

Tom Ekroos

Kaatolattioiden ja lattian oikaisutöiden  
tuotteistaminen

Tekijä(t) Otsikko	Tom Ekroos Kaatolattioiden ja lattian oikaisutöiden tuotteistaminen
Sivumäärä Aika	53 sivua + 6 liitettä 11.4.2012
Tutkinto	Tuotantotekniikan insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Tuotantotekniikka
Ohjaaja(t)	rakennuspäällikkö Ilkka Leskelä laboratorioinsinööri Matti Leppä
<p>Tämä insinöörityö tehtiin NCC Rakennus Oy:n AR-yksikölle, jonka toimialana on asuntorakentaminen pääkaupunkiseudulla. Työn tavoitteena oli tuotteistaa kaatolattioiden ja lattian oikaisutöiden työmenetelmät ja materiaalit. Tuotteistamisen tarkoituksena oli tehostaa työvaiheiden ajallista, laadullista ja taloudellista toteutusta.</p> <p>Työn aluksi selvitettiin työvaiheiden valmisteluun ja itse työvaiheeseen käytettyjä materiaaleja ja työmenetelmiä. Selvitys tehtiin haastattelemalla työnjohtajia työmailla. Haastatteluilla selvitettiin myös työmailla kohdattuja ongelmia työvaiheiden suorittamisen kannalta. Työvaiheissa käytetyille materiaaleille tehtiin kustannusvertailu, jonka avulla valittiin eri materiaaleja työmaalla tehtäviä testauksia varten. Työmaatestien avulla vertailtiin eri materiaalien vaikutusta työvaiheen suorituksen ajalliseen ja laadulliseen toteutukseen. Työmaatestien tulosten perusteella määriteltiin työvaiheissa käytettävät materiaalit ja työmenetelmät. Lopullisten materiaalien kustannukset tarkennettiin testien perusteella.</p> <p>Työvaiheista laadittiin yksityiskohtaiset työohjeet työmaiden käyttöön. Työohjeissa esitetään eri tehtävien suoritusjärjestykset, tehtävissä tarvittavat materiaalit ja työkalut sekä tehtävien valvonnan ja laadunohjauksen toimenpiteet. Työvaiheiden rinnalle laadittiin työvaiheiden tuotekortit, joihin laskettiin työmailta saatujen tietojen perusteella materiaalien menekit eri tehtäville. Yrityksen käytössä olleet kaatolattioiden tarkastuslistat tarkennettiin ja korjattiin. Lattian oikaisutöille laadittiin yrityksen käyttöön tarkastuslista alustojen tarkastusta varten.</p> <p>Työn yhteydessä laadittiin lisäksi esimerkit viikkosuunnitelman tekemiseen ja kustannusten seurantaan. Esimerkit laadittiin kyseisten työvaiheiden osalta työnjohtajien toiminnan yhtenäistämiseksi.</p>	
Avainsanat	Tuotteistaminen, työohjeet, valvonta, laadunohjaus

Author(s) Title	Tom Ekroos Productization of tipping floors and floor rectification works
Number of Pages Date	53 pages + 6 appendices 11 April 2012
Degree	Bachelor of Civil Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Construction and Site Management
Instructor(s)	Ilkka Leskelä, Construction Manager) Matti Leppä, Laboratory Engineer
<p>This graduate study was made for NCC's AR department, which specializes in residential construction in the metropolitan area. The goal was to commercialize pouring floors and rectification work methods and materials. Productizing intended to improve implementing the series of operations over time and to improve qualitative and economical implementing.</p> <p>Initial stages of the work investigated the preparation and actual materials used in the phase of work and working methods. The study was conducted through a series of interviews the leaders of the work sites. The interviews also examined sites the problems encountered in the performance of the work phases. Phases were made at the cost of materials used in the reference that allows a variety of materials selected site functions for testing purposes. Sites of the tests were compared by means of different materials which affect the temporal phase of work performance and quality of implementation. Site based on the results of the tests was defined of the work of the materials used and the methods applied. The final cost of the materials was specified on the basis of the tests.</p> <p>Detailed work instructions of phases of the work were drawn up for use at construction sites. Defined application sets out the various steps of tasks, necessary materials and tools, and tasks for supervision and quality control measures. Series of operations were drawn up alongside the stages of product cards, which were calculated based on the data from sites in the usage of materials different tasks. The checklists the company uses for tipping floors were refined and corrected. Checklists were drawn up for floor rectification works for the company to use in inspecting platforms.</p> <p>In addition examples to make weekly plan and to track costs were drawn up. Examples of these stages were prepared for the supervisors to standardize.</p>	
Keywords	Commercializing, work instructions, supervision, quality control

## Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Opinnäytetyön tavoite	1
1.2	Opinnäytetyön rajaus	2
2	Aikataulu, laatu ja talous	3
2.1	Aikataulu	3
2.2	Laatu	4
2.3	Talous	5
3	Kaatovalutyöt	6
3.1	Työvaiheen laatu	6
3.2	Edeltävät työvaiheet	9
3.3	Valu	12
3.4	Yrityksen nykyinen käytäntö	15
4	Lattioiden oikaisutyöt	18
4.1	Työvaiheen laatu	18
4.2	Edeltävät työvaiheet	19
4.3	Yrityksen nykyinen käytäntö	23
5	Yhteenveto teoriasta	25
6	Työmaahaastattelut ja materiaalivertailut	26
6.1	Työvaiheiden esivalmistelu ja töiden seuranta	27
6.2	Kaatovalut	27
6.2.1	Työn toteutus	27
6.2.2	Rakenteiden kuivuminen	31
6.2.3	Työvaiheen ongelmat	33
6.2.4	Materiaalien kustannusvertailu	35
6.3	Lattian oikaisutyöt	41
6.3.1	Työn toteutus	41
6.3.2	Työvaiheen ongelmat	41

6.3.3	Materiaalien kustannusvertailu	43
7	Työmenetelmien ja materiaalien testaus	45
7.1	Valutopparit	45
7.2	Paikkaukset lattioiden oikaisutöissä	46
7.3	Työvaiheiden tuotteistaminen	48
7.3.1	Kaatovalut	48
7.3.2	Lattian oikaisutyöt	50
8	Yhteenveto	51
	Lähteet	53
	Liitteet	
	Liite 1. Esimerkki resurssipohjaisesta viikkosuunnitelmasta	
	Liite 2. Kaatolattioiden tarkastuslistat (vanhat)	
	Liite 3. Työmaahaastattelut	
	Liite 4 Työvaiheiden työohjeet	
	Liite 5 Uudet työvaiheiden tarkastuslistat	
	Liite 6 Viikkosuunnitelman ja kustannusten seurannan mallit	

## 1 Johdanto

Kaatolattioiden valaminen ja lattioiden oikaisutyöt ovat tahdistavia työvaiheita asuinkerrostalotyömailla. Työvaiheiden oikea-aikaisella ja onnistuneella suorituksella voidaan vaikuttaa ratkaisevasti työmaan aikataulun toteutumiseen. NCC Rakennus Oy:n asuntorakentamisyksikössä (myöhemmin AR) on pyritty yhtenäistämään eri työmaiden tuotantojärjestystä tekemällä kaatovalut ja lattioiden oikaisutyöt mahdollisimman varhain eli käytännössä runkovaiheessa. Aiemmin ne ovat sijoittuneet sisävalmistusvaiheeseen kevyiden väliseinien jälkeen.

Tuotantojärjestyksen muuttamisella on tarkoitus mm. parantaa työmaiden työturvallisuutta ja varmistaa rakenteiden kuivuminen pinnoitustöitä varten. Kaatovalujen ja lattioiden oikaisutöiden tekeminen runkovaiheessa ennen vesikaton valmistumista ei ole ongelmattonta. Työvaiheiden valmistelun ja varsinaisten valujen sekä tasoitteiden pumppausten kannalta haastavinta on työpisteiden oikeanlaisten olosuhteiden varmistaminen. Rakenteisiin tuleva vesi sekä liian kylmät tilat voivat vaarantaa työvaiheiden laadullisten tavoitteiden saavuttamisen.

NCC Rakennus Oy:n AR-yksikölle on opinnäyte- ja projektityönä tehty opetusvideot, joilla selostetaan työvaiheiden valmistelujen ja varsinaisten työvaiheiden toteutus. Tässä opinnäytetyössä selvitetään opetusvideoita tarkemmin eri työmenetelmien ja materiaalien välisiä eroja.

### 1.1 Opinnäytetyön tavoite

Tämän opinnäytetyön päätavoitteena on kaatolattioiden ja lattioiden oikaisutöiden sekä niiden valmistelevien työvaiheiden tuotteistaminen. Tässä työssä vertaillaan eri materiaalien ja työtapojen eroja aikataulun, lopputuotteen laadun sekä kustannusten näkökulmasta.

Työvaiheiden tuotteistamiseksi AR-yksikön käyttöön laaditaan yksityiskohtaiset työohjeet käytettävine materiaaleineen. Lisäksi aiemmin tehdyt opetusvideot päivitetään tarvittavilta osin vastaamaan työohjetta. Yrityksen hankintaosastolle

toimitetaan tiedot tuotteistuksen seurauksena AR-yksikön työmailla käyttöön otettavista materiaaleista hankintojen yhtenäistämiseksi.

## 1.2 Opinnäytetyön rajaus

Tämä opinnäytetyö rajataan koskemaan kaatovalujen ja lattioiden oikaisutöiden sekä niiden valmistelevien töiden tuotteistamista asuinkerrostalotyömailla. Tutkimus kohdistetaan yrityksen työmailla yleisimmin käytössä oleviin runkoratkaisuihin, joissa välipohjana käytetään ontelokololaattoja. Opinnäytetyön tuloksia ei voi suoraan käyttää esimerkiksi kohteissa, joissa välipohjana käytetään kuorilaattaa tai maanvaraisten lattioiden kaatovaluihin.

Opinnäytetyössä tehtävä materiaalien ja työtapojen ajallinen, taloudellinen ja laadullinen vertailu rajataan koskemaan jo käytössä olevia, sekä työmailla kokeiltuja ratkaisuja. Hintavertailu suoritetaan yrityksen vakiintuneiden toimittajien antamien tietojen perusteella ilman erillisiä tarjouspyyntöjä.

## 2 Aikataulu, laatu ja talous

### 2.1 Aikataulu

Rakennushankkeen aikataulusuunnittelu alkaa hankesuunnitteluvaiheessa alustavan aikataulun laatimisella ja tarkentuu hankkeen edistyessä askel kerrallaan yksityiskohtaisiksi tehtäväkohtaisiksi aikatauluiksi. Rakennushankkeessa laadittavien aikataulujen tulee niiden tarkkuudesta riippumatta olla toteutuskelpoisia. Toteutuskelpoisen aikataulun avulla voidaan ohjata sekä koko työmaata että yksittäisiä tehtäviä. Toteutuskelpoisen aikataulun laatiminen tulee perustua työmenekkilaskentaan ja resurssisuunnitteluun, jotka vastaavat kyseisen työkohteen ominaisuuksia. (1, s. 8.)

Työmaan yleisaikataululla määritellään koko rakennushankkeen ajalliset rajat. Yleisaikataulun pohjalta laadittavat rakentamisvaiheaikataulut luovat perustan työmaan ajalliselle ohjaukselle. Tehtäväsuunnittelu ja viikkoaikataulu ovat rakentamisvaiheen aikataulun pohjalta luotuja tarkempia aikatauluja. Tehtäväsuunnitelmia ja viikkoaikatauluja laadittaessa huomioidaan tehtävän ajallisten tavoitteiden lisäksi taloudelliset ja laadulliset tavoitteet. Tehtäväsuunnitelman ja viikkoaikataulun avulla yksittäisen tehtävän ohjaaminen sekä asetettujen tavoitteiden toteutumisen seuraaminen helpottuu. (1, s. 8.)

Viikkoaikataulu laaditaan yleensä noin kahdeksi viikoksi kerrallaan työkohteen työnjohtajan toimesta ja sen tarkoituksena on varmistaa työn tavoitteiden toteutuminen sekä työn toteuttamisen kannalta riittävät resurssit. Viikkoaikataulu toimii myös tiedonlähteenä aliurakoitsijoille. Viikkoaikataulu laaditaan rakentamisvaiheaikataulun ja edellisen viikkoaikataulun pohjalta. Laadintaan vaikuttavat myös erityissuunnitelmat, henkilöresurssit, tehtävien valmiusasteet sekä toteutuneet työsaavutustiedot. (1, s. 31.)

Liitteessä 1 on esimerkki resurssipohjaisesta viikkoaikataulusta. Esimerkissä on aikataulutettu yhden kerroksen kaatovalut edeltävine töineen. Kerroksen kaatovalujen ajankohta on otettu kohteen runkovaiheen aikataulusta ja edeltävät työvaiheet on sijoitettu järjestyksessä viikkoaikatauluun. Työsaavutukset on saatu aikaisempien



kokemusten perusteella, aliurakoitsijoilta ja työntekijöiltä tiedustelemalla sekä aliurakkasopimuksissa määriteltyjen sakollisten välitavoitteiden perusteella.

## 2.2 Laatu

Rakennushankkeen laadunvarmistus on prosessi, joka alkaa hankkeen tarjous- ja sopimusvaiheessa. Rakennuttaja esittää laadunvarmistusvaatimuksensa tarjouspyynnössä ja täsmentää ne sopimukseen suunnitelma- ja sopimuskatselmuksessa. (2, s. 11.)

Urakoitsija laatii rakentamisen valmisteluvaiheessa työmaan perussuunnitelmat, joita ovat:

- Aikataulusuunnitelma
- Laatusuunnitelma
- Kustannusohjaus & suunnitelma
- Turvallisuus, ympäristö & aluesuunnitelma
- Työmaa-aikainen suunnittelun ohjaus
- Hankintasuunnitelma
- Asiakastoiminnot ja informaatio.

Työmaan laatusuunnitelman tavoitteena on toteuttaa laaditut tuotantosuunnitelmat hallitusti, saavuttaa asetetut kustannustavoitteet, ehkäistä laatuvirheet, estää työtapaturmat, varmistaa aikataulujen mukainen tuotanto sekä luovuttaa asiakkaalle virheetön työ. Työmaan laatusuunnitelmassa kuvataan työmaan suunnittelun, rakentamisen, ohjauksen, dokumentoinnin ja valvonnan menetelmät. Työmaan laatusuunnitelma onkin tehtävän suunnittelun ohella keskeinen väline toiminnan ja rakentamisen laadun parantamiseksi. Työmaan laatusuunnitelman osana tehdään koko työmaan ja yksittäisten tehtävien laadunvarmistuksen yleissuunnittelu. Laadunvarmistussuunnitelmassa kerrotaan laatuvaatimusten mittausmenetelmät, vastuuhenkilöt sekä dokumentointimenetelmät. Laadunvarmistusmatriisi on väline, jolla voidaan esittää koko työmaan laadunvarmistustehtävät. Laadunvarmistusmatriisiin kootaan aikataulullisesti ja taloudellisesti tärkeimmät tehtävät. (2, s. 14 - 16.)

Yrityksen työmaiden laadunvarmistusmatriisissa määritellään jokaisen työkokonaisuuden osalta käytettävät laadunohjaustoimenpiteet. Laatumatriisissa vaadituista toimenpiteistä laaditaan dokumentit ja ne arkistoidaan työmaan laatusuunnitelman mukaisesti. Laadunohjaustoimenpiteiden suorittaminen on työvaiheen työmaamestarin vastuulla. (3, s. 12.)

Yrityksen laadunvarmistusmatriisissa laadunohjaustoimenpiteinä ovat (4):

- Tehtäväsuunnitelma
- Aloituspalaveri
- Mestan vastaanotto
- Tarkastukset, mittaukset ja testit
- Malliasennuskatselmus
- Ensimmäisen työkohteen tarkastus
- Osakohteen tarkastus
- Vastaanottokatselmus.

Yrityksellä on käytössään MOSS-tietokantajärjestelmä, jonka käyttötapoja ovat mm. ideoiden kehittäminen aivorihiissä, ohjeiden luominen ja tietojen kerääminen kentältä. Tietokannassa on esimerkiksi valmiita lomakepohjia työmaiden käyttöön sekä tarkastuslistat yleisimpien työvaiheiden osalta. (4.)

### 2.3 Talous

Työvaiheiden tehtävien kustannustavoitteet selvitetään ennen tehtävän aloitusta työmaan tavoitearviosta ja suunnitellaan keinot, joilla asetetut tavoitteet saavutetaan. Kustannustavoitteen toteutuskelpoisuus tarkistetaan vertaamalla sitä suunniteltuihin työmenetelmiin, työryhmään, materiaaleihin ja kalustoon. Mikäli kustannukset ylittyvät, voidaan materiaalivalintoja, työryhmän kokoa tai tehtävän sisältöä muuttamalla etsiä keinot tavoitteen saavuttamiseksi. (2, s. 19.) Työvaiheen työnjohtajan tulee kustannustavoitteiden tarkistamisen lisäksi seurata kustannusten kertymistä työn edetessä.

### 3 Kaatovalutyöt

Kaatovalutyöillä tarkoitetaan tässä opinnäytetyössä märkätilojen kallistuslattioiden valua. Opinnäytetyössä keskitytään AR-yksikön työmailla yleisimmin käytössä olevan ontelolaatta-välipohjan tarkasteluun. Kyseisessä välipohjarakenteessa asuntojen märkätilojen kohdalla ontelolaatoissa on syvennys, johon kaatovalut tehdään jälkikäteen (Kuvio 1).



Kuvio 1. Kylpyhuoneen syvennys ontelolaatassa

Ennen varsinaisia lattioiden kaatovaluja tulee laatia työn aikataulu sekä selvittää kohteen laatuvaatimukset ja vallitsevien olosuhteiden vaikutus työn toteutukseen. Kaatovalujen edeltäviä töitä ovat mm. raudoitus-, putki- ja sähkötyöt. (5, s. 2 & 3.)

#### 3.1 Työvaiheen laatu

Kaatolattioiden osalta yrityksen työmailla laadunohjaustoimenpiteistä yleisesti käytössä ovat aloituspalaveri, tarkastukset, mittaukset ja testit, malliasennuskatselmus ja

osakohteen tarkastus. Yrityksessä vakiintuneen käytännön mukaisesti kaatovalujen osalta tarkastukset, mittaukset ja testit tehdään kaatolattiatöiden tarkastuslistan mukaisesti jokaisesta lattiakaivollisesta tilasta. (4.)

Valmiista kaatolattiasta mitataan lattian reunojen tasaisuus ja vaakasuoruus sekä kaatojen riittävyys ja lattian tasaisuus. Lattian tasaisuuden luokat ovat A<sub>0</sub>, A, B ja C. Vaativin luokka on A<sub>0</sub>. Asuntojen lattiat ovat yleensä A-luokkaa. Taulukossa 1 on esitetty lattian suurimmat sallitut tasaisuuspoikkeamat luokassa A. (6, s. 4.)

Taulukko 1. Taulukossa on BY 45/ BLY 7:n mukaiset tasaisuusvaatimukset betonilattioille tasaisuusluokassa A. (6, s. 4).

Tasaisuuspoikkeama	Mittausluokka L [mm]	Suurin sallittu poikkeama [mm]
Hammastus		0
Poikkeama vaakasuorasta tai nimelliskaltevuudesta	Enintään 200	2
	Enintään 700	4
	Enintään 2000	7

Taulukossa 1 mittausluokalla tarkoitetaan mittavälineen pituutta. Esimerkiksi, jos käytetään 2000 mm pitkää linjalautaa, saa lattian tasaisuuspoikkeama olla linjalaudan matkalla 7 mm. Kaatovaluissa valun reunojen tulee olla vaakasuorassa taulukon 1 mukaisten toleranssien rajoissa. Seinän rajan ja lattiakaivon väliltä kaatovaluissa mitataan lattian tasaisuuspoikkeamaa nimelliskaltevuudesta. Betonilattioissa hammastusta esiintyy yleensä valulohkojen välisen työ- tai liikuntasauaman kohdalla. Kaatovalut ovat normaalissa asuinrakennustuotannossa pinta-alaltaan niin pieniä, että ne valetaan kerralla.

### *Aloituspalaveri*

Aloituspalaverissa osapuolet sopivat työvaiheen kannalta keskeiset tavoitteet ja vaatimukset. Työvaiheen aloituspalaverissa käsitellään työvaiheen aikataulu, resurssit, laatuvaatimukset, työturvallisuus, kalusto, materiaalit ja laadunohjaustoimenpiteet. (4.)

### *Tarkastukset, mittaukset ja testit*

Kaatolattioiden osalta tarkastukset, mittaukset ja testit tehdään kaatolattiatöiden tarkastuslistan mukaan. Tarkastuslistassa on oma listansa työvaiheen malliasennuskatselmukselle sekä osakohteiden tarkastukselle. Yrityksen MOSS-tietokannassa on yrityksen käyttämät tarkastuslistat eri työvaiheille. Työmaiden tulee kohdentaa ja tarkentaa tietokannassa olevat tarkastuslistat työmaan laatuvaatimusten mukaisiksi. (4.) Liitteessä 2 on esitetty yrityksen työmaiden käytössä olevat tarkastuslistojen lomakemallit kaatolattioiden osalta.

