



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

KANTAVIEN VÄLIPOHJIEN LAADUNVARMISTUS JA KUSTANNUSTEHOKKUUS

TEKIJÄ: Ville Vaaramo

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Ville Vaaramo	
Työn nimi Kantavien välipohjien laadunvarmistus ja kustannustehokkuus	
Päiväys	26.3.2015
Sivumäärä/Liitteet	23/7
Ohjaaja(t) Ohjaaja Matti Mikkonen lehtori Savonia-AMK, ohjaaja Matti Ylikärppä pt. tuntiopettaja Savonia-AMK	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Jari Huttunen, työturvallisuus- ja laatuvaastaava YIT Rakennus Oy, Kuopio	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Insinööriyön tarkoituksena oli tutkia, millä keinolla YIT Rakennus Oy:n Kuopion yksikön olisi edullisinta tehdä kantavat välipohjat ottamalla huomioon laadunvarmistus ja kustannustehokkuus. Kuopiossa on pitkät perinteet paikallavalettujen välipohjien rakentamisesta, mutta aina ei ole päästy kustannustehokkaaseen lopputulokseen ko.menetelmää käyttäen. Työssä tutkittiin vaihtoehtoja tehdä välipohja paikallavalettuna tai vaihtoehtoisesti käyttäen ontelolaattoja. Kustannustehokkuuden ja laadun näkökulmasta on paneuduttu paikallavalurakenteissa jälkihoidon, betonilaadun, valvonnan ja pinnan viimeistelyn merkitykseen. Ontelolaattavaihtoehdossa vertaillaan muutamaa eri ontelolaattatyyppeä sekä eri betonilaatujen käyttöä.</p> <p>Tutkimus perustuu erääseen Kuopiossa olevaan työmaahan, josta on kerätty opinnäytetyön aineistoksi sekä kuvia että mittauksia. Kustannusvertailut ja laskelmat on tehty Excel-pohjaisena. Hintatiedot materiaaleille ja työlle on saatu pääasiassa työmaalla toteutuneista kustannuksista. Joihinkin kustannuksiin on käytetty valmistajien antamia hintoja sekä aikataulukirjasta löytyviä työmenekkejä.</p> <p>Insinööriyön tuloksena saatiin luotettavaa tietoa siitä, miten Kuopion yksikössä on kustannusten ja laadun näkökulmasta järkevintä tehdä kantavat välipohjat. Työssä laskettiin myös kustannuserot eri tasoitusvaihtoehdoille, ja tästä tuloksena saatiin hyvät tasoitusvaihtoehdot. Kustannuksiin vaikuttaa välipohjan rakennustapa. Tutkimuksessa on otettu huomioon myös se, mihin vuodenaikaan rakentaminen sijoittuu. Vuodenajalla on vaikutusta esimerkiksi käytössä oleviin työmenetelmiin.</p>	
Avainsanat kantava välipohja, paikallavalettu välipohja, betonin jälkihoito	
Työ on luottamuksellinen	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Ville Vaaramo			
Title of Thesis Quality Control and Cost-effectiveness of Bearing Intermediate Floors			
Date	26 March, 2015	Pages/Appendices	23/7
Supervisor(s) Mr. Matti Mikkonen, Senior Lecturer; Mr. Matti Ylikärppä, Lecturer			
Client Organisation /Partners Mr. Jari Huttunen, Work Safety and Quality Manager, YIT Corporation			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this final year project was to research what would be the most inexpensive way to make bearing intermediate floors for YIT Rakennus OY in Kuopio. The company has long traditions in intermediate cast-in-place floors but the result has not always been cost-effective using this method.</p> <p>This study is based on a worksite in Kuopio where the material was gathered by making measurements and taking pictures. In this study both cast-in-place intermediate floors and coreslabs were used and compared to each other. After-care, concrete quality, supervision and meaning of finishing the surface when making cast-in-place floors were considered from the aspect of cost-effectiveness and quality. When using coreslabs, a few different types of coreslabs and different concrete were compared. Also the costs of possible leveling were taken into account in both alternatives. The prices for materials and labor are real costs at the worksite. Some information about the costs was provided by the manufacturers. Cost comparisons and calculations were made using Excel.</p> <p>As a result of this final year project there was reliable information about making bearing intermediate floors cost-effectively. The study also took into account the seasons since they affect the working methods in use.</p>			
Keywords bearing intermediate floors, intermediate floors casted in place, after-care of concrete			
confidential.			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
1.1	Opinnäytetyön tausta, tavoitteet ja merkitys.....	5
1.2	YIT Rakennus OY.....	6
2	BETONI RAKENTAMISESSA	7
3	KANTAVA VÄLIPOHJA	8
3.1	Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa.....	8
3.2	Paikallavalettu välipohja	9
3.2.1	Valu linjaripinnalle.....	9
3.2.2	Valu teräshiertopinnalle	10
3.3	Ontelolaattavälipohja	10
3.4	Hybridilaattavälipohja.....	11
3.5	Lattiatasoitteet.....	11
3.5.1	Pumpputasoite.....	11
3.5.2	Osatasoitus.....	12
3.6	Välipohjan pinnoittaminen	12
4	LAADUN VARMISTAMINEN	13
4.1	Betonin jälkihoito	13
4.1.1	Kastelu.....	13
4.1.2	Peittäminen muovikalvolla	14
4.1.3	Jälkihoitoaineet	14
4.2	Lattiatbetonin kosteus	14
4.3	Vuodenajan vaikutus betonivaluihin	15
5	BETONILAADUN VALITSEMINEN.....	17
5.1	HT-lattiatbetoni.....	17
5.2	Kuitubetonit.....	17
5.3	Rakennebetoni.....	17
6	KOHTEEN ESITTELY JA TALOUDELLINEN TARKASTELU	19
7	TULOKSET JA PÄÄTELMÄT	20
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	22

