

Kylpyhuoneiden lattioiden erilaiset toteutustavat ja niiden vertailu

Lasse Heinonen

Opinnäytetyö

Helmikuu 2019

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Heinonen, Lasse	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Helmikuu 2019
	Sivumäärä 49	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Kylpyhuoneiden lattioiden erilaiset toteutustavat ja niiden vertailu		
Tutkinto-ohjelma Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Hannu Haapamaa, Pekka Lähdesmäki		
Toimeksiantaja(t) Skanska Talonrakennus Oy		
Tiivistelmä <p>Tutkimuksen taustalla oli tarve selvittää erilaisten lattiatyyppien käyttämistä kerrostalokohteessa uudisrakentamisessa kylpyhuoneessa. Lattioiden toteutustavoissa on eroja kustannuksissa, työmäärissä ja kuivumisajoissa. Myös rakentamisaikataulu vaikuttaa valintaan vuodenaikojen vaihteluista johtuvien olosuhdemuutosten vuoksi.</p> <p>Betonilattioiden valaminen on aikataulullisesti tahdistava työvaihe rakennusprojektissa. Lattioihin halutaan panostaa, jotta voidaan suunnitella ja ennustaa paremmin seuraavia työvaiheita. Lattioiden valmistuskustannukset halutaan mahdollisimman alas. Tavoitteena oli nämä asiat huomioiden valita sopivin vaihtoehto kerrostalokohteeseen.</p> <p>Työssä pyrittiin löytämään sopivinta kylpyhuoneen lattiaratkaisua toimeksiantajan uudiskohteeseen etsimällä tietoa betonilattian tekemisen ja rakentamisen olosuhteista rakennusalan kirjallisuudesta. Toimeksiantajan työmaalla haastateltiin lattiantekijöitä ja työnjohtajia.</p> <p>Tutkimustyön lopputuloksena valittiin sopivin ratkaisu kylpyhuonelattiaksi. Sopivin ratkaisu on eristeen päälle valettava pintalaatta. Olosuhteiden vaikutus osoittautui alkuperäistä olostusta merkittävämmäksi lattiatyyppeä valittaessa.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Kylpyhuonelattia, betonilattia, maakostea betoni		
Muut tiedot Liitteet (6, 7, 8), jotka ovat poistettu julkisesta työstä, ovat salassa pidettäviä. Salassapidon peruste julkisuuslain 621/1999 24§, kohta 17, yrityksen liike- tai ammattisalaisuus sekä kohta 21, kehittäminen. Salassapitoaika kymmenen (10) vuotta. Salassapito päättyy 1.10.2028		

Description

Author(s) Heinonen Lasse	Type of publication Bachelor's thesis	Date February 2019
		Language of publication: Finnish
	Number of pages 49	Permission for web publication: x
Title of publication Realization and comparison of different bathroom floors		
Degree programme Civil Engineering		
Supervisor(s) Haapamaa Hannu, Lähdesmäki Pekka		
Assigned by Skanska Talonrakennus Oy		
<p>Abstract</p> <p>The background of this research was the assignor's need to find out how to use different floor types in an apartment building in a new construction object. There are different ways make a floor. Costs, workload and drying time vary for every floor type. The construction schedule also influences the choice. Variations in seasons effect the conditions in building as well.</p> <p>Casting concrete floors is a synchronized work phase in the construction project timetable. Everyone wants to invest in a floor that could help to improve the planning of construction phases and forecast the next step. In addition, costs should be to as low as possible. The target was make the best choice of floor to the apartment building.</p> <p>The aim of the thesis was to find the most suitable bathroom flooring solution for the company's new building object by finding information on the conditions of concrete floor construction in the construction literature. Floor makers and supervisors were interviewed at the construction site.</p> <p>The research results in the most suitable solution for a bathroom floor. The construction conditions proved to be more significant than the original assumption when the floor type was chosen.</p>		
Keywords/tags (subjects) Bathroom's floor, zero-slump concrete		
Miscellaneous (Confidential information) Appendixes (6, 7, 8) which have been removed from the public theses are confidential. Grounds for secrecy: Act on the Openness of Government Activities 621/1999, Section 24, 17: Business or professional secret and section 24,21: technological or other development project. Period of secrecy is ten (10) years and it ends 1.10.2028		

Sisältö

Termiluettelo	6
1 Johdanto	8
1.1 Työn lähtökohta.....	8
1.2 Toimeksiantaja.....	9
1.3 Analyysimenetelmät.....	11
2 Kylpyhuonelattiat	12
2.1 Yleistä.....	12
2.2 Laatuvaatimukset	12
2.3 Kosteusmittaukset.....	16
2.4 Olosuhteet	19
3 Lattioiden vertailu	22
3.1 Materiaalit ja resurssit.....	22
3.1.1 Betonin valinta ja betonointityö	22
3.1.2 Betonit	24
3.1.3 As Oy Jyväskylän Soolo.....	25
3.1.4 As Oy Jyväskylän Menuetti.....	26
3.1.5 As Oy Jyväskylän Sonaatti	27
3.2 Kuivuminen.....	29
3.3 Kustannukset	33
3.3.1 As Oy Jyväskylän Soolo.....	33
3.3.2 As Oy Jyväskylän Sonaatti	34
3.3.3 As Oy Jyväskylän Menuetti.....	35
4 Tulokset	36
4.1 Sopivimman vaihtoehdon valinta.....	36
4.2 Tutkimus tuloksen luotettavuus.....	37

5	Pohdinta.....	39
	Lähteet	40
	Liitteet	41
	Liite 1 kosteusmittausrapotti. (RT14-10984 2010, 10)	41
	Liite 2 Näytepalamittauksen kulku. (RT14-10984 2010, 7)	42
	Liite 3 As Oy Jyväskylän Soolo rakennetyyppi.....	43
	Liite 4 As Oy Jyväskylän Menuetti rakennetyyppi.....	44
	Liite 5 As Oy Jyväskylän Sonaatti rakennetyyppi	45
	Liite 6 Kustannukset As Oy Jyväskylän Soolo, SALAINEN	46
	Liite 7 Kustannukset As Oy Jyväskylän Sonaatti, SALAINEN.....	47
	Liite 8 Kustannukset As Oy Jyväskylän Menuetti, SALAINEN	48

Kuviot

Kuvio 1. Skanskan arvot. (Skanska Suomessa 2018.)	9
Kuvio 2. Skanska Suomessa. (Skanska Suomessa 2018.)	10
Kuvio 3. Eri rasiustyypeistä johtuvat pinnan vetolujuusvaatimukset. (By 45 2014, 37)	14
Kuvio 4. Äänieristysvaatimukset uudisrakennuksessa. (A 1.1.2018/796)	15
Kuvio 5. Kosteuden mittaussyvyys. (RT 14-10984, 14)	16
Kuvio 6. Näytteenottoaika (RT 14-10984 ,7).....	18
Kuvio 7. Näytepalamittauksen epätarkkuustekijät. (RT 14-10984, 9)	19
Kuvio 8. Erittäin nopeasti kovettuvan betonin lujuuden kehitys. (By201 2004, 354) .	23
Kuvio 9. Normaalisti kovettuvan betonin lujuuden kehitys. (By201 2004, 353)	23
Kuvio 10. As Oy Jyväskylän Soolo rakennetyyppi.....	26
Kuvio 11. As Oy Jyväskylän Menuetti rakennetyyppi.....	27
Kuvio 12. As Oy Jyväskylän Sonaatti rakennetyyppi	28
Kuvio 13. Betonin kuivumissuunnat riippuen rakenneratkaisusta (Merikallio 2002, 35)	31
Kuvio 14. betonin kuivumisajan arviointiväline. (Merikallio 2002, 54)	32

Termiluettelo

Rakennuskosteus on rakennusaikana tai sitä ennen rakenteisiin ja materiaaleihin päätynyttä ylimääräistä kosteutta.

Kylpyhuonelattia on lattiapinta, joka altistuu käyttötarkoituksensa vuoksi vedelle.

Vedeneristys on ainekerros, joka estää veden pääsyn rakenteeseen. Vesieriste muodostaa tiiviin kalvon huoneen seiniin, lattioihin, läpivienteihin ja näiden liitoskohtiin.

Betonin suhteellinen kosteus tarkoittaa betonin huokosissa olevaa ilman suhteellista kosteutta. Se on liikkumiskykyistä ja sitoutumatonta kosteutta, joka pyrkii tasapainotumaan ympäröivän suhteellisen kosteuden kanssa. Suhteellinen kosteus ei kerro kuinka paljon betoni kokonaisuudessaan sisältää kosteutta.

Vesisementtisuhte $w = \frac{v}{s}$

missä w on vesisementtisuhte

v on veden massa

s on sideaineen massa.

Kevythionnassa pinnasta poistetaan vähäiset epätasaisuudet, sementtiliima ja muut rosoisuudet. Kevythiontaa käytetään tiloissa, joissa rasiustaso jää vähäiseksi. (Merikallio T. Niemi S. Komonen J. 2007, 11)

Pintahionnassa betonin pinnasta hiotaan kokonaisuudessaan pois sementtiliima ja muu pintaan erottunut kerros niin, että runkoaine tulee esiin. Pintahiontaa käytetään usein juurikin kylpyhuoneissa, joihin tulee keraaminen laatta. Pintahiontaa käytetään myös tiloissa, joihin tulee maali, lakka tai liimattava parkettilattia. (Merikallio. Niemi. Komonen. 2007, 11)

Syvähionta on hionta-asteista voimakkain ja suuritöisin. Siinä betonia hiotaan pois niin paljon, että runkoaineen maksimirakoosta noin kolmasosa tulee näkyviin. Syvähiontaa ei yleensä käytetä kylpyhuoneissa, lukuun ottamatta tapauksia, joissa pintaa halutaan muokata. Tällainen tilanne voisi olla esimerkiksi valuvaiheessa vajaaksi jäänyt kallistus. (Merikallio T. Niemi S. Komonen J. 2007, 11)

1 Johdanto

1.1 Työn lähtökohta

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on vertailla kylpyhuonelattioiden erilaisten toteutustapojen kustannukset, työvaiheet, aikataulut ja rakentamisen erilaiset olosuhteet. Tutkimuksen jälkeen voidaan tulevaisuudessa valita kerrostaloihin sopiva ratkaisu. Paikalla rakennettujen lattioiden kustannuksista, kuivumisnopeudesta ja työmääristä on tietoa, mutta se on pieninä koosteina eri paikoissa. Tutkimuksessa mukana olevat lattiat ovat ontelolaatan kololaattaan toteutettuja erilaisia ratkaisuja. Tämän tutkimuksen jälkeen kaikki tämä tieto on samassa paikassa ja latioista enemmän, minkä perusteella valitaan sopivin vaihtoehto kohteeseen. Tutkimuksen pohjalta tullaan saavuttamaan kustannussäästöjä ja lattioiden kuivumisaikoja voidaan paremmin ennakoita ja reagoida haasteellisiin tilanteisiin.

Aihe valikoitui toimeksiantajan ja omien kokemusten pohjalta. Olen ollut Jyväskylässä Lutakon asuinalueella toteuttamassa ja näkemässä erilaisia kylpyhuoneiden lattioiden toteutuksia. Minulla on aikaisempia kokemuksia kylpyhuoneiden latioista pienentalotyömailta useiden vuosien ajalta. Lattioita tehtäessä on usein herännyt kysymyksiä, miksi toimitaan juuri sillä kyseisellä tavalla. Lattioita on toteutettu erilaisilla tavoilla, mistä olen saanut pohjatietoa tähän tutkimukseen. Nyt opinnäytetyössäni tulen selvittämään, mikä on näiden kokeilujen pohjalta järkevin tapa toteuttaa kerrostalon kylpyhuonelattiat.

Työn tavoitteena on selvittää eri toteutustapojen kustannukset, kuivumisajat, työmäärät ja tarvittavat resurssit. Kustannusten osalta lopputuloksena on hinta euroina neliömetrille, kuivumisaika viikkoina, työmäärät tunteina ja tarvittavat resurssit henkilömäärinä. Lisäksi tavoitteena on selvittää, millaiset ovat lattioiden tekemisen kannalta parhaimmat olosuhteet ja miten ne voidaan kerrostalossa saada aikaiseksi.