### *Malliasennuskatselmus*

Malliasennuskatselmuksella varmistetaan, että työryhmä pystyy tekemään tehtävän asetettujen laatuvaatimusten mukaisesti. Malliasennuksen avulla voidaan töiden edetessä verrata työn laatua sovittuun tasoon. Malliasennuskatselmuksesta tehdään pöytäkirja, joka dokumentoidaan työmaan laatusuunnitelmien mukaisesti. Malliasennuskatselmus voidaan tehdä yrityksen MOSS-tietokannassa olevan tarkastuslistan mukaisesti. (5.) Yrityksen työmaiden käyttämä malliasennuksen lomakepohja on esitetty liitteessä 2. MOSS-tietokannassa olevat tarkastuslistojen mallit eivät välttämättä sovellu sellaisinaan kaikille työmaille, vaan ne pitää tarkistaa ja päivittää koskemaan esim. työmaan pintamateriaalien asettamia vaatimuksia. Joissakin MOSS-tietokannassa olevissa tarkastuslistoissa esiintyy myös virheitä, sekä harhaanjohtavia tietoja. Kaatolattioiden tarkastuslistassa on esimerkiksi lattian tasaisuusvaatimus pyörästetty BY 45/ BLY 7:n tasaisuusluokka A:n vaatimuksista (katso taulukko 1.). Lisäksi lattialämmityskaapeleiden vastusmittaukset tulee tehdä myös ennen valuja ja viemäreiden 90° kulmien tekeminen kolmella 30° kulmayhteellä koskee vain pystykokoojaviemäriin pohjakulmaa (katso kohta 3.2). Tämän insinööriyön yhteydessä kaatolattioiden tarkastuslistat korjataan virheellisiltä osin.

### *Osakohteen tarkastus*

Osakohteen tarkastuksella varmistetaan laatuvaatimusten täytyminen työvaiheen edetessä. Kaatolattiatöiden osalta yrityksen työmailla tarkistetaan kaikki lattiakaivolliset tilat tarkastuslistan mukaisesti. Osakohteen tarkastuslistalla tarkistetaan valutyön

aikana ja sen jälkeen samat asiat kuin kaatolattiatöiden malliasennuskatselmuksessakin. (4.) Osakohteen tarkastuslistassa on lisäksi mainittu ennen valuja tehtävät tarkastukset. Osakohteen tarkastuslista tulee malliasennuskatselmuksen tapaan tehdä kohdekohtaiseksi. Lomakepohjassa on esim. ilmaistu asuinrakennusten esteettömyyteen liittyvä kynnyshöheus harhaanjohtavasti lattiarakenteiden korkeusaseman tarkastamisen yhteydessä. Kynnyshöheus määritellään valmiista lattiapinnasta eikä lattiakaivosta.

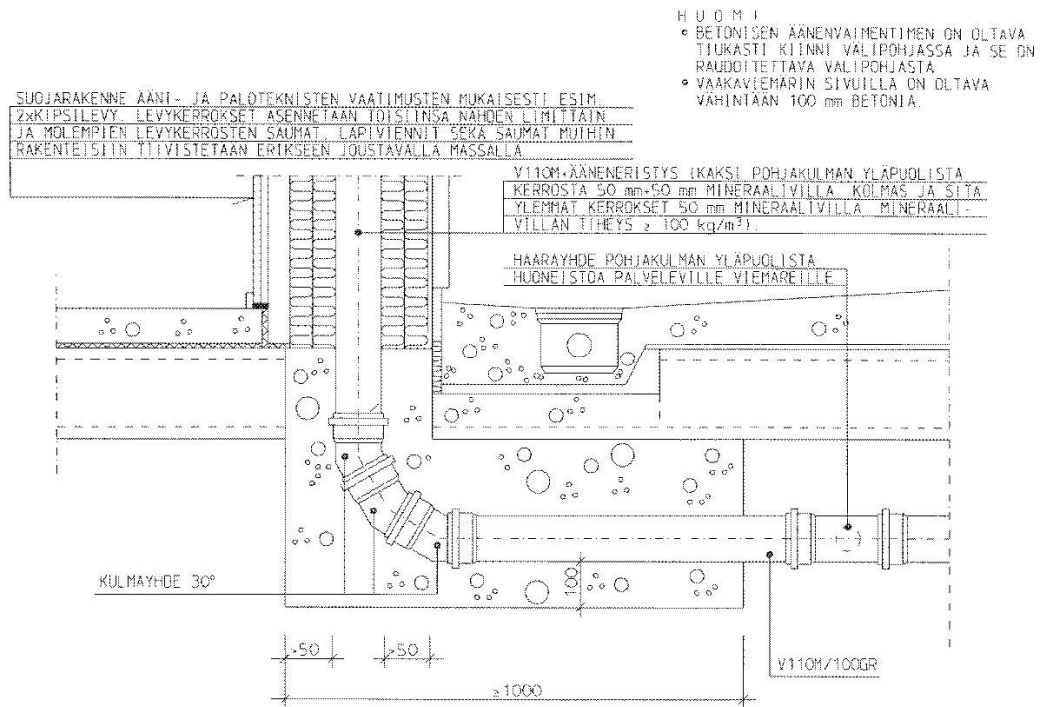
### 3.2 Edeltävät työvaiheet

#### *Valutopparit*

Ennen valutoppareiden asennusta tulee mitata ja merkitä kylpyhuoneen kevyiden väliseinien paikat. Väliseinien paikat merkitään huonetilan kattoon ritsilangan ja merkkäusvärin avulla. Valutoppareina käytetään U-kiskoa (kuvio 6, s. 28), joka kiinnitetään ontelolaattaan lyöntiankkureiden ja kierretangon avulla. U-kiskon yläreuna asennetaan tulevan lattiavalun yläpinnan korkoon. U-kiskon korkeusasema säädetään muttereiden avulla. U-kisko asennetaan siten, että kylpyhuoneen sisältä päin katsottuna kiskon sisäreuna on väliseinärangan sisäreunan kanssa samassa linjassa. Väliseinärangan sijainti voidaan siirtää katosta esim. ristikkolaserin avulla. (7, s. 42 - 43.)

#### *Viemäreiden asennus*

Rakennukseen asennettavien viemärien tulee olla joko kokonaan irti valusta tai kokonaan valun sisällä siten, että viemäri ympärillä on vähintään 15 mm betonia. Vaakaviemärien 90° liitokset ja suunnanmuutokset tehdään 45° muhvihaaroilla, haarayhteillä, muhvikulmilla tai kulmayhteillä. (8, s. 7.) Pystykokoojaviemärien pohjakulman 90° liitokset tehdään loivakaarisesti kolmella 30° kulmayhteillä (9, s. 9). Kuviossa 2 on esitetty pohjakulman tekeminen 30° asteen kulmayhteillä.



Kuvio 2. Pystykokoojaviemärin pohjakulman tekeminen kolmella 30° kulmayhteellä sekä äänenvaimentimen periaate (9, s. 10).

Lattian vesieristeen läpi nousevat viemärit, kuten wc-istuimen ja altaan viemärit, nostetaan vähintään 15 mm valmiin valupinnan yläpuolelle vesieristeen ylösnoston takia (8, s. 9). Käytännössä läpiviennit on kuitenkin hyvä nostaa noin 150 mm lopullisen valupinnan yläpuolelle, ettei viemäreiden tulppaus ole lattian valamisen edessä. Läpivientien reunan on oltava vähintään 40 mm:n etäisyydellä valmiista seinäpinnasta. Yleensä lattiakaivo sijoitetaan kylpyhuoneissa suihkun kohdalle. Lattiakaivon sijoittelussa tulisi huomioida, ettei sitä sijoiteta suoraan suihkun alle tai siten, että sen reunat ovat alle 500 mm:n päässä valmiista seinäpinnoista. (10, s. 10.)

Pystyviemärit ja niiden pohjakulmat ovat viemäriputkistojen yleisimmät äänitekniset ongelmakohdat. Rakennuksen sisäpuolella olevien pystykokoojaviemärien pohjakulmiin tulee tehdä betonirakenteiset äänenvaimentimet LVI- ja rakennesuunnittelijan yhdessä sopiman toteutustavan mukaisesti. Äänenvaimentimet tulee tehdä erityistä huolellisuutta noudattaen. (9, s. 8 - 9.)

Asuntojen kytkentä- ja vaakakokoojaviemäreiden sijoittamista toisen huoneiston puolelle tulee ehdottomasti välttää. Ne tulisi ensisijaisesti sijoittaa sen huoneiston sisäpuolelle tai lattiarakenteisiin, jota ne palvelevat. Pystykokoojaviemärin pohjakulman

yläpuoleisen huoneiston kokoojaviemärit liitetään ala- tai välipohjan alapuolella pohjakulman äänenvaimentimen jälkeiseen vaakaviemäriin. (9, s. 8.)

Betonisten ala- ja välipohjien alapuolelle tehtävien betonisten äänenvaimentimien tulee olla tiiviisti kiinni ala- tai välipohjassa. Äänenvaimentimet myös raudoitetaan ala- tai välipohjasta. Äänenvaimentimessa tulee olla betonia vähintään 100 mm vaakaviemäriin ympärillä ja yli 50 mm pystyviemäriin ympärillä. Äänenvaimennin tehdään vaakaviemäriin suuntaisesti vähintään 1000 mm:n matkalle ala- ja välipohjan alapuolella, jos se sijaitsee rakennuksen yhteistiloissa (kuvio 2). Huoneiston puolella olevien pystykokoojaviemärien pohjakulmien ja sivusiirtojen ympärille valetaan äänenvaimennin koko vaakaviemäriin matkalle. Pohjakulman yläpuoleisen asunnon viemärit liitetään välipohjan alapuolella pohjakulman jälkeiseen vaakaviemäriin vähintään 1500 mm:n päässä pohjakulmasta. (9, s. 9 – 10.)

Viemäriputkien kannakkeiden tulee ympäröidä viemäriputki kokonaan ja olla viemäriputkille tarkoitettuja. Vaakaviemärit kannakoidaan portaattomasti säädettävillä kannakkeilla, jotta viemäreille saadaan tehtyä tarvittavat kallistukset. Muoviset viemäriputket kannakoidaan kiintokannakkeilla välittömästi muhvin juuresta. (11, s. 10.)

### *Raudoitus*

Raudoitteena käytetään B500K 6-150 -betoniteräsverkkoa, jonka ainevahvuus on 6 mm ja verkon silmäkoko 150 x 150 mm. Raudoitusverkko asennetaan oikeaan korkoon pohjalaipallisten raudoitusvälikkeiden avulla. Raudoitusverkko tulee kiinnittää hyvin välikkeisiin, ettei se pääse liikkumaan lattialämmityskaapeleiden asennuksen tai lattian valun aikana. (7, s. 47.)

### *Sähköasennukset*

Kaatolattioiden alueelle ei yleensä tule muita sähköasennuksia kuin lattialämmityskaapelit. Muut sähköputkitukset on syytä tehdä ennen betoniteräsverkkojen asennusta putkitusten helpottamiseksi.



Lattialämmityskaapelit kiinnitetään betoniteräsverkkoon valmistajan asennusohjeiden mukaisella silmukkajaolla ja kiinnikkeillä (7, s. 48). Lattialämmityskaapeleiden vastusmittaukset tulee tehdä ennen lattian betonointia sekä betonoinnin jälkeen (4).

### 3.3 Valu

#### *Betonin valinta*

Työmaalla käytettävien betonien laadun valitsevat yleensä rakennesuunnittelija sekä työvaiheen työnjohtaja. Viranomaiset ja rakennuttaja voivat myös esittää vaatimuksia työmaalla käytettäville betoneille. Työmaan kannalta betonilaadun valintaan vaikuttavat yleensä betonimassan työstettävyys ja kuivumisnopeus, kun taas rakennesuunnittelija valitsee betonin kovettuneen betonin ominaisuuksien mukaan siten, että se täyttää normien, ohjeiden ja rakennelaskelmien asettamat vaatimukset. (12, s. 9.)

Betonin kutistumaan, kuivumisnopeuteen ja pinnan laatuun tulee kiinnittää erityistä huomiota valittaessa betonimassoja päällystettäville betonilattioille. Rakenteiden laadun kannalta parhaimpaan lopputulokseen päästään yleensä valitsemalla mahdollisimman jäykkä massa, jonka maksimiraekoko on mahdollisimman suuri. Kaatovaluissa joudutaan yleensä käyttämään betonin siirron ja työstettävyyden takia notkeita massoja. Betonimassan notkistus tulee tehdä lisäaineilla veden sijasta, koska veden lisääminen betoniin hidastaa rakenteen kuivumista (12, s. 10.)

Työmaan kireän aikataulun vuoksi pintabetonilattioiden valamisessa voi olla perusteltua käyttää nopeammin päällystettävää (NP) betonia. NP-massat ovat työstettävyydeltään tavallisia lattiamassoja sitkeämpiä, mikä tulee huomioida valun suunnittelussa. NP-betonin kutistuma on suurempaa kuin normaalilla betonilla, joten yli 60 mm paksuissa valuissa tulee ehdottomasti käyttää kutistumaraudoitusta. (13, s. 1 - 3.)

Käytännössä rakennesuunnittelija määrittelee betonille vähimmäisvaatimukset ja työnjohtaja valitsee käytettävät massat. Kaatolattioiden massaa valitessa kannattaa kuunnella valajien toivomuksia massan laadusta.

### *Betonointi*

Valettaessa runkobetonin päälle pintabetonivalu, tulee alusta puhdistaa irtonaisesta liasta ja pölystä. Valualusta, betonointitila ja liittyvät rakenteet tulee lämmittää mieluiten yli + 10 °C:n lämpöiseksi 12 tuntia ennen betonoinnin aloittamista. Liian voimakas lämmitys, tuuli ja veto voivat lisätä veden haihtumista betonipinnalta. Betonin tiivistämisellä muottiin levitetty betoni täyttää muotin tasaisesti ja siitä poistuu ylimääräinen ilma. Betonin tiivistys tulee tehdä mahdollisimman pian betonin levityksen jälkeen. Betonin pinta muotoillaan linjarilla tiivistämisen jälkeen. Betonin hiertäminen puolestaan tiivistää betonin pintaosan. Hiertämällä betonin pintaosan huokoisuus vähenee ja pinnan lujuus, kulutuksenkestävyys ja tiiveys paranevat. Betonipinta voidaan hiertää, kun valun pinta on mattakuiva ja se kestää painumatta levyn päällä työskentelyn. (12, s. 10 - 11.) Kaatovaluissa betoni hierretään ensin puisella hiertimellä ja sen jälkeen tasoitetaan teräksisellä hiertimellä.

### *Jälkihoito*

Betonipinnan jälkihoidon tarkoituksena on taata betonin sitoutumiselle ja kovettumiselle suotuisat olosuhteet. Käytännössä jälkihoidolla pyritään takaamaan betonille sopiva lämpötila kovettumisen alkuvaiheessa ja estää veden liiallinen ja liian nopea haihtuminen valun pinnasta. Jos betonin pinta kuivuu liikaa, eli valun pinnalta haihtuvan kosteuden määrä on suurempi kuin massasta pintaan erottuva vesimäärä, valun pinnassa voi tapahtua plastisen kutistuman aiheuttamaa halkeilua. (12, s. 11; 13, s. 2.) Betonin jälkihoito voidaan toteuttaa esim. levittämällä muovikalvo valun päälle tai ruiskutettavilla jälkihoitoaineilla.

NP-massat vaativat huolellisen varhaisjälkihoidon, koska ne sisältävät vähän vettä ja niissä veden erottuminen pintaan on vähäistä. Varhaisjälkihoito tulee aloittaa heti massan levityksen jälkeen. NP-massoilla varhaisjälkihoidon tarvetta kasvattavat valupaikan olosuhteet, kuten veto, tuuli ja auringon paiste. Jälkihoitoa tulee jatkaa noin viikon ajan valun jälkeen ja sen aikana betonin pinnan lämpötilan tulee olla noin + 5 °C (13, s. 2).

### *Betonirakenteiden kuivuminen*

Kylpyhuoneen lattian pintamateriaalit määrittävät, kuinka kuivaksi kaatovalujen pitää rakentamisaikana kuivua. Useimpien pintamateriaalien alustaltaan vaatima suhteellinen kosteus on RH korkeintaan 80 – 90 %, kun tuoreen betonin suhteellinen kosteus on RH 100 %. Betonimassassa olevasta vedestä osa sitoutuu kemiallisesti, jolloin rakenteen suhteellinen kosteus laskee. Tätä kutsutaan sitoutumiskuivumiseksi. Betonin vesi-sementtisuhte vaikuttaa sitoutumiskuivumisen määrään siten, että mitä enemmän betonissa on sementtiä, sitä suurempi sitoutumiskuivumisen osuus on. Kovettumisen jälkeen betoniin jäävä ylimääräinen kosteus poistuu betonista haihtumalla. Haihtumiskuivumista tapahtuu betonissa kunnes betoni saavuttaa tasapainokosteuden ympäristön kanssa. Haihtumiskuivumisessa betonin sisällä oleva kosteus liikkuu pintaan, mistä se haihtuu ympäröivään pintaan. (12, s. 20 - 21.)

Betonin kuivumisnopeuteen vaikuttavat rakenne, ympäröivät olosuhteet sekä betonin laatu. Välipohjarakenteet voidaan jakaa molempiin suuntiin kuivuviin, toiseen suuntaan kuivuviin sekä toiseen suuntaan kuivumisen osittain estettyihin rakenteisiin. Kuivumissuunnan lisäksi rakenteen paksuus vaikuttaa sen kuivumisnopeuteen. Paksussa rakenteessa kosteuden pitää siirtyä pidempi matka rakenteen pinnalle kuin ohuessa, joten sen kuivuminen on hitaampaa. Kuivumissuunta vaikuttaa paitsi kosteuden siirtymään matkaan, myös haihduttavan pinnan pinta-alaan. Tämän johdosta molempiin suuntiin kuivuvat rakenteet kuivuvat kahta muuta tyyppiä nopeammin. (12, s. 20 – 23.)

Ilman kosteusprosentti määrittää, kuinka paljon se pystyy sitomaan betonista haihtuvaa kosteutta. Talvella ilman kosteusprosentti on yleensä alhaisempi kuin keväällä, joten betonirakenteet kuivuvat talvella nopeammin. Betonin lämpötilan nouseminen nostaa vesihöyrynpainetta betonin huokosissa, jolloin kosteuden siirtyminen on tehokkaampaa. Betonin kuivatusmenetelmistä tehokkainta on nostaa sen lämpötilaa. (12, s. 21.)

Betonin laadun vaikutukset betonirakenteen kuivumiseen perustuvat vesisementtisuhteeseen ja tiiveyteen. Sitoutumiskuivumisen osuus määräytyy betonissa olevan sementin määrän mukaan ja haihtumiskuivumisen osuus vesimäärän mukaan.

Haihtumiskuivumisen kannalta betonin tiiveys vaikuttaa siihen, miten helposti vesi pääsee poistumaan rakenteesta. Alhainen vesisementtisuhte tekee betonista tiiviimpää, jolloin betonin vesihöyryn läpäisevyys hidastuu. (12, s. 20 – 21.)

### *Betonipinnan hionta*

Betonin pintaan muodostuu hiertämisen seurauksena sementtilliimaa. Sementtilliima heikentää pinnoitteiden tartuntaa ja hidastaa betonin kuivumista. Sementtilliima tulee poistaa betonin pinnasta kauttaaltaan pois siten, että runkoaines tulee näkyviin. (12, s. 12.) Sementtilliiman poistaminen voidaan tehdä esim. lattianhiomakoneella. Ahtaista paikoista, kuten viemäriputkien takaa ja seinien sisänurkkien kohdalta, sementtilliima poistetaan hiomakivellä käsin.

### 3.4 Yrityksen nykyinen käytäntö

NCC Rakennus Oy:lle on keväällä 2011 tehty mestarityö, jonka yhtenä osana tehtiin työhjvideo kaatolattiatöiden vakiointia varten. Työhjvideolla on kuvattu yrityksen nykyinen käytäntö ja työjärjestys kaatovalujen osalta.

Kaatolattiat ovat keskeinen osa pesuhuoneiden vedeneristyksen toimivuutta. Kaatojen riittävyteen ja valupintojen mittatarkkuuteen tulee kiinnittää erityistä huolellisuutta jälkitöiden välttämiseksi. Myös edeltävien työvaiheiden huolellinen toteutus auttaa kaatolattioiden laadun saavuttamisessa. (14.)

### *Valutopparit*

Valutoppareilla rajataan valun reunat ja varmistetaan reunojen oikea korkoasema. Lisäksi valutopparit toimivat valutyössä ohjureina, joiden avulla kaadot saadaan tehtyä oikeanlaisina kaivolle. Valutoppareina käytetään U2-asennuskiskoa ja ne asennetaan tulevien väliseinien sisäpintojen kohdalle. (14.)

Kiskot kiinnitetään laattaan 8 mm kierretankojen, lyöntiankkureiden ja muttereiden avulla. Kierretankoja laitetaan noin 1000 mm:n välein. Kiskot tuetaan sivuttain reikänauhalla kierretankojen kohdalta. Reikänauhat kiinnitetään molemmista päistään

laattaan. Kiskojen yläpinta asennetaan tulevan valun yläpinnan kanssa samaan korkoon. Kiskot voidaan jättää valmiiseen valuun, joten niiden avulla vältytään muottien purkamiselta. Lisäksi kiskojen avulla varmistetaan valun reunojen oikea korko sekä valun reunan tasaisuus. (14.)