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön tausta, tavoitteet ja merkitys

Opinnäytetyöni aiheena on tutkia kantavien välipohjien laadunvarmistamiseen sekä kustannustehokkuuteen vaikuttavia menetelmiä betonilattioiden näkökulmasta sekä sitä, miten työ tehdään. Opinnäytetyössäni tutkin myös eri betonilaatujen käyttömahdollisuuksia. Opinnäytetyössäni vertailen kustannustehokkuuden ja laadun näkökulmasta sitä, miten on järkevintä tehdä kantavat välipohjat. Tutkin eri vaihtoehtoja paikallavalettujen välipohjien tekemiseen. Sain kiinnostavan aiheeni YIT:n Kuopion alueen laatuvaastaavalta. Kuopion YIT-yksikkö oli kirjannut vuoden 2014 tärkeäksi kehityskohteeksi betonilattioiden kustannustehokkuuden ja laadunvarmistuksen.

Kesällä 2014 aloitin opinnäytetyön aineiston keräämisen ollessani YIT:llä töissä betonimestarina. Siellä keskustelin kesätyöpaikkani betonitoimittajien, työnjohtajien ja lattiavaluja tekevien työntekijöiden kanssa välipohjien tekemisestä. Työskentelyni samalla työmaalla mahdollisti työn seuraamisen ja eri työtapojen valintoihin vaikuttamisen. Sillä on merkitys luotettavan tuloksen saavuttamisessa. Opinnäytetyöni keskeisimpänä tavoitteena on tuottaa YIT:lle luotettavaa tietoa siitä, mikä on Kuopion alueella kannattavin vaihtoehto tehdä kantavat välipohjat. YIT hyötyy tekemästäni työstä niin kustannusten kuin laadunhallinnankin kannalta. Tavoitteenani on oppia tekemään laaja itsenäinen työ, jossa opettelen tiedonhakua sekä kriittistä ja analyyttistä tutkimusta.

