ei tarvitse purkaa.

Pesuhuoneiden kaatolattiat on työjärjestyksen mukaan järkevää sijoittaa rakennuksella mahdollisimman aikaiseen vaiheeseen, mikäli säädet vain sen sallivat. Aikainen aloittaminen mahdollistaa valun pitkän kuivumisajan. Kun valaminen tehdään mahdollisimman aikaisin, se luo hyvän ja työturvallisen pinnan seuraavien työvaiheiden suorittamiseen. Asuntorakentamisen työmailla valaminen pyritään tekemään heti, kun kerroksen elementit ja ikkunat on asennettu ja tilaan on mahdollista saada valun edellyttämät olosuhteet.

Työnjohdon tehtävissä on panostettu mahdollisimman korkean laadun varmistamiseen ja oikea-aikaisiin tarkastuksiin. Aloituspalaveri on erittäin tärkeä tilaisuus työn onnistumisen kannalta. Kun palaverissa sovitaan laadusta, aikataulusta, työturvallisuudesta, työtavoista ja kustannuksista, niin luottamuksellinen ja rakentava yhteistyö työnjohdon ja työnsuorittajan välillä on erittäin todennäköistä. Mestän vastaanotto kuuluu tehdä ennen työn aloittamista, jotta tarkistetaan, että työmaa on työn aloittamisen vaatimissa kunnossa. Malliasennuksessa luodaan taso, johon vähintään tulee työn laadussa päästä. Malliasennus tehdään erikseen sovitusta työkokonaisuudesta.

Ennen betonin pumppausta tulee työnjohtajan ottaa valokuva valettavien lattioiden sisään jäävistä LVIS-töistä. Kuvasta tulee selvittää, missä kohdin lattiassa esim. lattialämmityskaapelit menevät. Lisäksi on tärkeää, että kuvasta selviää, mistä kohdasta rakennusta kuva on otettu. Sähköurakoitsijan on suoritettava vastusmittaukset valun tulevista lattialämmityskaapeleista ennen ja jälkeen valun. Työnjohtajan tulee valusta seuraavana päivänä yhdessä työntekijän/aliurakoitsijan edustajan kanssa pitää tarkastus, jossa todetaan valun onnistuminen. Tarkastuksessa kirjataan ylös mahdolliset

puutteet ja korjaustoimenpiteet. Tarkastus on tärkeää pitää seuraavana päivänä, koska valun pinnan epätasaisuuksien korjaaminen on seuraavana päivänä vielä mahdollista.

### 3.3 Työohjevideot

Visuaalisten keinojen käyttö työtappoihin ja työvaiheisiin tutustuttaessa on yksi hyvä keino havainnollistaa haluttua toimintaa. Kansainvälistyvässä maailmassa pelkkä puhe ja tekstin lukeminen eivät aina riitä. Onkin hyvä saada myös havainnollistavaa kuvaa työn tekemisestä videoiden muodossa. Ihmiset myös ymmärtävät asioita eri tavalla. Kun työ nähdään käytännössä toteutettuna, on väärin ymmärtämisen riski pienempi. Työohjevideot ovat kätevä tapa esittää vaaditut tavoitteet ja tavat tavoitteen saavuttamiseksi.

#### 3.3.1 Videoiden tekeminen

Toisessa osassa työtä laadittiin ensimmäisessä vaiheessa tehtyjen työohjeiden pohjalta työohjevideot. Ennen videoiden kuvaamista kirjoitettiin työohjeet videoiden käsikirjoituksena toimivaan muotoon. Ikkuna- ja oviaasennusvideot kuvattiin NCC Rakennus Oy:n As Oy Heikkilänrinteen työmaalla Keravalla ja pesuhuoneiden kaatolattioiden betonointivideo kuvattiin Martinlaaksossa As Oy Vantaan Kivivuorentie 8 työmaalla. Videot kuvasi DeCo Media Oy. Kuvausryhmään kuului tuottaja, kuvaaja ja avustaja.