#### *Viemäreiden asennus*

Valutoppareiden asennuksen jälkeen tehdään viemäriasennukset. Viemäreiden asennus aloitetaan tarkistamalla putkiliittymän korko Elpo-hormissa. Samalla tarkistetaan, riittääkö kololaatan syvyys kaatojen toteutukseen. Viemäriputket asennetaan laatan päälle ja kannakoidaan muovisilla valutuilla. Viemärihajotusten jälkeen asennetaan lattiakaivo. Lattiakaivon sijainti ja korko mitoitetaan suunnitelmien mukaan. Lattiakaivo kiinnitetään laattaan kolmesta kohdasta lyöntiankkureiden, kierretankojen ja muttereiden avulla. Kaivon korko mitataan kiskojen avulla ja säädetään muttereiden avulla. Käyttämällä muovisia valutukia ja kiinnittämällä lattiakaivo kierretangoilla voidaan säästyä putkien ja kaivon kiinnivalamiselta. Lisäksi kaivon asentaminen ja koron tarkastaminen voi säästää aikaa ja vaivaa. Ennen rauditusverkon asentamista valusta ylös nousevien viemäreiden (esim. wc-istuimen ja altaan viemärit) päät tulpataan, ettei betonia pääse valun aikana viemäreiden sisälle. (14.)

#### *Rauditus*

Viemäriasennusten jälkeen asennetaan rauditusverkot. Rauditusverkkoina käytetään B500K 6-150 -verkkoja, joiden ainevahvuus on 6 mm ja verkon silmäkoko 150 x 150 mm. Verkot limitetään yhden silmän verran (150 mm) ja sidotaan toisiinsa noin 300 mm:n välein sidoslangalla. Verkot kannatetaan laatasta siten, että verkon päälle tulee betonia vähintään 30 mm. Verkkojen tuenta ja kiinnitys tehdään siten, että verkko ei pääse liikkumaan valun aikana. (14.)

#### *Sähköasennukset*

Lattialämmityskaapelit asennetaan teräsverkon päälle suunnitelmien mukaisesti ja kiinnitetään nippusiteillä. Nippusiteiden päät käännetään verkon alapuolelle, etteivät ne haittaa lattian pinnan tekemistä. Lämmityskaapeleiden asennuksen jälkeen

sähköasentaja asentaa valuun loput tarvittavat putkitukset. Ennen valua tulee tarkistaa, että sähköputket mahtuvat tulevan väliseinän sisälle. Lattialämmityskaapeleiden toimivuuden varmistamiseksi niille tehdään vastusmittaukset ennen valua ja valun jälkeen. (14.)

### *Betonointi*

Betoni tilataan suunnitelmien mukaan ja tilauksen yhteydessä ilmoitetaan betonin rasitusluokka ja laatu sekä tarvittava siirtokalusto ja betonointinopeus. Betonointi aloitetaan kohteen kauimmaisesta päästä. Betoni pumpataan karkeasti haluttuun korkoon. Seinän vierellä valun korko tarkistetaan mittakepin avulla korkomerkitöjen mukaan. Lattian pinta tasataan linjalaudalla valukiskojen ja kaivon mukaisesti. (14.)

Kaatojen tulee olla suihkun alueella 1:50:een ja muualla 1:80:een. Wc-istuimen asentamisen helpottamiseksi kaadon tulisi olla sen kohdalla loivempi, kuitenkin vähintään 1:100. Valun pinnan suoruus ja kaadot viimeistellään hiertämällä. Lattian hierto aloitetaan noin kahden tunnin päästä valun aloittamisesta kun valun pinta kantaa hiertäjän painon eikä sen pinnalle keräydy enää vettä. Valun pinta hierretään ensin puu- ja sitten teräshiertimellä. Lopuksi betoniroiskeet poistetaan ympäröiviltä pinnoilta. (14.)

### *Laadunvarmistus*

Työnjohtaja tarkastaa työkohteen ennen valua. Tarkastuksen yhteydessä työkohde valokuvataan siten, että kuvista selviää työkohteen ja lattialämmityskaapeleiden sijainti. Valmiista kaatovalusta tarkastetaan lattian tasaisuus ja kaatojen riittävyys. (14.)

## 4 Lattioiden oikaisutyöt

### 4.1 Työvaiheen laatu

Yrityksellä ei ole lattioiden oikaisutöille tehtynä samanlaista valmista tarkastuslistaa kuin kaatovaluille. Lattioiden oikaisutöitä tekevät urakoitsijat tarkastavat kuitenkin työkohteen alustan ennen lattiatasoitteen pumppausta ja laativat siitä pohjantarkastuspöytäkirjan. Alustasta tarkastetaan:

- Välipohjan rakenne (ontelolaatta vai paikalla valettu)
- Alustan puhtaus
- Onko alustassa sementtiliimaa
- Korkomerkkien määrä
- Ontelosaumat.

Pohjantarkastuspöytäkirjan lisäksi urakoitsijat tekevät pumppauspöytäkirjan. Pumppauspöytäkirjassa mainitaan mm. urakoitsijan käyttämät materiaalit, tilaajan kanssa sovittu valmiin työn laatu, arvioitu tasoitteen menekki sekä työkohteen olosuhteet.

Pumppauksen jälkeen urakoitsijat tarkastavat vielä valmiin lattian oikaisutyön laadun. Työn jälkeinen tarkistus kannattaa yleensä tehdä pumppausta seuraavana päivänä. Lattiapintojen tarkastus on yleensä helpompaa seuraavana päivänä, koska seuraavat työvaiheet eivät vielä ole tarkastuksen tiellä. Lattiatasoitteessa olevat kovat kohdat on helpompi hioa pumppausta seuraavana päivänä, koska tasoite ei ole vielä kovettunut lopulliseen kovuuteensa. Tasoitteessa olevien vuotokohtien paikkaaminen pumppausta seuraavana päivänä on puolestaan helpompaa, koska seuraavat työvaiheet eivät vielä ole paikkausten tiellä. Työn jälkeisestä tarkastuksesta urakoitsija laatii vastaanottotarkastuspöytäkirjan. Pöytäkirjaan merkitään havaitut virheet sekä niiden aiheuttajat.

Lattioiden tuleva pintamateriaali määrittelee paitsi valmiin lattiatasoitetyön laadun tason, myös alustan laadun tason sekä alustan valmistelun edeltävät tehtävät.

Yrityksen kohteissa lattian pintamateriaaleina käytetään yleisimmin muovimattoa, parkettia ja laminaattia.

Taulukossa 2 on esitetty Rakennustöiden yleisten laatuvaatimusten mukaiset muovimaton, parketin ja laminaatin alustan sallitut tasaisuuspoikkeamat. Tasaisuuspoikkeamien mittauspituutena on 2000 mm ja luokkana on tavanomaisten asuinrakennusten luokka 2. (15, s. 339 taulukko 772:T3, s. 331 taulukko 771:T2, s. 318 taulukko 75:T2)

Taulukko 2. Muovimaton, parketin ja laminaatin alustan sallitut tasaisuuspoikkeamat (15, s. 318, 331, 339).

Tasaisuuspoikkeama	Mittauspituus [mm]	Suurin sallittu poikkeama [mm]		
		Muovimatto	Parketti	Laminaatti
Hammastus	2000	0	0	0
Tasaisuuspoikkeama	2000	± 4	± 2	± 2

Pinnoitemateriaalista riippumatta valmiissa lattian oikaisussa ei hyväksytä hammastusta. Muovimatolle sallitaan alustassa suurempi tasaisuuspoikkeama kuin parketille tai laminaatille (taulukko 2).

#### 4.2 Edeltävät työvaiheet

##### *Alustan valmistelu*

Lattian oikaisutöiden valmistelu on yleensä järkevintä aloittaa kaatolattioiden valun jälkeen. Ontelokentässä olevat suuremmat paikkaukset kannattaa kuitenkin tehdä kaatovalujen yhteydessä, koska tällöin paikkauksia varten ei erikseen tarvitse tehdä massaa.

Alustan valmistelu aloitetaan poistamalla siitä kaikki tartuntaa heikentävät ainekerrokset, joita ovat mm. alustassaan huonosti kiinni olevat betoniroiskeet, lika, pöly ja vesi (16, s. 101).

Piikkaukset on syytä suorittaa ensimmäiseksi, jotta vältetään ylimääräisiltä siivouskerroilta. Yleisimpiä piikkauskohteita alustan valmistelussa ovat ontelokentälle



pudonneet valuroiskeet rungon betonoinneista (seinäelementtien pystysaumapumppaus ja kaatovalut), ontelosaumojen valut sekä seinäelementtien alusmassan piikkaukset.

Alustasta piikataan irti kaikki betoniroiskeet, jotka muuten nousisivat valmiin lattian oikaisun yläpuolelle. Myös kaikki alustassaan huonosti kiinni olevat betoniroiskeet piikataan. Ontelolaattojen saumoista piikataan huonosti kiinni oleva aines. Ontelolaatan yläreunassa olevan viisteen päälle jää yleensä saumavalussa betonia, joka ei ole hyvin kiinni laatussa (kuvio 3). Seinäelementtien alusmassat piikataan pystysuoraan tasan seinälinjan kanssa, etteivät ne haittaa tulevia työvaiheita kuten parkettiasennusta tai listoitusta.

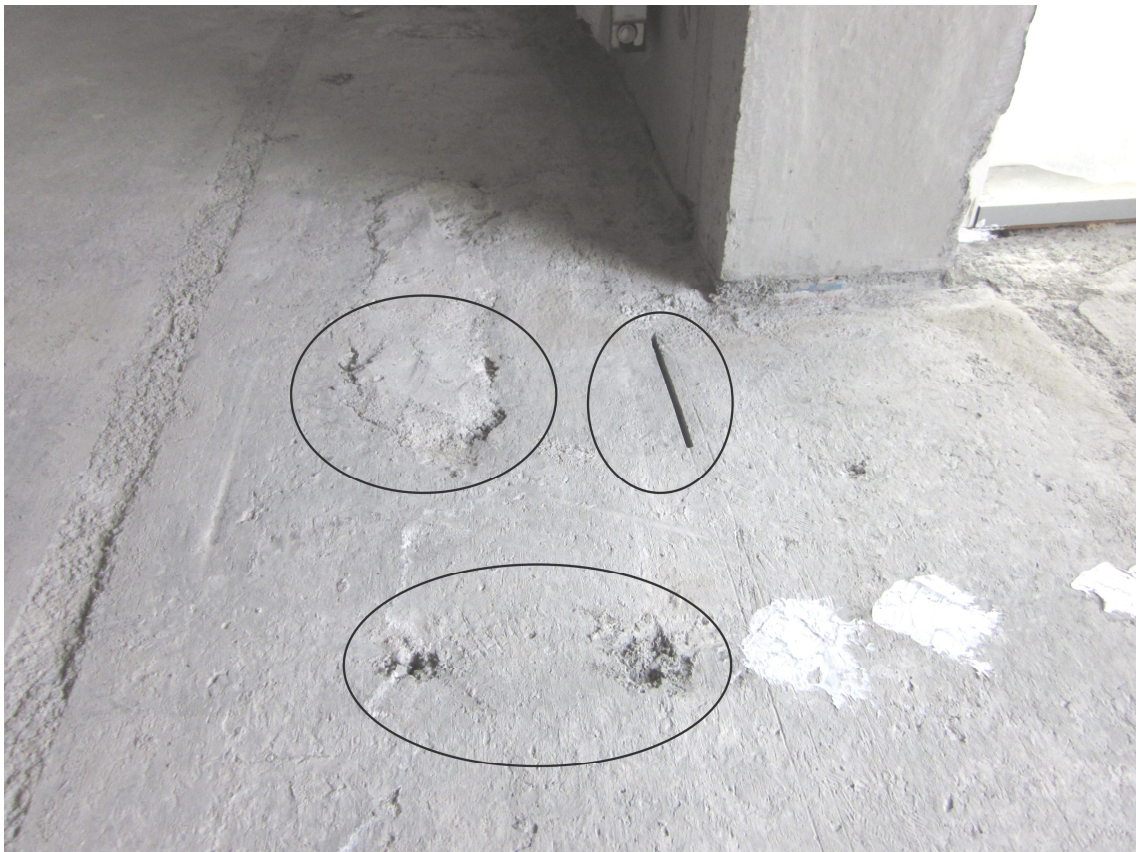


Kuvio 3. Ontelolaatan pinnalle on jäänyt saumavalussa roiskeita, jotka voivat heikentää lattiatasoitteen tartuntaa.

Ontelolaattojen saumojen käsittelyn tarkkuus riippuu lattian lopullisesta pintamateriaalista. Mattolattioiden pohjatyöt on tehtävä tarkemmin kuin parketti- tai laminaattilattioiden. Mattolattiakohteissa ontelolaattojen saumat pitää tasoittaa ennen varsinaista lattian oikaisutyötä tiiviillä oikaisumassalla, mieluiten samalla massalla kuin

varsinaisessa oikaisutyössä. Lattiatasoitemassat vaativat vedenpitävän pohjan vuotojen ehkäisemiseksi. Ontelolaattojen saumavalut voivat silmämääräisesti näyttää tiiviiltä, mutta olla silti sen verran huokoisia, että lattiatasoite valuu hieman niiden läpi. Nämä vuotokohdat voivat aiheuttaa valmiiseen tasoitepintaan alle 4 mm suuren tasaisuuspoikkeaman joka näkyy valmiissa mattopinnassa. Eli vaikka mattolattioille sallitaan suuremmat tasaisuuspoikkeamat kuin esim. parkettilattioille, voi valmiissa pinnassa näkyä pienimmätkin tasaisuuspoikkeamat.

Piikkausten jälkeen alusta imuroidaan huolellisesti ja ontelolaatoissa olevat reiät paikataan tiiviisti. Ontelolaattojen nostoelinten kohtien reunat on syytä paikata huolellisesti, vaikka ne silmämääräisesti näyttäisivätkin tiiviiltä (kuvio 4). Muut yleisimmät paikattavat reiät ovat ontelolaattoihin sahattujen varausten kohdat sekä ontelolaattojen vesireiät (kuvio 4).



Kuvio 4. Ontelolaatan vesireiät, nostoelinten paikat ja varauksia varten tehdyt sahaukset tulee paikata huolellisesti

### *Korkomerkit*

Korkomerkit merkitään lattiaan noin 2 – 3 metrin välein (16, s. 3). Korot voidaan merkitä esim. naulatulpilla ja ruuveilla tai alustaan liimattavilla muovisilla korkomerkeillä. Ruuveilla ja naulatulpilla merkittävät korot tehdään ennen tasoitteen pumppausta. Tulpat porataan ontelolaattaan ja ruuvit asennetaan tasolaserin avulla haluttuun korkoon. Alustaan liimattavat korkomerkit liimataan lattiadispersiolevityksen jälkeen ennen tasoitteen pumppausta. Liimattavia korkomerkkejä käytettäessä korot mitataan ja merkitään alustaan etukäteen. Lattiaan merkitään kohta, mihin korkomerkki liimataan sekä korkomerkin pituus. Korkomerkki leikataan ennen liimausta siinä olevan millimetritaulukon ja lattiassa olevan merkinnän mukaan.

### *Valutopparit*

Valutopparit asennetaan valualueiden reunoille. Toppareina voidaan käyttää esim. lautaa, joka kiilataan tai pöngätään tiukasti paikoilleen. Valutoppareiden reunaan laitetaan irrotuskaistat, jotta ne saadaan poistettua valun jälkeen helpommin. Toppareiden reunat tiivistetään hyvin, ettei tasoitemassa pääse valumaan valualueen ulkopuolella.

### *Lattioiden oikaisu*

Tasoitettavien tilojen tulee olla + 10 °C lämpöisiä noin viikkoa ennen pumppausta ja noin viikon pumppauksen jälkeen. Ikkuna- ja oviaukot tulee sulkea ja veden pääsy tasoitettavalle alueelle estää. Tasoituksen aikana ja noin kolme vuorokautta sen jälkeen tulee estää vedon syntyminen lattian pinnalle. Alusta pohjustetaan lattiadispersiolla ennen tasoitteen pumppausta. Lattiadispersio levitetään tasaisesti pumpattavalle alustalle joko suihkuttamalla tai harjaamalla. Lattiadispersio annetaan kuivua läpinäkyväksi kalvoksi ennen tasoitteen pumppaamista. Tasoite levitetään alustalle kaistoina siten, että uusi kaista pumpataan mahdollisimman nopeasti osittain edelliseen kaistaan. Tasoitus viimeistellään leveällä teräslastalla. (16, s. 101 & 118.)

### *Laadunvarmistus*

Valmis lattian oikaisutyö tarkistetaan viimeistään kahden päivän kuluessa työn valmistumisesta, jolloin mahdolliset korjaukset on vielä helppo tehdä. Lattiat tarkistetaan kauttaaltaan linjalaudalla ja mahdolliset vuotokohtat merkitään koko laajuudessaan miinus-merkillä (kuvio 5). Mahdolliset kovat, eli muuta lattianpintaa korkeammalla olevat kohdat merkitään kauttaaltaan plus-merkillä (kuvio 5).



Kuvio 5. Valmiissa lattian tasoituksessa on seinän vierellä vuotokohta ja seinän oikealla puolella kovaksi jäänyt kaistale.

#### 4.3 Yrityksen nykyinen käytäntö

NCC Rakennus Oy:lle on tehty projektityönä työohjevideo lattioiden oikaisutöistä. Videolla on kuvattu yrityksen nykyinen käytäntö ja työjärjestys lattian tasoitettöiden osalta. Työohjevideon mukainen tehtävän suoritus on kuvattu alla.

### *Alustan valmistelu*

Tasoitettavat lattiapinnat tyhjennetään tavaroista. Lattioille päässyt vesi imuroidaan huolellisesti vesi-imurilla. Patteriputket suojataan ja eristetään ennen läpivientien valamista. Tasoitettavat lattiapinnat petkelöidään paineilmapetkeleellä. Suuremmat kohoumat ja epätasaisuudet piikataan pois. Lattiat imuroidaan huolellisesti. Yli 15 mm syvät kolot ja urat paikataan vetelällä sementtilaastilla muun pinnan tasoon. Paikattavat kohdat pohjustetaan lattiadispersiolla ennen paikkausta. Lattiassa olevat reiät tukitaan akryylimassalla. Reikien paikkaus on tehtävä huolellisesti, koska pienimmätkin vuodot näkyvät valmiissa tasoitetyössä painumina. Lattian ja seinän rajat tiivistetään vesieristeellä. Vesieristeellä estetään tasoitteen vuotaminen seinien alitse ja parannetaan valmiin asunnon tiiveyttä. Vajaat ja huokoiset ontelolaattojen saumat täytetään itetasoittuvalla lattiatasoitteella kohteissa joissa lattian pintamateriaalina on muovimatto. Ontelosaumat pohjustetaan lattiadispersiolla ennen tasoitteen levittämistä. Tasoite kaadetaan ontelosaumoihin ja tasataan pienellä lastalla. (14.)

### *Korkomerkit*

Tasoitteen pinta vaaitaan tasolaserilla ontelokentän korkeimman kohdan mukaan. Asunnon kynnyskorkeudet tulee huomioida korkoja mitattaessa. Korot merkitään ruuveilla ja punaisella spraymaalilla tai muovisilla korkomerkeillä.

### *Valutopparit*

Kaatolattioiden reunoille tehdään valutopparit, jos kaatolattian pinta on alempana kuin lattiatasoitteen pinta. Topparit kiinnitetään katosta kiripuiden avulla. Toppareiden reunoihin kiinnitetään irrotuskaistat ja alareunat tiivistetään akryylimassalla. Valutopparit asennetaan lisäksi asuntojen oviaukkoihin sekä porras- ja hissikulujen reunoihin. Topparit asennetaan puukiiloilla. Toppareiden kylkiin kiinnitetään irrotuskaistat ja alareunat tiivistetään akryylimassalla. (14.)

### *Lattioiden oikaisu*

Alustan puhtaus tarkistetaan ennen pohjustusaineen levitystä. Pohjustusaineen levitys aloitetaan tasoitettavan kohteen kauimmaisesta pisteestä. Lattiatasoite voidaan aloittaa pohjustusaineen levityksen jälkeen. Tasoite pumpataan samassa järjestyksessä kuin pohjustusaineen levitys. Lattiatasoite pumpataan tila kerrallaan korkomerkkien yläpintaan. Pinta oikaistaan linjalaudalla. (14.)

### *Jälkityöt ja laadunvarmistus*

Topparilaudat irrotetaan pumppauksen jälkeisenä päivänä. Tällöin lattiatasoite on vielä tuoretta ja tasoitteen lohkeilu voidaan välttää. Valmiin lattiatasoituksen laatu tarkastetaan pumppauksen jälkeisenä päivänä. (14.)

## 5 Yhteenveto teoriasta

Kaatolattioiden ja lattian oikaisutöiden onnistuneen toteutuksen kannalta tehtävien huolellinen suunnittelu on erittäin tärkeässä asemassa. Tehtävien suunnittelu tulee aloittaa hyvissä ajoin ennen varsinaisten työvaiheiden alkua. Suunnittelussa tulee huomioida tehtävien ajalliset, laadulliset ja taloudelliset tavoitteet sekä tarkistaa menetelmät ja ratkaisut niiden saavuttamiseksi.

Suunnittelun lisäksi tehtäviä on seurattava ja valvottava koko työvaiheen keston ajan. Hyvänä työkaluna tehtävien valvontaan voidaan käyttää resurssipohjaista viikkoaikataulua. Viikkoaikataulun käyttö on työnjohtajalle osa päivittäistä työn johtamista. Viikkoaikataulussa tehtävät pilkotaan mahdollisimman yksityiskohtaisesti. Viikkoaikatauluun merkitään suunniteltujen tehtävien saavutukset, sekä mahdollisten häiriöiden syyt. Päivittäisellä valvonnalla voidaan nopeasti reagoida tehtävien viivästyksiin esim. lisäämällä resursseja tehtävän lopullisen tavoitteen saavuttamiseksi.

