

Lari Kivioja

# Märkätilojen lattiarakenneratkaisu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Mestarityö

23.1.2013

Tekijä(t) Otsikko	Lari Kivioja Märkätilojen lattiarakenneratkaisu
Sivumäärä Aika	35 sivua 23.1.2013
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennusalan työnjohto
Suuntautumisvaihtoehto	Talonrakennustekniikka
Ohjaaja(t)	Lehtori Erno Olkkonen Työpäällikkö Tuomo Göös
<p>Opinnäytetyö tehdään T2H Rakennus Oy:lle, joka on Pirkanmaalla ja pääkaupunkiseudulla toimiva rakennusalan yritys. Yrityksessä on pohdittu, kuinka märkätilojen lattiarakenne saataisiin mahdollisimman kustannustehokkaaksi ja matalaksi sekä kuivumisajat nopeiksi, kun märkätilat on sijoitettu kaksikerroksisessa rivitalossa toiseen kerrokseen.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää vaihtoehtoinen ratkaisu perinteiselle ”kololaatta ja paksu betonivalu kaatoineen” -rakenteelle. Tarkoituksena on vertailla mm. rakenteen toimivuutta, kustannuksia, työmenekkiä ja toteutustapaa.</p> <p>Tietoja kerätään yrityksen aikaisemmista projekteista, kirjallisuudesta ja materiaalityöimittäjiltä. Työssä tutkitaan ontelolaattavälipohjan päälle tulevien märkätilojen lattiarakennetta.</p> <p>Työssä päästään tavoitteeseen ja rakenteelle saadaan vaihtoehtoinen toimiva ratkaisu, joka on kustannustehokkaampi toteuttaa sekä kuivumisajaltaan huomattavasti nopeampi. Rakenteeksi valikoituu ”ontelolaatta, plaano ja ohut pintavalu” -rakenne.</p>	
Avainsanat	märkätila, lattiarakenne, plaano, ontelolaatta

Author(s) Title	Lari Kivioja Floor Structure Solution for Wet Area
Number of Pages Date	35 pages 23 January 2013
Degree	Bachelor of Construction Site Management
Degree Programme	Construction Site Management
Specialisation option	Building Construction
Instructor(s)	Erno Olkkonen, Senior Lecturer Tuomo Göös, Site Manager
<p>The thesis was completed for T2H Rakennus Oy, which is a construction company operating in the Tampere region and the Helsinki metropolitan area. The company has been considering how a wet area floor structure could be built to be as cost-effective and low as possible with short drying times, when the wet areas are located on the second floor in a two-story row house</p> <p>The aim of this study was to find an alternative solution to the traditional "hollow tile and thick casting sloped concrete" structure.</p> <p>The purpose was to compare the structure, functionality, costs, work hours, and method of implementation.</p> <p>The information was collected from the company's previous projects, the literature, and from material suppliers. The study examines the structure of the wet area floor which is built on top of the cavity floor tile.</p> <p>As a result of the study, a viable alternative solution for the structure was created. The suggested solution is more cost-effective to implement, and drying times are much shorter. The selected building structure is a "hollow core, plaano, and a thin surface cast" structure.</p>	
Keywords	Wet area, floor structure, plaano, hollow core

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Tutkimusmenetelmät ja referenssikohteet	2
3	Tyypilliset ratkaisut	3
3.1	Ontelolaatta	5
3.1.1	Ontelolaatan valinta	6
3.1.2	Palonkestävyys	8
3.1.3	Laatan kavennus	8
3.1.4	Eristetyt ontelolaatat	9
3.1.5	Kololaatta	9
3.1.6	Ontelolaattojen reiitys	10
3.2	Plaano	11
3.3	Betoni	12
3.3.1	Betonin koostumus	12
3.3.2	Sementin ominaisuuksia	13
3.3.3	Lisäaineet	15
3.3.4	Betonin jälkihoito	16
3.3.5	Betonin lujuus	16
3.3.6	Betonin kutistuminen	17
3.3.7	Betonointi	18
3.3.8	Betonipinnat	18
3.4	Kaatovalu	18
3.5	Tekniikka ja tarvittavat rakennepaksuudet	19
3.6	Kosteus	21
4	Tutkittavat vaihtoehdot	22
5	Kustannukset ja työnkestot	23
5.1	Kololaatta ja paksu betonivalu	23
5.2	Ontelolaatta, plaano ja pintavalu	25
5.3	Ontelolaatta ja paksu betonivalu	26
5.4	Ontelolaatta kolouksella, plaano ja pintabetoni	27
6	Ratkaisujen vertailu	28
6.1	Kololaatta ja paksu betonivalu	29
6.2	Ontelolaatta, plaano ja pintavalu	29

6.3	Ontelolaatta ja paksu betonivalu	29
6.4	Ontelolaatta kolouksella, plaano ja pintabetoni	30
6.5	Yhteenveto	32
7	Pohdinta	32
8	Lähteet	34

## 1 Johdanto

Rakennusalan kilpailu pakottaa urakoitsijat miettimään kustannustehokkaita ja laadukkaita ratkaisuja sekä poistamaan turhat viivytykset. Opinnäytetyön toimeksianto tuli T2H Rakennus Oy:ltä märkätilojen lattiarakenteen toteutuksesta. Työssä keskitytään ontelolaattavälipohjan päälle tulevien märkätilojen lattiarakenteen toteutukseen.

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää vaihtoehtoinen ratkaisu perinteiselle ”kololaatta ja paksu betonivalu kaatoineen” -rakenteelle. Tarkoituksena on vertailla mm. rakenteen toimivuutta, kustannuksia, työmenekkiä, kuivumisaikaa ja toteutustapaa. Työssä otetaan lisäksi kantaa rakennepaksuuksiin, viemäreiden ja vesijohtojen sijaintiin, kynnykskorkeuteen, lattialämmitysputkiin, kaatoihin, rakenteen kosteudenhallintaan sekä kustannuksia.

Tutkimus kohdistetaan yrityksen työmaalle As Oy Vantaan Kanniston Maisteriin. Jatkossa yritys pystyy hyödyntämään tutkimuksessa saatuja tietoja muissakin kohteissaan. T2H Rakennus Oy rakentaa omaperusteisia asuntoja ja liiketiloja. Yritys toimii pääkaupunkiseudulla ja Pirkanmaalla.

## 2 Tutkimusmenetelmät ja referenssikohteet

Tutkimusmenetelminä työssä käytetään vahvasti T2H Rakennus Oy:n kokemuksia aikaisemmista kohteista. Lisäksi tietoa on haettu kirjallisuudesta ja tekemällä haastatteluja alan ammattilaisille.

Työssä referenssikohteina toimii T2H Rakennus Oy:n aikaisempia kohteita, joissa on käytetty vertailtavia märkätilojen lattiarakennetekniikoita. Kyseisistä kohteista on tullut hyvää kokemukseen pohjautuvaa tietoa kustannuksista, aikatauluista, menekeistä, materiaaleista ja työtavoista.

As Oy Vantaan Kultarikon Nupussa ja As Oy Kultarikon Kukassa on käytetty ”kololaatta ja paksu betonivalu” rakennetta. As Oy Tampereen Villa Näsissä on käytetty ”tasapaksu ontelolaatta, plaano ja kaatovalu” -rakennetta. As Oy Vantaan Kanniston Maisterissa pyritään käyttämään rakennetta, joka tämän tutkimuksen perusteella valitaan parhaaksi. (Ahola 2012.)

As Oy Vantaan Kultarikon Nuppu ja As Oy Vantaan Kultarikon Kukka ovat samalle tontille rakennettuja samanlaisista taloista koostuvia taloyhtiöitä. Taloyhtiöissä on yhteensä 23 huoneistoa (9+14). Talot ovat kaksikerroksisia puuverhoiltuja rivitaloja. Välipohjat ja huoneistojen väliset seinät ovat betonielementtirakenteisia, etu- ja takasivujen seinät ovat puuelementtirakenteisia ja päätyseinissä on puuelementti kuori. Huoneistot ovat 75,5–88 m<sup>2</sup> kokoisia sisältäen 3–4 huonetta, keittiön ja saunan. Taloyhtiöt sijaitsevat Vantaan Tikkurilassa. Asunnot ovat tavallisille ihmisille suunnattuja tavallisia koteja. (Ahola 2012.)

As Oy Tampereen Villa Näsi on yhdeksän korkeatasoisen rivitalohuoneiston taloyhtiö. Asunnot ovat kaksikerroksisia betonielementtirakenteisia huoneistoja. Kooltaan huoneistot ovat 88,5–109,5 m<sup>2</sup> sisältäen 3–4 huonetta, keittiön ja saunan. Jokaisella huoneistolla on oma rantaan rajoittuva piha ja taloyhtiöllä on yhteinen rantasauna. Taloyhtiö sijaitsee Tampereen Olkahisissa, Näsijärven rannassa. (Ahola 2012.)

As Oy Vantaan Kanniston Maisterissa on 13 kaksikerroksista rivitalohuoneistoa, jotka ovat 66–84,5 m<sup>2</sup>. Asunnot ovat tavallisille ihmisille suunnattuja tavallisia koteja. Asunto-

jen väliset seinät ja välipohjat ovat betonielementtirakenteisia, mutta muuten talot ovat puurakenteisia. Taloyhtiö sijaitsee Vantaan Kannistossa. (Ahola 2012.)

### 3 Tyypilliset ratkaisut

Märkätilojen lattiarakenne toteutetaan tyypillisesti siten, että välipohjarunkona toimii ontelolaattavälipohja, jossa on märkätilojen kohdalla syvennys. Syvennykseen asennetaan märkätiloissa tarvittava tekniikka, kuten kuvassa 1. Tekniikka koostuu viemäriputkista, vesijohdoista ja mahdollisesti sähköjohdoista. Viemäriputkistoja tulee wc-pöntöltä, lattiakaivoilta, pyykinpesukoneelta ja lavaaareilta. Vesijohtoja menee suihkunoille, lavaaareille, pesukoneelle ja wc-pöntölle. Lisäksi lattiassa voi mennä myös sähköjohtovetoja laitteille, mutta sähköjohdot tulevat pääasiassa katon kautta. Tekniikan ollessa paikallaan laitetaan rauditusverkko, johon sidotaan lattialämmityskaapeli kiinni. Lopuksi märkätilojen lattia valetaan betonilla ennalta määrättyyn korkoon ja vaaluun tehdään tarvittavat kaadot veden johtamista varten. Tämä on hyvin tavanomainen tapa toteuttaa märkätilojen lattiarakenne. (Betsset-ontelolaatat / suunnitteluohje 2010: 23.)