#### 3.3.2 Videoiden käyttö

Videoita tullaan käyttämään NCC Rakennus Oy:n asuntorakentamisen työmailla ennen työn aloittamista niin työntekijöiden kuin työnjohdonkin perehdyttämisessä. Videoita voidaan käyttää aloituspalavereissa aliurakoitsijoiden ja työntekijöiden kanssa työvaihetta aloitettaessa. Nykyisessä rakentamisen tilanteessa tarvitaan runsaasti uusia nuoria työnjohtajia työmaille. Videot on suunniteltu erityisesti uusille NCC Rakennus Oy:n työntekijöille. Videot selvittävät NCC:n tavan toimia kyseisissä työvaiheissa.

## 4 Testaus

### 4.1 Testien toteutus ja testityömaat

Työohjeiden käyttökelpoisuutta tutkittiin toteuttamalla työt työohjeen mukaisesti työmaalla. Mestarityön tekijä kävi työmailla itse valvomassa työn toteutusta ja seuraamassa ohjeiden toteutuskelpoisuutta. Lisäksi työmaiden työnjohtoa ja työn toteuttajia haastateltiin työn suorittamisen jälkeen. Myös työn tuloksen laatua mitattiin työmailla erilaisilla mittauksilla ja silmämääräisesti havainnoimalla.

Testityömaina toimivat NCC Rakennus Oy:n asuntorakentamisen yksikön kolme kerrostalotyömaata: As Oy Heikkilänrinne Keravalla, As Oy Vantaan Kivivuorentie 8 Vantaalla ja As Oy Helsingin Tsinnia Viikissä.

### 4.2 Ikkuna- ja ovi-asennustyöohjeen testaus

Työohjetta kokeiltiin NCC Rakennus Oy:n Keravan Heikkilänrinteen työmaalla maaliskuussa 2011. Työohje todettiin toimivaksi ja työn laatua tukevaksi ratkaisuksi. Ikkuna- ja ovi-asennusta työmaalla urakoinut aliurakoitsijan edustaja asensi ikkunan ja parvekkeen oven mestarityön tekijän seurattuna ja valvoessa työtä. Aliurakoitsija totesi työn olevan työohjeen mukaisesti toteutettuna joutuisaa ja laadukasta.

Apukarmit kiinnitysalustana karmikenkien sijaan todettiin huomattavasti helpommaksi ja laadukkaammaksi. Karmiin ei tarvitse mitoittaa apureikien paikkoja niin tarkasti, kuin karmikenkien kohdalle. Monesti karmikengät on asennettu elementtiin väärin kohtiin ja tämä vaikeuttaa karmin kiinnittämistä. Myös karmien kiinnittämien on puiseen apukarmiin helpompaa kuin karmikenkiin. Leveäkantaiset säätöruuvit, joilla esisäädetään karmin suoruus aukossa ja keskitetään karmi aukkoon, toimivat hyvin ja ovat nopeita asentaa puiseen apukarmiin.

Säätökarmiruuvien asennusreikien poraaminen karmiin vie jonkin verran aikaa, mutta kyseisten ruuvien käyttäminen kuitenkin helpottaa erityisesti myöhempää oven säätämistä ja säästää karmiliitoksia rasitukselta karmin kiinnitysvaiheessa. Ikkuna-asennuksessa säätökarmiruuvit eivät tuoneet kovin suurta etua koolausruuveihin näh-

den. Lisäksi asentaja ei merkannut karmin paikkaa ikkuna-aukossa, vaan oli tottunut käyttämään erillistä sapluunaa karmin paikan toteamiseen. Sapluunaa ei kuitenkaan voi käyttää kaiken tyyppisten elementtien kanssa, joten työohjeessa päädyttiin suosittamaan karmin paikan merkitsemistä.