Työvaiheiden laadunvarmistus etenee vaiheittain. Työnjohdon tulee tarkkailla työvaiheiden laatua päivittäin ja puuttua mahdollisiin epäkohtiin välittömästi. Laadullisten virheiden korjaaminen aikaisessa vaiheessa on yleensä huomattavasti helpompaa ja halvempaa kuin pidemmän ajan päästä. Kaatolattioiden ja lattian

oikaisutöiden lopulliseen laatuun vaikuttavat suurelta osin myös niiden alustojen valmius sekä työpisteissä vallitsevat olosuhteet.

Kaatolattioiden ja lattian oikaisutöiden työnjohtajan tulee olla hyvin perillä tehtävien sisältämisestä vaatimuksista. Työnjohdon tulee myös aktiivisesti valvoa tehtäviä sekä reagoida havaitsemiinsa epäkohtiin välittömästi hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi.

## 6 Työmaahaastattelut ja materiaalivertailut

Työmaahaastattelut tehtiin neljällä yrityksen työmaalla (Gneissi, Lontoonkatu, Tervapaanu ja Tervahovi) ja niihin osallistui viisi työnjohtajaa. Haastattelujen runko oli jaettu neljään osaan molempien työvaiheiden osalta. Liitteessä 3 on haastatteluissa käytettyjen lomakkeiden pohjat. Haastattelujen lisäksi tietoja saatiin yhdeltä jo valmistuneelta työmaalta (Kivivuorentie).

Haastattelujen runko oli jaettu molempien työvaiheiden osalta kolmeen osaan. Haastattelun aluksi selvitettiin työnjohtajien käyttämiä menetelmiä töiden suunnitteluun ja kustannusten seurantaan. Alussa selvitettiin myös, kuinka hyvin työnjohtajat tunsivat työvaiheista tehtyjen opetusvideoiden sisällön

Haastattelujen toisessa osassa selvitettiin työmaiden käyttämät materiaalit sekä työmenetelmät molempien tehtävien valmistelevien töiden ja varsinaisten kaatovalujen ja lattioiden oikaisutöiden osalta. Samalla selvitettiin kaatovaluihin ja lattian oikaisutöihin käytetyt urakoitsijat, heidän käyttämänsä kalusto sekä työmaiden kokemukset kyseisistä urakoitsijoista.

Haastattelujen lopuksi selvitettiin, miten rakenteet olivat kuivuneet kohteissa ja miten työmailla oli varauduttu mahdollisiin ongelmiin rakenteiden kuivumisen osalta. Samalla selvitettiin myös työmaiden kohtaamia ongelmia työvaiheiden toteutuksessa ja keskusteltiin esille tulleista kehitysideoista.

Työmaiden käyttämistä materiaaleista tehtiin kustannusvertailu. Materiaalitietoja saatiin haastateltujen työmaiden lisäksi yhdeltä jo valmistuneelta työmaalta. Kustannusvertailut tehtiin yrityksen vakiintuneiden tavarantoimittajien listahinnoista

ilman erillisiä tarjouspyyntöjä. Kustannusvertailu tehtiin pelkästään materiaalien ilmoitetuilla hinnoilla eikä siinä huomioitu esim. rahti- tai energiakustannuksia.

Kohdassa 6.1 on esitetty haastattelujen tulokset työvaiheiden esivalmistelujen ja suunnittelun osalta. Kaatovalujen osalta haastattelujen toisen ja kolmannen osion tulokset on esitetty kohdassa 6.2. Kohdassa 6.3 on esitetty haastattelujen toisen ja kolmannen osan tulokset lattioiden oikaisutöiden osalta. Materiaalien kustannusvertailujen tulokset on esitetty työvaiheiden haastattelu tulosten jälkeen.

## 6.1 Työvaiheiden esivalmistelu ja töiden seuranta

Haastatteluihin osallistuneilla työnjohtajilla ei ollut käytössään yhtenäistä viikkoaikataulun mallia. Myös työvaiheiden viikkosuunnittelun tarkkuus vaihteli eri työnjohtajien välillä.

Toteutuneiden kustannusten seurantaan ei myöskään työnjohtajilla ollut yhtenäistä menetelmää. Kustannusten seuranta työmailla perustui pääosin kaatovaluihin käytetyn betonin ja lattioiden oikaisuun käytetyn tasoitteen määriin. Valmisteleviin töihin käytetyt omien työntekijöiden työkustannukset ja materiaalikustannukset eivät olleet työnjohtajilla helposti osoitettavissa.

Työvaiheista tehtyjen opetusvideoiden periaate tiedettiin työmailla joko työnjohtajien tai työntekijöiden taholta. Työvaiheiden toteutus oli pääpiirteissään opetusvideoiden mukainen.

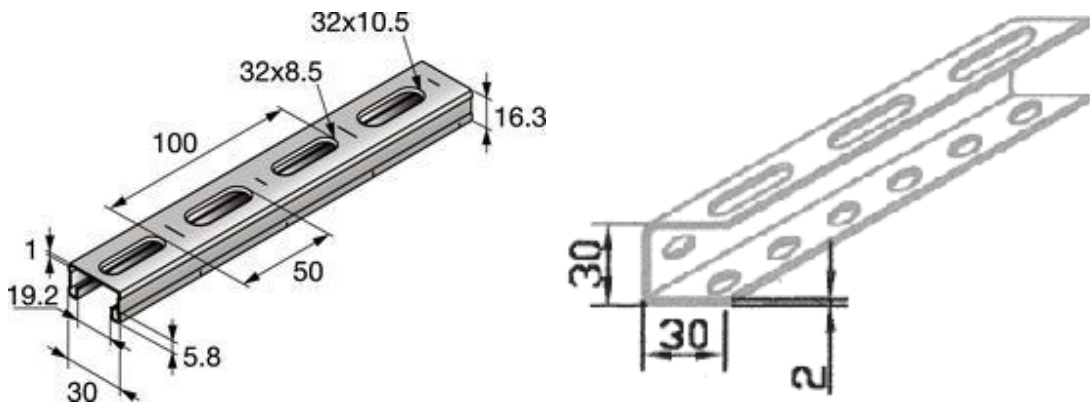
## 6.2 Kaatovalut

### 6.2.1 Työn toteutus

#### *Valutopparit*

Kaikilla haastatteluihin osallistuneilla työmailla valutoppareihin käytettäväksi kiskoksi oli valittu MM-C-16 asennuskisko opetusvideolla käytetyn U2-asennuskiskon sijaan (kuvio 6). Työmaat olivat valinneet kiskon, koska se oli halvin. Yhdellä työmaalla kiskon valintaan oli hinnan lisäksi vaikuttanut kylpyhuonesyvennyksissä ilmenneet ongelmat (katso kohta 6.2.3).





Kuvio 6. Kuvassa vasemmalla on työmailla käytetty MM-C-16-asennuskisko ja oikealla U-2-asennuskisko.

Työmailla käytettiin kierretangon kiinnitykseen laatan pohjaan HUS-I 6x35 M8/M10 betoniruuvi-ankkureita opetusvideolla käytetyn lyöntiankkurin sijaan (kuvio 7).



Kuvio 7. Kuvassa vasemmalla on työmailla käytetty HUS-I-betoniruuvi-ankkuri ja oikealla lyöntiankkuri.

Betoniruuvi-ankkurin kannassa on valmiina hylsy johon kierretanko voidaan kiinnittää. Hylsyssä on M8- ja M10-kierteet, joten samaa ankkuria voidaan käyttää 8 tai 10 mm:n kierretangoille. Työmaiden kokemusten mukaan betoniruuvi-ankkurin käyttö oli helpompaa ja nopeampaa kuin lyöntiankkurin.

Valutopparit asennettiin työmailla pääsääntöisesti ennen viemäriasennuksia, joissakin yksittäisissä tapauksissa putkimies oli ehtinyt tehdä viemäriasennukset ennen valutoppareita. Valutoppareiden yläpinnan korko mitattiin ikkuna-asennusta varten siirretystä metrin korosta. Asentajat vaihtelivat rakennusmiehestä mittamieheen pääasiassa sen mukaan, kenellä oli aikaa asentaa valutopparit. Haastattelujen perusteella asentajan ammatilla ei ole väliä, kunhan asentaja on mittaustaitoinen ja

tekee työnsä huolellisesti. Valukiskojen sijainti siirrettiin kattoon merkityistä väliseinien paikoista ristikkolaserin avulla. Joillakin työmailla ei ehditty ennen kaatovaluja merkitä kuin kylpyhuoneen seinien paikat kun taas joillakin työmailla oli merkitty kaikki asunnon väliseinät.

### *Viemäreiden asennus*

Osalla työmaista jouduttiin piikkaamaan kololaatan pohjaan viemäriputkille uria, koska Elpo-hormin liitoskohta sijaitsi niin alhaalla kololaatan syvennykseen nähden (kuvio 8).



Kuvio 8. Viemäriputken liitoskohta on Elpo-hormissa niin syvällä kololaattaa nähden, että viemäriputkia varten kololaatan pohjaan on jouduttu piikkaamaan ura.

Myös kololaatassa olevia lattiakaivojen varaussyvennyksiä jouduttiin jonkun verran piikkaamaan, koska ne eivät olleet oikealla kohdalla tai riittävän syviä.

Viemäriputkien kaadot ja ankkurointi toteutettiin yleisimmin elementtien asennuspalojen ja reikänauhan avulla. Varsinaisia säädettäviä viemäriin valutukia ei juurikaan käytetty. Lattiakaivojen kiinnitys toteutettiin joko valamalla tai kierretankojen avulla. Yhdellä työmaalla kaivot asennettiin korkoonsa ja kiinnitettiin ennen

viemäriputkien asennusta. Muilla työmailla kaivot kiinnitettiin viemäriasennusten jälkeen. Kaikilla työmailla lattiakaivot kiinnitti ja säätö lopulliseen korkoonsa pääurakoitsija. Viemäriputkien valun aikaisen liikkumisen estämiseksi yhdellä työmaalla tehtiin putkille tukivalut. Tukivalut tehtiin viemäriputkien mutkiin, jatkoskohtiin sekä suorien putkien keskelle.

Pesukoneiden ja LTO-kojeiden kondenssiveden poistoputkina käytettävät 32 mm:n viemäriputket oli kaikissa kohteissa tuettu alapuolelta. Putkien tuennassa oli käytetty samanlaisia kiskoja kuin valutoppareissa. Kiskot oli asennettu korkoonsa ja kiinnitetty elementtien asennuspalojen ja reikänauhan avulla.

### *Raudoitus*

Yhdellä työmaalla teräsverkot asetettiin kahi-tiilien päälle kun muilla työmailla käytettiin laipallisia raudoitusvälikkeitä. Raudoitteiden kiinnittämiseen oli eri tyylejä. Yhdellä työmaalla kololaatan pohjaan kiinnitettiin 8 x 110 mm:n pika-ankkureita joihin verkko sidottiin siten että raudoitusvälikkeet jäivät verkon ja laatan väliin puristuksiin. Toisella työmaalla raudoitusvälikkeet kiinnitettiin laipastaan pohjalaattaan betoniruuviavulla ja verkot sidottiin kiinni välikkeisiin. Kolmannella työmaalla kololaatan reunoihin oli kiinnitetty harjaterästankoja joihin verkot sidottiin kiinni.

### *Betonointi*

Kaikilla työmailla rakennesuunnittelija oli määritellyt kaatovaluissa käytettävän betonin lujuudeksi K30. Työmaiden valitsemien ja käyttämien betonilaatujen välillä oli kuitenkin eroja.

Kivivuorentiellä työmaa oli valittu massaksi K35 NP -betoni. Gneississä käytettiin A-portaassa K30 NP -betonia ja B- ja C-portaissa nopeammin kovettuvaa K30 Rapid-betonia. Lontoonkadulla käytettiin K35-betonia. Tervapaanussa ja Tervahovissa betoniksi oli valittu K35 NP -betoni.

Betonimassojen valintaan vaikuttivat työnjohtajien omat kokemukset betonirakenteiden kuivumisesta, sääolosuhteet sekä valajien kokemukset massojen työstettävyydestä ja ominaisuuksista.

Kahdessa kohteessa kaatovalut teetettiin omilla työntekijöillä. Työryhmänä oli 1 RAM + 1 RM. Valuporukan työsaavutus oli 15 asuntoa päivässä, eli kerralla valettiin kolmen kerroksen kaatovalut. Työmailla jouduttiin antamaan valuporukalle apuvoimia avustaviin töihin kuten pumppausletkujen siirtämiseen. Urakoitsijoista poiketen valuporukka hiersi betonipinnat koneellisesti. Koneellisella hierrolla ei saavutettu kohteiden laatutavoitteita, vaan lattiaa jouduttiin korjailemaan jälkitöinä.

Muilla työmailla käytettiin eri urakoitsijoita. Urakoitsijoiden työryhmänä oli yleensä 2 – 3 RAM valujen laajuudesta riippuen. Urakoitsijat pystyivät myös kasvattamaan työryhmien kokoa tarpeen vaatiessa. Urakoitsijoilla yleisin työsaavutus oli noin 10 asuntoa päivässä. Urakoitsijat hoitivat itse koko valun avustavine töineen. Kaikkiin käytettyihin urakoitsijoihin oltiin tyytyväisiä eikä mainittavia laadullisia ongelmia ollut.

#### 6.2.2 Rakenteiden kuivuminen

Kivivuorentiellä, Lontoonkadulla ja Gneississä kylpyhuoneiden lattioiden pintamateriaalina oli laatta. Laatan alle tulevan vedeneristeen vaatima alustan suhteellinen kosteus tulee olla korkeintaan RH % 90. Tervapaanussa ja Tervahovissa kylpyhuoneiden lattian pintamateriaalina oli muovimatto, jonka vaatima alustan suhteellinen kosteus tulee olla korkeintaan RH % 85.

##### *Kivivuorentie*

Kivivuorentiellä kaikki kaatolattiat valettiin K35 NP–massalla (#16 hieno, S3, XC2, 50 v.). Kohteessa oli varauduttu kaatovalujen kuivattamiseen asentamalla kaikkiin kaatovaluihin kololaatan päälle betonin lämmityskaapelit. C-rapussa kaapelit kytkettiin valua seuraavana päivänä ja lämmitystä jatkettiin kunnes tavoitteena ollut betonin suhteellinen kosteus saavutettiin. Valujen lämpötilaa arvioitiin mittaamalla niiden pintalämpötila noin reilu vuorokausi ennen kosteusmittausta ja tarvittaessa kaapelit kytkettiin pois päältä jotta valun lämpötila saatiin laskemaan lähelle + 20 °C:ta.

Parhaimmillaan C-rapussa kaatolattiat saatiin kuivumaan neljässä viikossa valusta ja huonoimmillaan kahdeksassa viikossa. Keskimäärin lattioiden kuivumiseen meni C-rapussa 5,8 viikkoa.

A- ja B-rapussa lattioiden lämmitys kaapeleiden avulla epäonnistui. Epäonnistuminen oli monien asioiden summa. Rakennusmies katkaisi epähuomiossa osan lämmityskaapeleista, lattialämmityksille varattuja jatkojohtoja varastettiin ja rikottiin ja lattialämmityskaapeleita irrotettiin niitä varten asennetuista kerroskeskuksista. Myös työnjohdon valvonta petti ja lattialämmityskaapeleita oli pitkiä ajanjaksoja kytkemättä. AB-talossa jouduttiin lopulta turvautumaan muutamassa asunnossa kosteudenerottajiin lattioiden kuivattamiseksi.

Lattioiden kuivuminen kesti A- ja B-rapussa parhaimmillaan yhdeksän viikkoa ja huonoimmillaan 19,9 viikkoa. Keskimäärin lattiat kuivuvat A- ja B-rapussa 13 viikossa. Rappujen väliset erot lattioiden kuivumisessa eivät selity pelkästään eroilla lämmityskaapeleiden käytössä vaan niihin vaikuttavat myös ympäristöolosuhteet kuten ilman suhteellinen kosteus sekä alustan suhteellinen kosteus valuhetkellä. Rakenteet, valun paksuus ja käytetyt massat olivat periaatteessa samoja kaikissa rapuissa. Valujen lämpötila oli kuitenkin C-rapussa betonin kuivumisen kannalta otollisempi koko seuranta-ajan. Tästä voidaan päätellä, että A- ja B-rapussa lattioiden kuivumista olisi voitu nopeuttaa, mikäli lämmityskaapeleiden käytössä olisi onnistuttu samalla lailla kuin C-rapussa.

### *Lontoonkatu*

Lontoonkadulla kaatovalujen massana käytettiin normaalia K35 betonia (#16 hieno, S3, XC2, 50 v.). Kohteen kaatovaluja valettiin 12.1.2012 – 10.2.2012 välisenä aikana. Kosteusmittauksia oli 15.3.2012 mennessä tehty 42 asunnossa. Lattioista seitsemän kappaletta oli kuivunut tavoitekosteuteen RH % 90. Nopeimmin lattia oli kuivunut 5,3 viikossa. Kuivilla lattioilla keskimääräinen kuivumisaika oli noin 7,6 viikkoa. Märillä lattioilla valusta oli 15.3.2012 kulunut 6,3 – 10,4 viikkoa.

Lattioiden lämpötilat olivat mittaushetkillä noin +20 °C vaikka kohteessa ei erityisesti varauduttu lattioiden lämmittämiseen.

### *Gneissi*

Gneissin A-rapussa käytettiin K30 NP (#16 hieno, S3, XC2, 50 v.) massaa. B- ja C-rapussa kaatolattiat valettiin K30 Rapid (#16 hieno, S3, XC2, 50 v.) massalla. Kohteessa ei varauduttu erityisesti kaatolattioiden kuivattamiseen. B- ja C-rappujen osalta kohteesta ei ehditty saamaan tähän työhön tietoja lattioiden kuivumisesta.

Gneissin A-rapussa kaatolattiat (26 kpl) kuivuivat keskimäärin 11,4 viikossa. Nopeimmin valut kuivuivat 9,3 viikossa ja hitaimmin 13,1 viikossa.

### *Tervahovi*

Tervahovin työmaalla kaatolattioiden pinnasta hiottiin sementtiliimat pois vasta kun vesikatto oli tehty. Näin pyrittiin estämään valujen uudelleen kastuminen runkovaiheessa. Menetelmän vaikutuksia kuivumisaikoihin ei voitu vertailla, koska työmaalta ei ehditty saamaan tietoa kuivumisajoista.

## 6.2.3 Työvaiheen ongelmat

Valmistelevien töiden kannalta ongelmia aiheuttivat rakenteisiin tullut vesi sekä elementtien suunnitteluvirheet. Kololaatoista piti imuroida vedet pois, jotta alusta saatiin valujen edellyttämään kuntoon.

Yhdellä työmaalla kylpyhuoneiden varaussyvennykset oli suunniteltu pinta-alaltaan liian pieniksi. Tämän seurauksena työmaalla tehtiin valutopparit osittain ontelolaattojen päälle. Työmaalla jouduttiin myös piikkaamaan varauksia isommiksi, timanttisahaamaan lattialämmityskaapeleita ontelolaatan yläpintaan sekä valamaan osittain kaatovaluja erikoismassoilla jälkikäteen. Kuviossa 9 on valutopparit asennettu osittain suoraan ontelolaatan päälle, koska saunan kohdalle ei ole suunniteltu syvennyksiä. Ontelolaatan reunaa on loivennettu piikkaamalla valmiin valun halkeamisen estämiseksi.



Kuvio 9. Saunan kohdalle ei ole suunniteltu ontelolaattaan syvennystä.

Rakenteisiin valuva vesi aiheutti työmailla ongelmia myös valmiiden kaatovalujen kanssa. Tuoreen valun päälle yläpuolisten ontelolaattojen saumoista ja vesirei'istä tippunut vesi rikkoi teräshiertimellä tasoitetun pinnan. Vauriot olivat kuitenkin useimmiten niin pieniä, ettei niiden korjaamiseksi tarvinnut tehdä juurikaan ylimääräisiä töitä, vaan ne saatiin korjattua sementtiliiman hionnan yhteydessä.

Runsaampana rakenteisiin tullut vesi aiheutti kuitenkin ongelmia rakenteiden kuivumisen kannalta, etenkin jos kaatolattioiden pinnasta oli jo hiottu sementtiliimat pois. Valun pinnassa oleva sementtiliimakerros hidastaa valun kuivumista, mutta myös osaltaan hidastaa ulkopuolelta tulevan veden imeytymistä valun sisään. Betonin toimittajien tuoteselosteissa NP-betonin sanotaan olevan tiiviimpää kuin normaalin rakennebetonin ja näin ollen ulkopuolelta tulevan veden ei pitäisi imeytyä siihen niin hyvin. Osalla haastatelluista työnjohtajista oli päinvastaisia kokemuksia NP-betonin käytössä. Työnjohtajien kokemuksen mukaan NP-betonin kuivuminen saattoi kestää

erittäin kauan, mikäli se oli päässyt kastumaan valun jälkeen. Myös osa kaatovaluja tehneistä urakoitsijoista suositteli muiden kuin NP-betonin käyttöä viitaten juuri sen kuivumiseen.

#### 6.2.4 Materiaalien kustannusvertailu

Kaatovalujen osalta materiaalien kustannusvertailut tehtiin valutoppareille, teräsverkoille, betonin lämmityskaapeleille kuivatusta varten sekä betonille. Hintavertailu tehtiin yrityksen vakiintuneiden toimittajien listahinnoista ilman erillisiä tarjouspyyntöjä. Vertailussa käytetyt hinnat olivat tuotteen hintoja ilman esim. rahtikustannuksia. Kustannusvertailua ei tehty aliurakoitsijoiden materiaaleille, kuten viemäriputket ja lattialämmityskaapelit, koska ne sisältyvät yleensä aliurakkaan.