Opinnäytetyöni keskeisin aihealue sisältää runsaasti kustannusvertailua kantavista välipohjista. Kantavina välipohjina vertailen paikallavalettua ja ontelo- sekä hybridilaatoilla tehtyä kantavaa välipohjaa. Paikallavalettujen välipohjien osalta olen tehnyt myös kustannus- ja laatuvertailua eri betonilaatujen välillä. Tämä osio työstäni sisältää luottamuksellista tietoa, mikä on liitteenä vain YIT:n käyttöön.

1.2 YIT Rakennus OY

YIT luo kestävästä kaupunkiympäristöstä. Se on Suomen suurimpia toimitila- ja infrarakentajia työllistäen yli 6000 henkilöä. Toiminta-alueenaan Suomen lisäksi YIT:llä on kuusi maata, joista Venäjä on merkittävin ulkomainen asuin- ja aluerakentaja. Menestystekijänä YIT:llä on ammattitaitoinen henkilöstö ja osaamisen jatkuva kehittäminen. YIT:n arvojen keskeisenä ajatuksena on "askeleen edellä välittäen". (yit.fi)

2 BETONI RAKENTAMISESSA

Betoni on yli 2000 vuotta vanha keksintö. Yksi tunnetuimmista betonista valmistetuista rakennuksista on Rooman Pantheon, jossa yhdistyy kreikkalaisen kivirakentamisen taito ja uutena osana betonirakentaminen. Roomalaisessa betonissa käytettiin sideaineena potsolaania, mikä on silikaattia sisältävää vulkaanista tuhkaa. Betonia alettiin käyttää jälleen runsaasti 1800-luvulla, jolloin Portlandsementti keksittiin. Betonia on Suomessa käytetty luontevasti portaiden runkomateriaalina. Raudoitusta alettiin käyttämään betonissa 1800-luvun puolivälissä. Raudoitus mahdollistaa pitkät jännevälit. Lisäksi raudoitus estää betonin runsasta halkeilua. (betoni.com.)

Betonissa on kolme pääraaka-ainetta: sementti, vesi ja runkoaine. Runkoainetta on betonin tilavuudesta noin 70 %. Runkoaineen karkein osa muodostuu murskeesta ja hienoin aines on luonnonhiekkä. Vedeksi kelpaa juomakelpoinen vesi. Vesi, joka sisältää humusta tai sokeria, ei sovellu betonin raaka-aineeksi, koska se häiritsee betonin kovettumista. (betoni.com.)

Sementti on betonin tärkein raaka-aine. Sitä on 200 - 400 kg/m³ valmiista betonista. Sementin tehtävänä yhdessä veden kanssa on kiinnittää runkoaines ja raudoitus toisiinsa. Sementtiä valmistetaan polttamalla jauhettuja raaka-aineita, joita ovat luonnonmineraalit, kalkkikivi, kvartsi ja savi. Polttaminen tapahtuu 1 450 °C:n lämpötilassa, jossa raaka-aineiden alkuperäinen rakenne hajoaa, kun polttamisen yhteydessä siitä poistuu vesi ja hiilidioksidi. Sementin harmaa väri johtuu rautayhdisteistä. Erikoistilauksesta saa tilattua myös valkobetonia, jolloin sementin raaka-aineena ei käytetä rautayhdisteitä. (betoni.com.)

3 KANTAVA VÄLIPOHJA

Kerrostalojen rakentamisen alettua Suomessa 1800-luvun lopulla välipohjaratkaisuna toimi puuvälipohja. Tämä ratkaisu toi paloturvallisuusongelman. Tilanne muuttui 1920-luvulla, jolloin yleisimmäksi välipohjaratkaisuksi tuli alalaattapalkisto. Se oli työläs toteuttaa, mutta tällä ratkaisulla saatiin rakenteeseen hyvä äänieristävyys, sekä palonkesto palopermannon avulla. Palkkien välit täytettiin ääneneristysyistä täytteellä, esimerkiksi kutterinpurulla. (Neuvonen 2006, 10 - 11, 17.)