Kuva 1. Lattiarakenteen sisällä olevaa tekniikkaa. (Ahola 2012.)

Kyseinen tapa on toimiva ratkaisu, mutta tavassa on havaittu muutamia kohtia, joita pitäisi saada hiottua entistä paremmiksi, jotta kylpyhuoneiden läpimenoajat saataisiin minimoitua, turha työ saataisiin poistettua ja toiminta tulisi kustannustehokkaammaksi.

Kehityskohdiksi lattiarakenteessa on todettu ontelolaatassa oleva syvennys, joka on kalliimpi kuin normaali tasainen ontelolaatta, sekä syvennyksen täyttöön tarvittava betonin määrä. Myös paksun betonivalun kuivumisaikaan on kiinnitettävä huomiota, kun syvennys on valettu betonilla täyteen aina lattiakorkoon saakka. Kuivumisajasta vanha nyrkkisääntö on 1 cm/viikko. Mikäli betonivalun paksuus on esimerkiksi 17 cm on kuivumisaika otettava huomioon sisävalmistusvaihetta suunniteltaessa, jotta 17 viikon kuivumisaika saadaan mahtumaan aikatauluun. Kolmantena asiana on betonipinnan viimeistely. Lattioita valettaessa jostain syystä valmista pintaa ei saada aina niin hyväksi, että pinta olisi suoraan valmis pinnoitettavaksi. Lattian betonipinnan viimeistelemiseen joudutaan käyttämään huomattava määrä työtunteja ennen kuin pinta on valmis pinnoitettavaksi. Tästä syntyy täysin turhaa työtä, mikä laskee työn kannattavuutta. (Betset-ontelolaatat / suunnitteluohje 2010: 23; Ahola 2012.) Edellä mainitut asiat tulee

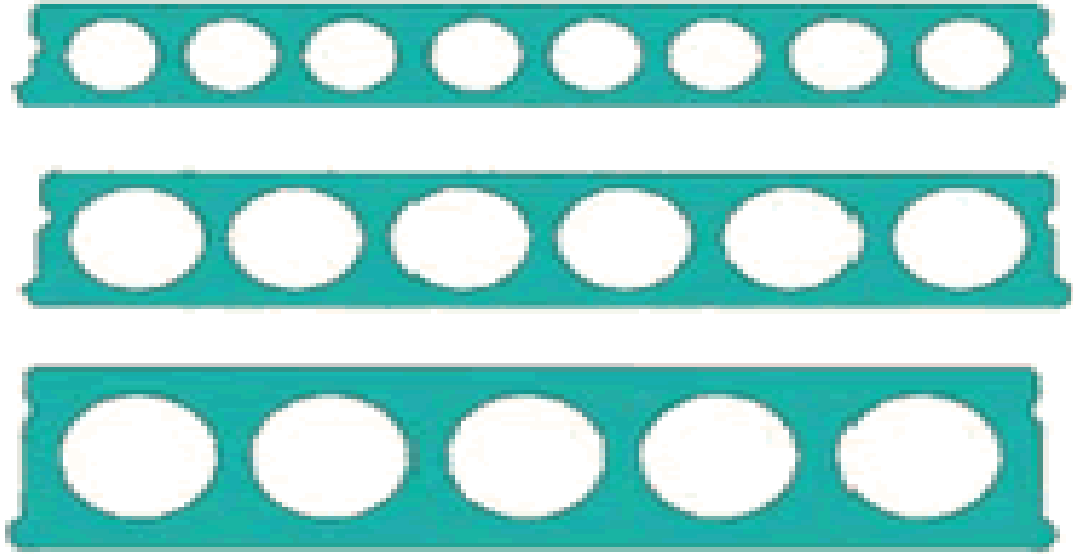
poistaa jollakin keinolla, jotta työ on mahdollisimman tehokasta, turha työ ja odottelu jäisi pois ja tehdään kerralla valmista jälkeä. Työ pyritään näin tekemään sujuvaksi ja jatkuvasti eteneväksi. Rakennetta kehitettäessä ongelmat pitäisi pyrkiä eliminoimaan siten, ettei uusia ongelmia esiinny vanhoja ongelmia poistettaessa.

Kustannustehokkuuden, kokonaisläpimenoajan, työajan ja toimivuuden kannalta rakenne olisi tehokkaampi toteuttaa vaihtoehtoisilla ratkaisulla. Muita menetelmiä ovat ontelolaatta ilman syvennystä, plaano ja pintabetoni tai ontelolaatta ilman syvennystä ja betonivalu. Myös kololaatta, plaano ja pintabetoni, johon voidaan tarvittaessa plaanon alle lisätä kovaeriste esim. uretaanilevy, on yksi vaihtoehto. Pintabetoni toteutetaan käsitoimisella sekoittimella tehtynä ja käsin valamalla.

### 3.1 Ontelolaatta

Ontelolaatta on yleisin elementtilaattatyypin betonirunkoisissa rakennuksissa. Käyttökohteissa ontelolaatalla on vahva asema, koska ontelolaatta sopii niin asuin-, liike- kuin teollisuusrakentamiseen. Niitä voidaan käyttää yhtä lailla alapohjassa, välipohjassa kuin yläpohjassakin. Ontelolaatat ovat SFS-standardisoituja tuotteita, joiden tuotestandardi on SFS-EN 1168. (Betoniteollisuus / Elementtisuunnittelu.)

Ontelolaatat valetaan liukuvaluna teräksisten pitkien valupetien päällä. Valussa käytetään C40–C70-lujuista betonia. Betonimassan jäykkyyden ansiosta valukoneen tiivistämä ja muotoilema laatta säilyttää muotonsa ilman erillistä muottikalustoa. Ontelolaatat ovat esijännitetyjä laattaelementtejä, joita on kevennetty pituussuunnassa kulkevilla onteloilla. (Betoniteollisuus / Elementtisuunnittelu.)



Kuva 2. Ontelolaattojen leikkauskuvia. (Betoniteollisuus ry.)

Ontelolaatoissa on erikorkuisia ja -muotoisia onteloita. Onteloiden muoto, korkeus ja määrä riippuu täysin ontelolaatan korkeudesta, mutta vakioleveys on 1200 mm. Ontelolaatan korkeuteen vaikuttaa ontelolaatan käyttökohde, käyttötarkoitus, jänneväli ja tulevat kuormat. Pisimmillään ontelolaatoilla voidaan päästä jopa 20 metrin jänneväleihin. Ontelolaattojen vakiopaksuuksia on 150 mm, 200 mm, 265 mm, 320 mm, 370 mm, 400 mm ja 500 mm. (Betoniteollisuus / Elementtisuunnittelu.) Kuvassa 2. on esitetty eripaksuisten ontelolaattojen poikkileikkauksia.

### 3.1.1 Ontelolaatan valinta

Ontelolaatan valinta määräytyy kantavuuden perusteella. Asuinrakennuksissa laatan valintaan vaikuttaa myös tarvittava ääneneristävyys. (Betoniteollisuus / Elementtisuunnittelu.)

150 mm paksu ontelolaatta on hyvin harvinainen. Laatan käyttö esiintyy pääasiassa pientalorakentamisessa ala-, väli- tai yläpohjissa. Laattaa voidaan käyttää myös pienissä halleissa, talleissa tai varastorakennusten yläpohjassa, kun kuormat pysyvät pieninä. 150 mm paksu ontelolaatta on myös keveytensä ansiosta hyvä paikkoihin, joissa ei tarvita suurta kuormienkantokykyä. (Betoniteollisuus / Elementtisuunnittelu.)

200 mm paksu ontelolaatta on vahvasti käytössä pientalorakentamisessa, jossa se soveltuu mainiosti niin ala-, väli-, kuin yläpohjaankin. Se sopii myös hienosti kohteisiin, joissa märkätilojen kohdalta laatastoa pintaa täytyy laskea. 200mm paksu ontelolaatta on hyvä vaihtoehto kololaatalle, kun lattian kallistukset täytyy tehdä valmiiseen pintaan vedenohjattavuuden takia. Lisäksi laattatyyppejä voidaan käyttää teollisuusrakentamisessa vesikattorakenteisiin. (Betoniteollisuus / Elementtisuunnittelu.)

270 mm paksu ontelolaatta on yleisesti käytössä rivitalojen ja asuinkerrostalojen yläpohjissa. Tätä laattaa voidaan myös tarvittaessa käyttää rivitalojen välipohjissa mikäli huoneistojen välisen seinän paksuus on vähintään 240 mm tai mikäli huoneistojen välinen seinä on kaksinkertainen betoniseinä. Asuinkerrostalon ja rivitalojen alapohjissa laattaa voidaan käyttää, mikäli lämmöneristys on laatan yläpinnassa. Mikäli laattaa käytetään asuinkerrostaloissa välipohjana on laatan yläpintaan asennettava askeläänieriste ja valettava vähintään 50 mm paksu pintabetonilaatta. (Betoniteollisuus / Elementtisuunnittelu.)

320 mm paksu ontelolaatta suunniteltiin alun perin liike- ja toimistorakennuksiin. Toimistorakennukset rakennetaan pääasiassa 320 mm paksulla ontelolaatalla. Tätäkin laattaa voidaan käyttää asuinkerrostalojen välipohjana, mutta se edellyttää laatan yläpintaan lisä-ääneneristysten tai kelluvan lattian, eli ontelolaatasta irrotetun lattiavalun. Irrotus voidaan tehdä esimerkiksi eristekerroksella. (Betoniteollisuus / Elementtisuunnittelu.)

370 mm paksu ontelolaatta on yleisimmin asuntorakentamisessa käytetty ala- ja välipohjalaatta. Se täyttää ääneneristysvaatimukset asuinrakennuksessa. Yleensä ontelolaatan päälle tulee lattian pintatasoite ja lattiapinnoite kuten laminaatti. (Betoniteollisuus / Elementtisuunnittelu.)