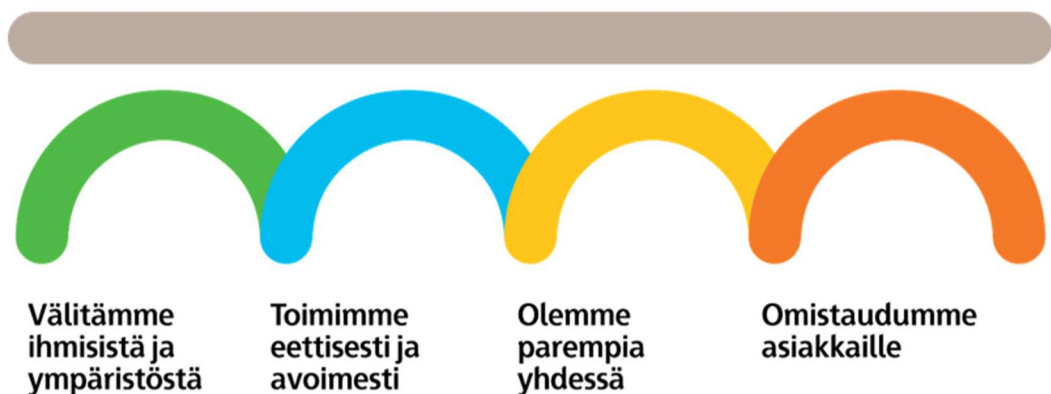
Työ on rajattu siten, että siinä tutkitaan ontelolaatan päältä lähtevät työvaiheet siihen saakka, että lattia on vesieristyskelpoinen.

1.2 Toimeksiantaja

Toimeksiantajana tässä opinnäytetyössä on Skanska Talonrakennus Oy. Toimeksiantajan puolesta työnhajaajana toimii esimieheni Raimo Jääskeläinen. Olen tätä työtä tehdessä vakituudessa työsuhhteessa Skanska Talonrakennus Oy:ssä työnjohtajana kerrostalotyömaalla Jyväskylässä.

Skanska on ruotsalaisomisteinen rakennuskonserni. Perustaja Rudolf Fredrik Berg perusti Skanskan ruotsissa 1887. Skanska on perustanut ensimmäisen haarakonttorin Suomeen 1917, mutta nykyisen Skanska Oy:n toiminta Suomessa alkoi vuonna 1994. (Skanska Suomessa 2018.)

Skanska on maailmanlaajuinen konserni ja toimintaa on useissa maissa Pohjois-Amerikassa ja Euroopassa. Pohjoismaiden Ruotsin, Norjan, Suomen ja Tanskan lisäksi toimintaa on muualla Euroopassa Puolassa, Slovakiassa, Unkarissa, Romaniassa, Tshekkissä ja Iso-Britanniassa. Pohjois-Amerikassa Skanska toimii Yhdysvalloissa. Maailmanlaajuisesti Skanskalla on työntekijöitä yli 40 000 (2017). (Skanska Suomessa 2018.)



Kuvio 1. Skanskan arvot. (Skanska Suomessa 2018.)

Skanskan toiminta perustuu vahvasti Skanskan arvoihin. Ne kuvaavat Skanskaa ja ohjaavat päivittäistä toimintaa ja työskentelyä:

- Välitämme ihmisistä ja ympäristöstä.

- Toimimme eettisesti ja avoimesti.
- Olemme parempia yhdessä.
- Omistaudumme asiakkaille.

Skanskalle on tärkeää työturvallisuus ja työntekijöiden hyvinvointi, eettisyys, ympäristö, monimuotoisuus ja hyväksyvä työyhteisö sekä yhteiskuntatyö. Päämääränä on olla rakentamassa parempaa yhteiskuntaa, olla aktiivinen lähiympäristössä ja tuoda oma asiantuntemus sekä panos yhteisöjen kehittämiseen. (Skanska Suomessa 2018.)

Liiketoiminta jakautuu kahteen osaan, rakentamispalveluihin ja projektikehitykseen. Projektikehitys jakautuu vielä erikseen asuntoprojekti-, toimitilaprojekti- ja infrastruktuurikehitykseen. Skanska Oy:n eri liiketoimintayksiköt ovat Skanska Konevuokraus, Skanska Kodit, Skanska Talotekniikka, Skanska Infra, Skanska Asfaltti, Skanska CDF ja Skanska Talonrakennus. (Skanska Suomessa 2018.)

SKANSKA

Skanska Suomessa



2018

Skanska Suomessa

Kuvio 2. Skanska Suomessa. (Skanska Suomessa 2018.)

1.3 Analyysimenetelmät

Tämä opinnäytetyö toteutettiin kvalitatiivisena tutkimuksena eli laadullisena tutkimuksena. Tietoa kerättiin useista eri lähteistä ja niistä koostettiin yksi lopputulos. Lopputuloksesta on selkeästi havaittavissa tutkimuksen tulos. Tämä ei kuitenkaan ole yksi absoluuttisesti paras vaihtoehto; se perustuu työmailta saatuun kokemukseräiseen tietoon, joka nojaa myös vahvasti kirjalliseen perustaan. Tutkimuksesta saatu tulos mahdollistaa helposti keskustelun ja kommunikoinnin aiheen ympärillä.

Opinnäytetyötä on jaettu luokittelemalla asioita teemojen perusteella. Aineistoa on luokiteltu olosuhteiden, kustannusten, materiaalien, työmäärien ja tarvittavien resurssien osalta. Yleensä suuresta lähdejoukosta koostuu paljon tietoa, joka on järkevää luokitella erikseen, jotta saadaan selkeytettyä tutkimusta. Tämä lisäksi helpottaa myös itse tutkimuksen tekemistä ja lopputuloksen tulkintaa.

Vaikka aihe on suppea, niin tietoa on paljon ja tietoa on useassa eri paikassa. Rakennusala on kehittyvä ala ja uusia määräyksiä tulee aika ajoin voimaan. Tämä tuo osaltaan haastetta löytää ajankohtaisinta tietoa ja varmistaa, että tieto on nykyiset määräykset täyttävää. Siksi onkin tärkeää analysoida erilaista tietoa erilaisilla menetelmillä ja luokitella tieto. Erilaiset analyysimenetelmät ovat välttämättömiä, koska eri menetelmillä hankittu tieto on analysoitava eritavoin. Lattiat ovat yksi kokonaisuus, joka koostuu monesta yksittäisestä tekijästä.

2 Kylpyhuonelattiat

2.1 Yleistä

Kylpyhuoneen lattia on märkätilassa oleva lattiapinta, joka huoneen käyttötarkoituksesta johtuen altistuu vedelle. Kylpyhuoneessa on usein vähintään yksi vesipiste, josta veden rasiusta tulee joko suoraan tai epäsuorasti lattialle. Lattian kallistuksen on oltava riittävä, jotta vesi valuu lattiakaivoon. Ympäristöministeriön asetuksessa todetaan seuraavasti: ”Tässä asetuksessa tarkoitetaan: märkätilalla huonetilaa, joka ei ole asuinhuone ja jonka lattiapinta on tilan käyttötarkoituksen vuoksi vedelle alttiina ja jonka seinäpinnoille voi normaalissa käyttötilanteessa roiskua tai tiivistyä vettä.” (A 1.1.2018/782.)

Kylpyhuoneen lattiaan kohdistuu suuri kosteusrasitus. Tämän vuoksi lattiat on toteutettava huolellisesti ja niiden tekemiseen on perehdyttävä huolella. Lattiat voidaan pinnoittaa useilla eri pinnoitteilla, kunhan se on virallinen ja hyväksytty tuote kylpyhuoneen lattiaan käytettäväksi. Kylpyhuoneiden pohjat täytyy valmistella ja siivota huolellisesti ennen betonin valamista.

2.2 Laatuvaatimukset

Märkätilojen eli tässä tapauksessa kylpyhuoneiden, saunojen ja yksittäisten wc-tilojen lattioiden toteutukselle on olemassa tarkasti määriteltäviä laatuvaatimuksia. Nämä laatuvaatimukset ovat helposti mitattavia ja todettavia asioita ja niiden toteuttaminen on lattian oikean toimivuuden kannalta välttämätöntä. Tärkeimpänä laatuvaatimuksena on lattian kallistukset siten, että vesi valuu haluttuun suuntaan eikä päädy väärin paikkoihin.

Lattian betonilaatan tulee olla lattiakaivon läheisyydessä vähintään 50mm. Kallistus tulee 0,5m etäisyydellä kaivosta olla 1:50, muutoin 1:100. Suurin sallittu kallistus alueella, jolla liikutaan, on 1:12,5. Poikkeuksia sallitaan WC-istuimen ja pesukoneen kohdalla, jossa kallistus voi olla vähemmän, kunhan sitä on. Rakennusten tavanomaisissa

laattalattioissa 2000mm matkalla saa olla enintään ± 4 mm. (SisäRYL 2013, 145) Kaadot tarkastetaan ja merkitään selkeästi ennen betonin valamista. Kallistukset tarkastetaan valun jälkeen. Mittauksissa käytetään apuna ”metrin korkoa”, joka on 1000mm korkeudella asunnon valmiista lattiapinnasta.

Skanskan Jyväskylän kohteissa pintabetonin luokka on BY 45 mukaan B-4-II. Kirjain B tarkoittaa pinnan tasaisuutta. Numero 4 tarkoittaa kulutuskestävyyttä ja roomalainen numero pinnan halkeamaleveyttä. Lattiaan asennettava verkko T6 #150 on lattialämmityskaapelia varten.

Alusta tulee tehdä tasaiseksi, kohoumia ja rosoisuuksia ei saa olla. Pinnan täytyy olla kauttaaltaan tasainen ja suuria huokosia, jotka estävät erityisesti vedeneristeen kalvon muodostumisen, ei saa olla. Sementtiliima poistetaan hiomalla laatta koneellisesti ja imuroimalla. Laatalta vaaditaan riittävä kovuus, mikä tarkastetaan suorittamalla lattialle ”raaputuskoet”. Mikäli lattia vaikuttaa heikolta, sille suoritetaan vetolujuusmittaukset. Vetolujuuden tulee olla vähintään $0,5\text{N/mm}^2$. (Kivinen 2013, 4)

Lattiaan kohdistuva rasitus	Esimerkinomainen käyttötilajaotus	Pinnan vetolujuus	Tasoitteen käyttömahdollisuus
Pienet rasitukset Pehmeäpohjaiset matot ja tekstiilimatot	Asuinitilat Rasituksen kannalta asumiseen verrattavat käyttötilat	0,2 N/mm ²	Tasoite, jos täyttää vetolujuusvaatimuksen
Pienet rasitukset Muovimatot ja -laatat, korkkilaatat, linoleum yms.	Asuinitilat Rasituksen kannalta asumiseen verrattavat käyttötilat	0,6 N/mm ²	Tasoite, jos täyttää vetolujuusvaatimuksen
Keskisuuret rasitukset	Liiketilat Sairaalat Toimistot Koulut	1,2 N/mm ²	Tasoite, jos täyttää vetolujuusvaatimuksen Jos lattialla on kevyttä toimistokäyttöä suurempaa pyöräliikennettä, on tasoitetta vältettävä
Betonilattian pintaan liimattu mosaiikkiparketti	Kaikissa tiloissa	1,2 N/mm ²	Tasoitetta vältettävä ¹⁾ Käytettäessä lujuudesta varmistauduttava
Suuret rasitukset	Teollisuustilat Varastotilat Liikennetilat Erikoistilat	2,0 N/mm ²	Mieluummin ei tasoitetta Tasoitetta käytettäessä erikoistasoite, joka täyttää vähimmäisvetolujuusvaatimuksen

Kuvio 3. Eri rasitustyypeistä johtuvat pinnan vetolujuusvaatimukset. (By 45 2014, 37)

Tasaisuutta ilmoitetaan kirjaimilla A₀, A, B ja C. Vaativin on A₀ luokka. Vaativinta luokkaa käytetään kohteissa, joissa ei tule pintaan tasoitetta. Kylpyhuoneissa pintaan tulee aina pinnoite, joten ei vaadita parasta luokkaa. (By 45 2014, 14-15.)

Kulutuskestävyys ilmoitetaan numeroin 1, 2, 3, 4. Vaativin on 1 luokka. Kylpyhuoneen lattialta ei vaadita suurta kulutuskestävyyttä, joten siksi valinta 4. Muiden laatutekijöiden ilmoittaminen betonin suurimman sallitun halkeamaleveyden vastaavalla roomalaisella numerolla I, II ja III, joista vaativin on III. (By 45 2014, 14-15.) Kylpyhuoneen lattiaan ei kohdistu suurta kulutuskestävyysvaatimusta, koska se pinnoitetaan. Usein pinnoitteena käytetään keraamisia laattoja, joille on omat kestävyysvaatimukset.

Kylpyhuoneesta ulos johtavan oven kynnyks on tehtävä siten, ettei vesi pääse valumaan viereiseen huonetilaan. Kynnystä suositellaan nostettavaksi vähintään 15mm, mutta pyörätuolikäyttöön soveltuu enintään 20mm korkea kynnyks. Jos ovella ei käytetä kynnystä, on käytettävä kynnyskaivoa, joka estää veden valumisen pois huoneesta. (RIL 107 2012, 173.)