Hintavertailun apuna käytettiin Kivivuorentien työmaalta saatuja tietoja toteutuneista määristä. Kohteessa valettiin 92 kpl kylpyhuoneen ja 40 kpl saunan kaatolattiaa. Kivivuorentien menekkitietojen perusteella tehtiin kustannusvertailu asunnoittain sekä koko kohteen osalta.

#### *Valutopparit*

Valutopparijärjestelmässä kierretangon kiinnitykseen laatan pohjaan valittiin HUS-I 6x35 M8/M10 -betoniruuvi-ankkuri sekä M8 ja M10 lyönti-ankkurit. Kierretankojen vertailu tehtiin M8- ja M10-tangoille. Muttereista vertailtiin M8 ja M10. Korialuslevyjen vertailu tehtiin M8-aluslevyille joiden ulkomitta oli noin 24 mm, M10-kierretankojen kanssa ei tarvitse käyttää aluslevyjä. Kiskoista vertailtiin U-2 ja L-2 sekä MM-C-16 ja MM-C-30-asennuskiskoja. U-2 ja L-2 kiskojen ainevahvuus oli 2 mm ja MM-C-kiskojen 1 mm. U-2- ja L-2-kiskot olivat kuumasinkittyjä ja kaikki muut vertailut materiaalit sähkösinkittyjä.

Valutoppareiden hintavertailun lähtökohdaksi otettiin opetusvideon ohjeet, joissa kierretankojen etäisyydeksi oli ohjeistettu k1000. Työmaahaastattelujen aikana huomattiin, että työmaiden käyttämällä MM-C-16-asennuskiskolla kierretankoja on asennettava tiuhempaan, etteivät kiskot pääse taipumaan. Kierretankojen vertailuetäisyydeksi valittiin k500.



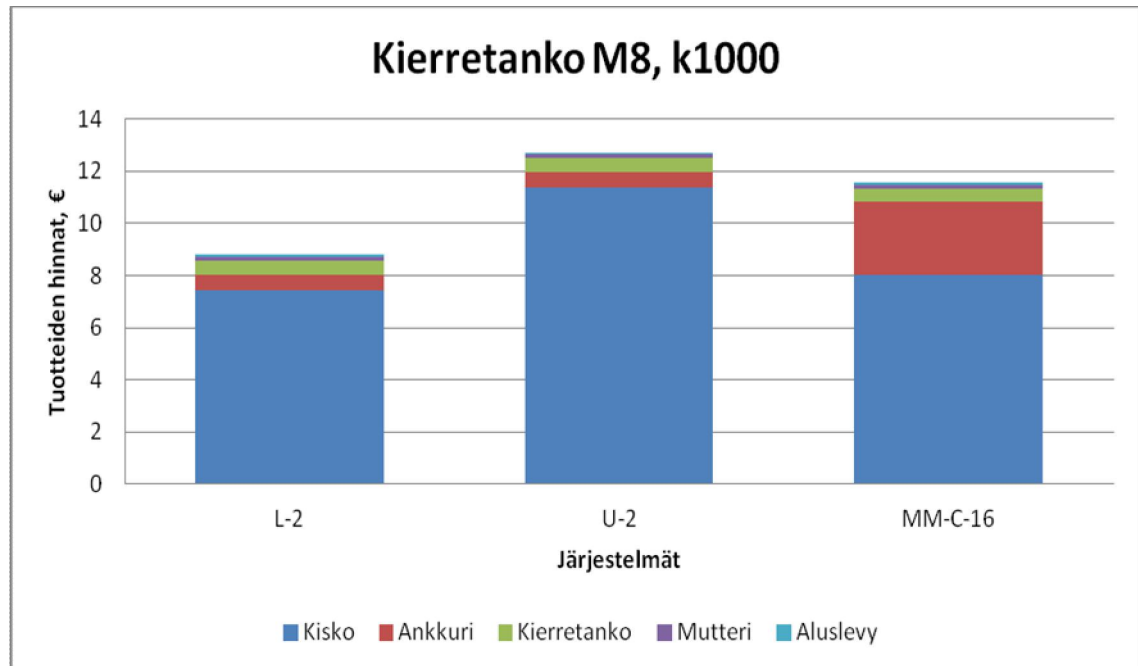
Kivivuorentien työmaalta saatujen tietojen ja haastattelujen yhteydessä tehtyjen havaintojen perusteella laskettiin valutoppareiden tekemiseen tarvittavien osien määrät. Taulukossa 3 on esitetty tuotteiden menekit asuntokohtaisesti sekä koko työmaan osalta kun kierretankona on M8. Määrät on jaoteltu kierretankojen paksuuden sekä etäisyyden mukaan.

Taulukko 3. Materiaalien menekit asunnoittain ja koko kohteen osalta.

Kisko	M8, k500				M8, k1000				
	Ankkuri	Kierretanko	Mutterit	Aluslevyt	Ankkuri	Kierretanko	Mutterit	Aluslevyt	
m	Kpl	m	kpl	kpl	kpl	m	kpl	kpl	
Yks./as	5,77	14,8	2,96	29,61	14,8	8,62	1,72	17,24	8,62
Yht.	531	1362	272,4	2724	1362	793	158,6	1586	793

Hintavertailua ja myöhemmin tehtäviä työmaatestejä varten valutopparijärjestelmät nimettiin asennuskiskon mukaan. Ankkurointiin käytettiin kustannusvertailussa U-2- ja L-2-järjestelmissä halvimpia lyöntiankkureita ja MM-C-16-järjestelmässä betoniruuvi-ankkureita.

Kaikilla järjestelmillä halvimmaksi malliksi osoittautui kiinnitystapa, missä käytettiin M8-kierretankoa 1000 mm:n kiinnitysvälillä. L-2 oli halvin järjestelmä ja U-2 kallein. MM-C-16-järjestelmän lopullista hintaa nosti huomattavasti HUS-I-ankkureiden hinta. Kuviossa 10 on esitetty eri järjestelmien hintojen muodostuminen tuotteittain asuntoa kohti kun kierretankona on M8 1000 mm:n jaolla.



Kuvio 10. Vertailtujen järjestelmien hinnan muodostuminen asuntokohtaisesti kun kierretankona on M8 k1000 jaolla.

Työmailla tehtyjen havaintojen perusteella MM-C-16-järjestelmälle ei riittänyt kierretankojen asennusväliksi k1000. Kiinnitysvälillä k500 MM-C-16-järjestelmä osoittautui hieman kalliimmaksi kuin U-2-järjestelmä. L-2-järjestelmä oli edelleen kaikista halvin.

Lopullista hintavertailua varten järjestelmiä muutettiin työmaatestien perusteella. Työmaatestien menetelmät ja tulokset on esitetty kohdassa 7.1.

### *Teräsverkot*

Teräsverkkojen kustannusvertailu tehtiin B500K 6-150 -verkoille. Verkkojen hintoja vertailtiin kilohinnoilla, koska toimittajien hinnoittelu ja verkkojen koko poikkesivat toisistaan. Taulukossa 4 on eri toimittajien hinnat painon mukaan esitettynä.

Taulukko 4. Teräsverkkojen koot ja hinnat

Toimittaja	Verkon koko	paino	hinta
	[mm x mm]	[kg]	[€/kg]
Rautakesko	2350x5000	35,52	0,89
Pintos Oy	2350x5000	35,52	0,84
Starkki	2350x5000	35,52	0,78
NCC Trading	2050x5000	31,50	0,82

Teräsverkkojen hinnoissa ei ollut eri toimittajien välillä mainittavaa eroa.

#### *Lämmityskaapelit valun kuivatusta varten*

Lämmityskaapeleiden vertailu tehtiin 10 m/ 380 W ja 20 m/ 735 W kaapeleiden välillä. Vertailtavat kaapelit valittiin niiden pituuden ja Kivivuorentien työmaalla tehtyjen havaintojen mukaan. Kivivuorentiellä kaatovaluihin asennettiin lämmityskaapelit rakenteiden kuivattamista varten. Työmaalla havaittiin, että 10 m kaapeli riitti kylpyhuoneen kaatovalujen ja 20 m kaapeli saunallisen kylpyhuoneen kaatovalujen lämmittämiseen. Taulukossa 5 on eri toimittajien hinnat kaapelityyppien mukaisesti jaoteltuna.

Taulukko 5. Betonin lämmityskaapeleiden hinnat

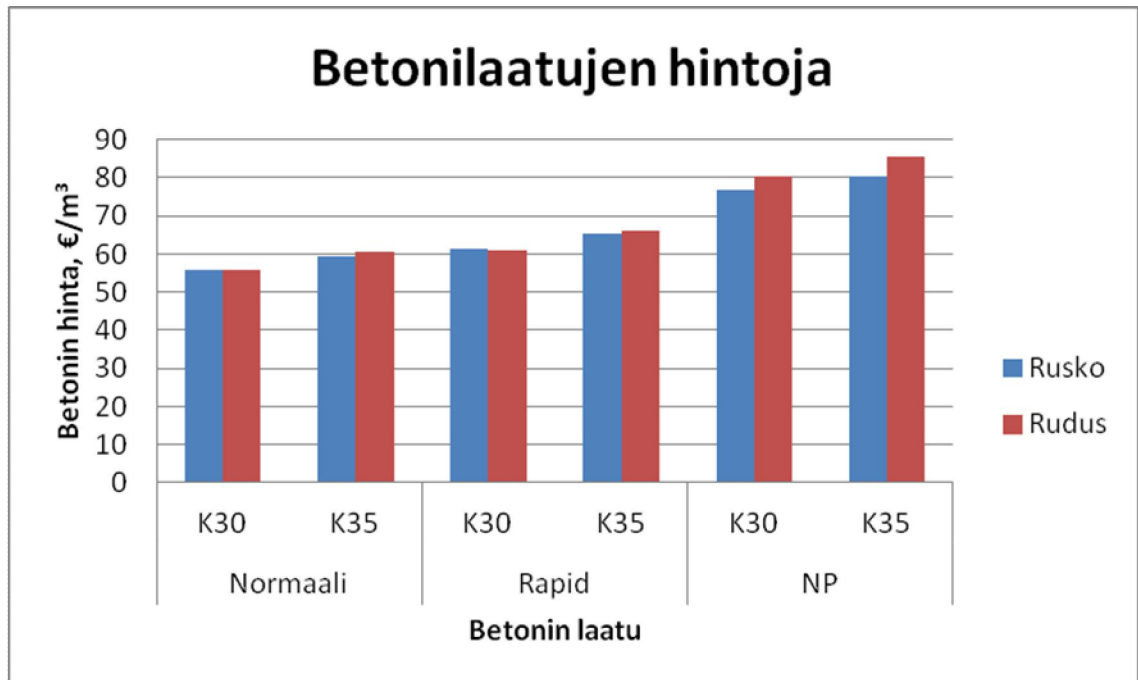
Toimittaja	10m/380W	20m/735W
	€/kpl	€/kpl
Kiinnikekolmio	39,90	53,20
Cramo	34,90	43,30
Ramirent	50,20	67,30

Yrityksen vakiintuneista toimittajista Cramolla oli selvästi edullisimmat hinnat. Kivivuorentiellä lämmityskaapeleiden kokonaiskustannukseksi tuli 3546,80 €.

#### *Betoni*

Betonin hinnat saatiin Ruduksen ja Ruskon betonin kausisopimuksista. Hintavertailu tehtiin työmailla kaatolattioihin käytetyistä massoista. Vertailu tehtiin normaali-, rapid- ja NP-massoille betonin lujuusluokissa K30 ja K35. Kaikissa vertailun massoissa

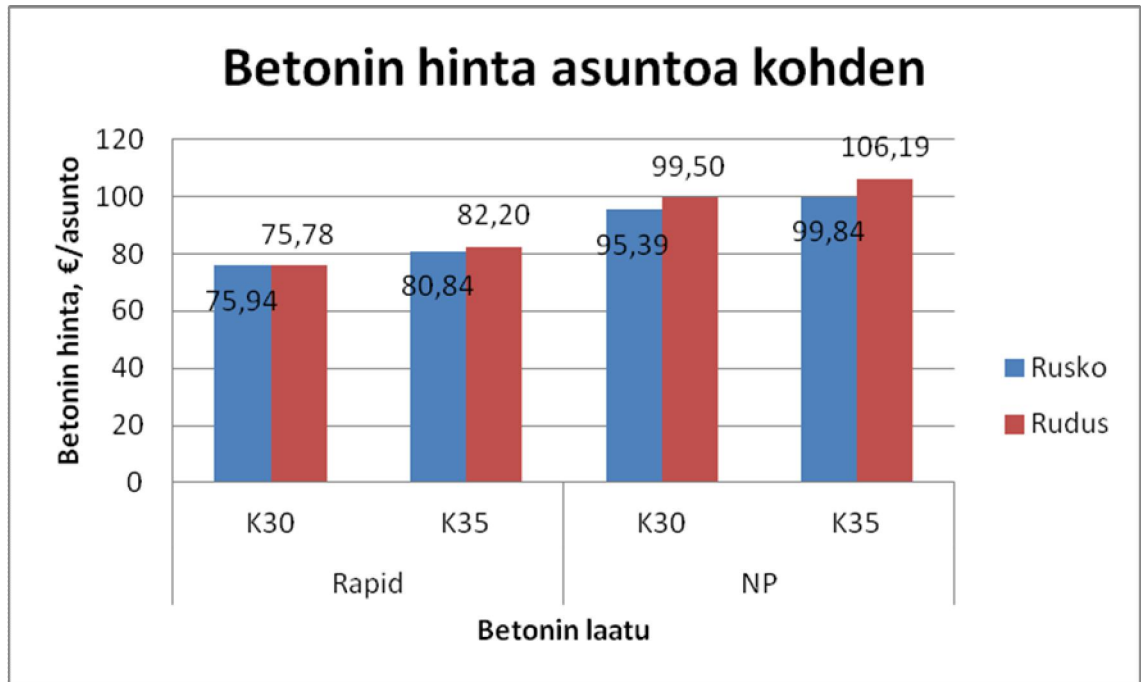
runkoaineen maksimi raekoko oli #16 hieno. Kuviossa 11 on esitetty toimittajien ilmoittamat betonin hinnat kuutiota kohti jaoteltuna laadun ja lujuusluokan mukaan.



Kuvio 11. Toimittajien betonihinnat lujuusluokissa K30 ja K35 betonin laadun mukaan.

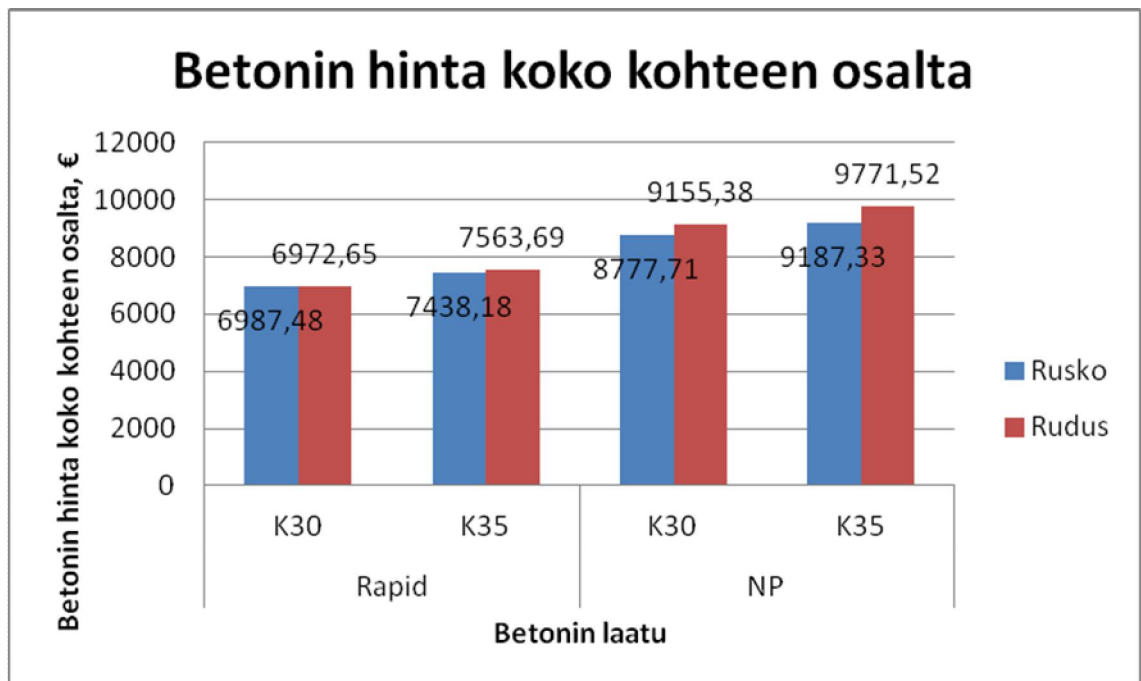
Toimittajien hinnoissa ei ollut mainittavaa eroa keskenään. Lujuusluokan muuttaminen suuremmaksi nosti hintoja noin 4 – 8 %. Betonin laadun muuttaminen normaalista rapidiin nosti hintoja noin 9 % ja rapidista NP:hen noin 20 – 24 %. Kaatovaluissa käytetään harvoin normaalia massaa, koska rapid- ja NP-massoilla betonin pintaa päästään hiertämään huomattavasti nopeammin.

Kivivuorentiellä kaatovaluihin kului betonia keskimäärin 1,24 m<sup>3</sup> asuntoa kohden ja kaikkiaan 114,10 m<sup>3</sup>. Kuviossa 12 on esitetty kaatovaluihin käytetyn betonin kustannukset asuntoa kohden ja kuviossa 13 koko kohteen osalta eri betonilaaduilla. Vertailuun on tehty rapid- ja NP-massoilla.



Kuvio 12. Kuvassa on betonin hinnat asuntoa kohden betonin laadun ja toimittajan mukaan jaoteltuna.

Kuviosta 12 nähdään, että betonin lujuusluokan nostaminen ei merkittävästi vaikuta betonin hintaan asuntokohtaisesti. Rapid-massan muuttaminen NP-massaksi nostaa asuntokohtaisia kustannuksia lujuusluokan muutosta huomattavasti enemmän.



Kuvio 13. Kuvassa on betonin hinnat laadun ja toimittajan mukaan jaoteltuna koko kohteen osalta.

Kuviosta 13 nähdään, että koko kohteen osalta NP-massan käyttäminen nostaa kustannuksia noin 2000 € rapid-massaan verrattuna. Toimittajien välisissä hinnoissa ei ole merkittäviä eroja.

### 6.3 Lattian oikaisutyöt

#### 6.3.1 Työn toteutus

##### *Edeltävät työt*

Lattian oikaisutöiden valmistelut tehtiin työmailla käytännössä opetusvideoiden mukaisesti. Yhdellä työmaalla oli pienempien reikien paikkaukseen kokeiltu Ardex 45-korjausmassaa perinteisesti käytettyjen eristevaahdon ja akryylin sijasta. Työmaalla oltiin kokeiluun tyytyväisiä, koska korjausmassaa voitiin käyttää kostealle alustalle, se kovettui nopeasti ja kesti kovettumisen jälkeen runsaammankin veden.

Yhdellä työmaalla lattiatasoitteen ja kaatovalujen yläpinnan koron määrittäminen tehtiin asunnoittain ontelokentän korkeimman kohdan mukaan. Kaatovalujen ja lattian oikaisun yläpinnat voitiin valaa samaan tasoon koska lattioiden pintamateriaaleina olivat asuinhuoneissa parketti ja kylpyhuoneissa laatta. Ontelokentästä vaatiin korkein kohta. Kaatovalujen ja lattian oikaisutöiden yläpinnan koroksi määriteltiin ontelokentän korkein kohta + 5 mm.

#### 6.3.2 Työvaiheen ongelmat

Lattian oikaisutöiden tekeminen runkovaiheessa oli kaikkien haastatteluihin osallistuneiden työnjohtajien mielestä haasteellista. Suurimpana ongelmana työnjohtajat pitivät rakenteisiin tulevaa vettä. Veden tulo rakenteisiin hidasti ja vaikeutti valmistelevien töiden tekemistä. Pahimmissa tapauksissa kertaalleen tehty paikkausten tiivistämiset jouduttiin tekemään uudelleen, koska vesi oli liottanut akryylit pois paikkausten päältä. Valmistelevien töiden lisäksi vesi aiheutti ongelmia tasoitteiden pumppauksen kanssa, koska liiallinen kosteus alustassa voi estää pumppauksen kokonaan. Työmailla ei oltu jouduttu perumaan pumppauksia veden takia, mutta vesi oli aiheuttanut paikoitellen runsaasti lisätöitä pumppausten onnistumiseksi. Työmailla oli jouduttu tekemään ylitöitä alustojen kuivattamiseksi sekä keksimään erilaisia keinoja veden aiheuttamien vahinkojen vähentämiseksi. Yhdellä työmaalla oli jouduttu

rajaamaan kahden ontelolaatan alue myöhemmin tasoitettavaksi, koska siihen tuli niin paljon vettä pumppauspäivänä. Toisella työmaalla jouduttiin laittamaan vesipaljuja runsaimmin vuotavien kohtien alle, jotta pumppaukset saatiin tehtyä. Vesipaljujen alle laitettiin puiset korokkeet, jotta paljut eivät jääneet kiinni tasoitteeseen. Korokkeiden kohdat paikattiin myöhemmin käsin.