400 mm paksu ontelolaatta on hyvän kantokykynsä ansiosta toimiva ratkaisu pitkille jänneväleille ja kuormitetuille rakenteille ala- ja välipohjaratkaisuksi. Liike- ja toimistorakennuksissa pitkät jänneväliä ovat yleisiä. Teollisuus- ja varastorakennuksissa kuormat usein nousevat määrääviksi tekijöiksi, jolloin kyseinen laatta sopii hyvin. (Betoniteollisuus / Elementtisuunnittelu.)

500 mm paksu ontelolaatta pääsee oikeuksiinsa hyvin pitkillä jänneväleillä ja erityisen raskailla kuormilla. Se sopii hyvin myös pysäköintihalleihin, autokansiin ja siltoihin. (Betoniteollisuus / Elementtisuunnittelu.)

### 3.1.2 Palonkestävyys

Tavallisesti ontelolaattojen palonkestävyys on REI60 eli ontelolaatta kestää 60 minuuttia tulipaloa sortumatta. Tarvittaessa ontelolaatat voidaan suunnitella kestävämpään paloa 90 tai jopa 120 minuuttia, jolloin niitä kutsutaan palolaatoiksi. Mikäli palonkestoa halutaan vielä tästä lisätä, se onnistuu lisäämällä ontelolaattaan paloeristystä laatan alapuolelle. Tällöin on mahdollista päästä jopa 180 tai 240 minuutin kestävyYTEEN. (Betoniteollisuus / Elementtisuunnittelu.)

Ontelolaattoja voidaan myös käyttää kantavina paloseininä pystyyn tai vaakaan asennettuina. Mikäli ontelolaattoja käytetään kantavina paloseininä, on laatan molempiin pintoihin laitettava teräspunokset. Kantavassa tai paloa osastoivassa seinässä ontelolaatan paksuun on yleisesti 265 mm, jolloin saavutetaan REI120 eli 120 minuutin kestävyys. 150 mm ja 200 mm paksuja laattoja voidaan käyttää ei-kantavissa seinissä, jolloin päästään REI90 paloluokkaan, eikä tarvita ylimääräistä paloeristystä. (Betoniteollisuus / Elementtisuunnittelu.)

### 3.1.3 Laatan kavennus

Laatastoa suunniteltaessa pyritään tekemään ehjää laatastoa 1200 mm leveillä laatoilla. Rungonsuunnittelussa on hyvä käyttää ns. 12M-mitoitusjärjestelmää, mikä tarkoittaa laattojen suunnittelua 1200 mm:n laattaleveydellä. Mikäli jako ei kuitenkaan sovi, pyritään kavennukset tekemään mahdollisimman vähään laattamäärään. Kavennuksia tehtäessä on pyrittävä saamaan kavennukset niin, että sahatut palat pystytään hyödyntämään muualla ja saadaan hukka mahdollisimman pieneksi. (Betoniteollisuus / Elementtisuunnittelu.)

Mikäli laattaa joudutaan kaventamaan, on kavennuksissa otettava huomioon muutamia rakennekestävyyteen liittyviä asioita. Kavennettuun laattaan tulee jäädä vähintään kaksi ehjää kannasta. Yleisesti ottaen laatan minimileveys on 400 mm. Kavennettujen laat-

tojen kavennettu reuna tulisi sijoittaa ulkoseinän tai väliseinän viereen. (Betoniteollisuus / Elementtisuunnittelu.)

#### 3.1.4 Eristetyt ontelolaatat

Ontelolaattoihin voidaan tehtaalla kiinnittää eriste ontelolaatan alapintaan. Eristettyjä ontelolaattoja käytetään ryömintätilallisissa alapohjissa. Lämpimien rakennusten ryömintätilallisissa alapohjissa käytetään 170mm paksua EPS 80S lattiaeristettä. Puoli-lämpimissä tiloissa käytetään 110mm EPS 80S-lattiaeristettä. EPS 80S =  $\lambda_{design} \leq 0.031$  W/Mk, jolla päästään 170 mm paksuudella U-arvoon 0,17. Ryömintätilallisissa alapohjissa on käytettävä S-laatuista eristettä, mikä tarkoittaa eristeen olevan sammuvaa laatua. Mikäli alapohjassa joudutaan tekemään tulitöitä, kuten hitsausta tai tekemään avotulta esimerkiksi kermieristeiden liimauksessa, S-laatusella eristeellä varmistetaan, ettei palovahinkoja pääse syntymään. (Betoniteollisuus / Elementtisuunnittelu.)

#### 3.1.5 Kololaatta

Kylpyhuoneissa käytetään niin sanottua kololaattaa, joka on kehitetty kallistusvaluja ja talotekniikkaa varten, kuten kuvassa 3. Kololaatat tehdään 265 mm, 320 mm ja 370 mm korkeista ontelolaatoista. (Betoniteollisuus / Elementtisuunnittelu.)



Kuva 3. Märkätilojen kohdalla olevia kolouksia ontelolaatoissa. (Ahola 2012.)

Kololaattojen syvennyksen korkeus vaihtelee tarpeen mukaan. Kolous voidaan tehdä niin leveäksi, kuin on tarvetta, mutta pituudessa pidetään maksimipituutena kolmea metriä. Lyhyissä laatoissa syvennys voi tarvittaessa olla pidempi. Mikäli syvennyksen pituus kasvaa, voidaan vaihtoehtoisesti ottaa käyttöön matalampia ontelolaattoja, jolloin ontelolaatan pinnalle asennetaan talotekniikka ja tehdään kallistusvalu. (Betoniteollisuus / Elementtisuunnittelu.)

### 3.1.6 Ontelolaattojen reiitys

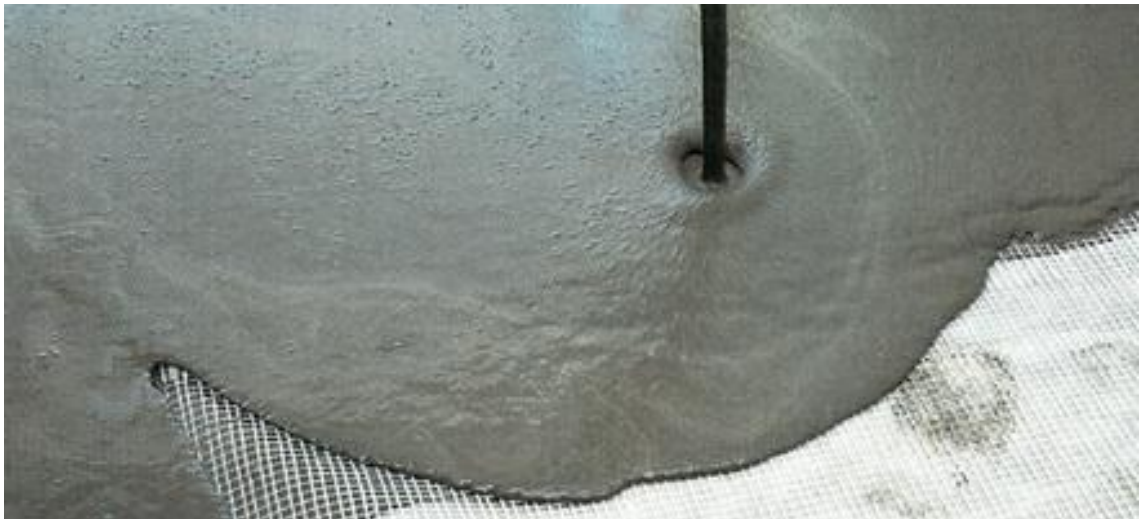
Ontelolaattoja reiitettäessä reiät on tehtävä onteloiden kohdalle. Reikää tehtäessä ei ole väliä mihin kohtaan onteloa reiän tekee, kunhan se osuu ontelon kohdalle. Reikien suurin sallittu koko ja lukumäärä vaihtelee laattatypistä riippuen. Esimerkiksi 200 mm, 270 mm ja 370 mm paksuissa ontelolaatoissa reikiä saa olla maksimissaan 3 kpl laatan samassa poikkileikkauksessa. 320 mm, 400 mm ja 500 mm paksuissa ontelolaatoissa reikiä saa maksimissaan olla 2 kpl laatan samassa poikkileikkauksessa. (Betoniteollisuus / Elementtisuunnittelu.)

Alle 150 mm:n kokoiset reiät tehdään työmaalla, mutta isommat reiät suositellaan tehtäväksi jo ontelolaattatehtaalla. Yli 150 mm:n reiät voidaan myös tehdä työmaalla, mutta silloin täytyy selvittää, että laatta säilyttää vielä kuormienkantokykynsä. Laatan suurin sallittu reikäkoko riippuu täysin laatantyyppistä, jännemitasta, kuormitusten sijainnista ja reiän sijainnista. Reiät on sijoitettava siten, että ne katkaisevat mahdollisimman vähän ontelojen väliin jääviä kannaksia ja niissä olevia punoksia. On myös huomioitava, että teräspunosten ympärille jää riittävästi suojabetonipeitettä. (Betoniteollisuus / Elementtisuunnittelu.)

Yli 800 mm:n aukko toteutetaan yleensä katkaisemalla laatta ja tekemällä teräsbetonipalkki jälkivaluna. Katkaistulta laatalta kuormat siirtyvät teräsbetonipalkin kautta viereisille ontelolaatoille. (Betoniteollisuus / Elementtisuunnittelu.)

### 3.2 Plaano

Pumpputasoite eli plaano on itsestään tasoittuva lattiatasoite. Kuvassa 4. levitetään plaanoa lattialle. Plaanolla saadaan pinnoitusvalmista lattiaa ilman pinnan eri käsittelyjä ja sillä voidaan tehdä jopa 100 mm paksu rakenne. (Sain – Gobain Weber 2012.)



Kuva 4. Plaano lattiatasoitteen levitystä. (Sain – Gobain Weber 2012.)



On olemassa eri tyyppisiä plaanoja monenlaisiin eri käyttötarkoituksiin. Esimerkkejä plaanoista ovat

- dB Plaano
- Karkea Plaano
- Plaano Plus
- Saneeraus Plaano.

Plaanotuotteita löytyy useilta eri valmistajilta, joita ovat esimerkiksi

- Maxit
- Knauf
- Kiilto
- Fescon
- Bostik.

Plaanotyötä tekeviä yrityksiä löytyy melko kattavasti ympäri Suomen.