Alalaattapalkisto jäi pois rakentamisesta 1950-luvulla, jolloin tilalle tuli paikallavalettu välipohja. Siinä laatan paksuus oli n. 150 - 170 mm. Tällä tavoin tehtynä ääneneristys huononi huomattavasti. Välipohjarakennetta kehitettiin siten, että laatan päälle asennettiin ääneneristemateriaali, kuten lastuvillalevy, jonka päälle valettiin noin 40 - 80mm paksu, uiva laatta. Ontelolaatoilla ja U-laatoilla rakentaminen alkoi 1970-luvun alussa, mutta U-laatan suosio ei ole jatkunut tähän päivään, toisin kuin ontelolaatoilla rakentaminen. Paikallavalettuja välipohjia on tehty 1950-luvulta saakka, mutta työtekniikat, rakenteet sekä betonilaadut ovat muuttuneet. Tänä päivänä laatta on yksiaineinen joka on n. 250 - 270 mm paksu teräsbetonilaatta. (Neuvonen 2006, 92, 94 - 95, 156 - 157.)


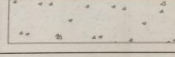
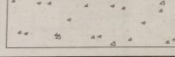
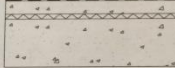
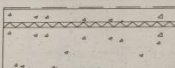
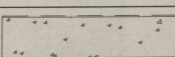
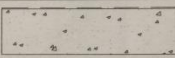
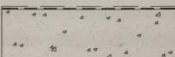
Taulukossa 1 on esitetty valmiin betonipinnan suurimmat sallitut tasaisuuspoikkeamat luokissa yksi ja kaksi kahden metrin mittauspituudella. Luokka yksi on vaativa, ja luokka kaksi on tavanomainen, joka pitää sisällään asuin-, liike- ja toimistorakennukset.

Taulukko 1. Alustan suurimmat sallitut tasaisuuspoikkeamat (SisäRyl 2013, 216)

	Mittauspituus L, mm	Suurin sallittu poikkeama, mm	
		Luokka 1	Luokka 2
Hammastus		0	0
Tasaisuuspoikkeama	2000	± 2	± 3

3.1 Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa

Asuinrakennuksille on annettu määräyksiä ilma- ja askeläänieristyksille. Ilmaääneneristävyyteen vaikuttaa ensisijaisesti rakenteen massa ja jäykkyys. Betonirakenteissa ja tiiliseinissä on lähtökohtaisesti hyvä ilmaäänieristys suuren massansa ansiosta. Elementtirakenteeseen verrattuna paikallavalettujen rakenteiden etuna äänieristävyyden kannalta on se, että äänieristävyyttä heikentäviä rakoja ei synny. Pienin sallittu ilmaääneneristysluku on 55 dB. Askeläänieristävyyteen vaikuttaa rakenteen massa, eli mitä kevytrakenteisempi välipohja on kyseessä, sitä helpommin se värähtelee käveltäessä. Betonirakenteisessa välipohjassa massa on suuri, jolloin se värähtelee vähän ja askeläänieristys on lähtökohtaisesti hyvä (kuva 1). Askeläänitasoluku saa olla asuinhuoneesta toiseen enintään 53 dB (Kylliäinen 2011, 17, 53, 56.)