Veden lisäksi isompana ongelmana koettiin rakenteiden lämmittäminen runkovaiheessa ennen rakennuksen lopullisen lämmitysjärjestelmän käyttöön ottoa. Työmailla käytettiin lämmitykseen polttoöljypuhaltimia, kaukolämpöpuhaltimia sekä sähköpuhaltimia. Puhaltimien käytössä ongelmallisinta oli sijoittaa ne niin, että lämpö saatiin jaettua tasaisesti koko rakennukseen. Kaukolämpöpuhaltimet oli yleensä sijoitettu keskeisesti hissikuiluun tehdylle tasolle. Yhdellä työmaalla oli käytössä yksi iso kaukolämpöpuhallin, joka oli sijoitettu rakennuksen alimpaan kerrokseen. Muilla työmailla käytettiin pienempiä puhaltimia, joita oli sijoitettu suunnilleen joka toiseen kerrokseen. Hissikuiluun sijoitettuna puhaltimet eivät tuki kulkuteitä eivätkä estä porraskäytävien lattioiden oikaisua. Samalla kuitenkin vaikeutetaan lämpimän ilman puhaltamista tasaisesti koko rakennuksen alalle. Porrashuoneesta katsottuna asuntojen perimmäisiä osia ei joissakin tapauksissa saatu lämmitettyä kaukolämpöpuhaltimien avulla.

Kahdella työmaalla oli joissakin asunnoissa erkkerit, joiden seinät olivat puurakenteisia ja lattiat osittain paikalla valettuja. Erkkereiden seiniä ei saatu tehtyä rungon yhteydessä, vaan ne tehtiin jälkikäteen. Molemmissa kohteissa erkkerillisten asuntojen lattioiden tasoittamisesta aiheutui ongelmia. Toisessa kohteessa asuntojen lattiat tasoitettiin jälkikäteen, koska asuntoja ei saatu lämmitettyä kunnolla ennen seinien tekemistä. Kohteen lattioiden tasoitus ajoittui tammi- ja helmikuulle, jolloin oli runsaasti pakkasta. Toisen kohteen lattiatasoitukset ajoittuvat maaliskoukokuulle eikä kylmyydestä aiheutunut haittaa. Sen sijaan erkkereiden kohdalta tuli kyseisiin asuntoihin runsaasti vettä, koska rakennuksen ulkokuori ei ollut tiivis eikä vesikattoa ollut vielä tehty.

Pienempiä ongelmia kohteissa aiheuttivat erilaisten varausten puuttuminen suunnitelmista. Yleisimpiä puuttuneita varauksia olivat lämpöjohtojen nousuvaraukset, joita porattiin jälkikäteen ontelolaattoihin. Porattujen läpivientien paikkaaminen on

työlästä verrattuna putkiläpivientikappaleiden (sewatek) käyttöön, eikä joillakin työmailla läpivientejä ehditty paikkaamaan ennen lattioiden tasoitusta. Näissä tapauksissa jouduttiin tekemään topparit läpivientien kohdalle ja paikkaamaan ne jälkikäteen (kuvio 14).



Kuvio 14. Poratulle läpiviennille on tehty eristevaahdolla toppari, koska viemäriputkea ei ole ehditty asentaa eikä läpivientä paikata.

Kuviossa 14 on keittiön viemäriputkelle porattu ontelolaattaan läpivienti, koska ontelolaatasta on puuttunut sille varaus. Viemäriputkea ei ole ehditty asentaa eikä läpivientä paikata ennen lattian tasoitusta. Läpiviennin kohdalle on tehty toppari eristevaahdolla.

### 6.3.3 Materiaalien kustannusvertailu

Lattioiden oikaisutöiden osalta materiaalien kustannusvertailu tehtiin ontelolaatoissa olevien reikien paikkaukseen käytettäville materiaaleille. Lattiatasoitteiden hintoja ei vertailtu, koska ne sisältyivät urakoitsijoiden kausisopimuksiin.



Materiaalien menekit jouduttiin arvioimaan, koska tarkkojen määrien mittaaminen oli erittäin hankalaa eikä työmailla oltu seurattu menekkiä tarkasti. Tarkkojen määrien mittaamista hankaloittivat paikkausten pieni koko ja paikattavien kohtien määrien vaihtelu.

#### *Eristevaahto ja akryylimassa*

Eristevaahtojen kustannusvertailu tehtiin pistoolivaahdoille, joilla on pieni jälkiturpoaminen. Kivivuorentieltä saatujen tietojen perusteella laatikollisella (12 kpl 750 ml:n pulloa) eristevaahtoa paikattiin kahden kerroksen (noin 860 m<sup>2</sup>) reiät. Materiaalimenekiksi arvioitiin noin 0,01 l/m<sup>2</sup>.

Akryylimassojen kustannusvertailut tehtiin sukkamallisille pakkauksille. Yhdessä sukassa on 0,6 l akryyliä. Akryylimassan menekki arvioitiin Kivivuorentieltä saatujen tietojen mukaan. Kivivuorentiellä akryylimassaa kului noin 40 sukkaa kerrosta (noin 430 m<sup>2</sup>) kohden. Akryylimassan menekiksi arvioitiin noin 0,06 l/m<sup>2</sup>.

Edullisimpien toimittajien hinnoilla eristevaahdolla ja akryylimassalla tehtyjen paikkausten hinnaksi saatiin noin 0,21 €/m<sup>2</sup>.

#### *Korjausmassa*

Gneissistä saatujen tietojen perusteella arvioitiin, että yhdellä 25 kg:n säkillä pystyttiin tekemään kahden kerroksen (noin 550 m<sup>2</sup>) paikkaukset. Lattiapinta-alaan suhteutettuna korjausmassan menekki oli noin 0,045 kg/m<sup>2</sup>. Korjausmassan materiaalikustannukset olivat edullisimman toimittajan hinnoilla noin 0,05 €/m<sup>2</sup>.

#### *Vesieriste ja vahvikekangas*

Vesieristeiden kustannusvertailu tehtiin 1-komponenttisille siveltäville eristeille. Vesieristeen menekki laskettiin tuotteen valmistajien ilmoittamien menekkien mukaan. Vahvikekankaiden kustannusvertailua varten rullakokojen leveydeksi muutettiin 10 cm vertailun helpottamiseksi, koska paikkausten koko oli noin 0,1 x 0,1 m<sup>2</sup>. Vesieristeiden

ja vahvikekankaiden kustannusvertailussa ei huomioitu tuoteperheitä, koska tuotteita ei käytetty vedeneristykseen eikä tuotetakuulle näin ollen ollut tarvetta.

Gneissistä saatujen tietojen mukaan vesieristeellä ja vahvikenauhalla tehtyjen paikkausten alaksi arvioitiin noin 5 m<sup>2</sup> kerrosta (noin 275 m<sup>2</sup>) kohden. Vesieristeistä edullisimman hinta oli 2,96 €/m<sup>2</sup> ja vahvikekankaista 0,22 €/m<sup>2</sup>. Vesieristeen ja vahvikekankaan hinnaksi paikkausten tekemisessä tuli lattiapinta-alaan suhteutettuna noin 0,06 €/m<sup>2</sup>.

Seinäelementtien saumojen tiivistämiseen laskettiin Gneissin ja Kivivuorentien työmailta saatujen tietojen mukaan vesieristeen menekiksi noin 0,02 l lattianeliötä kohden. Edullisimman tuotteen mukaan saumojen tiivistäminen maksaa noin 0,07 €/m<sup>2</sup>.

## 7 Työmenetelmien ja materiaalien testaus

### 7.1 Valutopparit

Valutoppareiden työmaatestaukset tehtiin Gneissin työmaalla Lauttasaarella. Testeissä vertailtiin U-2-, L-2- ja MM-C-16-kiskoja, 8M- ja 10M-kierretankoja sekä 10M-lyöntiankkureita ja HUS-I-betoniruuvi-ankkureita. Testit tehtiin Kivivuorentien työmaalta laskettujen keskimääräisten menekkien perusteella.

#### *Ankkurointi*

Ensimmäisessä testissä vertailtiin lyöntiankkureiden ja betoniruuvi-ankkureiden asentamisen ajallisia ja toteutusellisia eroja. Ankkureita asennettiin k500 jaolla. Ajallisesti lyöntiankkureiden ja betoniruuvi-ankkureiden asennuksessa ei ollut mainittavaa eroa. Asennukset suoritettiin rakennusmiehen mielestä betoniruuvi-ankkureiden asentaminen oli jonkin verran helpompaa kuin lyöntiankkureiden.

### *Kiskot ja kierretangot*

Kiskojen testauksessa selvitettiin niiden taipumista kierretankojen asennusvälien mukaan sekä kierretankojen vahvuuden vaikutusta valutoppareiden sivuttaisliikkeeseen. Periaatteessa kiskoille aiheuttaa rasitusta vain betonin pumppaukseen käytettävä letku. Letku painaa kiskoa ja pumppauksesta johtuvat sykähdykset pyrkivät liikuttamaan kiskoa sivuttaissuunnassa. Käytännössä valutopparit voivat kuitenkin vahingoittua ennen valun kovettumista, jos niiden päälle esim. astutaan vahingossa. Kiskojen taipumista ja sivuttaisliikettä arvioitiin astumalla kiskojen päälle ja painamalla niitä sivuttain.

U-2-kiskolle kierretankojen asennusväliksi taipumista vastaan arvioitiin noin k1500, L-2-kiskolle noin k1000 ja MM-C-16-kiskolle noin k500. Kierretankojen vahvuudella ei todettu olevan merkittävää vaikutusta kiskojen sivuttaisliikkeen estämiseksi. Sivuttaisliikkeen estämiseksi topparit tulee jäykistää esim. reikänauhan avulla ja nurkkiin laitettavilla vinotuilla. Valutopparissa olevat pitkät sivut on hyvä jäykistää reikänauhalla kun taas lyhyemmät välit voidaan jäykistää nurkista vinotuilla. M10-kierretangon käyttö oli asennukset suorittaneen rakennusmiehen mielestä hieman helpompaa koska sen kanssa ei tarvinnut käyttää aluslevyjä. L-2- ja MM-C-16-kiskoilla topparin lukitsevan mutterin kiinnittäminen oli helpompaa kuin U-2-kiskolla. U-2-kiskolla mutterin kiinnitystä hankaloitti ahdas tila.

### 7.2 Paikkaukset lattioiden oikaisutöissä

Lattioiden oikaisutöitä edeltävissä paikkauksissa vertailtiin pienempien reikien, kuten ontelolaattojen vesireikien, paikkauksiin käytettyjä materiaaleja. Vertailtaviksi tuotteiksi valittiin Ardex A 45-korjausmassa, eristevahto, akryylimassa, vedeneristysmassa sekä nurkkavahvikenauha. Testipaikkauksia teki kolme rakennusmiestä Gneissin työmaalla Lauttasaarella.

#### *Eristevahto ja akryylimassa*

Ontelolaatoissa olevien pienempien reikien paikkaukseen on yrityksen työmailla käytetty melko yleisesti eristevahtoa ja akryylimassaa. Eristevaahdolla paikataan reikä

ja akryylimassalla tiivistetään paikkaus vuotojen estämiseksi. Eristevaahdtona kannattaa käyttää vaahtoa, jonka jälkiturpoaminen on vähäistä. Kaikille kolmelle testipaikkauksia tehneelle rakennusmiehelle paikkausmenetelmä oli entuudestaan tuttu. Huonoa menetelmässä oli, että eristevaahdon piti antaa kuivua ennen akryylimassalla tehtävää tiivistystä. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että akryylimassat voitiin levittää eristevaahtopaikkauksia seuraavana päivänä. Lisäksi akryylimassa ei kestä vettä, joten tehdyt paikkaukset saattoivat mennä pilalle jos rakenteisiin tuli runsaasti vettä.

Työmaalla kokeiltiin paikkausten tiivistämistä myös vesieristemassalla. Vesieristeelläkin tiivistäminen voitiin suorittaa vasta paikkauksia seuraavana päivänä. Vesieristeen käyttäminen oli testeihin osallistuneiden rakennusmiesten mielestä hieman helpompaa kuin akryylimassan.

#### *Korjausmassa*

Testeihin osallistuneet rakennusmiehet olivat aikaisemmin käyttäneet korjausmassaa paikkauksiin hyvin vähäisissä määrissä. Testeissä korjausmassalla paikattiin kaikki pienemmät reiät. Korjausmassan käytössä etuna oli, että sitä voitiin käyttää kosteille pinnoille. Samoin massan nopea kovettuminen (n. 15 min.) koettiin etuna etenkin olosuhteissa, joissa rakenteisiin tuli runsaammin vettä. Massan nopean kovettumisen takia massaa ei voida valmistaa kerralla kovinkaan paljoa. Rakennusmiehet eivät pitäneet pienien määrien valmistamista useaan kertaan mitenkään häiritsevänä tai hidastavana tekijänä.

#### *Vedeneristemassa ja nurkkavahvikenauha*

Testeihin osallistuneet rakennusmiehet eivät olleet aikaisemmin kokeilleet vedeneristemassaa ja nurkkavahvikenauhaa reikien paikkaamiseen. Reikien paikkaus tehtiin levittämällä siveltimellä ensin paikattavan reiän ympärille vedeneristemassaa. Nurkkavahvikenauhan palanen painettiin reiän kohdalle vesieristeen päälle, minkä jälkeen nauhan päälle siveltiin vielä vesieristettä. Nurkkavahvikenauhasta leikattiin noin 10 cm x 10 cm kokoisia palasia ja vesieristettä levitettiin suunnilleen samankokoiselle alalle ontelolaattojen pintaan.

Testipaikkauksia tehneiden rakennusmiesten mielestä paikkausmenetelmä oli hyvä, koska sillä saatiin tehtyä kerralla valmis paikkaus. Huonona puolena menetelmässä oli se, ettei sitä voitu käyttää mikäli alusta ei ollut täysin kuiva. Testipaikkaukset onnistuivat myös tiiviytensä puolesta eikä vuotokohtia esiintynyt.

### 7.3 Työvaiheiden tuotteistaminen

Työvaiheiden tuotteistamisessa materiaalien kustannuksia ja niiden toimivuutta arvioitiin kokonaisuutena tuotannon kannalta. Näin ollen tuotteistetut materiaalit eivät välttämättä ole kustannuksiltaan edullisimpia, vaan ne on voitu valita niiden helpomman käytön tai parempien ominaisuuksien takia.

#### 7.3.1 Kaatovalut

##### *Valutopparijärjestelmä*

Kaatovalujen valutopparijärjestelmään valittiin tuotteiksi HUS-I-betoniruuviankkurit, M10-kierretangot sekä L-2-asennuskiskot. Betoniruuviankkureiden valintaan vaikutti eniten niiden käytön helppous. Kierretangoiksi valittiin M10-kierretangot, koska niiden kanssa valutopparin sivuttaistuenta ei tarvitse tehdä niin tiheästi kuin M8 kierretangoilla eikä M10-kierretangoilla tarvita korialuslevyjä. Jättämällä korialuslevyt pois järjestelmästä pyrittiin pikemminkin yksinkertaistamaan järjestelmää kuin saavuttamaan säästöjä järjestelmän kustannuksissa. L-2-asennuskiskojen valintaan vaikutti niiden edullisuuden lisäksi niiden tuentaväli. L-2-kiskoilla k1000 tuentaväli katsottiin testien perusteella riittäväksi.

Materiaalien kustannusvertailussa edullisimmaksi järjestelmäksi osoittautui L-2-järjestelmä, jossa käytettiin M8-lyöntiankkureita sekä kierretankoja (kuvio 11, s. 36). Tuotteistettu L-T2-järjestelmä oli noin 30 % kalliimpi kuin L-2-järjestelmä. Kustannusvertailuissa apuna käytetyllä Kivivuorentien työmaalla L-T2-järjestelmän materiaalit olisivat maksaneet noin 1050 €. L-2-järjestelmällä olisi säästetty materiaalikustannuksia noin 240 € koko työmaan osalta, joten kolmanneksen materiaalikustannusten säästöllä ei työmaan kokonaisuuden kannalta ole merkitystä.

### *Teräsverkot*

Teräsverkoista tuotteistettiin NCC Tradingin teräsverkko, vaikka Starkin verkko olikin edullisempi. NCC Tradingin verkko valittiin koon ja logistiikan perusteella. NCC Tradingin toimittaman verkon koko (2050 mm x 5000 mm) on valittu ajatellen työmaasiirtoja: pienempää verkkoa voidaan helpommin liikutella rakennuksen sisällä, koska se esim. mahtuu paremmin oviaukoista. Yrityksen työmailla sisävaiheen rakennustarvikkeita toimitetaan työmaalle runkovaiheessa täsmätoimituksina. NCC Trading käyttää tuotteidensa varastointiin samoja tiloja, josta täsmätoimitukset tulevat. Näin ollen valitsemalla NCC Tradingin verkot vältetään ylimääräiset tilaukset ja rahat. Teräsverkon toimittajan valinnalla pyrittiin olemaan lisäämättä työnjohtajien ja työmaainsinöörin tehtäviä.

### *Lämmityskaapelit kuivatusta varten*

Betonin lämmityskaapelit päätettiin tuotteistaa valujen kuivatusta varten, vaikka ne nostavatkin kaatovalujen lopullista hintaa melko huomattavasti. Lämmityskaapeleiden käytöllä ei voida taata rakenteiden nopeampaa kuivumista, mutta niiden oikeanlaisella käytöllä voidaan parantaa kuivumisolosuhteita.

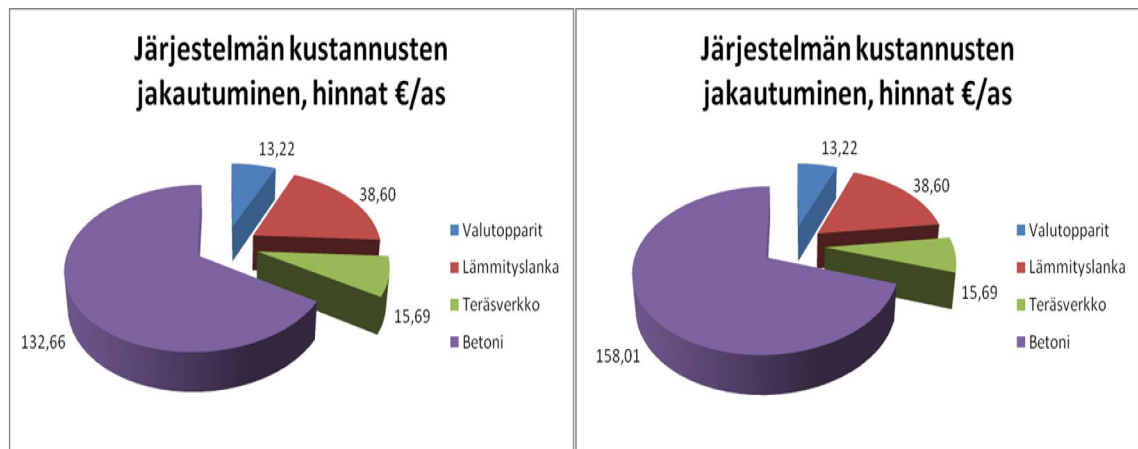
### *Betoni*

Betonin toimittaja valitaan käytännössä sen perusteella, kumman toimittajan betoniasema on työmaata lähinnä, koska toimittajien hinnoissa ei ollut mainittavaa eroa. Betonin lujuusluokan kasvattaminen ei vaikuttanut lopulliseen hintaan merkittävästi, joten tuotteistamisessa suositellaan käytettäväksi K35-betonia, koska lujuusluokan kasvattaminen nopeuttaa rakenteiden kuivumista.

### *Tuotteistetun järjestelmän materiaalikustannukset*

Tuotteistetun järjestelmän materiaalikustannusten laskemisessa käytettiin Kivivuorentieltä saatuja materiaalien menekkitietoja. Valutoppareiden lopulliset kustannukset asuntoa kohti olivat 13,22 € ja betonin lämmityskaapeleiden 38,60 €. Betonin hinnat vaihtelivat toimittajasta ja betonin laadusta riippuen 132,66 €/as ja

158,01 €/as välillä. Kuviossa 15 on esitetty järjestelmän materiaalikustannusten jakautuminen halvimmän (K35 R) ja kalleimman (K35 NP) betonilaadun mukaan.



Kuvio 15. Kuvassa vasemmalla on järjestelmän materiaalikustannusten jakautuminen halvimmalla betonilaadulla ja oikealla kalleimmalla betonilaadulla.

Kuviosta 15 nähdään, että lattialämmityskaapeleiden materiaalikustannukset ovat noin 20 % järjestelmän lopullisista kustannuksista. Betonin laatu voi nostaa järjestelmän hintaa noin 12 %.

Kaatolattioiden työohjeet on esitetty liitteessä 4. Liitteessä 5 on kaatolattioiden tarkastuslistojen päivitetty versio. Työvaiheen tuotekortti on esitetty liitteessä 7.

### 7.3.2 Lattian oikaisutyöt

Lattian oikaisutöiden osalta tuotteistettiin ontelokenttien paikkaukseen käytettävät materiaalit. Pienten reikien paikkaamiseen on työmailla yleisesti käytetty eristevaahtoa ja akryylimassaa. Materiaalien kustannusvertailussa kyseinen menetelmä osoittautui yllättäen kalleimmaksi paikkausmenetelmäksi. Lisäksi menetelmän huonona puolena oli se, että akryylimassa liukenee veteen.

Ardex A45 -korjausmassan käyttö osoittautui paikkausmenetelmistä halvimmaksi ja käytännöllisimmäksi. Korjausmassalla pystyttiin tekemään paikkaukset, vaikka rakenteet eivät olleetkaan täysin kuivia. Lisäksi korjausmassan nopea kovettuminen puolsi sen valintaa tuotteistetuksi paikkausmateriaaliksi. Vesieristettä käytetään jatkossakin yrityksen työmailla seinäelementtien saumavalujen sekä putkiläpivientien

tiivistämiseen. Vesieristeellä tiivistetään jatkossa myös lattian oikaisutöissä käytettävien valutoppareiden reunat, koska sen todettiin työmaatestien aikana olevan akryylimassaa varmempi tiivistysmenetelmä.