### 3.3 Betoni

Betoni on ikään kuin keinotekoisesti valmistettua kiveä. Se on irrallisen kiviaineksen ja sideaineen sekoitus, joka kovettuu kovaksi massaksi. Valmistustavalla voidaan ennalta määrätä betonin ominaisuuksia kuten lujuutta, tiivyyttä, läpäisevyyttä, muodonmuutosta ja säänkestävyyttä. Edellä mainitut asiat tekevät betonista hyvin monipuolisen rakennusmateriaalin moneen käyttötarkoitukseen. Betonin vahvuutena on rakenteen kestävyys erivoimasuureille, koska kestävyys voidaan lähes vapaasti valita rakenteen eri kohtiin. (Rakennusaineoppi 2001: 131.)

#### 3.3.1 Betonin koostumus

Betoni koostuu

- sementistä
- runkoaineesta
- mineraalisista seosaineista
- vedestä
- lisäaineista
- muista aineista.

Sementtikivi eli sementtiliima sitoo runkoainetta. Runkoaineen osuus betonista on noin 60–70 %, mikä tarkoittaa, että runkoaineella on hyvin suuri merkitys betoniin. Runkoaine onkin huomattavasti vahvempaa ja ominaisuuksiltaan lujempaa kuin sementtikivi. Tästä johtuen vesi-sementtisuhteella ja sementtiliimalla on hyvin suuri merkitys betonin laatuun. Vesi tekee betonista huokoista, jolloin betoni toimii kapillaarisesti herkemmin ja on myös tiiveydeltään, läpäisevyydeltään ja säänkestävyydeltään heikompi. (Rakennusaineoppi 2001: 138.)

### 3.3.2 Sementin ominaisuuksia

Sementti jaetaan lujuusluokkiin 32,5; 42,5 ja 52,5. Varhaislujuudet määritellään joko 2 tai 7 päivää valusta. Lujuusluokat on jaettu kahteen varhaislujuuteen: normaali varhaislujuus ja nopea varhaislujuus (R). (Rakennusaineoppi 2001: 140.)

Sementillä on lujuuden lisäksi paljon muitakin huomionarvoisia ominaisuuksia, joilla voidaan vaikuttaa lopputuotteen laatuun:

- kemiallinen koostumus
- seosaineet
- lisäaineet
- sementin reaktiot veden kanssa
- sitoutuminen
- lujuuden kehitys
- vedentarve
- kiintotiheys
- irtotiheys
- lämmönkehitys
- kemiallinen kestävyys
- tilavuuden pysyvyys
- väri
- lämpötila
- säilyvyys.

Sementin tehtävänä on reagoida veden kanssa. Tällöin muodostuu sementtikiveä, joka on veteen liukenematon materiaali. Sementtikivi on kovettunutta sementtiliimaa. (Rakennusaineoppi 2001: 140.)

Kun sementti ja vesi on sekoitettu, massa on notkeaa ja muokattavaa. Massa alkaa välittömästi sitoutua. Sitoutumisaika riippuu koostumuksesta, käytetyistä lisäaineista, massan hienoudesta, vallitsevasta lämpötilasta, kosteudesta ja massan lämpötilasta. (Rakennusaineoppi 2001: 141.)

Kovettuminen eli lujuusreaktiot alkavat välittömästi sitoutumisen jälkeen. Kovettumista kestää aina niin kauan kuin hydratoituvaa vettä riittää. Lujuuden kehitykseen vaikuttaa hyvin olennaisesti vesi-sementtisuhte. (Rakennusaineoppi 2001: 141.)

Sementin tiheys riippuu siitä, onko kyseessä kiintotiheys vai irtotiheys. Kiintotiheys on noin  $3100 \text{ kg/m}^3$  ja irtotiheys noin  $1000\text{-}1400 \text{ kg/m}^3$ . (Rakennusaineoppi 2001: 142.)

Suomessa valmistettavia yleisimpiä sementtejä ovat seuraavat

- Yleissementti eli normaalisti kovettuva sementti, jota käytetään yleisesti kaikessa rakentamisessa
- Rapidsementti eli nopeasti kovettuva sementti, jota käytetään talvibetonointiin, elementtituotantoon ja valmisbetonituotantoon. Rapidsementin nopean kovettumisen aiheuttaa sementin hienojakoisuus.
- Pikasementti eli hyvin nopeasti kovettuva sementti, jota käytetään elementtituotannossa ja korkeita lujuuksia vaativissa kohteissa.
- Megasementti eli nopeasti kovettuva portlandsementti, jota käytetään valmisbetonissa ja valmisosabetonirakentamisessa.
- SR-sementti eli normaalisti kovettuva sulfaatin kestävä portlandsementti, jota käytetään siltavaluissa ja sulfaatille alttiissa rakenteissa.
- Valkosementti eli normaalisti kovettuva valkoinen portlandsementti, jota käytetään valkoisten ja värillisten betonituotteiden valmistuksessa sekä kuivatuotteiden kuten esim. tasoitteen valmistuksessa.

(Rakennusaineoppi 2001: 142.)

Runkoaine on noin 70 % betonista, jolloin sillä on huomattava merkitys betonin ominaisuuksiin. Runkoaineena käytetään luonnonkiviainesta, joka on joko teollisesti murskattua tai luonnon muokkaamaa. Joissakin tapauksissa runkoaineeksi käy myös kevytsora, masuunikuona tai raskaat malmipitoiset kiviainekset. Runkoaineen suurin sallittu raekoko määräytyy työkohteen mukaan. (Rakennusaineoppi 2001: 142.)

Betonissa käytettävä vesi ei saa sisältää epäpuhtauksia, sillä ne haittaavat betonin sitoutumista, lujuutta ja säilyvyyttä. Nyrkkisääntönä toimii, että juomakelpoinen vesi on betoniin kelpaavaa vettä. Merivettä voidaan käyttää niissä tapauksissa, jolloin betonissa ei ole teräksiä. Suolapitoisuus ruostuttaa mahdolliset teräkset betonissa. Mikäli käytetään merivettä, on myös otettava huomioon, että suolapitoisuus saattaa vaikuttaa valmiin pinnan ulkonäköön. (Rakennusaineoppi 2001: 143.)

### 3.3.3 Lisäaineet

Betonin työstettävyyttä voidaan parantaa entisestään käyttämällä betoniin tarkoitettuja lisäaineita. Yleisimmin käytettyjä betoninlisäaineita ja niiden ominaisuuksia ovat seuraavat

- N = notkistimet, notkistimien avulla betonimassan työstettävyys aikaa voidaan pidentää ja betonista saadaan entistä notkeampaa, ilman että vettä joutuisi lisäämään betoniin.
- Nt, N = tehonotkistin tai nesteytin, nämä aineet ovat normaalia notkistinta vielä tehokkaampia notkistamaan betonimassaa.
- L = huokostin, huokostimen käyttö lisää betonin huokospitoisuutta, jolloin betonin pakkasen kestävyys paranee. Betonissa olevan veden jäätyessä jää pääsee laajentumaan huokosiin rikkomatta betonirakennetta. Huokostimen avulla betonin ilmamäärää voidaan nostaa normaalista 1–2 %:sta, 4–8%:iin
- K = kiihdyttimet, kiihdyttimiä käytettäessä betonimassan kovettumista pystytään nopeuttamaan ja sitoutumisaikaa pystytään lyhentämään. Kiihdyttimiä käytettäessä päästään myös korkeampiin betonin varhaislujuuksiin. Sitä käytetään yleisesti talvibetonoinnissa, elementtitehtailla ja liukuvaluissa. (Betonitekniikan oppikirja 2004.)
- H = Hidastimet, hidastimien avulla pyritään hidastamaan betonimassan kovettumista ja lisäämään betonin työstettävyys aikaa. Hidastimen käyttö on hyvin yleistä pitkillä kuljetusmatkoilla, hitaasti etenevissä betonivaluissa ja lämpimissä olosuhteissa. Sitä käytettäessä vesimäärää pystytään vähentämään jolloin betonin kestävyys paranee.  
(Betonitekniikan oppikirja 2004.)
- T = tiivistysaineet, tiivistysaineita käytettäessä betonin nesteenläpäisevyys pienenee ja tällöin voidaan tehdä tiiviimpiä rakenteita. Sitä käytetään, kun täytyy saada tiivis betonirakenne.

- I = injektointiaine, injektointiaineilla parannetaan injektointi laastin pumpattavuutta ja tunkeutuvuutta. Injektointiaine turvottaa laastia ja tiukaksi kovettuessaan se tekee aineesta pitävän. Sitä käytetään kiinnikkeiden jälkikiinnitykseen, paikkaus- ja jälkivaluihin sekä kaapeli- ja putkikiinnityksiin. (Rakennusaineoppi 2001: 144.)

### 3.3.4 Betonin jälkihoito

Betonimassan ollessa tiivistettynä muoteissa ei työ ole vielä valmis. Betonin jälkihoito on betonoinnin yksi hyvin tärkeä osa. Mikäli jälkihoito laiminlyödään, valmis betonipinta ei välttämättä tule saavuttamaan läheskään sille asetettuja vaatimuksia. Jälkihoidossa on tärkeää seurata lämpötilaa ja kosteutta. Etenkin talviolosuhteissa tehtäessä betonointitöitä on varmistuttava betonin riittävästä lämpötilasta, jäätymisen estämisestä, liiallisten lämpötilaerojen estämisestä ja seurata betonin kovettumista. Talvibetonoinnissa on käytettävä mahdollisesti lisälämmittämiä riittävän lämpötilan pitämiseksi, kunnes riittävä lujuus on saavutettu. Betonin on pidettävä myös riittävän pitkään, riittävän kosteana. Kosteuden pysyminen betonirakenteessa voidaan hoitaa joko kastelemalla pintaa tai peittelemällä betonirakenne tiiviisti. Mikäli betonirakenne pääsee kuivumaan liian nopeasti, rakennelujuus voi jäädä liian alhaiseksi ja valmiiseen pintaan tulee suuria halkeamia. (Rakennusaineoppi 2001: 146.)

### 3.3.5 Betonin lujuus

Betoninlujuuteen vaikuttaa useita asioita. Betonin tärkeimpänä ominaisuutena pidetään puristuslujuutta, joka riippuu betonin vesi-sementtisuhteesta, betonin iästä ja sementtilaadusta. Betonin vetolujuus ei ole kuin noin 10 % puristuslujuudesta. Normaali-betonilla puristuslujuus on yleensä noin 30–35 MN/m<sup>2</sup>. Lujuuteen vaikuttavina seikkoina pidetään:

- sementin laatua
- sementin määrää
- sementti-vesisuhdetta
- runkoaineen rakeisuutta
- runkoaineen laatua
- massan kovettumisikää
- massan kovettumislämpötilaa

- seosaineita
- lisäaineita
- vedenlaatua
- massan tiivistystä. (Rakennusaineoppi 2001: 148.)