Ilmantiiveysmittauksia työmaille ei ehditty tämän tutkimuksen aikana vielä suorittaa. Oikea eristämistapa ja huolellinen kittaus oikealla materiaalilla edesauttavat hyvän ilmatiiveyden saavuttamisessa. Säätekarmiruuvien käyttö saattaa vähentää tulevaisuudessa karmin liitoksien kautta tapahtuvia ilmapuotoja, koska säätekarmiruuvi ei vedätä karmia ja siten aiheuta karmin kulman liitoksen aukeamista kiinnitysvaiheessa.

#### 4.3 Kaatolattiatöiden työohjeen testaus

##### *As Oy Vantaan Kivivuorentie 8*

Työohjetta testattiin NCC Rakennus Oy:n Kivivuorentie 8 työmaalla Vantaalla maaliskuussa 2011. Työ toteutettiin kokonaisuudessaan työohjeen mukaisesti ja haastateltiin työntekijää sekä tehtiin havaintoja työtavan toimivuudesta. LVIS-töiden osalta huomattiin, että viimeinen putken kulmayhde, joka kääntää putken ylös valusta, ei pysy paikoillaan ilman erillistä esivalua tai muuta erityistä kiinnitystä. Työohjeeseen lisättiin kohta, jossa viimeinen mutka kehotetaan valamaan kiinni tai kiinnittämään muuten paikoilleen. Sähkötöiden osalta huomattiin, että lattialämmityksen kaapelin kiinnittämisessä nippusiteiden hännät voidaan kiinnitysvaiheessa kääntää alaspäin, jolloin niitä ei tarvitse leikata.

##### *As Oy Keravan Heikkilänrinne*

NCC Rakennus Oy:n Keravan Heikkilänrinteen työmaalla käytettiin myös kyseistä työohjetta pesuhuoneen kaatolattioiden työn toteuttamisessa. Mestarityön tekijä kävi tekemässä mittauspöytäkirjat (Liite 1) työmaan toisen kerrostalon pesuhuoneiden kaatolattioista.

Keravan työmaan mittauspöytäkirjat osoittivat, että työnjohdon tulee tarkastaa valua rajaavan topparikiskon ja lattiakaivon reunan välinen korkeus ennen betonoinnin alkua.

Seinien viereen kauimmaisiin nurkkiin oli joissakin pesuhuoneissa jäänyt kohtia, jotka eivät kaada kaivolle päin. Keravan työmaalla kiskon ja kaivon korkeuden erotus oli joissakin pesuhuoneissa jäänyt liian vähäiseksi, jolloin pitkien pesuhuoneiden kaivosta kauimmaisen seinän vierustan kaato oli jäänyt alle vaaditun 1:100. Lisäksi kohteen lattiakaivojen kiinnittämisessä ei ollut käytetty työohjeen mukaista kiinnittämistapaa, vaan ne oli valettu paikoilleen.