Lattiakaivon ja putkiliitosten liitos vedeneristeesen tulee olla tiivis ja kaikkien osien on oltava samaa tuoteperhettä sekä tyyppihyväksytyjä. Keraamiset laatat eivät toimi vedeneristeenä, vaan niiden kanssa on käytettävä tarkoituksen mukaista vedeneristettä. (RIL 107 2012.)

Kallistus tehdään lattiaan betonoinnin yhteydessä. Kylpyhuoneeseen asennetaan kaksi lattiakaivoa, joista toinen on lähellä suihkua ja toinen riittävän kaukana, siten ettei molempien kaivojen yhtäaikainen tukkeutuminen ole mahdollista. Mikäli asunnossa on sauna, on toinen kaivo sijoitettu saunaan, muutoin se sijaitsee käsienpesu-
altaan läheisyydessä. Lattiakaivo suositellaan sijoittamaan valmiista seinäpinnasta 500mm päähän; tällä pyritään varmistamaan vesieristyksen tiivis kiinnittyminen kaikkiin pintoihin. (RIL 107 2012.)

Asuntojen sekä majoitus- ja potilashuoneiden ilma- ja askelääneneristyksen suunnittelussa ja toteutuksessa on noudatettava seuraavia lukuarvoja:

Huonetila	Pienin sallittu äänitasoeroluku $D_{nT,w}$ (dB)	Suurin sallittu askeläänitasoluku $L'_{nT,w} + C_{l, 50-2500}$ (dB)
Asuntojen, majoitus- tai potilashuoneiden välillä	55	53
Uloskäytävästä asuin-, majoitus- tai potilashuoneeseen	39	63

Kuvio 4. Äänieristysvaatimukset uudisrakennuksessa. (A 1.1.2018/796)

Äänieristysvaatimus uudisrakennuksessa on ympäristöministeriön asetuksen mukaan oltava ilmääänien osalta 55dB. Sitä pienemmät äänet eivät saa kuulua viereisiin asuntoihin. Askeläänien osalta vaatimus on 53dB, mikä tarkoittaa sitä, ettei alle 53dB olevat askeläänit kuulu lainkaan alapuolella olevaan asuntoon.

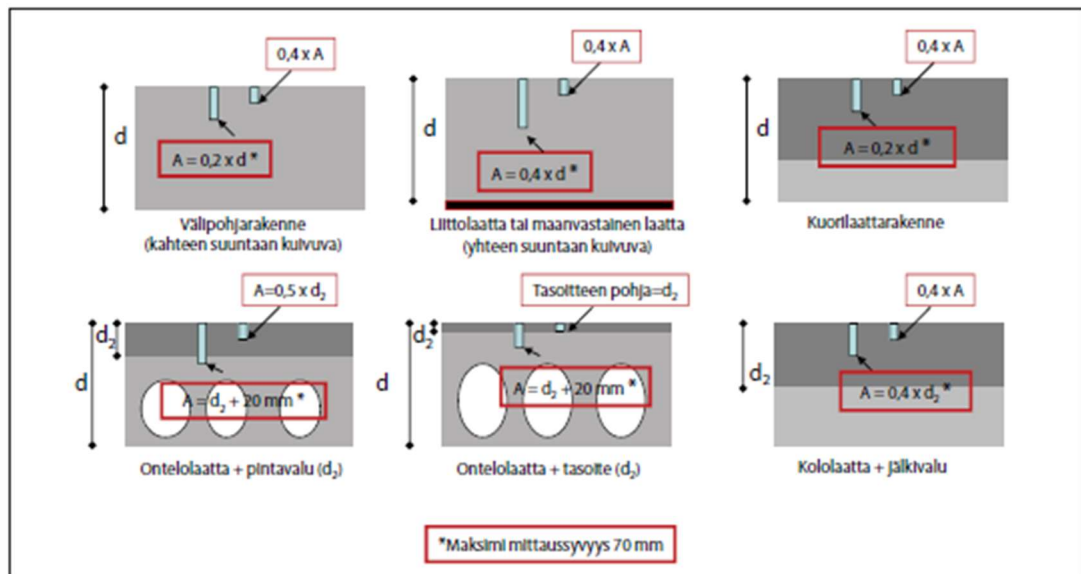
2.3 Kosteusmittaukset

Kylpyhuoneen lattian suhteellisen kosteuden mittaaminen voidaan suorittaa usealla eri menetelmällä. Skanska on käyttänyt Jyväskylän Lutakon alueella näytepalamittausta. Mittaukset on suorittanut ulkopuolinen mittaaja.

Kosteusmittaajalta vaaditaan mittauspätevyys. Mittaajalta odotetaan rakennustekniikan ja rakenteiden hyvää tuntemusta. Mittaajan on hallittava rakennusfysiikkaan liittyvät kosteus- ja lämpötekniset perusteet ja niiden soveltaminen rakennuksiin on osattava hyvin. Mittaajan on tunnettava käytettävät mittausvälineet ja niiden käyttö, jotta hän pystyy tulkitsemaan mittaustuloksia oikein. Ammattipätevyden voi osoittaa tutkintotodistuksella tai VTT:n myöntämällä kosteusmittaajan sertifiikaatilla.

(RT14-10984 2010, 3.)

Alustan suhteellisen kosteuden tulee olla vedeneristeen vaatimusten mukainen. Mikäli vedeneristeen ohjeessa ei oteta suhteelliseen kosteuteen kantaa, tulee kosteuden olla pinnasta mitattuna $RH \leq 85\%$ ja syvemältä mitattuna $RH \leq 75\%$. (SisäRYL 2013, 238)



Kuvio 5. Kosteuden mittaussyvyys. (RT 14-10984, 14)

Näytepalamittauksen työvaiheisiin kuuluvat näytteenotto, koeputken tasaantumisaika, kosteuden mittaustulos ja dokumentointi.

Näytteenotto

Näytteenottokuoppa tehdään yleensä poraamalla lattiasta irti lieriön mallinen kappale. Se voidaan tehdä myös piikkaamalla, mutta poraaminen on tarkoitukseen helpompi tapa. Kuopasta otetaan kaksi näytettä varotoimenpiteenä varmistamaan luotettava mittaustulos. (RT14-10984 2010, 7-10)

Koeputken tasaantumisaika

Näytteen on annettava tasaantua koeputkessa ennen mittausta. Mikäli näyte otetaan läheltä porausta, on sen tasaantumisaika keskeltä otettua näytettä pidempi. Riittävän keskeltä eli mahdollisimman kaukaa porauksesta otetulla näytteellä ei ole käytännössä tasaantumisaikaa. Koeputken on oltava vakio-olosuhteissa näytteenottohetkestä mittaushetkeen asti. (RT14-10984 2010, 7-10)

Kosteuden mittaustulos

Ennen mittauksen suorittamista on varmistettava, että mittapää ja kosteusanturin on tarkastettu ja ne ovat ehjiä. Myös mittaustaitteen kalibrointi tarkastetaan ennen mittausta. Näytteen pienestä kosteusmäärästä johtuen mittaukset tehdään pienen kosteuskapasiteetin omaavilla mittauspäillä. Jos samalta syvyydeltä otettujen näytteiden tulokset eroavat yli 3% RH, laitteet kalibroitava uudelleen ja mittaustulos uusittava. (RT14-10984 2010, 7-10)

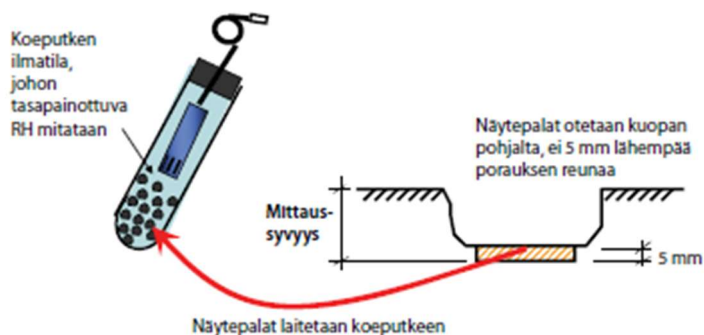
Esimerkki kosteusmittausraportista liite 1.

Dokumentointi: Varsinaisesta mittauksesta kirjataan:

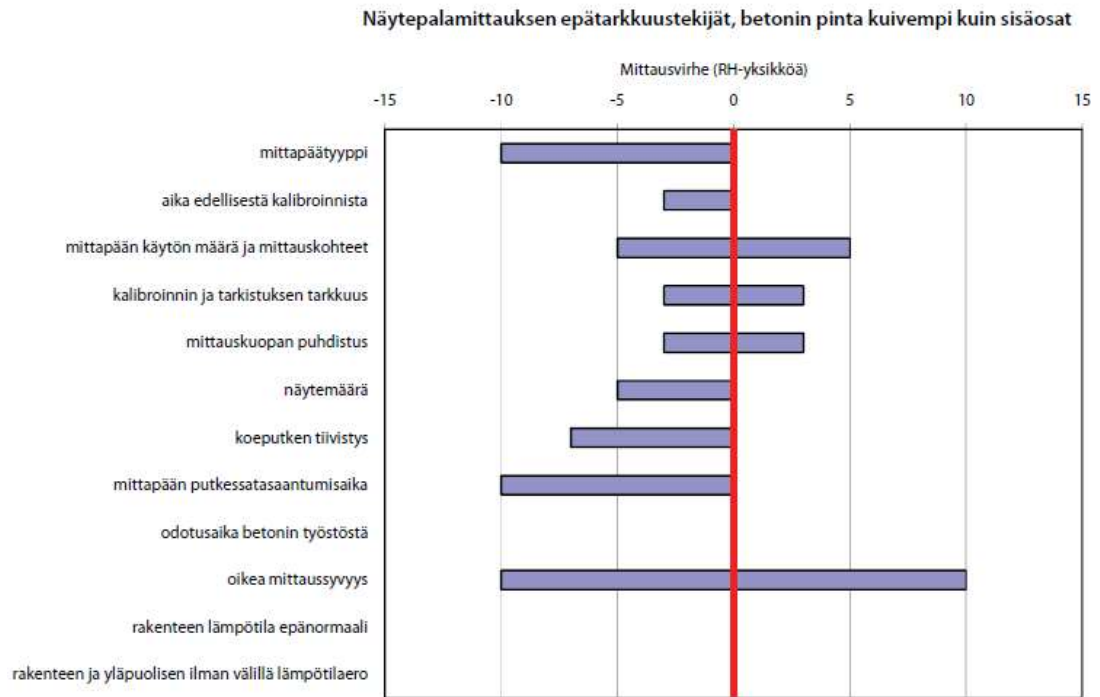
- mittapään numero
- mittauspisteen sijainti
- koeputkessa olevan näytteen mittaussyvyys
- huoneen ilman lämpötila
- huoneen suhteellinen kosteus
- koeputken tasaantunut suhteellinen kosteus
- koeputken tasaantunut lämpötila
- mittauksen ajankohdat

Kosteusmittausraportissa kerrotaan:

- Kohteen yleistiedot
- Mittaajan tiedot ja yhteystiedot
- Mittauksen tavoite ja tarkoitus
- Piirroksiset ja valokuvia mittaustaikasta
- Käytetyt mittauslaitteet
- Mittausmenetelmän kuvaus yksityiskohtaisesti
- Lämpötilat ja suhteelliset kosteudet
- Mittaussyvyudet
- Mittaustulokset
- Mittaustarkkuustarkastelu ja mahdolliset poikkeamat
- Tulosten tulkinta ja johtopäätökset



Kuvio 6. Näytteenottoaika (RT 14-10984 ,7)



Kuvio 7. Näytepalamittauksen epätarkkuustekijät. (RT 14-10984, 9)

2.4 Olosuhteet

Suomessa rakentamisen olosuhteet ovat haastavat. Rakennukseen kohdistuu rakentamisaikana ja rakennuksen käytönaikana huomattavia kosteusrasituksia. Tämän vuoksi rakennukset on rakennettava ja suunniteltava siten, että kuivuminen on aina mahdollista. (Teriö 2003, 15) Olosuhteet onkin huomioitava tarkasti jo hankkeen suunnitteluvaiheessa, koska huonot kuivumisolosuhteet pidentävät rakennusaikaa ja aiheuttavat lisäkustannuksia. Nämä haastavat olosuhteet aiheuttavat ongelmia laatan pinnoitukseen. Suunnitelmissa on huomioitava rakennus- ja valujankohdat sekä käytettävät työtekniikat ja materiaalit. Ennen betonointitöiden aloittamista rakennuksessa vallitsevien olosuhteiden on oltava kunnossa.