Betonituotteita on jaettu eri lujuusluokkiin lujuuden mukaan. Elementtituotannossa yleisesti käytettyjä lujuusluokkia ovat K-40–K-50. (Rakennusaineoppi 2001: 148.)

Rakenteiden lujuuksia mitattaessa otetaan huomioon tulosten hajonta. Materiaalia testattaessa lujuusarvoja pienennetään varmuuskertoimella. (Rakennusaineoppi 2001: 148.)

Betonin kovettumiseen vaikuttaa olennaisesti massan vesi-sementtisuhte. Mikäli massassa on vettä enemmän kuin hydrataatioreaktioon tarvitaan, ylimääräinen vesi muodostaa rakenteeseen kapillaarihuokosia, jotka heikentävät betonin kestävyyttä, tiiveyttä ja lujuutta. Muita betonin lujuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat

- sementtiliiman määrä verrattaessa runkoaineen määrään
- runkoaineen rakeisuus
- runkoaineen pinnan laatu ja muoto
- kovettuneen betonin kosteuspitoisuus. (Rakennusaineoppi 2001: 148.)

### 3.3.6 Betonin kutistuminen

Betonirakenteen kutistumiset riippuvat rakenteen kosteudesta. Kuivuessaan rakenne kutistuu ja kostuessaan rakenne laajenee. Laajenema-kutistumamuodonmuutokset palautuvat lukuun ottamatta ensimmäisen kuivumisen aikana tapahtuvaa kutistumaa. Ensimmäisestä kutistumasta palautuu vain osa. Betonirakenteen kutistuessa kutistuva osa on betoniliimaa, joka rakenteessa kutistuu. Tästä johtuen betoniliiman määrä vaikuttaa kutistuskäyttäytymiseen. Kutistumiskäyttäytymiseen vaikuttaa myös vallitsevat olosuhteet kuten ilmankosteus ja ilman lämpötila. Mitä kuivempi ja lämpimämpi ilma on, sitä nopeammin kutistuminen tapahtuu. (Rakennusaineoppi 2001: 149.)

### 3.3.7 Betonointi

Betoni on valettaessa hyvin plastinen materiaali, joka tarkoittaa että se on täysin muo-  
toitavissa muottien mukaan. Betoni voidaan käytännössä valaa siihen muotoon millai-  
siksi muotit on tehty. (Rakennusaineoppi 2001: 153.)

### 3.3.8 Betonipinnat

Betonin pintaan pystytään vaikuttamaan hyvin monella tapaa ja betonipinnan ulkonä-  
köön. Betonipinnat ja ulkonäkö riippuu hyvin suurelta osin käytetystä muotista. Pin-  
taan ja pinnan ulkonäköön voidaan vaikuttaa jälkihoitomenetelmillä. BY40 Betonipinnat  
-kirjassa on esitetty betonipinnoille asetetut laatuvaatimukset. (Rakennusaineoppi  
2001: 154.)

## 3.4 Kaatovalu

Kaatovalun tehtävänä on muotoilla märkätilojen lattia siten, että lattialla oleva vesi oh-  
jautuu lattiakaivolle. Kaatojen teko tehdään pintabetonoinnin yhteydessä käsityönä.  
Mitä paremmin kaatovalupinta tehdään, sitä vähemmällä työmäärällä päästään myö-  
hemmin, kun pintaa viimeistellään vesieristys työtä varten. Parhaimmillaan pinta teh-  
dään kaatovaluvaiheessa niin hyväksi, että se on valmista pintaa vesieristäjälle.

Kaatovalutyötä aloittaessa pohjat täytyy puhdistaa hyvin roskista ja liasta ja hioa beto-  
niliima mahdollisesta alemmasta betonipinnasta. Ennen pintabetonointityön aloitusta  
on myös varmistettava, että mahdollinen alempi betoni on tarpeeksi hyvin kuivunut.  
(Rakennusteollisuus 2002: 2.)

Kallistukset ovat lattakaivon läheisyydessä oltava vähintään 1:50 ja muualla vähintään  
1:100. Lattiakaivon ympärillä olevan paikalliskaadon laajuus tulee olla vähintään 500  
mm kaivosta, mutta esimerkiksi suihkun alla paikalliskaadon on yletyttävä niin pitkälle  
kuin suihkualue on. (Rakennusteollisuus 2002: 14.)

Kallistuksen ollessa pieni veden kulkeutumista kaivolle estää pintajännitys. Veden kul-  
keutumista miettiessä on syytä ottaa huomioon lattiapinnan materiaali. Materiaali vai-

kuttaa myös omalta osaltaan veden kulkeutumiseen kallistuksen ollessa pieni. (Betoni-  
lattiat 2002 by45 BLY7: 79.)

Tavanomaisella tasolla märkätiloihin sallitaan pienehköjä lammikoita, mutta ne täytyy pystyä helposti kuivaamaan lastan avulla. Ankarimmillaan lattialle ei saa jäädä lainkaan lammikoita. (Betonilattiat 2002 by45 BLY7: 79.)

Lattia kallistukset voidaan tehdä kahdella tapaa. Ensimmäinen tapa on tehdä ns. kartiomainen kaato kaivon ympärille ja toinen tapa on tehdä suorina pintoina lattiakouruihin. Kallistuksia suunniteltaessa on huomioitava, kuinka kallistukset vaikuttavat seinän vieruksille ja kuinka kallistus huomioidaan valuma-alueen nurkasta kaivoon ja kaivosta kohtisuoraan seinään. Kallistuksia tehtäessä helpottaa suuresti jos suunnittelija on merkannut korkoasemat kaivolle, sekä lattian ja seinän liittymälle. (Betonilattiat 2002 by45 BLY7: 79.)

### 3.5 Tekniikka ja tarvittavat rakennepaksuudet

Rakennepaksuuksia mietittäessä on otettava huomioon, mitä tekniikkaa lattiarakenteen sisällä pitää mahtua kulkemaan. On siis selvää, että jos lattiarakenteen sisällä täytyy mahtua kulkemaan viemäriputki, tarvitaan paksumpi lattiarakenne, kuin että siellä kulkeisi pelkästään vesijohdot ja lattialämmitysputket. Rakennepaksuudet ovat siis täysin tapauskohtaisia ja lattiarakennepaksuudet määrittelee rakennesuunnittelija. Rakennepaksuuksista on hyvä neuvotella rakennesuunnittelijan kanssa, mikäli työmaahenkilökunnalla on ehdottaa vaihtoehtoja ratkaisua, jolla päästäisiin esimerkiksi taloudellisiin ja ajallisiin säästöihin.

As Oy Vantaan Kanniston Maisterissa rakennepaksuuksia ohjasi kuivien tilojen lattiarakennepaksuus sekä viemärit, jotka viedään välipohjan läpi alakerran kattoon, jossa ne johdetaan pääviemäriin. Molemmat seikat edesauttavat lattiarakenteen paksuuden määrittelyssä. Kuivissa tiloissa lattiarakenne on ontelolaatta, 30 mm paksu eriste, joka toimii askeläänieristeenä ja lämpöeristeenä, ettei lattialämmitys lämmitä välipohjaontelolaattaa. Eristeen päälle tulee 40 mm paksu plaano, jonka sisällä kulkee lattialämmitysputket. Kuivien tilojen yhteenlaskettu lattiarakenne paksuus on noin 70 mm, jonka päälle tulee vielä lattiapinnoitemateriaali, jolla paksuus nousee vielä noin 10 mm pintamateriaalista riippuen. Kokonaispaksuus tulee siis olemaan noin 80 mm +/- 10 mm.



Märkätiloissa lattiarakenteessa jäljitellään hyvin pitkälti Willa Näsin lattiarakennesuorituksen ratkaisua. Alle tulee noin 40 mm plaano. Plaanon sisällä tulee kulkemaan lattialämmitysputket, kuten kuvassa 5. Plaanon päälle tullaan levittämään ns. ankkurointiaine, rakenteiden kiinnittymisen varmistamiseksi ja ankkurointiaineen päälle valetaan pintabetoni, johon tehdään tarvittavat kaadot veden ohjaamiseksi lattiakaivoihin. Pintabetoni pyritään tekemään mahdollisimman ohueksi, jotta kynnyshöheus saadaan pidettyä mahdollisimman matalana tultaessa kuivista tiloista kylpyhuoneen puolelle. Pintabetonin paksuus tulee olemaan keksimääriin noin 50 mm paksu. (Göös 2012.)



Kuva 5. Lattialämmitysputket plaanokerroksen sisällä. Lattia odottaa pintavalukerrosta (Ahola 2012.)

Ontelolaatta, plaano ja pintabetoni -rakenteella päästään nopeaan kuivumisaikaan ja sitä kautta saadaan selviä säästöjä. As Oy Vantaan Kanniston Maisterissa olisi tarkoitus pystyä jättämään ontelolaattojen työstö kokonaan pois, millä saataisiin Willa Näsiin nähden kuluja pois. Kanniston Maisterissa on täydet edellytykset jättää ontelolaattojen piikkaus pois, koska viemäreissä ei tule vaakavetoja lattiarakenteessa, kun ne johdetaan suoraan ontelolaatasta läpi. (Göös 2012.)

### 3.6 Kosteus

Välipohjarakenteen kuivumiseen vaikuttavia seikkoja ovat rakenteen paksuus, mahdollinen kuivumissuunta ja kerroksellisuus. Uusi rakennekerros saattaa kastella jo kuivunutta alemmaa rakennetta. Kuivumista arvioitaessa on tärkeää tehdä työn aikana rakennekosteusmittauksia, rakenteen eri syvyyksiin. Mittaus syvyydet ja sijainnit vaihtelevat eri rakenteiden mukaan. Kosteusmittauksia täytyy tehdä ennen kuin rakennetta aletaan pinnoittaa, jolloin on varmistettava rakenteen olevan riittävän kuiva pinnoitusta varten. (Merikallio, Niemi ym. 2007: 27.)