#### *As Oy Helsingin Tsinnia*

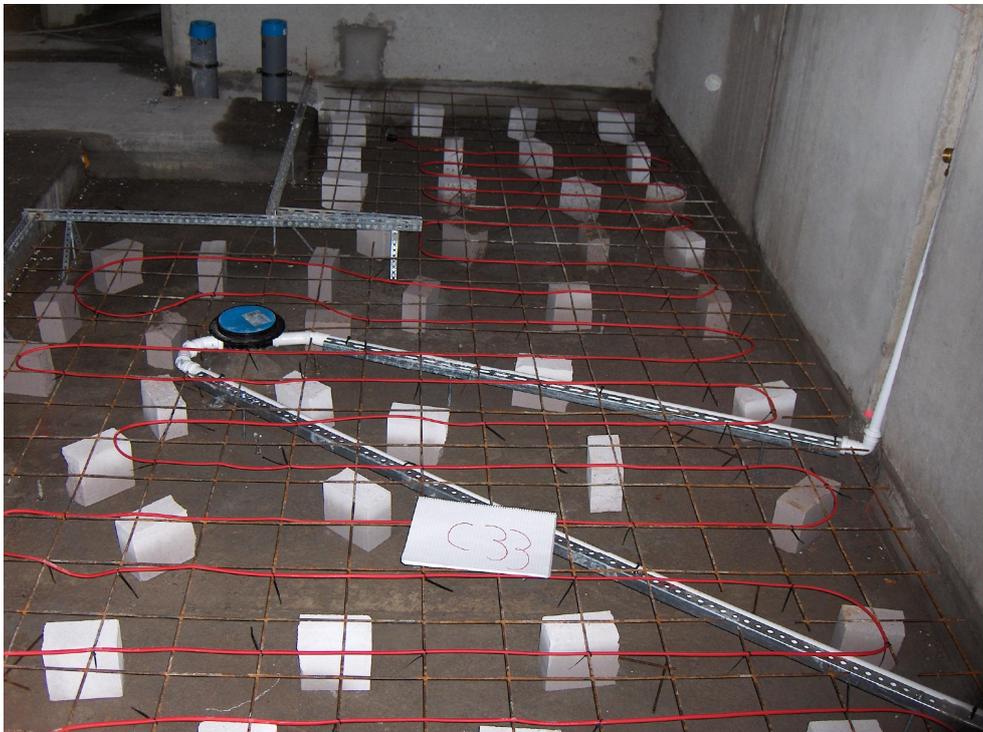
Viimeisenä työohjetta kokeiltiin As Oy Helsingin Tsinnian työmaalla Viikissä elokuussa 2011. Mestarityöntekijä oli tässä vaiheessa lisännyt lattiakaivon korkeuden tarkastuksen työohjeeseen. Lisäksi kaatojen tarkastus jo valua seuraavana päivänä oli koettu tärkeäksi ja lisätty työohjeeseen. Keravan työmaalla joihinkin pesuhuoneisiin seinien viereen oli jäänyt pieniä tasanteita, joten niitä osattiin odottaa myös Tsinniassa.

Työohjetta käsiteltiin urakoitsijoiden kanssa aloituspalavereissa. Pesuhuoneiden lattioiden betonoinnista vastaava urakoitsija totesi, että työohjeessa esitetty kiskojen käyttö valutoppareina helpottaa työtä olennaisesti ja kertoi uuden työtavan parantavan työn mittatarkkuutta, nopeuttavan valamista ja helpottavan lattian kaatojen tekemistä. NCC oli ottanut työohjeen käyttöön jo aikaisemmin joillakin työmailla, joista urakoitsijalla oli kertynyt kokemuksia.

Seuraavaksi työohje esiteltiin NCC:n omalle työntekijälle, joka vastasi valutoppareiden asennuksesta kololaattoihin. Hänelle näytettiin työohjevideo, joka oli käsikirjoitettu työohjeen pohjalta. Työntekijä piti videota selkeänä ja totesi voivansa toteuttaa työn ohjeen perusteella. Topparit asennettiin yhden kerrostalon kaikkiin pesuhuoneisiin. Talossa oli neljä kerrosta, ja jokaisessa kerroksessa oli keskimäärin 4 pesuhuonetta. Valutoppareiden asennuksessa ei ilmaantunut ongelmia. Kokenut kirvesmies asensi topparit vähän harjoiteltuaan lähes samaa vauhtia, kuin aikaisemmin käytetyt puutopparit. Toppareiden tekijä asensi myös kaivon korkoonsa työohjeen mukaisesti kierretangoilla ja muttereilla. Lattiakaivon todettiin pysyvän paikoillaan erittäin hyvin, ja sen säätäminen joka reunalta oikeaan korkoon oli helppoa. Lattiakaivoa ei tarvinnut valaa, mikä vähensi asentajan työtaakkaa.



Toppareiden asennuksen jälkeen työohjetta kokeiltiin viemärihajotusten asennuksessa kololaattaan ennen valua. Kivivuorentien työmaalta oli saatu kokemuksia, että Faluplastin sininen valutuki ei sovellu kaikissa kohteissa viemäriputkien ( $d=110$  mm) tukemiseen, koska putket kulkevat paikoitellen niin lähellä seinää. Putket tuettiin kyseisessä kohteessa muovisten likinippujen päälle reikänauhalla sitomalla. Koska valutopparien sisäreuna tuli seinän sisäpinnan mukaan (-13 mm:n kipsilevy) samaan linjaan, oli valusta nousevat putket helppo mitoittaa paikoilleen ja mahdollisesti tukea metallisiin valutoppareihin. Metallista U-kiskoa keksittiin myös käyttää 32 mm paksujen viemäriputkien tukemiseen (Kuva 50.). Kiskon käyttäminen putkien tukemisessa lisäsi putken tukevuutta huomattavasti.