Liitteessä 4 on esitetty lattian oikaisutöiden tuotteistetut materiaalit toimittajineen. Materiaalien menekit on laskettu työmailta saatujen menekkitietojen mukaan. Lattian oikaisutöiden työohjeet on esitetty liitteessä 4. Liitteessä 5 on työvaiheelle tehty tarkastuslista. Tarkastuslista on tehty lattian oikaisutöiden alustan ja edeltävien työvaiheiden tarkastusta varten. Valmiille oikaisutyölle ei tehty tarkastuslistaa, koska sitä ei koettu tarpeelliseksi. Työvaiheen tuotekortti on esitetty liitteessä 7.

## 8 Yhteenveto

Tämän insinööriyön tavoitteena oli tuotteistaa kaatolattioiden ja lattian oikaisutöiden työmenetelmät ja materiaalit. Tuotteistaminen toteutettiin selvittämällä työvaiheiden toteutukseen käytettyjä menetelmiä ja materiaaleja eri työmailta. Työmaiden käyttämille materiaaleille tehtiin kustannusvertailu, jonka avulla valittiin työmaatestejä varten eri tuotteita. Työmaatesteillä arvioitiin eri tuotteita tuotannon näkökulmasta. Materiaalien tuotteistaminen tehtiin kustannusvertailujen ja työmaatestien perusteella.

Työn lopputuloksena työvaiheista laadittiin työohjeet (liite 4) ja tuotekortit. Työohjeissa työvaiheiden toteutus kuvataan yksityiskohtaisesti niiden suoritusjärjestyksessä. Työohjeissa on mainittu jokaisessa työvaiheessa tarvittavat materiaalit ja työkalut. Materiaalien menekit on esitetty tarkemmin työvaiheiden työkorkeissa. Materiaalimenekit laskettiin työmailta saatujen arvioiden ja toteutuneiden menekkien mukaan.

Työn yhteydessä laadittiin myös lattian oikaisutöille tarkastuslista. Yrityksellä ei ollut työvaiheesta valmista tarkastuslistaa MOSS-tietokannassa. Kaatolattioiden tarkastuslistoista korjattiin virheet sekä tarkennettiin epäselvästi esitettyjä kohtia (liite 5).

Työvaiheiden suunnittelua, ohjausta ja seuranta varten laadittiin esitetyt viikkosuunnitelmamalli sekä kustannusten seurantalomake (liite 6). Kustannusten



seurantalomake jaettiin kustannuslajien mukaan kolmelle sivulle (KL1 työkustannukset, KL2 aineet ja KL3 alihankinnat) Excel-tilukkolaskentaohjelmalla.

### *Jatkokehitys*

Työvaiheiden tuotteistettujen materiaalien tiedot toimitetaan yrityksen hankintaosastolle heti hankintojen keskittämistä varten.

Työvaiheista tehdyt ohjevideot päivitetään vastaamaan insinööriyön lopputuloksena laadittuja työohjeita kesän 2012 aikana. Ennen videoiden päivittämistä selvitetään vesikiertoisien lattialämmityksen vaikutus kaatolattioiden valmisteleviin töihin.

Työmaahaastattelujen aikana esille nousi työntekijöiden kiinnostus suorittaa eri työvaiheita urakalla. Myös työnjohtajat olivat urakoiden teettämisen kannalla. Vuoden 2012 loppuun mennessä selvitetään eri tehtävien urakoiden laajuudet ja urakkahinnat, jotka vakioidaan koskemaan koko AR-yksikköä. Urakat lasketaan ainakin seuraavista tehtävistä:

- Kaatolattioiden valutoppareiden asennus
- Kaatolattioiden verkotus (sisältäen kaivojen kiinnityksen)
- Kaatolattioiden valu
- Plaanopohjien piikkaus (yhdistetään etuputsipiikkaukseen)
- Plaanopohjien paikkaus.

Pidemmällä aikavälillä pyritään ohjaamaan suunnittelua työvaiheiden tuotannon kannalta ongelmallisten rakenteiden muuttamiseksi (esim. lepotasolliset porrassyökset). Valutoppareiden kehittämistä jatketaan ja selvitetään, kuinka topparit voidaan toteuttaa siten, että niitä voidaan hyödyntää väliseinien alakiskona. Käytännössä kehitys vaatii valutopparin ja väliseinän alakiskon yhdistämistä kustannustehokkaalla tavalla.

## Lähteet

- 1 Mäki, Tarja & Koskenvesa Anssi. 2007. Aikataulukirja 2008. Jyväskylä: Rakennustieto Oy.
- 2 Mäki, T., Koskenvesa, A., Sahlstedt, S. 2008. Rakennustöiden laatu 2009. Tampere: Rakennustieto Oy.
- 3 NCC:n sisäinen materiaali. Pasanen Pekka. 2011. Projektisuunnitelma/Laatusuunnitelma, As Oy Vantaan Kivivuorentie 8 ABC. Vantaa.
- 4 NCC:n sisäinen materiaali. Toimintajärjestelmä, Laatumatriisi.
- 5 Korkeakangas, Susanna. 2004. Ratu 24-0276 Pintabetonityöt. Rakennustieto Oy.
- 6 Betonilattiat 2000. 2000. BLY 7/by 45 Betonilattiat 2000. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.
- 7 Lahikainen, Ilmari. 2011. Mestarityö, Ikkuna- ja oviaasennuksen sekä kaatolattiatöiden vakiointi asuntorakentamisessa. Helsinki.
- 8 Putkistojen asennus. 2004. RT-kortisto, LVI 20-10348. Rakennustieto Oy.
- 9 Vesi- ja viemärlaitteiden äänitekninen suunnittelu ja äänenvaimennus. 2001. RT-kortisto, LVI 20-10328. Rakennustieto Oy.
- 10 Märkätilojen rakenteet. 2001. RT-kortisto, RT 84-10759. Rakennustieto Oy.
- 11 Putkistojen ja kanavien kannakointi. 2004. RT-kortisto, LVI 12-10370. Rakennustieto Oy.
- 12 Merikallio, T., Niemi, S., Komonen, J. 2007. Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.
- 13 Nopeammin päällystettävä (NP) lattiabetoni käyttöohje. 2009. Verkkodokumentti. <<http://www.rudus.fi/aineistot/ohjeet>>. 1.5.2009. Luettu 6.3.2012.
- 14 NCC:n sisäinen materiaali. Asuntorakentamisen yhteiset työmenetelmät ja työjärjestykset. 2011. Opetusvideo.
- 15 SisäRYL 2000 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen sisätyöt. 1998. Hämeenlinna: Rakennustieto Oy.
- 16 Weber opas 2010-2011. 2010.



## Kaatolattioiden tarkastuslistat (vanhat)



## KAATOLATTIATYÖT

Työnumero: \_\_\_\_\_

Työmaa: \_\_\_\_\_

Työvaihe: Kaatolattiatyöt \_\_\_\_\_

MALLIASENNUSKATSELMUS
Pvm:
Läsnä:

## MALLIASENNUSKATSELMUS

## Työn aikana/jälkeen:

1. Kaatojen riittävyys 1:80 ja kaivojen kohdalla 1:50
2. Lattian suoruus, tasaisuusvaatimus, mittapituus 2000 mm, +/- 3 mm
3. Golfpallotestin mukaan pallo ajautuu aina kaivolle
4. Sähkökaapeleiden vastusmittaukset tarkastettu valun jälkeen
5. Viemäreiden toimivuus/ pitävyys tarkastettu
6. Viemäriin 90 asteen liitokset tehty 3 \* 30 asteen kulmilla
7. **Mesta on siivottu kaikista työstä aiheutuneista jätteistä sekä roiskeet poistettu ympäröivistä pinnoista.**

	Paikka				
<i>Vaatus</i>					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
Päivämäärä					
Kuittaus					

Työkohde	Virhe	Korjattu Pvm

Kohde hyväksytty \_\_\_\_\_

Päivämäärä

Allekirjoitus



## Työmaahaastattelut



## KAATOLATTIOIDEN JA PLAANOJEN TUOTTEISTUS

## Työmaa haastattelut

<b>TYÖMAAN LÄHTÖTIEDOT</b>
----------------------------

Pvm:	_____	Rak.tyyppi:	_____
Työmaa:	_____	As./ kerros:	_____
Työnjohtaja:	_____	m2/ kerros:	_____
Puh:	_____	Pinnat:	_____

<b>1. KAATOLATTIAT, esivalmistelut, suunnittelu ja töiden seuranta</b>
--

	K	E	
Työvaiheen opetusvideo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Resurssipohjainen viikkosuunnitelma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Kustannusten seuranta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

<b>2. KAATOLATTIAT, työn toteutus</b>
---------------------------------------

1. Väliseinien mittaus ja korot \_\_\_\_\_
2. Piikkaukset \_\_\_\_\_
3. Stopparit \_\_\_\_\_
4. Putkihajotukset \_\_\_\_\_
5. Kaivot \_\_\_\_\_
6. Lämpölangat kuivatukselle \_\_\_\_\_
7. Verkotus \_\_\_\_\_
8. Lämpölangat \_\_\_\_\_

Urakoitsija: \_\_\_\_\_  
 Työsaavutus/ valunopeus: \_\_\_\_\_  
 Kalusto: \_\_\_\_\_  
 Massa: \_\_\_\_\_

<b>3. KAATOVALUT, kuivuminen ja työvaiheen ongelmat</b>
---

Kuivumisajat: \_\_\_\_\_

Kuivatusmenetelmät: \_\_\_\_\_

<b>KAATOVALUT, työvaiheen ongelmat/ haasteet</b>
--

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



## Työvaiheiden työohjeet



## TYÖOHJE, kaatolattiat

Sivu 1/10

## ESIVALMISTELUT

## Aikataulu:

Työnjohtaja laatii kaatovaluista resurssipohjaisen viikkoaikataulun. Aikataulu voidaan tehdä linkin takana olevan esimerkin avulla. Esimerkissä kaatovalut on aikataulutettu elementtiasennuksen mukaan.

[Resurssipohjainen viikkosuunnitelma](#)

## Laatu:

Työvaiheeseen liittyvät laadunvarmistustoimenpiteet on määritelty työmaan laatumatriisissa. Linkkien takana on työvaiheeseen liittyviä tarkastuslistoja sekä laatuvaatimuksia.

[Kaatolattiat tarkastuslista](#)  
[Sisäpuoliset viemärijärjestelmät](#)

## Raha:

Työnjohtaja seuraa työvaiheen toteutuneita kustannuksia järjestelmällisesti. Seuranta voidaan tehdä linkin takana olevalla esimerkillä. Esimerkkiin syötetään työvaiheelle tavoitearviossa lasketut varat kustannuslajeittain. Jokaiselle kustannuslajille on oma alisivunsa. Kertyneet kustannukset lisätään taulukkoon jolloin ohjelma laskee litteralla jäljellä olevat varat.

[Kustannusten seuranta](#)


## TYÖOHJE, kaatolattiat

Sivu 2/10

## VALUKOROT

Kaatolattioiden ja plaanojen korot määritellään asuntokohtaisesti ikkuna-asennuksen yhteydessä.

Ontelokentän korkein kohta vaaitaan tasolaserilla ja merkataan pöllönsilmällä ja merkkausvärillä. Plaanojen yläpinnan korko saadaan lisäämällä ontelokentän korkeimpaan kohtaan 5 mm. Kaatolattioiden yläpinnan korko riippuu lattioiden pintamateriaaleista. Taulukossa 1 on esitetty plaanojen ja kaatojen yläpintojen korot eri pintamateriaaleilla.

Taulukossa 2 on esitetty kynnysten korkeudet eri pintamateriaali yhdistelmillä. Taulukossa on lisäksi ns. tulvakynnysten korkeudet eri yhdistelmillä. Kynnyksenä ns. lattakynnys.

Valukorkojen mittauksen yhteydessä kylpyhuoneen seinille merkitään ns. metrin korot seuraavia työvaiheita varten. Korot ritsataan koko seinien matkalle. Elpojen ja lyhyiden seinien kohdalle voidaan merkata korot vain nurkkiin. Käytetyn koron mitta kirjoitetaan selvästi näkyviin, esim. 1020.

Taulukko 1

Asuinhuoneen pintamateriaali	Plaanon korko mm	KPH:n pintamateriaali	Kaatojen korko mm
Parketti	1020	Laatta	1020
Parketti	1020	Muovimatto	1015
Laminaatti	1010	Laatta	1010
Laminaatti	1010	Muovimatto	1010
Muovimatto	1010	Laatta	1010
Muovimatto	1005	Muovimatto	1005

Taulukko 2

Materiaalit	Kynnykset, mm		
	AH	Tulva	KPH
Parketti - Laatta	10	15	20
Parketti - Muovimatto	10	10	20
Laminaatti - Laatta	15	15	15
Laminaatti - Muovimatto	15	10	20
Muovimatto - Laatta	20	15	15
Muovimatto - Muovimatto	20	10	20

## Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet

Työkalut ja tarvikkeet	Tasolaser ja latta
	Iskevä akkuporakone
	4,8 mm kiviporanterä
	Ritsauslaite
	Vasara
	Merkkausliitu
Materiaalit	Pöllönsilmä
	Merkkausväri (spray)
Suunnitelmat	Huoneselitys (ARK)
	ARK työpiirustukset (1:50)





## TYÖOHJE, kaatolattiat

Sivu 3/10

ONTELOLAATTOJEN VESIREIKIEN AVAUS										
Ontelolaattojen vesireiät avataan ontelokentän valua seuraavana päivänä. Erittäin märkien vesireikiä kohdalle voidaan porata ylimääräisiä reikiä kuivumisen tehostamiseksi.	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Työkalut ja tarvikkeet</td> <td>Pylväsporakone</td> </tr> <tr> <td>12 mm kiviporanterä</td> </tr> </tbody> </table>	Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet		Työkalut ja tarvikkeet	Pylväsporakone	12 mm kiviporanterä				
Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet										
Työkalut ja tarvikkeet	Pylväsporakone									
	12 mm kiviporanterä									
VÄLISEINIEN MITTAUS										
Väliseiniä mitataan etäisyysmittarilla elementtiseinistä ja merkitään huonetilan kattoon ritsaamalla. Kipsiväliseinistä merkitään väliseinärangan reuna sekä kummalle puolelle merkkiä ranka tulee. Laatoitettavissa kohteissa tulee tarkistaa, onko saunan oven aukonmitoituksessa huomioitu saunan jalkalista. Tarvittaessa saunan oven aukkoa kasvatetaan noin 20 mm, ettei saunan oven karreja tarvitse myöhemmin kaventaa alareunasta.	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">Työkalut ja tarvikkeet</td> <td>Etäisyysmittari</td> </tr> <tr> <td>Työpukki</td> </tr> <tr> <td>Ritsauslaite</td> </tr> <tr> <td>Merkkauksiliitu</td> </tr> <tr> <td>Suunnitelmat</td> <td>Huoneselitys (ARK) ARK työpiirustukset (1:50)</td> </tr> </tbody> </table>	Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet		Työkalut ja tarvikkeet	Etäisyysmittari	Työpukki	Ritsauslaite	Merkkauksiliitu	Suunnitelmat	Huoneselitys (ARK) ARK työpiirustukset (1:50)
Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet										
Työkalut ja tarvikkeet	Etäisyysmittari									
	Työpukki									
	Ritsauslaite									
	Merkkauksiliitu									
Suunnitelmat	Huoneselitys (ARK) ARK työpiirustukset (1:50)									



## TYÖOHJE, kaatolattiat

Sivu 4/10

VALUTOPPARIT													
L-kiskot asennetaan väliseinärankojen kanssa samaan linjaan siten, että kiskon pystyosa on kylpyhuoneesta katsottuna rangon sisäreunan kohdalla ja vaakaosa jää kylpyhuoneen puolelle kaatovalun sisään.	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="8">Työkalut ja tarvikkeet</td> <td>Ristikkolaser</td> </tr> <tr> <td>Iskevä akkuporakone</td> </tr> <tr> <td>Pulttipistooli</td> </tr> <tr> <td>6 mm kiviporanterä</td> </tr> <tr> <td>13 mm hylsy</td> </tr> <tr> <td>4,8 mm kiviporanterä</td> </tr> <tr> <td>Vasara</td> </tr> <tr> <td>Rälläkki</td> </tr> <tr> <td>Katkaisulaikka</td> </tr> </tbody> </table>	Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet		Työkalut ja tarvikkeet	Ristikkolaser	Iskevä akkuporakone	Pulttipistooli	6 mm kiviporanterä	13 mm hylsy	4,8 mm kiviporanterä	Vasara	Rälläkki	Katkaisulaikka
Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet													
Työkalut ja tarvikkeet	Ristikkolaser												
	Iskevä akkuporakone												
	Pulttipistooli												
	6 mm kiviporanterä												
	13 mm hylsy												
	4,8 mm kiviporanterä												
	Vasara												
	Rälläkki												
Katkaisulaikka													
Väliseiniä sijainti siirretään ristikkolaserin avulla kololaatan pohjalle. Ruuviankkurit kiinnitetään k1000 jaolla kololaatan pohjaan. Kierretangot leikataan noin 200 mm pitkiä kiinnitetään ruuviankkureihin.	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Materiaalit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">Materiaalit</td> <td>HUS-I 6x35 M8/M10 betoniruuviankkuri</td> </tr> <tr> <td>M10 kierretanko</td> </tr> <tr> <td>M10 muttereita</td> </tr> <tr> <td>L-2 asennuskisko</td> </tr> <tr> <td>Reikänauha</td> </tr> <tr> <td>Pöllönsilmä</td> </tr> </tbody> </table>	Materiaalit		Materiaalit	HUS-I 6x35 M8/M10 betoniruuviankkuri	M10 kierretanko	M10 muttereita	L-2 asennuskisko	Reikänauha	Pöllönsilmä			
Materiaalit													
Materiaalit	HUS-I 6x35 M8/M10 betoniruuviankkuri												
	M10 kierretanko												
	M10 muttereita												
	L-2 asennuskisko												
	Reikänauha												
Pöllönsilmä													
Pohjamutterit ruuvataan kierretankoihin siten, että L-kiskon yläreuna on kaatovalun yläpinnan kanssa samassa tasossa. Topparin pitkiä sivuille asennetaan reikänauhasta sivuttaistueta tarvittaessa. Reikänauhasta leikataan noin 600 mm pitkiä pätkiä sivuttaistueta varten. Reikänauha painetaan keskeltä kierretankoon ja reikänauhan päät kiinnitetään pöllönsilmillä kololaatan pohjaan.	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Suunnitelmat</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Suunnitelmat</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Suunnitelmat		Suunnitelmat									
Suunnitelmat													
Suunnitelmat													
Ennen kiskojen lopullista kiinnitystä tarkastetaan kiskojen korko ja suoruus. Lopuksi kiinnitetään yläpuolen mutterit ja katkaistaan kiskon yläpinnan yli tulevat kierretangot.													



## TYÖOHJE, kaatolattiat

Sivu 5/10

PUTKIHAJOTUKSET															
Putkihajotukset tehdään viemärkuvien mukaisesti. Kaivojen ja viemäreiden ylösnostojen tarkat paikat saadaan kylpyhuonekaavioista. Kaivon reunojen etäisyyden tulisi olla 500 mm valmiista seinäpinnasta (laatoitetulla seinällä 510 mm elementin pinnasta). Viemäreiden ylösnostojen tulee olla vähintään 40 mm irti valmiista seinäpinnasta (laatoitetulla seinällä 50 mm elementin pinnasta). Viemäreiden ylösnostot tulee nostaa riittävästi (noin 150 mm) valmiin kaatovalun pinnan yläpuolelle, ettei putkien tulppaaminen vaikeuta lattian valua.	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="10">Työkalut ja tarvikkeet</td> <td>Iskevä akkuporakone</td> </tr> <tr> <td>Pulttipistooli</td> </tr> <tr> <td>Vatupassi</td> </tr> <tr> <td>6 mm kiviporanterä</td> </tr> <tr> <td>13 mm hylsy</td> </tr> <tr> <td>Lenkkiavain</td> </tr> <tr> <td>TAI</td> </tr> <tr> <td>Sekoituskone ja vispilä</td> </tr> <tr> <td>Putsikauha</td> </tr> <tr> <td>Vatupassi</td> </tr> <tr> <td>Ampareita</td> </tr> </tbody> </table>	Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet		Työkalut ja tarvikkeet	Iskevä akkuporakone	Pulttipistooli	Vatupassi	6 mm kiviporanterä	13 mm hylsy	Lenkkiavain	TAI	Sekoituskone ja vispilä	Putsikauha	Vatupassi	Ampareita
Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet															
Työkalut ja tarvikkeet	Iskevä akkuporakone														
	Pulttipistooli														
	Vatupassi														
	6 mm kiviporanterä														
	13 mm hylsy														
	Lenkkiavain														
	TAI														
	Sekoituskone ja vispilä														
	Putsikauha														
	Vatupassi														
Ampareita															
Lattikaivon yläpinnan korko saadaan kylpyhuonekaavioista. Viemäriputkien tulee kaataa kaivolta Elpoon päin 1 %:n (10 mm 1000 mm:n matkalla). Viemärit asennetaan oikeaan korkoonsa esim. liikpalojen avulla ja kiinnitetään hyvin. Viemärit tulee tukea alapuolelta ja kiinnittää riittävän hyvin, etteivät ne pääse liikkumaan valun aikana.	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Materiaalit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">Materiaalit</td> <td>HUS-I 6x35 M8/M10 betoniruuviankkuri</td> </tr> <tr> <td>M8 kierretanko</td> </tr> <tr> <td>M8 muttereita</td> </tr> <tr> <td>TAI</td> </tr> <tr> <td>Betoni (esim. S30 tai pystysauma)</td> </tr> </tbody> </table>	Materiaalit		Materiaalit	HUS-I 6x35 M8/M10 betoniruuviankkuri	M8 kierretanko	M8 muttereita	TAI	Betoni (esim. S30 tai pystysauma)						
Materiaalit															
Materiaalit	HUS-I 6x35 M8/M10 betoniruuviankkuri														
	M8 kierretanko														
	M8 muttereita														
	TAI														
Betoni (esim. S30 tai pystysauma)															
Lattikaivo voidaan kiinnittää joko valamalla tai kierretankojen avulla. Ennen kaivon kiinnitystä kaivon työnaikainen suoja avataan ja sisältä poistetaan kiristysrenkas ja ritilä. Kiristysrenkaat kerätään talteen vedeneristystöitä varten. Työnaikainen suoja laitetaan "väärinpäin" kaivon suojaksi. Kaivon korko ja suoruus tarkistetaan ennen lopullista kiinnitystä.	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Suunnitelmat</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Suunnitelmat</td> <td>LVI-työkuvat (1:50)</td> </tr> <tr> <td>Kylpyhuonekaaviot (ARK)</td> </tr> </tbody> </table>	Suunnitelmat		Suunnitelmat	LVI-työkuvat (1:50)	Kylpyhuonekaaviot (ARK)									
Suunnitelmat															
Suunnitelmat	LVI-työkuvat (1:50)														
	Kylpyhuonekaaviot (ARK)														



**TYÖOHJE, kaatolattiat**

Sivu 6/10

32 mm:n viemäriputkien (esim. LTO-kojeiden kondenssiputket ja PK:n poistoputki) alle laitetaan asennuskisko (esim. U-2 tai MM-C-16) viemärin valunaikaisen painumisen estämiseksi. Viereisessä kuvassa on esimerkki 32 mm:n putkien tuennasta.