Hyvien olosuhteiden aikaansaamiseksi työmaalla voidaan vaikuttaa useilla eri toimenpiteillä. Helpoiten muutettavia olosuhteita ovat lämpötila ja ilmanvaihto. Lämpötilaa voidaan työmaalla nostaa käyttämällä joko kohteen lopullista tai väliaikaista

lämmitysjärjestelmää. Näiden järjestelmien yhteiskäytöllä saadaan tehostettua lämmön nousua. Lämmityksessä on huomioitava myös sopiva työskentelylämpötila, koska usein talossa on meneillään muita työvaiheita samaan aikaan. Ilmanvaihdon järjestäminen onnistuu helpoiten avaamalla ikkunoita ja ovia tai käyttämällä koh-teessa sähkötoimisia puhaltimia.

Ilman suhteellisen kosteuden alentaminen edesauttaa betonin kuivumista. Betonin kuivumisen kannalta sisäilman suhteellinen kosteus on hyvä saada alle 50%. Ilman-kosteutta saadaan helpoiten alennettua nostamalla sisäpuolen lämpötilaa, jolloin lämpötilaero suhteessa ulkoilmaan on mahdollisimman suuri. Kuivuminen on tehokainta silloin, kun suhteellinen kosteus on alhaisin. Todella alhainen suhteellinen kos-teus kuitenkin kuivattaa betonia liian nopeasti, mistä aiheutuu muita haasteita kuten kuivumishalkeilua tai lujuuden kehitykseen puutteita. (Merikallio 2002, 35)

Vuodenajan vaikutus olosuhteisiin on merkittävä. Talvella ilman absoluuttinen kos-teus on pieni verrattuna kesäaikaan. Talviaikaan pelkästään lämmitystä lisäämällä si-säilman suhteellinen kosteus saadaan alle 50%. Kesäaikaan taloa ei ole järkevää läm-mittää, jotta työskentelylämpötila ei nouse liian korkeaksi. Touko-elokuulla raken-nuksen sisäilman suhteellinen kosteus voi hyvinkin olla yli 80%. Lattioiden kuivamisen kannalta kannattaisi valita rakentamisaika siten, että kuivumisjakso osuisi syys-touko-kuulle. (Merikallio 2002, 35)

Betonointityön yhteydessä olosuhteet tulee saattaa betonoinnin kannalta parhaaksi mahdolliseksi. Talvella valettaessa alustan ja ympäröivien rakenteiden riittävä lämpö-tila on varmistettava. Betonointitilan lämpötilan on oltava vähintään +10 astetta ja suuria lämpötilan vaihteluita ei saa tilassa olla. Lämpötilaan tulee kiinnittää erityis-huomiota oven kohdalla ja rakennuksen nurkissa. Jos huoneilma on muuten kylmä, tarvittaessa tilaa lämmitetään lämmittimillä. Liian voimakasta lämmittämistä tulee kuitenkin välttää, jotta betoni ei kuivu liian nopeasti ja aiheuta ylimääräisiä hal-keamia. Alustan ja ympäröivän ilman liian suuri lämpötilaero johtaa siihen, että beto-nin pinta on hierrettävä ennen kuin betoni on kokonaan sitoutunutta. Tämä aiheut-taa vaakasuoria halkeamia betonin pintaan varsin suurella todennäköisyydellä. (Meri-kallio T. Niemi S. Komonen J. 2007, 9-10)

Olosuhteet vaikuttavat merkittävästi betonin lujuuden kehittymiseen varsinkin valun alkuvaiheessa. Mikäli betoni pääsee jäätymään kovettumisvaiheessa, sen lujuuden kehitys hidastuu huomattavan paljon. Kastuminen puolestaan hidastaa betonin kuivumista, joten tämäkin osa-alue on huomioitava tarkasti valuajankohtaa mietittäessä. Valetaanko lattioita sateelta suojassa, kun vesikatto on valmiina, vai tehdäänkö valut holvivalujen yhteydessä. (Merikallio T. Niemi S. Komonen J. 2007, 9-10) Talon päälle rakennettava sääsuoja mahdollistaa hyvät olosuhteet ympäri vuoden.

Huonosti hallitut olosuhteet ja väärin valittu betoni johtavat yleensä huonoon lopputulokseen. Tällaisessa tapauksessa hyvilläkään työmenetelmillä ei saada valmiista betonipinnasta hyvää. Työnjohdon on yhdessä suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden kanssa kiinnitettävä olosuhteisiin suurta huomiota. Työpanos tämän asian kanssa palataan onnistumisilla ja pienetkin virheet aiheuttavat nopeasti suuria haasteita.

3 Lattioiden vertailu

3.1 Materiaalit ja resurssit

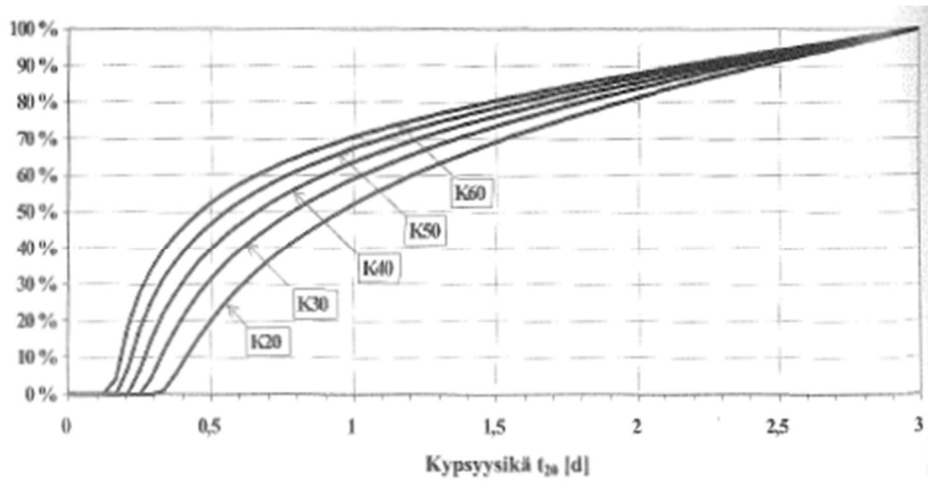
3.1.1 Betonin valinta ja betonointityö

Betonilaatuja eri tarkoituksiin on lukuisia erilaisia. Betonin valitsee yleensä rakennesuunnittelija huomioiden voimassa olevat viranomaismääräykset. Rakennesuunnittelija ottaa kantaa kovettuneen betonin normeihin ja ohjeisiin laskelmiensa perusteella. Työmaalla puolestaan huomioidaan betonin työstettävyys, olosuhteet ja kuivumisnopeus. (Merikallio T. Niemi S. Komonen J. 2007, 9) Näihin betonin ominaisuuksiin voidaan vaikuttaa betoniin laitettavilla lisäaineilla, runkoaineen koolla ja vesisementtisuhteella.

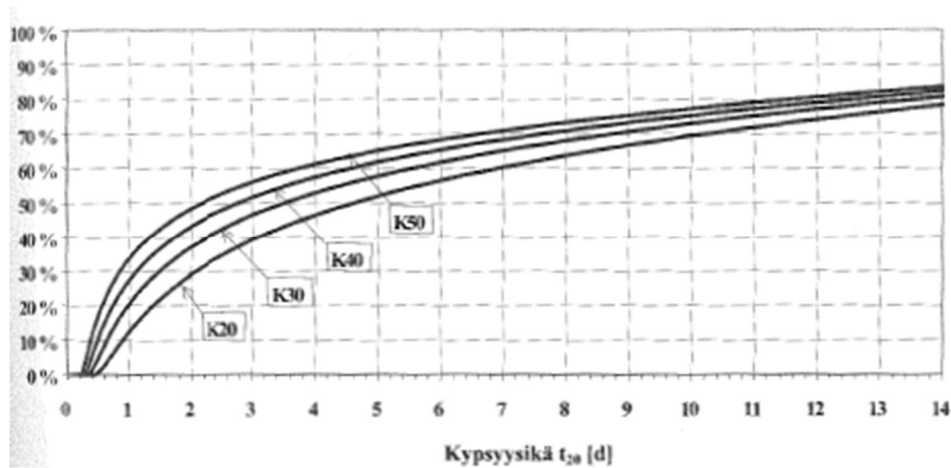
Vesisementtisuhteen pienentäminen ja mahdollisimman suuren runkoaineen raeeseen käyttö nopeuttavat betonin kuivumista. Pienempi vesisementtisuhte pienentää myös laatan halkeilua ja reunojen käyritystä, joka puolestaan auttaa vesieristeen ehjänä pysymiseen ja pinnoitteen pysyvyyteen. (RT 84-11166 2014, 4)

Tiukat rakentamisajat ja lyhentyneet kuivumisajat ovat nostaneet suureen suosioon nopeasti kuivuvat ja pinnoitettavat betonilaadut. Ne ovat usein kuitenkin työstettävyydeltään haasteellisempia verrattuna tavanomaiseen betoniin ja työmaa ei mielellään käyttäisi liian haastavia betonilaatuja. Kylmissä rakentamisolosuhteissa on järkevää käyttää nopeasti sitoutuvaa betonia. Nopeasti kovettuva betoni ei ole sama asia kuin nopeasti kuivavaan betoni. Nopeasti kuivuvan betonin jälkihoitoon tulee kiinnittää tavanomaista enemmän huomiota, jotta betonin lujuus kehittyy suunnitellusti.

Jälkihoidon tarkoituksena on pitää betonin kosteus mahdollisimman lähellä veden kyllästymistilaa ja olosuhde muutenkin mahdollisimman hyvänä betonin kovettumisen kannalta. Jälkihoitoaine muodostaa betonin pintaan ohuen kalvon, joka estää kosteuden haihtumisen betonin pinnalta. Kun betoni on saavuttanut riittävän lujuuden, voidaan jälkihoitoaine poistaa betonin pinnalta. Se poistetaan betonin pinnalta hiomalla. (Merikallio T. Niemi S. Komonen J. 2007, 10-11)



Kuvio 8. Erittäin nopeasti kovettuvan betonin lujuuden kehitys. (By201 2004, 354)



Kuvio 9. Normaalisti kovettuvan betonin lujuuden kehitys. (By201 2004, 353)

Betonin pinnan laatu saadaan vielä paremmaksi ja kuivuminen nopeutuu, kun poistetaan jälkihoidon jälkeen pinnasta sementtiliima tai muu pintaan erottunut kerros. Tämä pintaan erottunut kerros on helppo hioa pois. (Luku 2.2 Laatuvaatimukset). Jälkihoidoaineen poishionnan yhteydessä betonin pinnasta poistuu myös sementtiliima ja muu irtonainen aines sekä epätasaisuudet.

Syvyyden perusteella hionta-asteita on kolme erilaista. Kylpyhuoneiden lattiaita hiotaan kevyesti; pinnalta halutaan poistaa kuivumista hidastava sementtiliima ja samalla poistuvat pinnan rosoisuudet ja mahdolliset epätasaisuudet.

3.1.2 Betonit

Maakostean betonin valmistaminen on prosessina samanlainen kuin normaalin betonin valmistaminen ja raaka-aineet ovat samanlaiset. Betoni koostuu runkoaineesta, sementistä ja vedestä. Runkoaine on yleensä hyvin hienorakeista ja tässäkin kyseisessä kohteessa käytettiin runkoainetta, jonka maksimi raekoko oli 5mm. Sementti oli tavallista sementtiä. Vesisementtisuhde on maakostealla betonilla alhainen ja sen ansiosta sen kuivumisaika on yleensä normaalia betonia lyhyempi. Vettä on normaaliin betoniin verraten huomattavasti vähemmän; vain noin yksi kolmannes. Maakostean betonin tarkkaa reseptiä ei tässä tapauksessa voida varmistaa, koska betoni tehdään työmaalla käsin ja tarkkoja mittausvälineitä ei ole käytössä. Jälkihoitoksi maakostealle betonille riittää, kun se peitetään rakennusmuovilla valun jälkeen ja muovi poistetaan viikon kuluttua valusta. Tällä toimenpiteellä varmistetaan betonin riittävä kovettuminen ja estetään liian suuri kosteuden haihtuminen ja halkeamien synty. Maakostean betonin pinnasta tehdään suoraan riittävän tasainen ja kallistukset oikein, ettei sitä tarvitse erikseen hioa tai tasoitella, myöskään sementtiliima ei nouse pintaan estämään kosteuden haihtumista. Maakostea betoni on siis riittävän kuivuuden saavuttaessaan valmista suoraan pinnoitettavaksi vesieristeellä.