Kuva 50. Raudoitusverkko on tuettu muuraksesta yli jääneillä kahitiilillä ja 32 mm putket on tuettu asennuskiskolla, putket on sidottu u-kiskoon nippusiteillä ja pesuhuoneesta on otettu kuva, josta ilmenee kohteen sijainti

Ennen kaatolattian valamista asennettiin vielä raudoitusverkko ja lattialämmityskaapeli suunnitelmien mukaan (Kuva 50.). Lattialämmityksestä tehtiin vastusmittaukset asentamisen jälkeen. Verkon tuentaan käytettiin Tsinniassa väliseinämuurauksesta ylijääneitä kahitiiliä. Tiilet soveltuivat erittäin hyvin verkon tukemiseen. Tiiliä ei kuitenkaan ole käytettävissä kaikilla työmailla, joten niitä ei lisätty ohjeeseen.

Tämän jälkeen aliurakoitsija suoritti lattioiden valamisen työohjeen mukaisesti. Työn jälkeen valamisen suorittanutta työryhmää haastateltiin. Rakennusmies totesi, että häneen mielestään pintojen tasaisuuden aikaansaaminen nopeutuu noin puolella. Lisäksi työ helpottuu huomattavasti ja mahdollistaa useamman keikan ottamisen samalle päivälle. Huonoja puolia työtavassa hän ei nähnyt.

Seuraavana päivänä työnjohtaja tarkisti pintojen tasaisuuden ja kaatojen riittävyyden. Mittauksissa kävi ilmi, että paikoin seinien vierellä kauimmaisissa nurkissa kaivolta katsoen oli pieniä "penkkejä", joissa kaadot eivät olleet riittävät (Ks. Liitteen 1. oikea yläkulma). Aiemmista testeistä viisastuneena penkit saatiin poistettua helposti hiomakivellä, koska betoni oli seuraavan päivänä valusta vielä riittävän pehmeää.

Kokonaisuutena työohje oli hyvä. Työmailla valun reunojen epätasaisuus poistui käytännössä kokonaan. Valun pinnan tasaisuus oli suurimmalta osalta riittävä pinnoitukselle. Valaminen oli huomattavasti helpompaa topparikiskoa vasten, kun puutopparia käytettäessä. Muotteja ei tarvinnut purkaa, mikä säästi aikaa.

## 5 Johtopäätökset

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli vakioida ikkuna- ja oviasennus- sekä pesuhuoneiden kaatovalulattioiden työt. Lisäksi työn tuloksena tehtiin työhjevideot ikkuna- ja oviasennuksesta sekä kaatolattiatöistä.

Tutkimuksessa kartoitettiin tutkittujen työvaiheiden ongelmallisimmat kohdat ja laatua heikentävät seikat. Lisäksi tutkittiin työmaan aikataulun kannalta parhaat ajankohdat toteuttaa kyseiset työvaiheet. Ikkuna- ja oviasennuksessa suurimmiksi ongelmiksi koettiin ilmavuodot ja niiden ehkäiseminen sekä varsinkin ovien säädettävyys asennuksen jälkeen. Pesuhuoneiden kaatolattiavalutöissä etsittiin tekniikoita, jotka vähensivät jälkitöitä ja nopeuttivat työn suorittamista. Pohjatietojen avulla suunniteltiin työhjeet kyseisistä työvaiheista. Työhjeet laadittiin Rakennustöiden laatu 2009 -kirjan mukaisesti kolmeen eri osaan jaoteltuna: aloittavat työt, työsuorituksen vaiheet sekä lopettavat työt. Tehdyt työhjeet kuvaavat yksityiskohtaisesti työvaiheet alustaloppuun asti.