Rakenteen lämpötilan tulee olla hyvin lähellä käyttölämpötilaa, sillä mikäli rakenteen lämpötila nousee merkittävästi pinnoituksen jälkeen, huokosrakenteeseen sitoutunut kosteus lähtee liikkeelle ja aiheuttaa vaurioita pintamateriaaleihin. Sama ongelma voidaan kohdata, mikäli rakenteen alapuolinen tila on rakennus aikana lämpötilaltaan huomattavasti alhaisempi, mitä se tulee käytössä olemaan. Betonirakennetta viileämmän, tiiviin päällysteen alle voi tiivistyä kosteutta. Mitä tiiviimpi pintamateriaali on, sitä suuremmaksi vaurio riski kasvaa. (Merikallio, Niemi ym. 2007: 27.)

Ontelolaattarakenteisissa välipohjissa samasta huonetilasta ja samalta syvyydeltä mitatuista kosteusmittauksista voi tulla hyvinkin eri tuloksia. Mittaustulokseen vaikuttaa onko mittaus otettu ontelolaattojen saumasta, ontelojen välisestä kannaksesta vai ontelo yläpuolelta. Korkein arvo saadaan yleensä ontelolaattojen saumasta. (Merikallio, Niemi ym. 2007: 27.)

Elementtivälipohjissa on paljon käytetty kylpyhuoneiden kohdalla kololaattaa. Kololaatta on kylpyhuoneen kohdalta huomattavasti matalampi kuin ontelolaatta muualta. Kololaatan päälle tulee paksu betonivalu, jonka pintaan tehdään tarvittavat kaadot. Jälkivalut ovat usein hyvin paksuja ja ne kuivuvat pääasiassa vain ylöspäin. Jälkivalun kuivuminen on huomioitava aikataulussa. Etenkin märkätiloissa rakenteiden kuivuminen tulee varmistaa erityistä huolellisuutta noudattaen, sillä vesieriste estää rakenteen kuivumisen täysin ylöspäin. (Merikallio, Niemi ym. 2007: 27.)

Kuivumisaikoja suunniteltaessa on muistettava, että kuivuminen ei ole pelkkää valetun betonin kuivumista. Rakennusaikana välipohjarakenne (ontelolaatta) on voinut kyllästyä hyvinkin märäksi ulkopuolisen kosteuden kuten, sateiden johdosta, jolloin ontelolaattarakenteen kuivumiselle on laskettava riittävä kuivumisaika. Mikäli kuivumisaika

lasketaan ainoastaan valetulle rakenteelle ja sen mukaan aletaan pinnoittamaan rakennetta, voi yllätyksiä ilmetä hyvinkin raskain seurauksin. Kosteuden lähtiessä eteneeseen ontelolaattarakenteesta, kosteus nousee jälkivalettuun betoniin ja aiheuttaa vaurioita samoissa määrin, kuin että jälkivaletun betonin ei olisi annettu kuivua ennen pinnoituksen aloittamista. Ontelolaattavälipohjarakenteessa on myös huomioitava onteloihin mennyt vesi, joka voidaan poistaa tarkistamalla ontelolaatan alapinnassa olevien vesireikien tilanne. Mikäli vesireiät ovat jostain syystä menneet tukkoon, esimerkiksi siellä on roska tai valutyön aikana reiälle on kulkeutunut betonia ja tukkinut reiän. Reiät on hyvä käydä läpi poralla ja porata jokainen ontelon vesireikä auki, siten ettei vesi pääse jäämään onteloon seisomaan ja levittämään kosteutta koko rakenteeseen. (Merikallio, Niemi ym. 2007: 27.)

Betonilattioiden päällyste- ja pinnoitevauriot johtuvat hyvin usein betonirakenteen korkeasta kosteudesta pinnoitushetkellä. Betoni itsessään kestää kosteutta erittäin hyvin. Betonista tulee jopa sitä lujempaa, mitä kosteammissa olosuhteissa se pidetään kovettumisen aikana. Betonin sisältämä kosteus voi kuitenkin aiheuttaa ongelmia pinnoitteissa tai päällystysmateriaaleissa. Tyypillisimpiä ongelmia betonin rakennekosteudesta ovat mm. päällystymateriaalin värjäytyminen, päällystymateriaalin irtoaminen alustasta, mikrobikasvusto sekä kemiallisia hajoamisreaktioita. Kosteus aiheuttaa betonissa myös kutistumista ja turpoamista. Mikäli rakennekerroksia on päällekkäin voi rakennekerrokset irrota toisistaan kosteuskäyttämisen takia. Mikäli toinen kerros kutistuu tai turpoaa eri tahtiin kuin toinen, niin silloin on vaarana, että rakennekerrokset irtoavat toisistaan. (Merikallio, Niemi ym. 2007: 27.)

#### **4 Tutkittavat vaihtoehdot**

Tarkasteltavat lattiarakennevaihtoehdot ovat

- kololaatta ja paksu betonivalu
- ontelolaatta, plaano ja pintavalu
- ontelolaatta ja pintavalu
- kololaatta, plaano ja pintabetoni.

Rakenteisiin perehdyttäessä tarkastellaan materiaalien kuivumisaikoja, työaikoja viimeistelyineen, materiaalikustannuksia sekä lopputuotteen laatua.

Tavoitteena on löytää perinteiselle ”kololaatta, betonivalu” -rakenteelle vaihtoehtoinen ratkaisu. Vaihtoehtoisessa ratkaisussa olisi tarkoitus saada kuivumisaika minimoitua ja kaatopinnat saataisiin tehtyä kerralla kuntoon pintavalua tehtäessä. Perinteisellä tavalla tehtynä, kun pintavalu on 15–20 cm paksu, niin kuivumisajat ovat huomattavan pitkiä ja kokemusten mukaan kaatovalupintaa ei saada tehtyä kerralla kuntoon. Kaatovalupintoja jälkeensä paikkaillessa 10m<sup>2</sup>:n märkätiloissa yhteen tilaan saattaa mennä useita työtunteja pinnan viimeistelyyn. Ylimääräisestä työstä olisi päästävää eroon, koska aikatauluun ei ole varattu aikaa sille, eikä budjettiin ole varattu rahaa ylimääräiselle työlle. Ongelma siis vaikuttaa suoraan aikataulun ja budjetin pitävyyteen.

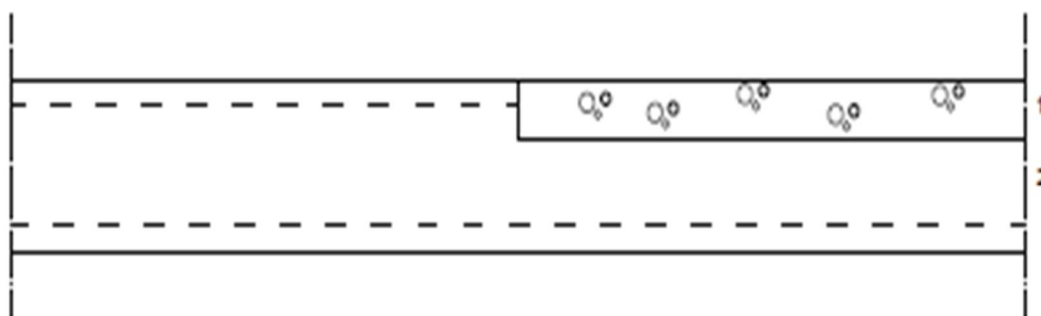
## 5 Kustannukset ja työnkestit

Kustannusvertailussa käytettiin vertailupohjana T2H Rakennus Oy:n aikaisemmista kohteista saatuja tietoja. Vertailupohjien perusteella saadaan käsitys, kuinka paljon toteutustapavalinnat vaikuttavat kustannuksiin. Kustannuksia vertaillessa on otettu huomioon välittömiä ja välillisiä kustannuksia. Kustannustietoja kerätessä T2H Rakennus Oy:n lisäksi kustannuksia kysyttiin myös Betset Oy:ltä, mistä saatiin arvokasta tietoa ontelolaattojen kustannuksista.

### 5.1 Kololaatta ja paksu betonivalu

Kohteissa As Oy Vantaan Kultarikon Nuppu ja As Oy Vantaan Kultarikon kukka käytetty tapa on ”kololaatta ja paksu betonivalu”. Ontelolaattoina käytettiin ns.kololaattaa, joka tarkoittaa että ontelolaattaan on tehty märkätilojen kohdalle kolous. Kolouksesta aiheutuva lisähinta on noin 100 € / laatta. Kyseisissä kohteissa kolous piti tehdä 4 laattaan, joka tarkoittaa, että lisäkustannuksia koitui 400 € / kylpyhuone. Betonina kohteissa käytettiin käyttöikänsä 50v. C25/30 betonia ja notkeus oli S3. Betonia kului noin 1,5 m<sup>3</sup> / kylpyhuone. Betoni tuli toimituksineen maksaan noin 320 € / kylpyhuone. Lattiatekijät tiivistivät betonin ja muotoilivat sen määrättyyn muotoon lattialle. Lattiavalun työkustannus on noin 100 € / kylpyhuone. Valutöiden jälkeen lattiapintaa piti vielä viimeis-

tellä ennen kuin vesieristäjä otti työkohteen vastaan. Lattiaa piti hioa tasaisemmaksi ja paikoitellen piikata betonia pois ja tasoitella pintaa tasoitteella. Viimeistelytyöihin kului aikaa noin 7–10 h / kylpyhuone, josta tuli kustannuksia noin 300 €/ kylpyhuone. Valun paksuus oli noin 130 mm. Betonin kuivumisaika oli vuoden ajasta riippuen 2–2,5 kuukautta. Työn kokonaisaika voidaan ottaa huomioon kustannuksia laskettaessa, sillä mitä nopeampi työvaiheen läpimenoaika on, sitä taloudellisempaa rakentaminen on. (Hänninen 2012; Ahola 2012.)



Kuva 6. Kololaatta ja paksu betonivalu.