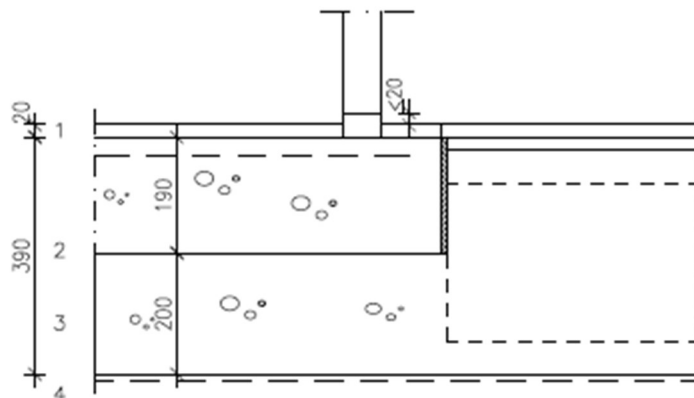
Tavallisen betonin valmistaminen tapahtuu betonitehtaalla. Tehtaalla mittaukset voidaan suorittaa tarkasti ja valmistaminen tapahtuu hallitummissa olosuhteissa verrattuna työmaalla valmistettavaan maakosteaan betoniin. Tavallinen betoni on tasalaa-tuisempaa ja sen laadunhallinta on järjestelmällistä. Normaalin lattiabetonin runkoai-neen suurin sallittu raekoko on 16mm, notkeus S2, rasitusluokka XC2, lujuus C25/30 ja sementti on CEM II 52,5N. Veden määrä on kolminkertainen verrattuna maakosteaan betoniin, joten myös vesisementtisuhde on korkeampi. Betonipinta hierretään lastalla tasaiseksi valun jälkeen betonin hieman kovetuttua. Jälkihoitoaine sumute-taan tai levitetään betonin päälle ja kun riittävä lujuus on saavutettu, poistetaan pin-nasta sementtiliima ja jälkihoitoaine hiomalla. Samalla pinnan tasaisuus varmistetaan ja betoni on kuivuttuaan valmiina pinnoitukseen.

3.1.3 As Oy Jyväskylän Soolo

Kerrostalokohteessa As Oy Jyväskylän Soolo, kylpyhuonelattia on toteutettu massiivisena betonivaluna ontelolaatan kololaattaan. Soolon kylpyhuonelattiat valettiin kesäkuusta syyskuulle ulottuvalla aikajaksolla ja lopullisesti ne olivat kuivat tammikuun aikana. Kuivumisolosuhteet eivät olleet Soolon kylpyhuoneille parhaat mahdolliset ja se vaikutti kuivumisaikaan.

Kololaatta on ensimmäiseksi siivottava ja puhdistettava huolellisesti. Kaikki eloperäinen ja muu irtonainen on poistettava. Samalla poistetaan yleensä suuret epätasaisuudet, koska ne voivat aiheuttaa ongelmia viemäriasennusten kanssa. Kylpyhuoneen seiniin on rungon pystytysvaiheessa merkitty merkkiviiva, joka on 1000mm korkeudella valmiista lattiapinnasta. Tätä korkomerkintää hyödynnetään lattian eri työvaiheissa. Puhdistuksen jälkeen kylpyhuoneeseen asennetaan viemärit. Viemäriasennuksen jälkeen kylpyhuoneeseen on asennettu raudoitusverkko, 5mm #150, johon on kiinnitetty lattian mukavuuslämmityskaapeli. Raudoitusverkon oikea asennuskorkeus on betonin pinnasta 30...50mm. Massiivisessa betonilaatassa käytetään lisäksi betonin kovetuskaapelia, joka asennetaan betonivaluun kololaatan pohjalle. Vielä ennen varsinaista betonointityötä tarkastetaan viemäreiden kunto sekä kallistukset sekä lattiakaivojen sijainnit ja korkeudet. Ennen betonin valamista ja muiden työvaiheiden valmistuttua, jokainen kylpyhuone kuvataan ja kuvat arkistoidaan huolellisesti. Valokuvia voidaan hyödyntää myöhemmässä vaiheessa, esimerkiksi kosteusmittausten yhteydessä. Kuvasta voidaan vaivatta nähdä, missä lattialämmityskaapelit sijaitsevat ja niiden rikkoutuminen ei ole vaarassa kosteusmittauksia tehdessä. Huoneeseen on myös mahdollista jättää pieni alue, johon ei asenneta lämmityskaapelia ja mittaukset suoritetaan tältä alueelta.

Omiin töihin lasketaan muut työvaiheet lukuun ottamatta LVIS-asennuksia. Näiden edellä mainittujen töiden suorittamiseen tarvitaan omia työntekijöitä yksi, LVI-asentaja ja sähköasentaja. Lattioiden valokuvaamisen ja dokumentoinnin tekee Skanskan oma työnjohtaja. Soolossa betonointityön suoritti aliurakoitsija. Heillä käytössä oli 3 työntekijää; omia työntekijöitä valutyö ei sitonut lainkaan. Betoni pumpattiin pumppautolla työskentelykerrokseen ja valettiin oikeaan korkoon. Aliurakoitsija hoiti betonin hierron ja jälkihoidon.



- 1 Pintarakenteet, huoneselityksen mukaan
- 2 Massiivibetonilaatta
- 3 Lovettu ontelolaatta (200/370), rakennepiirustusten mukaan
- 4 Pintakäsittely, huoneselityksen mukaan

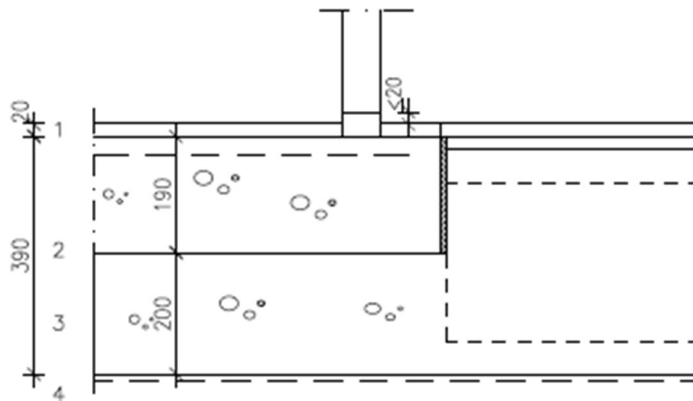
Kuvio 10. As Oy Jyväskylän Soolo rakennetyyppi

3.1.4 As Oy Jyväskylän Menuetti

As Oy Jyväskylän Menuetin lattiat toteutettiin maakostealla betonilla, jolla tehtiin massiivilaatta ontelon kololaattaan. Maakostean betonin ja normaalin betonin valua edeltävät työvaiheet ovat täsmälleen samat, eli omien työntekijöiden osalta riittää yksi työntekijä; erot tulevat betonointityössä ja jälkitöissä. Rakennusaika ajoittui siten, että kylpyhuoneiden valaminen osui syyskuusta joulukuulle ulottuvalle jaksolle. Aikataulullisista syistä Menuetin kylpyhuoneiden valaminen ja kuivattaminen tapahtui haastavaan ajankohtaan vuodenaikojen ja niistä johtuvien olosuhteiden vuoksi. Menuetin lattioiden kuivuminen on osittain kesken, mutta kuivaneiden lattioiden perusteella voidaan todeta kuivumisajan olevan sama kuin Soolossa.

Maakostean betonin valu poikkeaa hieman normaalin betonin valamisesta. Betoni on koostumukseltaan hiekkamaisen kuivaa, mikä tuo eroavaisuuden valutyöhön. Levittä-

minen on luonnollisesti hieman työläämpää, mutta täryttämällä sekin onnistuu. Maakostea betoni valmistettiin työmaalla ja pumpattiin pumpulla kerrokseen. Betonimassan valmistamiseen liittyy laadullinen epävarmuustekijä betonin tasalaatuisuuden osalta. Betonin valmistajan mukaan betoni on tasalaatuista eivätkä pienet poikkeamat vaikuta lopputulokseen. Betonia valmistaessa käytettiin astioita, joiden mitat olivat tarkalleen tiedossa. Tällä varmistettiin paras mahdollinen laatu betonimassalle. Maakostean betonin valamisessa aliurakoitsija käytti kolmea työntekijää, joista kaksi työskenteli valumisteessä ja yksi alhaalla valmistamassa betonia ja valvomassa pumpua.



- 1 Pintarakenteet, huoneselityksen mukaan
- 2 Massiivi maakostea betonilaatta
- 3 Lovettu ontelolaatta (200/370), rakennepiirustusten mukaan
- 4 Pintakäsittely, huoneselityksen mukaan

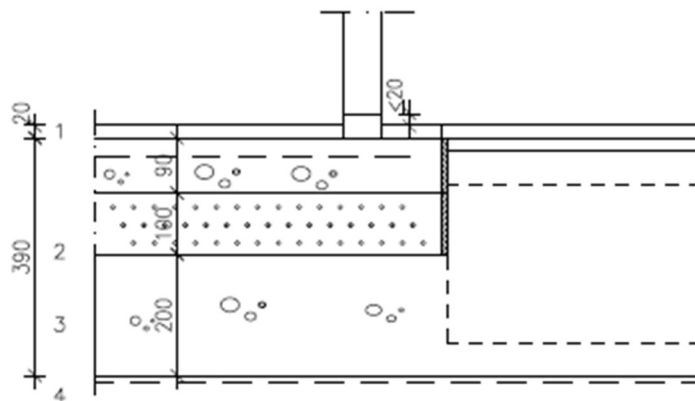
Kuvio 11. As Oy Jyväskylän Menuetti rakennetyyppi

3.1.5 As Oy Jyväskylän Sonaatti

As Oy Jyväskylän Sonaatin kylpyhuonelattia toteutettiin pintabetonilaatalla, jonka alla käytettiin kevytsoraeristystä. Lattiat valettiin toukokuun ja elokuun välisenä aikana, hyvissä olosuhteissa. Tässä menetelmässä lattian työvaiheet ovat muutoin samat kuin edellä mainitussa, mutta lattiaan asennetaan kevytsoraa eristeeksi ja täytteeksi. Kevytsoraa käyttämällä pystytään pienentämään betonin menekkiä ja tällä tavoin lyhentämään kuivumisaikaa sekä säästämään kustannuksissa. Kevytsoran päällä

liikkuminen ja rauditusverkon asentaminen on työturvallisuuden puolesta haaste; asennuksessa on oltava varovainen ja työn toteutus on suunniteltava etukäteen huolellisesti. Tämän vuoksi verkon asennukseen tarvitaan kaksi työntekijää. LVI- ja sähköasentaja tekevät omat työsuoritteensa vastaavalla tavalla kuin edellä mainituissa kohteissa.

Sonaatissa betonointityön suoritti sama aliurakoitsija kuin Soolossa. Asennus tehtiin kylpyhuonekohtaisella hinnalla ja se ei poikennut edellisestä kohteista, vaikka kyseessä oli pintalaatta. Betonointiin ei varsinaisesti vaikuta onko kyseessä massiivilaatta vai pintalaatta; betonin menekki on kylläkin huomattavan paljon pienempi pintalaatalla tehtäessä. Betonointityössä suurimman eron tuo betonin pumppausnopeus. Pumppaus suoritetaan varoen, ettei kevytsora pakene betonin tieltä. Betonia ei voida valaa samalla valunopeudella kuin massiivilaattaa.



- 1 Pintarakenteet, huoneselityksen mukaan
- 2 Pintalaatta 70...90mm
- 3 Kevytsora 100mm
- 4 Lovettu ontelolaatta (200/370), rakennepiirustusten mukaan
- 5 Pintakäsittely, huoneselityksen mukaan

Kuvio 12. As Oy Jyväskylän Sonaatti rakennetyyppi

3.2 Kuivuminen

Betonin kuivumiseen vaikuttaa monta eri tekijää: betonin laatu, olosuhteet, betoniin lisätty ja ylimääräisenä päätyneet vesimäärä sekä rakenneratkaisu. Nämä edellä mainitut ovat nimenomaan suurimmat vaikuttavat tekijät betonin kuivumiseen. (By 45 2014, 46) Betonin kuivumista voidaan nopeuttaa jopa kymmenesosaan tekemällä kaikki asiat oikein ja valitsemalla oikeat materiaalit ja työtekniikat. Vastaavasti joidenkin tai yksittäisen tekijän laiminlyöminen johtaa usein ongelmiin.