Työssä laadittiin tehtyjen työhjeiden pohjalta työhjevideot. Ennen videoiden kuvaamista kirjoitettiin työhjeet videoiden käsikirjoituksena toimivaan muotoon. Ikkuna- ja oviasennusvideot kuvattiin NCC Rakennus Oy:n As Oy Heikkilänrinteen työmaalla Keravalla ja pesuhuoneiden kaatolattioiden betonointivideo kuvattiin Martinlaaksossa As Oy Vantaan Kivivuorentie 8 työmaalla. Videot kuvasi DeCo Media Oy.

Ikkuna- ja oviasennuksessa todettiin työhjeen vähentävän mm. karmiliitosten mahdollisia aukeamisia ja parantaneen ovien säädettävyyttä asennuksen jälkeen. Lisäksi ovien ja ikkunoiden kiinnitys on varmempaa ja nopeampaa, kun käytetään puisia apukarmeja.

Kaatolattiatöissä työhje pidentää vain hieman valutoppareiden asennuksen kestoa. Vastaavasti työhjeen noudattaminen poistaa jälkitöitä huomattavasti. Työn jälki on tasalaatuisempaa ja virheet helpommin korjattavissa.

Videoita on hyvä käyttää perehdyttäessä nykyistä ja uutta henkilöstöä AR:n yhteisiin työjärjestyksiin ja työmenetelmiin. Videoita voidaan käyttää myös harjoittelijoiden perehdytyksessä, ja niitä voidaan hyödyntää yhteistyöneuvotteluissa, urakkaneuvotteluissa

sa, aloituspalavereissa ja ennen kaikkea työsuunnittelussa. Videoiden avulla varmistetaan työn laatua ja vältytään näin myöhemmiltä korjauksilta.

### *Jatkokehitys*

Työohjeet ja työohjevideot tulee saada työmaiden käyttöön mahdollisimman nopeasti. Vakioinnin hyödyt tulisi jalkauttaa työmaille, jotta vakioituja työohjeita ruvetaan myös toteuttamaan ja koetaan ne hyväksi tavoiksi työskennellä.