Välipohjat		Ilmaääneneristysluku R_w	Askeläänitasoluku $L_{n,w}$
	Lautaparketti 14 mm, joustava alusmateriaali Tuplex 3 mm, betoni 240 mm	65 dB	49 dB
	Lautaparketti 14 mm, joustava alusmateriaali Tuplex 3 mm, betoni 270 mm	67 dB	47 dB
	Lautaparketti 14 mm, joustava alusmateriaali Tuplex 3 mm, betoni 300 mm	68 dB	45 dB
	Lautaparketti 14 mm, joustava alusmateriaali Tuplex 3 mm, betoni 80 mm, joustava eristekerros 30 mm (dynaaminen jäykkyys $s' = 8 \text{ MN/m}^3$)	75 dB	34 dB
	Keraaminen laatta, betoni 80 mm, joustava eristekerros 30 mm (dynaaminen jäykkyys $s' = 8 \text{ MN/m}^3$)	75 dB	40 dB
	Muovimatto (askelääneneristävyuden parannusluku $\Delta L_w = 18 \text{ dB}$), betoni 240 mm	65 dB	48 dB
	Muovimatto (askelääneneristävyuden parannusluku $\Delta L_w = 18 \text{ dB}$), betoni 270 mm	67 dB	46 dB
	Muovimatto (askelääneneristävyuden parannusluku $\Delta L_w = 18 \text{ dB}$), betoni 300 mm	68 dB	44 dB

Kuva 1. Välipohjan äänieristys (Kylliäinen 2011, 76)

Ympäristöministeriö on Rakennuslain 13 § (557/89) nojalla antanut määräykset ja ohjeet rakenteellisesta ääneneristyksestä ja meluntorjunnasta rakennuksessa (C1). Määräyksessä sanotaan muun muassa näin: *”Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että melu, jolle rakennuksessa tai sen lähellä olevat altistuvat, pysyy niin alhaisena, ettei se vaaranna näiden henkilöiden terveyttä ja että se antaa mahdollisuuden nukkua, levätä ja työskennellä riittävän hyvissä olosuhteissa”*. (Äänieristys – ja meluntorjunta rakennuksessa 13 § (557/89.))

3.2 Paikallavalettu välipohja

Paikallavaletun välipohjalaatan paksuudeksi kantavuuden perusteella riittäisi 200 mm, mutta ääneneristävyuden takia paksuutta on yleensä n. 270 mm. Paikallavaletun välipohjan etuna on se, että pystytään vapaasti määrittelemään laatan muoto, sekä erkereiden ja ulokkeiden rakentaminen on suhteellisen yksinkertaista. Paikallavaletulla laatalta voidaan rakentaa pitkiä jännevälejä ilman kantavia väliseiniä, ja siihen voidaan tehdä suuria aukkoja. (rudus.fi)

3.2.1 Valu linjaripinnalle

Linjaripinnassa tiivistys tapahtuu yleensä sauvatäryttimellä, ja pinta linjaroidaan korkoon, joka on yleensä 10 mm lopullista pintaa alempana. Korkeus täytyy säilyttää koko valuajan samana, jotta pinnasta saadaan riittävän suora. Pinnalle on ominaista se, että siinä näkyy linjarin jälki (kuva 2), ja pinnassa saattaa olla teräviäkin rajakohtia. Jätettäessä pinta linjaripinnalle on tehty päätös siitä, että pinta tullaan ylitasoittamaan. (Suomen Betoniyhdistys ry 2005, 76 - 77.)



Kuva 2. Linjaripintainen valu (Vaaramo 2014)

3.2.2 Valu teräshiertopinnalle

Teräshierretty pinta kerrostalon lattioita valettaessa tehdään yleensä koneellista hierrintä käyttäen. Teräshierrossa linjarilla tehty pinta tasataan ja lujitetaan. Pinnassa ei ole juurikaan teräviä rajakoh-
tia. Oikein tehtynä pinnasta tulee tasainen, jolloin pinnan täytyisi pääosin täyttää vaatimukset par-
kettipinnasta.