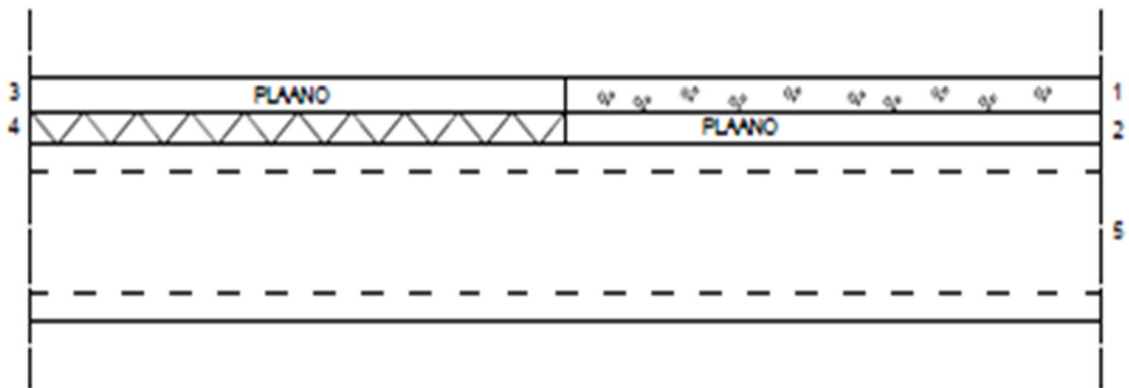
Kuvassa 6 esitetään havainneratkaisu kololaatta ja paksu betonivalu -rakenteesta. Rakenne 1 kuvaa betonivalua ja rakenne 2 kuvaa märkätilojen kohdalta kolottua ontelolaattaa.

Yhteenlaskettuna kololaatalla ja paksulla betonivalulla noin 9,5 m<sup>2</sup> kylpyhuoneen lattia-rakenteen hinnaksi tulisi

- laatasta johtuva lisä 400 €
- betoni 320 €
- valu 100 €
- viimeistely 300 €
- työn kokonaisaika oli 2–2,5 kk
- yhteensä noin 1120 € (Ahola 2012.)

## 5.2 Ontelolaatta, plaano ja pintavalu

Tampereen Willa Näsissä käytettiin ”ontelolaatta, plaano ja pintavalu” -rakennetta. Plaanona Willa Näsissä käytettiin Fesconin Flow HS lattiatasoitetta. Pintabetonina käytettiin Mapein Topcem Pronto kuivalaastia. Topcem Pronto on ankkuroitava kuivalaasti, joka tarkoittaa, että ennen kuivalaastin levitystä on pinnalle levitettävä ankkurointi aine, joka sitoo Topcem Pronton kiinni alempaan rakennekerrokseen ja näin estää rakenteiden irtoamisen toisistaan ns. kopolaatan. Pohjalla käytettyä plaanoa levitettiin noin 30–40 mm:n kerros, joka tuli maksamaan kokonaisuudessaan noin 333 € / kylpyhuone. Pintabetonikerros oli noin 50 mm paksu, jonka päälle levitettiin vielä hyvin ohut hienotasoittekerros joka tasoitti pinnan. Pintabetonirakenteen hinnaksi tuli noin 200 € / kylpyhuone, joka oli vesieristäjälle valmista pintaa. Lisäkustannuksina Willa Näsissä tuli viemäriputkista, joille jouduttiin tekemään lisää tilaa ontelolaattaan. Ontelolaattaan tehtävistä koloista tuli kustannuksia noin 200 € / kylpyhuone. Kuivumisajat Willa Näsissä oli plaanolle noin 4 vrk, jonka jälkeen päästiin tekemään pintabetonointi, jonka kuivumisaika oli 1–4 vrk, eli noin viikko plaanon levityksestä pinta oli päällystys valmiina. (Ahola 2012.)



Kuva 7. Ontelolaatta, plaano, pintavalu.

Kuvassa 7 esitetään havainneratkaisu ontelolaatta, plaano ja pintavalu -rakenteesta. kohdassa 1 kuvataan pintavalu, kohdassa 2 kuvataan plaanokerros ja kohdassa 3 kuvataan kuivientilojen puolella oleva plaanokerros, kohdassa 4 kuvataan kuivien tilojen puolella oleva eristekerros ja kohdassa 5 esitetään ontelolaatta.

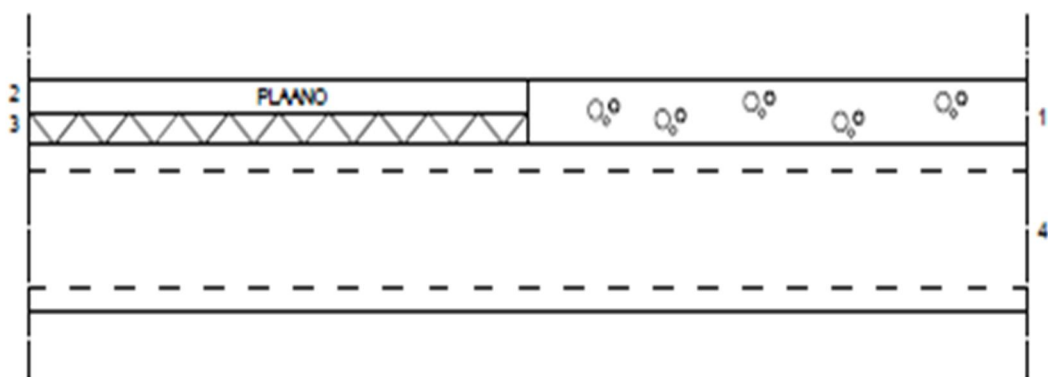
Yhteenlaskettuna ontelolaatta, plaano ja pintabetonilla noin 9,5 m<sup>2</sup> kylpyhuoneen lattia-rakenteen hinnaksi tulisi

- plaano 333 €
- pintabetoni 200 €
- kolot viemäreille 200 €
- kuivumis aika noin viikko
- yhteensä noin 733 €. (Ahola 2012.)

Tutkimuksessa olevista kahdesta muusta rakenteesta ei suoranaisesti ole esimerkki-kohteita, mutta kustannuksia ja työaikaa suunniteltaessa pystytään käyttämään hyväksi kahden edellä mainitun kohteen tietoja.

### 5.3 Ontelolaatta ja paksu betonivalu

Ontelolaatta ilman syvennyttä ja paksu betonivalu -rakenteelle voidaan olettaa seuraavia tietoja. Kohteen kokona pidetään samaa 9,5 m<sup>2</sup>, joka oli aikaisemmissakin vaihtoehtoisissa. Betoni tulisi maksamaan toimituksineen noin 320 € / kylpyhuone. Lattian valutyöt tulisivat maksamaan noin 100 € / kylpyhuone. Voidaan olettaa että betonipintaa joutuu viimeistelemään ennen kuin vesieristäjä ottaa lattiaa vastaan. Viimeistelytyöille voidaan olettaa hinnaksi noin 300 € / kylpyhuone. Mikäli valun paksuus olisi noin 130 mm, kuivumisajaksi olisi laskettava 2–2,5 kuukautta vuodenajasta ja kosteusolosuhteista riippuen.



Kuva 8. Ontelolaatta, paksu betonivalu.

Kuvassa 8 esitetään havainneratkaisu ontelolaatta, paksu betonivalu -rakenteesta. Kohdassa 1 kuvataan paksu betonivalu, kohdassa 2 kuvataan kuivien tilojen puolella oleva plaanokerros, kohdassa 3 kuvataan kuivientilojen puolella oleva eristekerros ja kohdassa 4 kuvataan ontelolaatta.

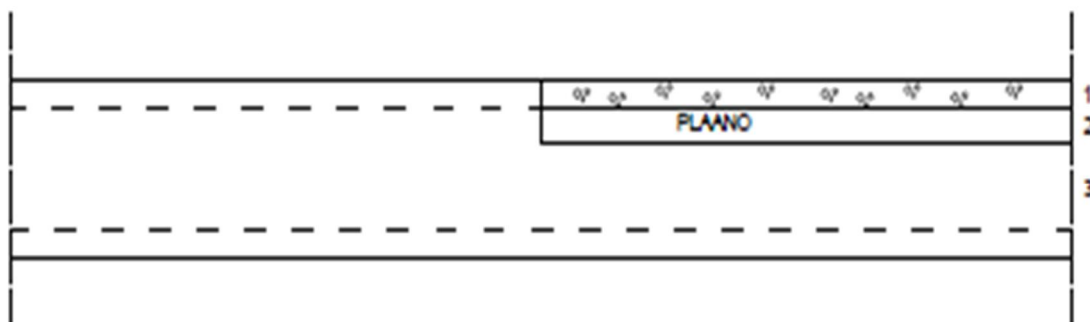
Yhteenlaskettuna ontelolaatta ilman syvennystä ja paksulle betonivalulle noin 9,5 m<sup>2</sup> kylpyhuoneen lattiarakenteen hinnaksi tulisi

- betoni 320 €
- valu 100 €
- viimeistely 300 €
- työn kokonaiskesto 2–2,5 kk
- yhteensä noin 720 €

#### 5.4 Ontelolaatta kolouksella, plaano ja pintabetoni

Ontelolaatta kolouksella, plaano ja pintabetoni -rakenteelle voidaan olettaa seuraavia tietoja. Kohteen kokona pidetään samaa 9,5 m<sup>2</sup>, joka oli aikaisemmissakin vaihtoehtoisissa. Laatan kolouksesta tuleva lisä on 100 € / ontelolaatta. Tässä tapauksessa kolous joudutaan tekemään 4 laattaan, joka tarkoittaa että lisäkustannuksia tulee 400 € / kylpyhuone. Pohjalle tuleva plaano tulisi maksamaan noin 333 € / kylpyhuone, plaanon paksuuden ollessa noin 30–40 mm. Pintabetoni tulisi maksamaan noin 200 € / kylpyhuone, mikäli pintabetonin paksuus olisi noin 50 mm. Kuivumisaika tälle rakenteelle olisi noin viikko. Plaanon osalta kuivumisaika on noin 4 vuorokautta, jonka jälkeen pääsee tekemään pintabetonoinnin. Pintabetonin kuivumisaika olisi noin 1–4 vuorokautta.





Kuva 9. Kololaatta, plaano, pintabetoni

Kuvassa 9 esitetään havainneratkaisu kololaatta, plaano ja pintabetoni -rakenteesta. Kohdassa 1 kuvataan pintabetoni, kohdassa 2 kuvataan plaanokerros ja kohdassa 3 kuvataan kolottu ontelolaatta.