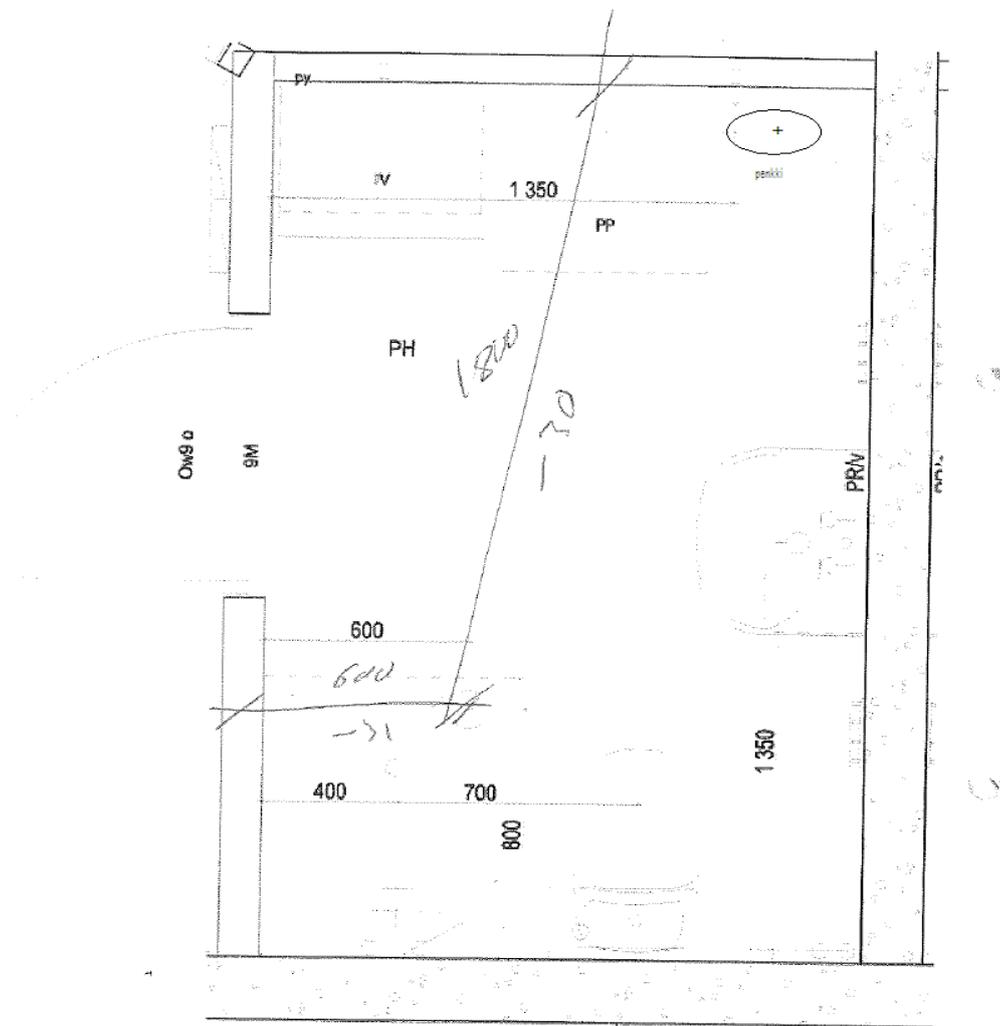
3–6 kuukauden kuluttua voitaisiin kerätä palautetta työohjeiden mukaisesti toteutetuista töistä. Palautteen pohjalta kehitetään ohjeita, jos tarvetta ilmenee. Vastaavasti voidaan myös vastata palautteeseen, jos koetaan, että vakioinnin ideaa ei ole sisäistetty oikein.

6–12 kk jälkeen tutkitaan laajemmin, miten vakiointi on edennyt ja mitä hyötyjä ja haittoja siitä on ollut. Onko se tuonut työturvallisuuteen, materiaalien hankintoihin, laatuun, aikatauluihin ja työnjohtamiseen vaikutuksia ja minkälaisia nuo vaikutukset ovat olleet?

## Lähteet

- [1] Ratu 52-061. 2005. Työlajit, menekit ja menetelmät. Ovi- ja Ikkunatyö. Rakennustieto Oy.
- [2] Ympäristöministeriö. 2010. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D3.
- [3] Tiivysmittaus. Verkkodokumentti. Entec Oy.  
[<http://www.entec.fi/tiivysmittaus.html>]. Luettu 20.3.2011.
- [4] Rakennusteollisuus RT Oy. 2009. Talo 2000 tuotantonimikkeistö. RT 10-10963. Rakennustietosäätiö RTS.
- [5] Ratu 24-0276. 2005. Työlajit, menekit ja menetelmät. Pintabetonointi. Rakennustieto Oy.
- [6] Sisä RYL 2000. 1998. Hämeenlinna: Rakennustieto Oy.
- [7] Nissinen, Sampsa. 2010. Uuden asunnon laatu – rakennustekniikka. Suomen Rakennusmedia Oy.
- [8] Suomen Betoniyhdistys ry. 2007. Betonitekniikan oppikirja 2004 By 201. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- [9] Suomen Betonitieto Oy. 2006. Kestävä Kivitalo. Helsinki: Libris Oy.
- [10] NCC:n sisäinen materiaali. Mikko Kiiveri, Marko Jussila.2011. Projektityö. Ikkuna- ja oviasennus.
- [11] NCC:n sisäinen materiaali. Viljo Simonen. 2009. Kalleimmat NCC:n asun-  
torakentamisessa vuosikorjauksessa havaitut virheet.

Mittauspöytäkirjan sivu, Heikkilänrinne as. B 53



ASUNNOT B29, B35, B41, B47, B53, B57

As. 53