Lattialämmityksen käyttäminen kuivatuksen apuna on tehokkain tapa kuivattaa betonilattiaa. Betonin lämmittäminen irrottaa materiaalin huokosten pinnoilta sitoutuneita vesimolekyylejä ja voimistaa kosteuden siirtymistä. Lämmitys voidaan kytkeä päälle kun 60% betonin 28 vuorokauden lujuudesta on saavutettu. Tällöin betoni on ehtinyt riittävästi kovettua ennen kosteuden poistumista. Voimakkaan lämpötilan muutoksen aiheuttamat rasitukset liian aikaisessa vaiheessa voivat vahingoittaa betonia ja sen lujuuden kehitystä. Lämpötilaa nostetaan hitaasti, suositus on enintään 5°C vuorokaudessa. Hyvä betonin kuivatuslämpötila on normaalia huoneilmaa korkeampi, noin 30-35°C. Lattian lämmittämisessä voidaan käyttää erillisiä lämmityskaapeleita tai hyödyntää lattian lopullista lämmitystä. (By 45 2014, 46)

Betoni kuivuu kahdella eri tavalla, sekä sitouttamalla että haihduttamalla kosteutta. Kuivumisnopeuteen vaikuttavat olosuhteet, betoninlaatu ja vesi-sementtisuhte, rakenneratkaisu, rakenteen paksuus ja se mihin rakenne pääsee ylimääräisen kosteuden haihduttamaan. Myös tavoitekosteus vaikuttaa kuivumisaikaan. Tehokkaimmin betoni saadaan kuivumaan nostamalla sen lämpötilaa. (Betonin kosteuden hallinta. 2018.)

Betonin kosteudella tarkoitetaan yleensä betonissa tai sen päällä olevaa kosteutta. Betonissa on yhtenä raaka-aineena vettä, jonka tarkoituksena on muodostaa sementtiliimaa sementin kanssa ja sitoa kiviainekset lujasti toisiinsa kiinni. Tästä vedestä betoniin kemiallisessa reaktiossa sitoutuu vain 20%...25%. Loppu ylimääräinen vesi on betonin huokosissa. Fysikaalisesti sitoutunut vesi on kiinni betonin huokosten seinämissä ja osa vedestä on vesihöyryä huokosissa. Kemiallisesti sitoutunut vesi ei

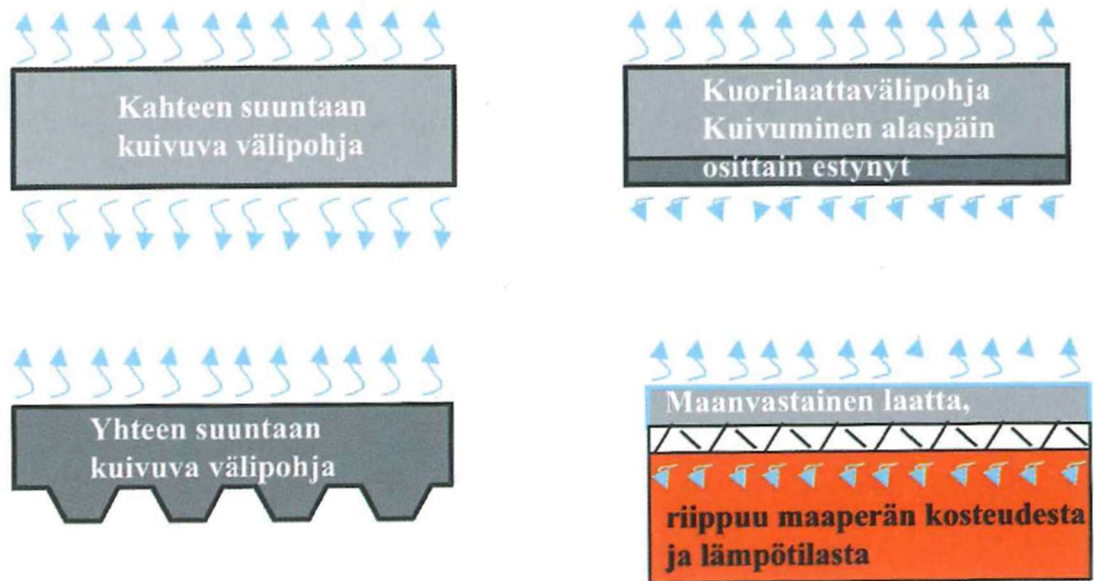
poistu betonista, mutta fysikaalisesti sitoutunut vesi pyrkii poistumaan ja tasapainottamaan suhteellisen kosteuden betonin huokosissa ympäröivän ilman kanssa. Haihtuvan veden määrä riippuu ympäröivästä ilmankosteudesta ja täydelliseen tasapainoon voi kulua useita vuosia. Betonin suhteellista kosteutta mitataan prosenttiyksiköllä. (Merikallio 2002, 33)

Fysikaalisesti sitoutunut vesi siirtyy kuivumisen alkuvaiheessa kapillaarisesti. Kapillaarinen siirtyminen vaatii yhtenäisen huokosverkoston, joka on täynnä vettä. Kun hydrataatioreaktio betonissa edistyy, kapillaarisuus vähenee ja betoni alkaa kuivua diffuusion kautta. Diffuusiossa betoni pyrkii tasaamaan huokosten ja ympäröivän ilman suhteellisia kosteuksia. Diffuusiossa kosteutta siirtyy suuremmasta pienempään kosteuspitoisuuteen. (Merikallio 2002, 34) Kapillaarihuokokset eivät ole yleensä toivottuja, koska vesi pääsee imeytymään takaisin betoniin helposti. Liian suuren kapillaarisuuden betoniin aiheuttaa hydratoitumisreaktion epäonnistuminen. Tämän epätoivotun tilanteen betoniin voi aiheuttaa liian suuri vesisementtisuhte tai huonot olosuhteet, kuten suuri ilman suhteellinen kosteus. Betoniin takaisin päätyvä vesi pitää betonin kosteuden liian korkealla pinnoitusta varten ja lisäksi se voi saattaa betoniin muita epäpuhtauksia. (By 201 2005, 77)

Kertaalleen kuivuneen betonin uudelleen kastumista on vältettävä, koska betoniin uudelleen imeytyvä kosteus kuivuu todella hitaasti ja lisää näin betonin kuivumisaikaa. Tähän imeytyvään vesimäärään vaikuttaa huokosten määrä, joka saadaan pieneksi pienentämällä betonin vesisementtisuhdetta. (By 45 2014, 46)

Rakenteen paksuus vaikuttaa kuivumiseen merkittävästi. Paksumpi rakenne kuivuu ohutta hitaammin. Tämä johtuu betonin vesihöyrynläpäisevyydestä. Kovettuneen betonin kastumista voidaan ehkäistä tehokkaasti, kun valetaan lattiat vasta vesikaton ollessa vedenpitävä.

Ontelolaatan päälle valettu kylpyhuoneen laatta kuivuu vain yhteen suuntaan, mikä hidastaa betonin kuivumista.



Kuvio 13. Betonin kuivumissuunnat riippuen rakennetkaisuista (Merikallio 2002, 35)

Betonin kuivumiseen kuluva aika voidaan arvioida siihen tarkoitetuilla laskureilla. Kuivumiseen kuluvan ajan arvioiminen on oleellinen tekijä myös rakennuksen aikataulun kannalta. Betonin kuivumisajan arvioiminen kuuluu tärkeänä osana koko rakennustyömaan kosteudenhallintasuunnitelmaan. (Merikallio T. Niemi S. Komonen J. 2007, 22-23) Kuivumisaikalaskureita on useita erilaisia. Kaikissa niissä on kuitenkin samanlainen toimintaperiaate, joka perustuu seuraaviin asioihin; peruseriaatteena on vesisementtisuhteen, ympäröivien olosuhteiden, alustan alkuperäisen kosteuden, kuivumissuuntien ja määrien sekä betonin paksuuden yhteisvaikutus.

Laskuri on tarkoitettu kololaatan pintabetonin kuivumisen arviointiin. Perustuu kirjaan: Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi, Tarja Merikallio, Gummerus kirjapaino Oy 2002, s.54



Ontelolaatan kosteus (RH%) ennen pintavalua	Kerroin
Ale 90 %	0,9
90 - 95 %	1
Yli 95 %	1,5

Vesisementtisuhte (v/s)	Kerroin
0,7	1
0,6	0,7
0,5	0,5
0,4	0,2

Jalkivalun paksuus (mm)	Vesisementtisuhte (v/s)		
	0,7	0,6	0,5
100	0,8	0,7	0,7
120	1	0,9	0,9
150	1,3	1,2	1,2
180	1,5	1,4	1,4

Kastuminen	Vesisementtisuhte (v/s)		
	0,5	0,6	0,7
Kuivassa	0,9	0,9	0,8
Kosteassa yli 2 viikkoa	1	1	1
Kastunut yli 2 viikkoa	1,2	1,3	1,5

RH (%)	Lämpötila (°C)			
	10	18	25	30
35	1,2	0,8	0,7	0,6
50	1,2	0,9	0,7	0,6
60	1,3	1,0	0,8	0,7
70	1,4	1,1	0,8	0,7
80	1,7	1,2	1,0	0,9
90	1,7	1,3	1,0	0,9
100	1,8	1,4	1,1	1,0

Rakenteen kuivumisen arviointisyvyys on $0,4 \times d$.
d = pintabetonin syvyys.

Kuvio 14. betonin kuivumisaajan arviointiväline. (Merikallio 2002, 54)

3.3 Kustannukset

3.3.1 As Oy Jyväskylän Soolo

Lattioiden kustannukset koostuvat materiaaleista, rakenneratkaisusta, käytetyistä työtunneista, aliurakoitsijoiden käytöstä ja kuivatukseen käytetyn energian. Jokaisessa kohteessa kustannuksissa on pieniä eroja ja ne on eritelty tarkasti erilleen, jotta voidaan paremmin seurata ja analysoida toteutustavan vaikutuksia.

As Oy Jyväskylän Soolossa materiaaleihin on laskettu mukaan betoniteräsverkko, betonin kovetuskaapelit jokaiseen kylpyhuoneeseen, teräsverkon välikkeet, tasoitteet ja rahdit. Näistä koostuu kokonaishinnasta noin kahdeksannes. Betoni on eroteltuna materiaalikustannuksista.

Varsinaisen valutyön suoritti aliurakoitsija kiinteällä kylpyhuonekohtaisella hinnalla. Pääurakoitsijan oli tilattava betoni ja betonipumppu oikea-aikaisesti työmaalle. Betonin hinta koostuu kuljetuksesta, purkuun käytetystä ajasta ja betonin laadusta. Pumpun kustannus on määritetty tunti- ja kuutioveloituksella sekä kiinteällä siirtomaksulla. Valukertoja Soolossa oli viisi.

Oman työn osuus on saman kokoinen materiaalikustannusten kanssa. Omassa työssä on laskettu siivousta 30 minuuttia jokaiselle kylpyhuoneelle. Verkon ja kovetuskaapelin asentamiseen on laskettu 60 minuuttia. Piikkauksen, paikkauksen, hionnan ja siivouksen kustannukset ovat yhtäsuuria.

Massiivisen betonilaatan kuivattamiseen kului paljon sähköä ja tästä koostuikin kokonaiskustannuksiin toiseksi suurin kustannuserä. Kuivattamisessa käytettiin lämmitystä ja kuivureita; kustannuksiin on laskettu erikseen lämmityksen kytkeminen. Kuivatusta Soolossa tapahtui yhteensä 60 kerrosviikkoa. Kerrosviikolla tässä tarkoitetaan yksittäisen kerroksen viikon mittaista kuivatusaikaa. Kosteusmittaukset suoritetaan tuntiveloituksella ulkopuolisen mittajaan toimesta. Soolossa nämä kustannukset olivat kokonaiskustannuksista kymmenesosan.

Tarkat kustannuslaskelmat löytyvät salaisesta liitteestä.

3.3.2 As Oy Jyväskylän Sonaatti

As Oy Jyväskylän Sonaatin materiaaleihin on laskettu mukaan betoniteräsverkko, teräsverkon välikkeet, tasoitteet, kevytsora ja rahdit. Näistä koostuu kokonaishinnasta noin kuudennes.

Varsinaisen valutyön suoritti sama aliurakoitsija kuin Soolossa. Pääurakoitsijan oli tilattava betoni ja betonipumppu oikea aikaisesti työmaalle. Betonin hinta koostuu kuljetuksesta, purkuun käytetystä ajasta ja betonin laadusta. Pumppu kustannus on tunti- ja kuutioveloituksella sekä kiinteällä siirtomaksulla. Kylpyhuoneita valettiin kuutena eri kertana.

Oman työn osuus on suurempi kuin soolossa. Tämä johtuu siitä, että Sonaatissa jouduttiin tekemään lattioihin korjauksia ja kevytsoran levitys työllisti myös 60 minuuttia kylpyhuonetta kohden. Kevytsoran päälle valaminen on selkeästi haastavampaa ja se aiheuttaa lisäkustannusta jälkitöihin. Omassa työssä on laskettu siivousta ja verkon asennusta 60 minuuttia jokaiselle kylpyhuoneelle. Piikkaus, paikkaus ja hiominen työllistivät Sonaatissa kaikkiaan 120 tuntia; 180 minuuttia kylpyhuonetta kohden. Suuren jälkityön aiheutti osaltaan viemäriasennusten haasteet ja rakenneratkaisu.