3.3 Ontelolaattavälipohja

Ontelolaattoja on käytetty välipohjarakenteena 1970-luvulta lähtien. Ontelolaatat tehdään C40 - C70
lujuuden omaavasta betonista, missä massa on todella jäykkää. Sen valmistuksessa ei tarvitse käyt-
tää lainkaan muottiseiniä, vaan liukuvaluna tehtäessä valukoneen muotoilema ja tiivistämä laatta
säilyttää muotonsa. Ontelolaattoja valmistetaan Suomessa useammassa tehtaassa. Peruseriaatteen-
taan rakenne on samankaltainen. Se on esijännitetty 1200 mm leveä, ja laattaa keventää lieriömäi-
set ontelot pitkittäissuunnassa. (elementtisuunnittelu.fi)

Ontelolaattojen etuna voidaan pitää asennusnopeutta, sekä sitä, että ontelolaatat mahdollistavat
pitkät jännevälit, jopa 24 metriä. Taulukosta 2 käy selkeästi esille eri ontelolaattojen tyypilliset mitat,
jännevälit ja painot.

Taulukko 2. Ontelolaattojen perustyyppit (RATU 0389)

Ontelolaattojen perustyyppit	Tyyppitunnus	Korkeus [mm]	Paino (saumattuna) [kg/m ²]	Enimmäisjänneväli [mm]
	O15	150	215	8500
	O18	175	280	9500
	O20	200	260	11500
	O27	265	380	14500
	O32	320	405	17000
	O40	400	465	20000
	O50	500	600	24000

3.4 Hybridilaattavälipohja

Hybridivälipohja on uudenlainen innovaatio Lujabetonilta. Tässä ratkaisussa yhdistyy ontelolaattojen nopeus sekä paikallavaletun laatan tiiviys ja äänieristävyys. Hybridilaatta asennetaan normaalisti paikallavalettavan rungon noustessa, mutta tavallisesta ontelolaattavälipohjasta poiketen pintavalu tehdäänkin samanaikaisesti saumavalujen kanssa. Lujabetoni lupaa, että ratkaisu on kustannustehokkaampi kuin kumpikaan käytössä olevista ratkaisusta; ontelolaatta tai paikallavalettu välipohja. Hybridivälipohja rakentuu standardikokoisista ontelolaatoista ja Lujabetonin kehittämästä HTS-betonista, jolla pystytään sekä saumaamaan ontelolaatat että tekemään viivasuora lattiavalu. (lujatalo.fi)

3.5 Lattiatasoitteet

Välipohjia tehtäessä tarvitaan melkein aina jokin lattiatasoite. Yleensä lattiat tasoitetaan joko osatasoituksena, tai pumpputasoituksena. Mikäli betonivalut on tehty otollisissa olosuhteissa ja työmenetelmät ovat työhön soveltuvat, pitäisi pinnan täyttää pääosin vaatimukset parkettipinnasta. Lattiatasoitteita ei tällöin tarvitsisi käyttää kuin osatasoitukseen.

3.5.1 Pumpputasoite

Pumpputasoitukseen käytettäviä tasoitteita on monia, ja alalla on monta eri toimijaa. Peruseriaatteeltaan tasoitustyö on hyvin samankaltainen. Tasoitettavan alustan täytyy olla pölytön ja kuiva. Ennen tasoitteen pumppaamista pintaan levitetään primeri sekä rajataan ne alueet pois, minne ei haluta tasoitteen menevän, kuten kalusteiden alle. Primeroinnin tarkoituksena on sitoa pölyä ja parantaa tasoitteen tarttumista alustaansa. Primeri myös vähentää ilmakuplia tasoitteessa ja hallitsee kuivumista. (www.suomenpumpputasoite.fi)

Pumpputasoite pumpataan tilassa korkeimman kohdan mukaan. Tällöin voidaan varmistua siitä, että pinnasta tulee tasainen ja näin ollen valmis pinnoitettavaksi. Tasoitetta valittaessa täytyy tietää kerrospaksuus, sillä tasoitteissa on isoja eroja siinä, kuinka paksua kerrosta voi käyttää. Tasoitteita on myös vaativiin kohteisiin, joissa tarvitaan suurta puristus- ja vetolujuutta. (fescon.fi)