**TYÖOHJE, kaatolattiat**

Sivu 7/10

**KUIVATUSKAAPELIT**

Lämmityskaapelit asennetaan kololaatan päälle mahdollisimman tasaisesti koko lattian alalle.

Lämmityskaapeleiden mutkakohtiin laitetaan 8x110 mm pikanaulat, joihin kaapeli kiinnitetään nippusiteillä. Pikanauloja laitetaan lisäksi kaapelin suorille osuuksille noin k600 jaolla. Pikanaulojen porausvyvyys on noin 30 mm. Pikanaulojen päitä käytetään myöhemmin teräsverkkojen kiinnitykseen.

Viereisessä kuvassa on lämmityskaapeleiden asennusperiaate. Kuvassa oranssi kaapeli on asennettu betonin kuivatusta varten.

Lämmityskaapelin asennuksessa on huomioitava, että kaapeli ei saa koskettaa viemäriputkia tai raudotusvälikkeitä. Putkien läheisyydessä pikanaulojen määrää lisätään tarvittaessa kaapelin valunaikaisen liikkumisen estämiseksi.

Ennen verkotusta merkitään asunnon numero kololaattaan dokumentointia varten. Kaatovalujen pohjat kuvataan ennen valua. Kuvissa tulee näkyä viemärit ja lattialämmityskaapelit. Huoneiston numero merkitään tarpeeksi isolla mahdollisimman keskelle kololaattaa ja esim. wc-istuimen viemärin ylösnoston vierelle.



Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet	
Työkalut ja tarvikkeet	Iskevä akkuporakone
	8 mm kiviporanteri
	Vasara
	Merkkiväri (spray)
Materiaalit	10m/380W lämmityskaapeli
	20m/735W lämmityskaapeli
	8x110 mm pikanauloja
	Nippusiteitä
	Jatkojohtoja



**TYÖOHJE, kaatolattiat**

Sivu 8/10

**VERKOTUS**

Verkot leikataan sopivan kokoisiksi ennen asennusta. Verkot asetetaan paikoilleen, jonka jälkeen kaivojen ja viemäreiden ylösnostojen kohtiin leikataan tarvittaessa reiät.

Raudotusvälikkeitä asennetaan tarpeeksi tiheästi (n. 450 x 450 mm välein), ettei verkko pääse painumaan valun aikana. Kololaatan pohjaan kiinnitetään pikanauloja joihin verkko voidaan sitoa. Sitomalla verkko laatan pohjaan välikkeiden läheltä estetään välikkeiden kaatumisen. Verkon ulkoreunat tuetaan välikkeillä ja kiinnitetään huolellisesti, etteivät verkon reunat nouse valuna aikana.

Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet	
Työkalut ja tarvikkeet	Iskevä akkuporakone
	8 mm kiviporanteri
	Pulttisakset tai rälläkkä
	Vasara
	Mittanauha
Materiaalit	Surrikoukku
	Teräsverkot B500K 6-150
	8x110 mm pikanauloja
	115-120 mm välike (pohjalaipallinen)
	Surrlanka (500 mm)

## LATTIALÄMMITYSKAAPELIT

Lattialämmityskaapelit asennetaan valmistajan ohjeiden ja (lenkin väli yleensä noin 150 mm) sähkösuunnitelmien mukaisesti. Kaapelit kiinnitetään verkkoon esim. nippusiteillä. Nippusiteiden päät leikataan pois tai käännetään alaspäin niin, etteivät ne nouse valun aikana valun pintaan.

Lattialämmityskaapeleita ei saa asentaa wc-istuimen alle eikä liian lähelle lattiaaivoa. Yleensä kylpyhuonekalusteiden tai kodinkoneiden kohdalle ei myöskään asenneta lattialämmityskaapeleita.

Sähköurakoitsija suorittaa lämmityskaapeleiden vastusmittauksen asennuksen jälkeen ja toimittaa työnjohdolle kopion mittauspöytäkirjasta. Samalla sähköurakoitsija antaa valuluvan kuittaamalla talotekniikan peittolupalomakkeesta kaatolattioiden kohdan.

Kaapeleiden asennuksen jälkeen kaatovalujen kohdat kuvataan. Kuvissa tulee näkyä viemäreiden sijainti ja tuenta sekä lattialämmityskaapeleiden sijainti.

Kuvien avulla määritetään kosteusmittausten porauskohdat, joten ainakin yksi kuva kannattaa ottaa siten, että siitä voidaan arvioida kaapeleiden ja viemäreiden sijainti esim. wc-istuimen viemäriin suhteen.

Viereisessä kuvassa on esimerkki pohjien kuvauksesta. Kuvan avulla voidaan määrittää kaapeleiden sijainti wc-istuimen viemäriin suhteen rauditusverkon avulla. Kuvasta nähdään, että kosteusmittauksen reikä voidaan porata viemäriputken keskikohdasta noin 150 mm Elpoon päin, koska sillä kohtaa ei kulje lattialämmityskaapeleita.

Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet	
Työkalut ja tarvikkeet	Digitaalkamera
Suunnitelmat	Työkuvat (SÄH)
	Asennusohjeet (lämmityskaapeli)



## JÄLKITYÖT

Sähköurakoitsija suorittaa lämmityskaapeleiden vastusmittauksen valun jälkeen ja toimittaa työnjohdolle kopion mittauspöytäkirjasta.

Valuroiskeet poistetaan elementtiseiniltä ja viemäriputkien juuresta valua seuraavana päivänä. Samalla hiotaan seinän ja lattian raja kevyesti rahinalla.

Työnjohtaja tarkistaa kaadot reunojen hionnan jälkeen. Lattioista tarkistetaan niiden suoruus sekä kaadot. Tarkistus voidaan tehdä joko vatupassilla tai ristikkolaserilla. Työssä havaitut virheet dokumentoidaan ja korjataan mahdollisimman pian.

Lattian kuivatuskaapelit kytketään päälle valua seuraavana päivänä. Kaapelit voidaan kytkä päälle heti kun valualue on betonoitu, jos olosuhteet niin vaativat.

Sementtiilima hiotaan valun pinnasta noin 3-7 vuorokauden jälkeen valusta. Jos on vaarana, että valua pääsee kastumaan voidaan hionta suorittaa myöhemminkin. Hiontaa ei kuitenkaan kannata siirtää kovin pitkälle, koska rakenne ei pääse kunnolla kuivumaan ennen kuin sementtiilima on hiottu pois.



TYÖOHJE, plaanot

1/5

ESIVALMISTELUT

Aikataulu:

Työnjohtaja laatii plaanoista resurssipohjaisen viikkoaikataulun. Aikataulu voidaan tehdä linkin takana olevan esimerkin avulla. Esimerkissä plaanot on aikataulutettu elementtiasennuksen mukaan.

[Resurssipohjainen viikkosuunnitelma](#)

Laatu:

Työvaiheeseen liittyvät laadunvarmistustoimenpiteet on määritelty työmaan laatumatriisissa. Linkkien takana on työvaiheeseen liittyviä tarkastuslistoja sekä laatuvaatimuksia.

[Plaanot tarkastuslista](#)

Raha:

Työnjohtaja seuraa työvaiheen toteutuneita kustannuksia järjestelmällisesti. Seuranta voidaan tehdä linkin takana olevalla esimerkillä. Esimerkkiin syötetään työvaiheelle tavoitearviossa lasketut varat kustannuslajeittain. Jokaiselle kustannuslajille on oma alisivunsa. Kertyneet kustannukset lisätään taulukkoon jolloin ohjelma laskee litteralla jäljellä olevat varat.

[Kustannusten seuranta](#)



TYÖOHJE, plaanot

2/5

VALUKOROT

Kaatolattioiden ja plaanojen korot määritellään asunkohtaisesti ikkuna-asennuksen yhteydessä.

Ontelokentän korkein kohta vaaitaan tasolaserilla ja merkataan pöllönsilmällä ja merkkauksvärillä. Plaanojen yläpinnan korko saadaan lisäämällä ontelokentän korkeimpaan kohtaan 5 mm. Kaatolattioiden yläpinnan korko riippuu lattioiden pintamateriaaleista. Taulukossa 1 on esitetty plaanojen ja kaatojen yläpintojen korot eri pintamateriaaleilla.

Taulukossa 2 on esitetty kynnysten korkeudet eri pintamateriaali yhdistelmillä. Taulukossa on lisäksi ns. tulvakynnysten korkeudet eri yhdistelmillä. Kynnyksenä ns. lattakynnys.

Valukorkojen mittauksen yhteydessä kylpyhuoneen seinille merkitään ns. metrin korot seuraavia työvaiheita varten. Korot ritsataan koko seinien matkalle. Elpojen ja lyhyiden seinien kohdalle voidaan merkata korot vain nurkkiin. Käytetyn koron mitta kirjoitetaan selvästi näkyviin, esim. 1020.

Taulukko 1

Asuinhuoneen pintamateriaali	Plaanon korko mm	KPH:n pintamateriaali	Kaatojen korko mm
Parketti	1020	Laatta	1020
Parketti	1020	Muovimatto	1015
Laminaatti	1010	Laatta	1010
Laminaatti	1010	Muovimatto	1010
Muovimatto	1010	Laatta	1010
Muovimatto	1005	Muovimatto	1005

Taulukko 2

Materiaalit	Kynnykset, mm		
	AH	Tulva	KPH
Parketti - Laatta	10	15	20
Parketti - Muovimatto	10	10	20
Laminaatti - Laatta	15	15	15
Laminaatti - Muovimatto	15	10	20
Muovimatto - Laatta	20	15	15
Muovimatto - Muovimatto	20	10	20

Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet

Työkalut ja tarvikkeet	Tasolaser ja latta
	Iskevä akkuporakone
	4,8 mm kiviporanterä
	Ritsauslaite
	Vasara Merkkauksiliitu
Materiaalit	Pöllönsilmä
	Merkkauksiväri (spray)
Suunnitelmat	Huoneselitys (ARK)
	ARK työpiirustukset (1:50)



TYÖOHJE, plaanot

3/5

ONTELOLAATTOJEN VESIREIKIEN AVAUS											
Ontelolaattojen vesireiät avataan ontelokentän valua seuraavana päivänä. Erittäin merkin vesireikiä kohdalle voidaan porata ylimääräisiä reikiä kuivumisen tehostamiseksi.	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Työkalut ja tarvikkeet</td> <td>Pylväsporakone</td> </tr> <tr> <td>12 mm kiviporanterä</td> </tr> </tbody> </table>	Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet		Työkalut ja tarvikkeet	Pylväsporakone	12 mm kiviporanterä					
Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet											
Työkalut ja tarvikkeet	Pylväsporakone										
	12 mm kiviporanterä										
VALISEINIEN MITTAUS											
Väliseiniä mitataan etäisyysmittarilla elementtiseinistä ja merkitään huoneilman kattoon ritsaamalla. Kipsiväliseinistä merkitään väliseinärangan reuna sekä kummalle puolelle merkkiä ranka tulee. Laatoitettavissa kohteissa tulee tarkistaa, onko saunan oven aukkomitoksessa huomioitu saunan jalkalista. Tarvittaessa saunan oven aukkoa kasvatetaan noin 20 mm, ettei saunan oven karmeja tarvitse myöhemmin kaventaa alareunasta.	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">Työkalut ja tarvikkeet</td> <td>Etäisyysmittari</td> </tr> <tr> <td>Työpukki</td> </tr> <tr> <td>Ritsauslaite</td> </tr> <tr> <td>Merkkausliitu</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Suunnitelmat</td> <td>Huoneselitys (ARK)</td> </tr> <tr> <td>ARK työpiirustukset (1:50)</td> </tr> </tbody> </table>	Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet		Työkalut ja tarvikkeet	Etäisyysmittari	Työpukki	Ritsauslaite	Merkkausliitu	Suunnitelmat	Huoneselitys (ARK)	ARK työpiirustukset (1:50)
Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet											
Työkalut ja tarvikkeet	Etäisyysmittari										
	Työpukki										
	Ritsauslaite										
	Merkkausliitu										
Suunnitelmat	Huoneselitys (ARK)										
	ARK työpiirustukset (1:50)										
PIIKKAUKSET											
Ontelokentästä piikataan huonosti kiinni olevat betoniroiskeet. Seinäelementtien alasaumoista piikataan seinälinjan yli tulevat kohdat. Jos kohteen pintamateriaalina on muovimatto, piikataan ontelosaumojen reunasyvennyksestä huolellisesti irtonainen aines pois.	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Työkalut ja tarvikkeet</td> <td>Piikkauskone</td> </tr> <tr> <td>Leveä taitta</td> </tr> <tr> <td>Petkele</td> </tr> </tbody> </table>	Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet		Työkalut ja tarvikkeet	Piikkauskone	Leveä taitta	Petkele				
Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet											
Työkalut ja tarvikkeet	Piikkauskone										
	Leveä taitta										
	Petkele										



TYÖOHJE, plaanot

4/5

PIIKKAUKSET															
Ennen paikkausten aloittamista ontelokenttä imuroidaan huolellisesti. Jos vettä on lattialla lätköinä, ne imuroidaan vesi-imurilla.	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="10">Työkalut ja tarvikkeet</td> <td>Sekoituskone ja vispilä</td> </tr> <tr> <td>Ampäreitä</td> </tr> <tr> <td>Putsikauha, pakkeliasta</td> </tr> <tr> <td>Ardex 45</td> </tr> <tr> <td>S30 tai pystysaumabetoni</td> </tr> <tr> <td>Vesieristemassa</td> </tr> <tr> <td>Leveä pensseli, n.50mm</td> </tr> <tr> <td>Lattiatasoite, esim. db-Plaano</td> </tr> <tr> <td>Leveä lasta</td> </tr> <tr> <td>Katuharja</td> </tr> <tr> <td>Primeri</td> </tr> </tbody> </table>	Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet		Työkalut ja tarvikkeet	Sekoituskone ja vispilä	Ampäreitä	Putsikauha, pakkeliasta	Ardex 45	S30 tai pystysaumabetoni	Vesieristemassa	Leveä pensseli, n.50mm	Lattiatasoite, esim. db-Plaano	Leveä lasta	Katuharja	Primeri
Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet															
Työkalut ja tarvikkeet		Sekoituskone ja vispilä													
		Ampäreitä													
		Putsikauha, pakkeliasta													
	Ardex 45														
	S30 tai pystysaumabetoni														
	Vesieristemassa														
	Leveä pensseli, n.50mm														
	Lattiatasoite, esim. db-Plaano														
	Leveä lasta														
	Katuharja														
Primeri															
Ontelolaattojen vesireiät, nostolenkkien reunat ja varausten sahauset paikataan Ardex 45-korjausmassalla. Kololaattojen reunassa olevat huokoisten kohtien isommat reiät paikataan S30-massalla tai pystysaumabetonilla. Reunat liikutetaan itsesiliävällä lattiatasoiteella ja lopuksi vuotokohdat paikataan Ardex 45-korjausmassalla.															
Seinäelementtien alasaumat käsitellään vedeneristemassalla kauttaaltaan. Vesieristettä ei nosteta elementin alareunan yläpuolelle.															
Muovimatto kohteissa ontelolaattojen saumat käsitellään itsetasoituvalla lattiatasoiteella. Tasoiteella täytetään sauma kokonaan. Saumat käsitellään primerillä ennen tasoitusta.															
VALUTOPPARIT															
Oviaukkojen valutopparit tehdään laudasta, jonka alareunan yllä on kiinnitetty irrotuskaista. Topparit kiinnitetään puukilojen avulla oviaukkoon. Topparin reunat tiivistetään vesieristeellä.	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">Työkalut ja tarvikkeet</td> <td>Nitoja</td> </tr> <tr> <td>Saha</td> </tr> <tr> <td>Lautaa</td> </tr> <tr> <td>Irrotuskaistaa</td> </tr> <tr> <td>Vesieristemassa</td> </tr> <tr> <td>Leveä pensseli, n. 50 mm</td> </tr> </tbody> </table>	Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet		Työkalut ja tarvikkeet	Nitoja	Saha	Lautaa	Irrotuskaistaa	Vesieristemassa	Leveä pensseli, n. 50 mm					
Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet															
Työkalut ja tarvikkeet	Nitoja														
	Saha														
	Lautaa														
	Irrotuskaistaa														
	Vesieristemassa														
	Leveä pensseli, n. 50 mm														



TYÖOHJE, plaanot

5/5

KORKOMERKIT													
Korkomerkeinä voidaan käyttää muovisia liimattavia merkkejä tai perinteisiä naulatulppia. Korkomerkkejä asennetaan noin 2x3 metrin ruudukoihin. Lähtökorkona käytetään ontelokentän korkeinta kohtaa.	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="10">Työkalut ja tarvikkeet</td> <td>Tasolaser</td> </tr> <tr> <td>Merkkausliitu</td> </tr> <tr> <td>TAI</td> </tr> <tr> <td>Tasolaser</td> </tr> <tr> <td>Iskevä akkuporakone</td> </tr> <tr> <td>6 mm kiviporanterä</td> </tr> <tr> <td>Naulatulppia ja ruuveja</td> </tr> <tr> <td>Akkuruuviväänin</td> </tr> <tr> <td>Merkkausmaali</td> </tr> </tbody> </table>	Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet		Työkalut ja tarvikkeet	Tasolaser	Merkkausliitu	TAI	Tasolaser	Iskevä akkuporakone	6 mm kiviporanterä	Naulatulppia ja ruuveja	Akkuruuviväänin	Merkkausmaali
Työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet													
Työkalut ja tarvikkeet		Tasolaser											
		Merkkausliitu											
		TAI											
		Tasolaser											
		Iskevä akkuporakone											
		6 mm kiviporanterä											
		Naulatulppia ja ruuveja											
		Akkuruuviväänin											
	Merkkausmaali												
	Muoviset korkomerkit liimataan juuri ennen tasoitteen pumppausta primerin kuivuttua.												
Korkomerkkien kohdat merkitään ontelokenttään vahaliidulla (huom! Ei sprayllä). Merkin viereen kirjoitetaan kuinka paljon ko kohtaan menee plaanoa, esim. 15 mm. Ennen korkomerkkien liimausta ne leikataan saksilla oikean pituiseksi merkissä olevan mitta-asteikon avulla.													
Naulatulpat kiinnitetään pumppausta edeltävänä päivänä ja vaaitaan korkoonsa tasolaserin avulla. Korkomerkkien ympärille maalataan sprayllä ympyrä, jotta ne näkyvät selvästi.													

## Uudet työvaiheiden tarkastuslistat



## KAATOLATTIATYÖT

Työnumero: \_\_\_\_\_

Työmaa: \_\_\_\_\_

Työvaihe: Kaatolattiatyöt \_\_\_\_\_

<b>MALLIASENNUSKATSELMUS</b>
Pvm:
Läsnä:

## MALLIASENNUSKATSELMUS

## Työn aikana/jälkeen:

1. Kaatojen riittävyys 1:80 ja kaivojen kohdalla 1:50
2. Lattian suoruus, tasaisuusvaatimus, mittapituus 2000 mm, maks. 7 mm. (Luokka A)
3. Sähkökaapeleiden vastusmittaukset tarkastettu ennen valua ja valun jälkeen
4. Viemäreiden toimivuus/ pitävyys tarkastettu (viemäreiden kuvaus).
5. Viemärin 90° mutkat tehty 45° kulmilla, pystyviemäreiden pohjakulma tehty 3 \* 30° kulmilla
6. Mesta on siivottu kaikista työstä aiheutuneista jätteistä sekä roiskeet poistettu ympäröivistä pinnoista.

	<i>Paikka</i>				
<i>Vaatimus</i>					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
Päivämäärä					
Kuittaus					

Työkohde	Virhe	Korjattu Pvm

Kohde hyväksytty \_\_\_\_\_

Päivämäärä

Allekirjoitus