Betonin kuivamisaika Sonaatissa oli 40 kerrosviikkoa. Massiiviseen betonilaattaan verrattuna tämä on huomattavan paljon vähemmän. Betonilaatan kuivattamiseen kului vähemmän sähköä ja tästä saatiin huomattavan suuria säästöjä. Kuivattamisessa käytettiin lämmitystä ja kuivureita. Lämmityskuluihin on laskettu myös lämmityksen kytkeminen. Kosteusmittaukset Sonaatissa ja Soolossa suoritti sama alihankkija. Sonaatin kustannukset mittausten osalta olivat alle kymmenesosan kokonaiskustannuksista.

Tarkat kustannuslaskelmat löytyvät salaisesta liitteestä.

3.3.3 As Oy Jyväskylän Menuetti

Menuetissa valmistelevat työvaiheet ja niistä syntyneet kustannukset ovat Soolon kanssa samanlaiset. Tämä johtuu samasta rakenneratkaisusta. Eroa kustannuksissa tuo kuitenkin normaalin betonin sijasta käytetty maakostea betoni.

Menuetin massiivisen maakostean betonilaatan teki aliurakoitsija. Hinta on betonin paksuuden mukaan neliömetriperusteinen. Se sisältää kaikki kustannukset, mikä helpottaa kustannusten ennakkointia ja seuraamista.

Maakostean betonin pinnasta saadaan suoraan tehtyä vesieristyskelpoinen. Tämä tarkoittaa, että lattioita ei tarvitse hioa tai tasoitella lainkaan. Tarkalla valvonnalla ja suurella ammattitaidolla on tässä suuri merkitys. Mikäli valvonta tai valutyö epäonnistuu ja jälkitöitä joudutaan tekemään, kasvavat kustannukset nopeasti.

Maakostea betonia ei ole Skanskan työmailla Jyväskylässä aikaisemmin käytetty. Ensimmäiseen kertaan liittyy aina tuntemattomia tekijöitä ja kaikkia kustannuksia ei voida ennakoida. Lattioiden kuivuminen ei tapahtunut suunnitellusti ja myös jälkitöitä jouduttiin tekemään ennakoitua enemmän. Näistä aiheutui lisäkustannuksia. Kosteusmittauksia jouduttiin Menuetissa tekemään enemmän kuin aikaisemmissa kohteissa ja kokonaiskustannuksissa kosteusmittaukset ja lisätutkimukset ovat yli kymmenen prosenttia.

Maakostean betonin käyttäminen jatkossa vaatii lisätutkimuksia ja kuivumishaasteista on pääteltävissä se, että massan laatua on seurattava tarkasti tekovaiheessa.

Tarkat kustannuslaskelmat löytyvät salaisesta liitteestä.

4 Tulokset

4.1 Sopivimman vaihtoehdon valinta

Sopivimman vaihtoehdon valintaan vaikuttaa monet tekijät. Yleensä halutaan kuitenkin valita kustannuksiltaan tehokas ja aikataulullisesti hyvä vaihtoehto. Lattioiden kustannusten ja kuivamisaikojen ennustaminen on tärkein asia lattioiden tekemisessä. Myös omien resurssien sitominen lattioiden valmistelutöihin vaikuttaa valintaan. Rakennusaika ja kireät aikataulut tuovat paljon haasteita betonointitöihin ja varsinkin betonin kuivumisaikoihin.

Näiden kolmen erilaisen toteutustavan ja niistä saatujen kokemusten pohjalta sopivin vaihtoehto kerrostalon kylpyhuonelattioihin on lattiatyypin, jota käytettiin As Oy Jyväskylän Sonaatissa. Kololaattaan tulee eristeeksi ja täytteeksi kevytsoraa ja pintaan 70...90 mm paksu betonilaatta, joka valetaan normaalilla tehdasvalmisteisella betonilla. Betonin laatu ja sen ominaisuudet voidaan tarkoin määritellä ja se helpottaa myös betonin käyttäytymisen ennakoimista ja tulevien työvaiheiden suunnittelua. Normaalin betonin käyttäytyminen on kokonaisuutena tarkemmin selvillä ja sen ansiosta suuremmilta yllätyksiltä vältytään. Kevytsoran tilalla voi käyttää eristeenä lasimurskaa. Lasimurska on valuvaiheessa tiiviimpää ja se tuo paremman valupinnan. Paremmalla valupinnalla saadaan jälkitöitä vähennettyä ja se tuo säästöä aikatauluihin. Lasimurska on kevytsoraa kalliimpaa; hintaero menee tasan, kun huomioidaan jälkitöiden vähentyminen.

Massiivinen betonilaatta on omien töiden ja materiaalikustannusten osalta järkevä, mutta kuivumisajoissa ja kuivumiseen kuluva energiassa hävitään selkeästi pinta-laatalle. Paksumpi betonilaatta vaatii lähes kaksi kertaa pidemmän kuivatusajan ja täten myös energiaa kuluu enemmän. Myöskään betonin ja kevytsoran hinnassa ja niiden asentamisessa ei ole suurta eroa keskenään. Paksulla betonilaatalla kuivumisaikojen ennustaminen on vaikeaa. Pitkä kuivumisaika tuo myös enemmän riskejä lattian kastumiselle kuivumisvaiheessa.

Maakostean betonin käyttäminen kerrostalokohteessa ei ainakaan tämän kyseisen työmaan kohdalla osoittautunut sopivimmaksi vaihtoehdoksi. Kustannukset pysyivät valmistuksen osalta hyvin kurissa, mutta lattiaita jouduttiin kuivattamaan pidempään kuin oli alun perin suunniteltu.

Alkuperäistä pidemmän kuivumisajan yksittäistä syytä on vaikea nimetä, vaan siihen vaikuttavat monet tekijät. Vuoden 2018 syksy oli haasteellinen ilman suhteellisen kosteuden osalta ja myöskään rakentamisen muut olosuhteet eivät olleet otolliset betonin kuivumisen kannalta. Talon lopullista lämmitysverkostoa ei saatu ajallaan kuntoon, mikä vaikutti oleellisesti vallitseviin olosuhteisiin. Vaikka kylpyhuoneiden lattiaita lämmitettiin ja kohteessa käytettiin tuulettimia, olosuhteet koko rakennuksen osalta pysyivät haasteellisina. Lattiat alkoivat kuivua kunnolla vasta pakkasten saapuessa, jolloin myös ilman kosteus laskee huomattavasti. Maakostea betonია kannattaa tulevaisuudessa käyttää enemmän, mutta sen laatuun, ominaisuuksiin ja käyttäytymiseen on perehdyttävä huolellisesti ennen lisäkäyttöä.

Maakostea betonია on tutkittava laboratorio-olosuhteissa ohuthietutkimuksella. Ohuthietutkimuksella saadaan selvitettyä tarkasti vesisementtisuhde, huokosten määrä ja maksimiraekoko. Nämä ovat betonin ominaisuuksia, jotka merkittävimmin vaikuttavat betonin kuivumiseen. Betonimassan valmistaminen ja valaminen ovat tärkeitä työvaiheita, joissa ei saa tapahtua virheitä. Massaa ei saa päästää liaksi kuivumaan ennen kuin se on saatu valettua paikoilleen ja myös tiivistämismenetelmä vaikuttaa massan käyttäytymiseen. Rakennerratkaisu on mietittävä tarkkaan, rakenne kuivuu vain yhteen suuntaan ja laatan paksuus on todella merkitsevä kuivumisen kannalta. Kololaatan on oltava täysin kuiva ja rakennusten olosuhteiden on oltava kunnossa, että lattiat saadaan kuivamaan nopeasti.

4.2 Tutkimus tuloksen luotettavuus

Tutkimuksessa oli tutkittavana kohteena kolme kerrostaloa ja yhteensä 135 asuntoa. Kylpyhuoneita tai erillisiä vessoja on koko tutkimuksessa ollut mukana Soolossa 45, Sonaatissa 45 ja Menuetissa 48. Yhteensä tutkittiin 138 huonetta, joissa on joku tutkimuksen mukaisista rakenteista. Otanta on huoneiden osalta laaja, mutta jokaista

lattiatyyppeä on tutkimuksessa vain yhden talon verran. Tämä tuo tutkimustulokseen pienen epävarmuustekijän, koska yksittäisen talon lattioiden tekemiseen, kuivumiseen ja kustannuksiin yksittäiset asiat vaikuttavat nopeasti. Tulosta voitaneen pitää riittävänä ja luotettavana. Tutkimuksen pohjalta voidaan tehdä tulevaisuudessa valintoja ja se mahdollistaa hyvin jatkotutkimusten kohdistamisen oikeisiin asioihin.

5 Pohdinta

Tutkimuksen tavoite saatiin täytettyä ja tutkimuksessa mukana olleista vaihtoehtoista saatiin valittua sopivin. Näiden kohteiden ja niissä olleiden rakenneratkaisuiden pohjalta voidaan todeta yksiselitteisesti eristeen päälle valettavan pintalaatan olevan paras ratkaisu. Pienempi betonin määrä nopeuttaa lattian kuivumista ja vähentää epävarmuustekijöitä. Kustannusten hallinta ja niiden toteutuminen ovat myös tämän valinnan perustana.

Opinnäytetyösuunnitelmaa laatiessa selvisi betonilattioiden toteuttamisen haasteellisuus ja monipuolisuus. Aiheesta on tehty paljon tutkimuksia ja ne ovat saman suuntaisia; suuria ristiriitoja tutkimusten välillä ei ole.

Aikaisemmat opinnäytetyöt ovat nostaneet maakostean betonin normaalia betonia paremmaksi. Tämän tutkimuksen osalta maakostea betoni ei osoittautunut kuitenkaan paremmaksi. Maakostea betoni tuotti yllättäviä haasteita, jotka ovat osittain vielä epäselviä. Osa näistä epäselvyyksistä selittyy rakennuksen sisällä vallitsevilla olosuhteilla ja osa sen rakenteella ja valamisella. Vasta maakostean betonin tarkka tutkiminen laboratoriossa ja niiden tulosten analysoiminen, tekevät sen käyttämisestä jatkossa luotettavaa sekä turvallisempaa ja helpompaa.

Rakentamisajan suuri vaikutus olosuhteisiin tuli uutena tutkimuskohteena mukaan kesken työn toteutuksen. Näiltä osin suunnitelmaan tuli muutos ja työn rakennetta hieman muutettiin ja olosuhteiden vaikutusta huomioitiin enemmän. Olosuhteiden mittaaminen jäi tutkimuksessa puuttumaan, koska mukana olleet kohteet olivat jo valmiita ja niiden rakennusaikaisiin olosuhteisiin ei päästy enää vaikuttamaan. Olosuhteiden hallittavuus ja mittaaminen ovat tulevaisuudessa asioita, joihin tulee osoittaa lisätutkimuksia.

Lähteet

A 1.1.2018/782. Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta. Viitattu 5.12.2018. Valtioneuvoston säädöstietopankki Finlex. www.finlex.fi, ajantasainen lainsäädäntö.

A 1.1.2018/132. Ympäristöministeriön asetus rakennusten ääniympäristöstä. Viitattu 5.12.2018. Valtioneuvoston säädöstietopankki Finlex. www.finlex.fi, ajantasainen lainsäädäntö.

Aineiston analyysimenetelmät. 2009. Viitattu 15.11.2018. <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/aineiston-analyysimenetelmat>

Betonin kosteuden hallinta. 2018. Viitattu 10.11.2018. <http://www.valmisbetoni.fi/toteutus/kosteudenhallinta>

By 201. 2004. Betonitekniikan oppikirja. Jyväskylä: Suomen Betoniyhdistys. 77, 353, 354

By 45. 2014. Betonilattiat. Jyväskylä: Suomen Betoniyhdistys. 14-15, 37, 46

Kivinen, M. 2013. Asuinrakennusten märkätilat. Skanskan sisäinen märkätilaohjeistus. 4

L 1.1.2000/132. Maankäyttö- ja rakennuslaki. Viitattu 5.12.2018. Valtioneuvoston säädöstietopankki Finlex. www.finlex.fi, ajantasainen lainsäädäntö.

Merikallio, T, Niemi, S, Komonen, J. 2007. Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy. 9-11, 22-23,

Merikallio, T. 2002. Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi. Suomen Betonitieto Oy. 33, 35

Rakennetyypit 2017-2018, Skanskan projektipankki.

RIL 107. 2012. Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. 3.p. Saarijärvi: Offset. 173

RT 14-10984. 2010. Betonin suhteellisen kosteuden mittaus. Rakennustieto. 3, 7-14

RT 84-11166. 2014. Märkätilojen rakenteet. Rakennustieto.