3.5.2 Osatasoitus

Osatasoitus tulee kysymykseen silloin, kun pinta on valuvaiheessa saatu hyvin toteutettua. Osatasoituksella saadaan täytettyä kolot ja painaumat. Osatasoitusta käytettäessä tulee yleensä kysymykseen myös kohoumien hionta. Lattiat, joita ollaan tasaamassa, on hyvä käydä läpi lattialinjarilla, jolla saadaan paikannettua kolot ja kohoumat. Tuotteita on monia tähän käyttötarkoitukseen, pääpiirteet ovat kaikissa samat. Pinnan pitää olla puhdas ja pölytön, ja tuote sekoitetaan työmaalla säkkitavarasta.

3.6 Välipohjan pinnoittaminen

Kerrostalon välipohjat pinnoitetaan melkein aina. Betonipinnalle on vaatimuksensa ennen pinnoituksen aloitusta. Alustan täytyy olla riittävän tasainen ja suora, ja laatan suhteelliselle kosteudelle on myös omat määräyksensä. Jokaisella materiaalilla on omat suhteellisen kosteuden raja-arvot, joita pitää noudattaa. Oli kyseessä mikä tahansa pinnoitusmenetelmä, on syytä käyttää lattialinjaria ja skannata alueet, jotta pahimmat patit ja kuopat saadaan poistettua. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 42–45.)

4 LAADUN VARMISTAMINEN

Laadukkaaseen rakentamiseen kuuluu olennaisena osana valvonta. Betonitöiden osalta laatua olisi syytä valvoa jo ennen varsinaista valutyötä. Ennen varsinaista valutyötä betonitöiden valvontaan kuuluu raudoituksen, muottien suoruuden ja pitävyyden valvonta, sekä se, että käytössä on oikeat välineet ja tekijät siihen työhön, mitä ollaan suorittamassa. Näin toimien edellytykset laadukkaaseen rakentamiseen ovat valvonnan osalta kunnossa. Valutyöstä on aina tehtävä betonointipöytäkirja, josta ilmenee mm. valunopeus, sääolosuhteet ja mahdolliset valutyössä syntyneet ongelmat. (Suomen Betoniyhdistys ry 2005, 133.)

Valuolosuhteet ovat merkittävässä asemassa lattioiden laatuvaatimusten saavuttamisessa. Olosuhteiden hallinnalla on suuri merkitys, sillä useimmat laatuvaatimukset kohdistuvat lattian yläpintaan. Betonin kohtuullinen sitoutumisaika ja liiallisen kosteuden haihtuminen pystytään varmistamaan sillä, että hallitaan olosuhteet. Mikäli valuolosuhteet ovat huonot, ei välttämättä pystytä täyttämään haluttuja laatuvaatimuksia. On muistettava, että betonin koostumuksella, lämpötilalla tai työmenetelmiä muuttamalla ei pystytä korvaamaan huonoja valuolosuhteita. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 159.)

4.1 Betonin jälkihoito

Jälkihoidolla pyritään estämään liian nopea betonin pinnan kuivuminen sekä saavuttamaan riittävä lujuudenkehitys. Jälkihoito tulisi aloittaa välittömästi betonoinnin jälkeen, jotta saataisiin minimoitua varhaisvaiheen halkeilu. Jälkihoitomenetelmää mietittäessä on tärkeää tuntea vaikuttavien tekijöiden merkitys jälkihoidon onnistumisen kannalta, sillä jälkihoitomenetelmään ja sen kestoon vaikuttaa moni asia, kuten käytetty betonilaatu, olosuhteet ja rakenteen koko ja muoto. (Vuorinen, Mannonen & Petrow 2005, 79.)