Yhteenlaskettuna ontelolaatta kolouksella, plaano ja pintabetonilla noin 9,5 m<sup>2</sup> kylpyhuoneen lattiarakenteen hinnaksi tulisi

- laatasta johtuva lisä 400 €
- plaano 333 €
- pintabetoni 200 €
- kuivumisaika noin viikko
- yhteensä noin 933 €

Kuivumisajalle voidaan työmaasta riippuen laskea hyvinkin eri suuruisia välillisiä kustannuksia. Vertailupohjana olevissa kohteissa kuivumisajalla oli hyvin suuri merkitys työmaan yleisaikatauluun ja aikataulusäästöillä saatiin huomattavia välillisiä kustannussäästöjä. Willa Näsissä plaanon ja pintabetonin hinnoittelussa oli mukana työ, jota ei eroteltu hinnasta, koska urakoitsija hoiti materiaalit ja työn. (Ahola 2012.)

## 6 Ratkaisujen vertailu

Märkätilojen lattiarakenneratkaisu on suunniteltava aina kohdekohtaisesti. Valintaan vaikuttavat yleisesti ottaen kuivumiselle varattu aika, kynnykskorkeus, viemäriputkien

suuntaus ja monet muut asiat. Kustannus- ja työaikavertailusta voidaan todeta ontelolaatta valinnalla olevan suurin yksittäinen kustannusvaikutus, ja toinen vaikuttava yksittäinen asia on kuivumisaika.

### 6.1 Kololaatta ja paksu betonivalu

Kololaatta ja paksu betonivalu menetelmä on hyvin perinteinen, joka on ollut hyvin pitkään käytössä, ja tietotaitoa kyseiselle tavalle löytyy työmailta helpoiten. Vanhemmat työnjohtavat mielellään käyttävät kyseistä tapaa, koska niin on aina tehty ja se on tuttu tapa. Aikataulujen ja kustannusten valossa menetelmästä olisi hyvä opetella eroon.

### 6.2 Ontelolaatta, plaano ja pintavalu

Ontelolaatta, plaano ja pintavalu menetelmä sopii mainiosti tutkimuskohteeseen, joka on As Oy Vantaan Kanniston Maisteri. Menetelmä vaatii kuivilta tiloilta lattiarakennepaksuutta riittävästi. Kuivissa tiloissa tulisi olla lattialämmitys sekä mielellään eristekerros. Mikäli kuivissa tiloissa lattiarakennepaksuus jää kovin matalaksi, kynnyshöheus nousee liian korkeaksi tätä menetelmää käytettäessä. Oivallisin kohde on tälle ratkaisulle on muutaman senttimetrin paksuinen eristekerros, jonka päälle tulee lattialämmityspotket plaanokerroksen sisään, jolloin kuivien tilojen lattiarakenne paksuus nousee riittävän paksuksi. Märkätilojen puolella edellytetään että viemärit voidaan viedä ontelolaatan läpi alemman kerroksen alakaton sisään. Mikäli viemäreitä joudutaan viemään vaakavetoina lattiarakenteen sisällä, joudutaan ne todennäköisesti roiloamaan ontelolaatan sisään tai kasvattamaan lattiarakennepaksuutta huomattavasti. Mikäli viemäreiden vaakavetoja tulee, on aiheellista miettiä vaihtoehtoista ratkaisua.

### 6.3 Ontelolaatta ja paksu betonivalu

Ontelolaatta ja paksu betonivalu menetelmää voidaan käyttää kohteissa, joissa viemärointi voidaan viedä suoraan ontelolaatan läpi alemman kerroksen alakaton sisään ja mikäli plaano ja pintalaatta rakennetta ei haluta tai voida jostain syystä käyttää. Suoranaisia hyötyjä ontelolaatta, plaano ja pintabetoni rakenteeseen nähden tässä menetelmässä ei ole.

#### 6.4 Ontelolaatta kolouksella, plaano ja pintabetoni

Ontelolaatta kolouksella, plaano ja pintabetoni menetelmä on oivallinen vaihtoehto ontelolaatta, plaano ja pintavalu rakenteelle, mikäli viemäri vetoja joudutaan viemään vaakavetoina lattiarakenteen sisällä tai kuivientilojen lattia rakenne on niin ohut että kynnyshöheus tulisi nousemaan liian korkeaksi ilman kolousta.

## Ratkaisujen vertailu

	Kololaatta ja paksu betonivalu	Ontelolaatta, plaano ja pintavalu	Ontelolaatta ja paksu betonivalu	Kololaatta, plaano ja pintabetoni
Kustannukset	1 120 €	733 €	720 €	933 €
Kuivumisaika	2-2,5 kk	1 vk	2-2,5 kk	1 vk
Käyttökohteet	Perinteinen tapa johon löytyy tietotaitoa. Vanhempien työnjohtajien käyttämä.	Kohteet joissa lattiarakenteen paksuus jää matalaksi.	Kohteet joissa lattiarakenteen paksuus jää matalaksi.	Kohteet joissa lattiarakenteelta vaaditaan paksuutta, esim vaakaviemäroinnit.
Eriyishuomio	Kallis ratkaisu ja pitkä kuivumisaika.	Erinomainen vaihtoehto jos ei vaakaviemärointia ja kuivientilojen puolella lattiarakenne riittävän paksu.	Ei hyötyjä ontelolaatta, plaano ja pintavalu rakenteeseen nähden.	Erinomainen vaihtoehto jos lattiarakenteen sisälle tulee teknillikkää tai kuivientilojen lattiarakenne paksuus on ohut.

Kuva 10. Ratkaisujen vertailutaulukko

## 6.5 Yhteenveto

Rakenteita vertaillaessa tutkimuksen kohteena olevaan As Oy Vantaan Kanniston Maisteriin tuli valituksi ratkaisu ontelolaatta, plaano ja pintabetoni. Kohteessa kuivien tilojen puolelle tulee eristekerros 30 mm ja noin 40 mm paksu plaanokerros, jonka sisään lattialämmityspotket tulevat. Ratkaisu oli kustannustehokkain ja nopein toteuttaa. Voidaan todeta, että ontelolaatta, plaano ja pintabetoni ratkaisu ja ontelolaatta kolouksella, plaano ja pintabetoni ratkaisu ovat parhaimmat ja toimivimmat ratkaisut märkätilojen lattiarakenteeksi tämän tutkimuksen valossa. Kyseisissä ratkaisuissa kustannukset laskevat perinteisestä menetelmästä ja työajasta saadaan huomattavasti odotusaikaa pois, joka tarkoittaa suoraan myös rahallista säästöä. Kuvassa 10. on taulukoituna ratkaisujen vertailun tulokset.

## 7 Pohdinta

Toimintatapoja mietittäessä kustannukset ja työhön käytettävä aika sanelee hyvin pitkälti menetelmät.

Opinnäytetyössä tutkittiin menetelmiä toteuttaa märkätilojen lattiarakennerratkaisu ontelolaatta välipohjan päälle. Perinteisenä menetelmänä tunnetulle kololaatta, paksu betonivalu -rakenteelle oli tarkoitus mieltä vaihtoehtoinen ratkaisu, joka olisi ajallisesti ja kustannuksellisesti tehokkaampi. Vaihtoehtoisina ratkaisuina tutkittiin ontelolaatta, plaano ja pintavalu -rakennetta, ontelolaatta, betonivalu -rakennetta ja kololaatta, plaano ja pintavalu -rakennetta.

Tutkimuksessa todettiin, että plaanoa ja ohutta, nopeasti kuivuvaa pintavalua käytettäessä saadaan huomattavia aikataulusäästöjä kuivumisajoissa perinteiseen betonivaluun verrattuna. Kuivumisaikojen kautta saadaan huomattavia välillisiä kustannussäästöjä. Materiaalien ja työn hinta jäi myös selvästi perinteistä menetelmää alhaisemmaksi.

Rakenteita tutkiessa suurimpana yllättäjänä tuli plaanon ja pintavalu rakenteen hinta. Referenssikohteiden perusteella kyseinen rakenne on selvästi halvempi kuin paksun betonivalun käyttäminen, lisäksi vielä suuremmat säästöt saadaan kuivumisaikojen kautta, kun odotusaikoja ei käytännössä jää ollenkaan.

Työssä päästiin tavoiteltuun lopputulokseen, kun saatiin selvitettyä ajallisesti ja kustannuksellisesti tehokkain vaihtoehto kyseiseen kohteeseen. Yritys tulee käyttämään valittua ratkaisua tulevissakin kohteissa, kustannustehokkuuden ja nopean kuivumisajan ansiosta.

## 8 Lähteet

Ahola, Mikael 2012: Haastattelu 27.10.2012.

Betonilattiat 2002 by45 BLY7. Suomen Betoniyhdistys – Suomen betonilattaiyhdistys 2002:. Suomen Betonitieto Oy: Helsinki.

Betonitekniiikan oppikirja 2004. Suomen Betoniyhdistys r.y 2011: BY 201. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.

Betoniteollisuus / Elementtisuunnittelu. Verkkodokumentti. Betoniteollisuus <<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/laatat/ontelolaatat>> luettu 5.11.2012.

Betoniteollisuus ry. Verkkodokumentti. Betoni. <<http://www.betoni.com/pienrakentajalle/elementit/ala-vali-ja-ylapohjat>> luettu 9.1.2013.

Betset-ontelolaatat / Suunnitteluohje. 2010. Verkkodokumentti. Betset <[http://www.betset.fi/media/ladattavat-tiedostot-ja-ohjeet/ontelolaatat/betset\\_ontelolaattojen\\_suunnitteluohje.pdf](http://www.betset.fi/media/ladattavat-tiedostot-ja-ohjeet/ontelolaatat/betset_ontelolaattojen_suunnitteluohje.pdf)> luettu 31.10.2012.

Göös, Tuomo 2012: Haastattelu 7.12.2012.

Hänninen, Jarkko, Betset Oy 2012: Haastattelu 21.11.2012

Merikallio, Tarja – Niemi, Sami – Komonen, Juha 2007: Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen. Suomen Betonitieto Oy. 2. Painos. Helsinki.

Rakennusteollisuus 2002: Ratu 1200-S Märkätilat Tehtäväsuunnittelu – aliurakka, työkauppa. Rakennustieto: Helsinki.

Saint – Gobain Weber / Lattiatasoitteet. Verkkodokumentti. Weber < <http://www.e-weber.fi/lattiat/weber-tuotteet/tuotteet>> luettu 26.11.2012.

Siikanen, Unto 2001: Rakennusaineoppi. Rakennustieto Oy: Hämeenlinna.