SisäRYL. 2013. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Rakennustieto. 145, 238

Skanska Suomessa. 2018. Viitattu 10.11.2018. www.skanska.fi

Liitteet

Liite 1 kosteusmittausrapotti. (RT14-10984 2010, 10)

KOSTEUSMITTAUSRAPORTTI

KOY Vanhan talon uudet lattiat
Jossainpäin Suomea

Tilaaaja
Hyödyntäjä Oy
Heikki Hyöty (080-444123)

Tehtävä: 8 kk sitten valetun ja 2 kk sitten päällystetyn betonilattian kosteusjakauman mittaus, päällysteen kosteusrasituksen arviointi ja toimenpideohjeistus.
Mittauskohdat valittiin pintakosteusilmaisimen näyttämien perusteella.
Mittausreikiä varten lattiapäällysteeseen tehtiin Ø 20 mm reiät lyöntimeistillä.

Porareikien poraus, puhdistus ja tiivistys 4.1.2010 klo 10 - 12
Mittapäiden asennus 7.1.2010 klo 9
Kosteusarvojen lukeminen 7.1.2010 klo 10:30

Mittaukset tehtiin RT-kortissa 14-10984 kuvatulla porareikämenetelmällä (tarkat mittaukset).
Mittauskalustona oli Vaisala Oy:n valmistamat HMP44 mittapää ja HMI41 näyttölaite.
Mittapää on kalibroitu Kalibratorio Oy:ssä 10.11.2009.

Kosteusmittaustulokset 7.1.2010

Tarkempi mittausmenetelmäkuvaus liitteenä

mittaus- kohta	etäisyys seinästä	syvyys (cm)/ rakennekerros	mittapää (nro)	T (°C)	RH (%)	Abs (g/m ³)
1 10 cm maan varainen betoni	10 cm huone 13 (ks. piirros)	1	2	20,3	93,3	16,4
		2,5	4	20,6	94,9	17,0
		6	5	20,1	95,5	16,6
		12 (styroxin yläpinta)	9	19,4	96,6	16,1
		26 (5 cm sepelissä)	10	14,2	97,3	11,9
2 10 cm maan varainen betoni	125 cm huone 13 (ks. piirros)	1	3	20,9	78,7	14,3
		2,5	1	21,2	82,6	15,3
		6	6	20,4	85,2	15,1
		12 (styroxin yläpinta)	8	19,9	81,5	14,0
		26 (5 cm sepelissä)	7	16,6	75,0	10,6

Sisäilman olosuhteet mittaushetkellä olivat 20,5 °C ja 26 %RH. Ulkoilmassa -6,2 °C ja 94 %RH.

Mittaustarkkuustarkastelu

Rakennus oli normaalissa lämpötilassa, eikä rakenteen ja yläpuolisen ilman välillä ollut merkittävää lämpötilaeroa, joten lämpöoloista johtuen mittauksiin ei tullut mittauserätarkkuutta. Mittapäiden kalibrointijankokohda ja mittausten suoritusyksityiskohdat huomioiden kullakin syvyydellä saavutettiin riittävä mittaustarkkuus rakenteen kosteustilanteen tarkaksi arvioimiseksi.

Mittauksen kokonaismittaustarkkuus oli siten todennäköisesti noin ± 3 RH-yksikköä.

Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Tulosten ja muiden havaintojen perusteella pääosa lattiasta on päällystetty riittävän kuivalle betonille. Sepelistä mitattu alhainen kosteuspitoisuus osoittaa radon-imurin toiminnan ja lattiarakenteen hyvän kosteusteknisen toimivuuden. Vanhasta seinärakenteesta peräisin oleva kosteus pääsee siirtymään lattiabetoniin aiheuttaen lattiapäällysteen alle ulkoseinustoilla liiallisen kosteusrasituksen. Seinustoilta on suositeltavaa poistaa nykyinen päällyste tarkastelualueelta ja käyttää paremmin vesihöyryä läpäisevää päällystettä. Korjaukset tulee suunnitella rakennusfysikaaliset näkökohdat hyvin huomioiden.

Nohova mittausfirma Oy, 12.1.2010

Matti Mittaaja
Sertifioitu mittaja
Gsm: 070 - 555123

Liite 2 Näytepalamittauksen kulku. (RT14-10984 2010, 7)



10a. Betoniin tehdään kuivamenetelmällä, esimerkiksi poraamalla kuivaporausruunulla ympyräura, jonka halkaisija on 50...100 mm. Sen jälkeen mittaussyvyyden yläpuolinen betoni poistetaan.



10b. Kuopan suora lattiapinnan suuntainen pohja on noin 5 mm haluttua mittaussyvyyttä ylempänä. Tällöin kuopan pohjalta otetut muruset koostuvat betonista, joka on mittaussyvyydellä ja siitä 5 mm ylöspäin, kuten kuvassa 9.



10c. Kuopan pohjalta piikataan betoninäytteitä. Näytteet otetaan esimerkiksi lyöntimeisselillä, taltalla tai piikkausvasaralla kuvaan 9 merkityltä punaiselta alueelta. Näytemurusia ei oteta 5 mm:ä lähempää ringin porauksen/työstön sisäreunaa.



10d. Näytepalojen koon tulee pääosin olla vähintään 5 mm x 5 mm x 5 mm. Murusten koko tulee olla mahdollisimman suuri koeputken kokoon nähden varsinkin kuumalla betonilla.



10e. Näytepalojen oton jälkeen tarkistetaan rullamitalla, että tavoiteltu mittaussyvyys toteutui.



10f. Koeputkena käytetään tiivistä, mieluiten lasista putkea, jonka halkaisija on yleensä vähintään 20 mm. Putki imuroidaan putkeen mahtuvalla suuttimella. Koeputkeen laitetaan vain halutulta syvyydeltä otetut betonikapaleet. Näytekappaleissa ei saa olla porauspölyä eikä suuria runkoainerakeita. Näytemäärän koeputkessa tulee olla vähintään kolmasosa koeputken tilavuudesta, jotta betonipalojen sisällä oleva kosteus (RH) varmuudella tasapainottuu koeputken ilmatilaan.



10g. Kun näytepalat on laitettu koeputkeen, putkeen asennetaan välittömästi suhteellisen kosteuden mittapää. Mittapään ja koeputken suun tai mittapään johdon ja koeputken suun väli tiivistetään huolellisesti vesihöyryntiiviillä kitillä.

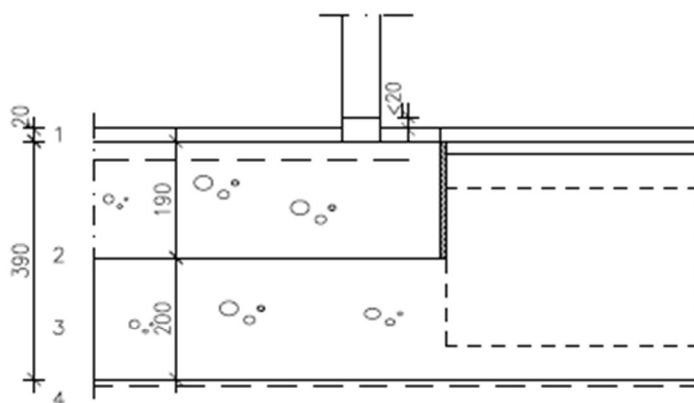
Koeputki siirretään vakioämpötilaan (yleensä +20 °C) tasaantumaan mittapään vaatimasta tasaantumisajasta riippuen vähintään 5...12 tunniksi.



10h. Lukemienottolämpötilan tulee olla ± 2 °C:een tarkkuudella rakenteen normaali käyttölämpötila. Kun koeputken annetaan tasaantua vakioämpötilassa, esimerkiksi +20 °C, tulokseksi saadaan mitattavan betonin suhteellinen kosteus kyseisessä +20 °C vakioämpötilassa.

Liite 3 As Oy Jyväskylän Soolo rakennetyyppi

Suunnittelija SKANSKA	Työn nro -		VP01
	Päiväys -	Tekijä -	
Rakennuskohde RAKENNETYYPPI Asuinkeuhustalo välipohja kylpyhuoneen kohdalla	Sisäho Ontelolaattavälipohja Massiivibetonilaatta		



- 1 Pintarakenteet, huoneselityksen mukaan
- 2 Massiivibetonilaatta
- 3 Lovettu ontelolaatta (200/370), rakennepiirustusten mukaan
- 4 Pintakäsittely, huoneselityksen mukaan

TOTEUTUS- JA SUUNNITTELUOHJEET:

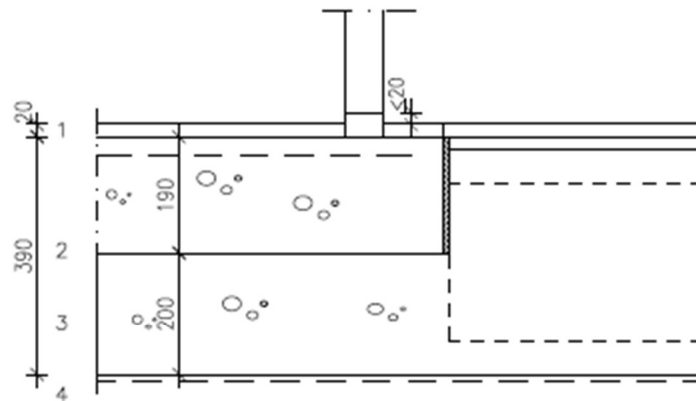
- kylpyhuoneen lattiarakenteet tehtävä siten, että kynnyks ≤ 20 mm valmiista pinnasta

ÄÄNENERISTÄVYYS: $R'w = 55$ dB

PALONKESTOLUOKKA: REI 60

Liite 4 As Oy Jyväskylän Menuetti rakennetyyppi

Suunnittelija SKANSKA	Työn nro		VP02
	Päiväys	Tekijä	
Rakennuskohde RAKENNETYYPPI Asuinkerrostalo välipohja kylpyhuoneen kohdalla	Sisäho Ontelolaattavälipohja Massiivi maakostea betonilaatta		



- 1 Pintarakenteet, huoneselityksen mukaan
- 2 Massiivi maakostea betonilaatta
- 3 Lovettu ontelolaatta (200/370), rakennepiirustusten mukaan
- 4 Pintakäsittely, huoneselityksen mukaan

TOTEUTUS- JA SUUNNITELUOHJEET:

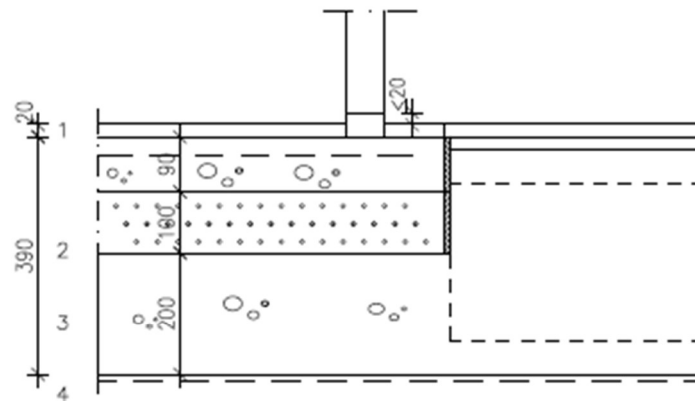
- kylpyhuoneen lattiarakenteet tehtävä siten, että kynnyks ≤ 20 mm valmiista pinnasta

ÄÄNENERISTÄVYYS: $R'w = 55$ dB

PALONKESTOLUOKKA: REI 60

Liite 5 As Oy Jyväskylän Sonaatti rakennetyyppi

Suunnittelija SKANSKA	Työn nro		VP03
	Päiväys	Tekijä	
Rakennuskohde RAKENNETYYPPI Asuinkerrostalo välipohja kylpyhuoneen kohdalla	Sisäho Ontelolaattavälipohja Kevytsora + pintalaatta		



- 1 Pintarakenteet, huoneselityksen mukaan
- 2 Pintalaatta 70...90mm
- 3 Kevytsora 100mm
- 4 Lovettu ontelolaatta (200/370), rakennepiirustusten mukaan
- 5 Pintakäsittely, huoneselityksen mukaan

TOTEUTUS- JA SUUNNITELUOHJEET:

- kylpyhuoneen lattiarakenteet tehtävä siten, että kynnyks ≤ 20 mm valmiista pinnasta

ÄÄNENERISTÄVYYS: $R'_w = 55$ dB

PALONKESTOLUOKKA: REI 60

Liite 6 Kustannukset As Oy Jyväskylän Soolo, SALAINEN

Liite 7 Kustannukset As Oy Jyväskylän Sonaatti, SALAINEN

Liite 8 Kustannukset As Oy Jyväskylän Menuetti, SALAINEN