Jälkihoitoajan pituudella ei ole juurikaan merkitystä betonin kutistumiseen. Jälkihoidon loputtua haihtuu betonista vettä, ja betoni kutistuu. Jälkihoidetulla rakenteella on kuitenkin paremmat edellytykset kestää kutistuman aiheuttamat jännitykset, eli esim. laattarakenteesta tulee tällöin tiiviimpi ja kulutuksen kestävämpi kuin hoitamattomasta rakenteesta. (Vuorinen, Mannonen & Petrow 2005, 79.)

4.1.1 Kastelu

Kastelulla saadaan varmimmin turvattua betonin kovettumisen vaatima kosteus. Kastelun voi aloittaa silloin, kun vesi ei enää huuhto hienoaaineita ja sementtiä pinnasta, joten menetelmällä ei voida estää plastista kutistumishalkeamista. Toisena ongelmana halkeiluun liittyen on viileä vesi, joka jäähdyttää betonipintaa aiheuttaen lämpötilaeroja, mistä saattaa seurata halkeilua. Vettä ei käytetä jälkihoitona, mikäli tavoitellaan nopeaa laatan pinnoittamista käyttämällä nopeammin kuivuvaa betonia. (Vuorinen, Mannonen & Petrow 2005, 79.)

4.1.2 Peittäminen muovikalvolla

Muovikalvolla peittäminen on tehokas jälkihoitotoimenpide, kunhan se tehdään mahdollisimman nopeasti valun jälkeen, ja kaikki saumat on teipattu huolellisesti. Kalvon ja betonipinnan väliin tiivistyy kosteutta, ja mikäli tuulen puhaltaminen on estetty kalvon alle, ei tarvita lisäkastelua. Kalvoa käytettäessä voidaan välttyä plastisten kutistumishalkeamien syntymiseltä. Ongelmana on yleensä se, että kalvo pitäisi saada asennettua paikalleen heti valun jälkeen tai jo sen edistyessä, ja yleensä pinnoille on jotain työstövaatimuksia kuten pinnan hiertäminen. Näissä tilanteissa halkeamat ovat jo ehtineet muodostua, ja tällöin on betonipinnalle ruiskutettava esijälkihoitoaine. Muovikalvoa käytettäessä on myös toisena etuna se, että sadevesi ei pääse kastelemaan pintaa enempää, jolloin betonin pinnoittamiseen vaatima kuivumisaika lyhenee. Holvivaluja tehdessä muovikalvon asentaminen on monesti äärimmäisen haastavaa johtuen monesti tuulisesta säästä sekä runsaista läpivienneistä sekä jatkos-teräksistä. (Vuorinen, Mannonen & Petrow 2005, 79 - 80.)

4.1.3 Jälkihoitoaineet

Nestemäiset ruiskulla levitettävät jälkihoitoaineet muodostavat betonin pinnalle lähes kosteutta läpäisemättömän kalvon. Käytettäessä esijälkihoitoainetta tiivistyksen ja linjaroinnin yhteydessä ja heti hierron jälkeen varsinaista jälkihoitoainetta voidaan välttyä kokonaan plastisilta halkeamilta. Jälkihoitoaineissa on eroja. Osa aineista haihtuu itsestään ja osa täytyy poistaa mekaanisesti. (Vuorinen, Mannonen & Petrow 2005, 80.)

4.2 Lattiabetonin kosteus

Betonirakenteet täytyy mitata tarkoituksenmukaisella laitteella aina ennen pinnoitusta, jotta varmistetaan siitä, että rakenteessa on riittävän alhainen kosteuspitoisuus. Tällä tavoin tehdessä tiedetään, että päällyste tai pinnoite ei joudu liian suurelle kosteusrasitukselle, ja että betonin kutistuminen ei tule haitallisen suureksi betonin kuivuttua. Käytettäessä tasoitteita on otettava huomioon se, että mikäli pinta on hyvin epätasainen, saattaa jossakin kohtaa olla tasoitetta huomattavan paksu kerros, ja karkeasti arvioiden tasoitteen kuivumisaika on 1vrk/1mm tasoitetta. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 45.)

Betonilattioita pinnoitettaessa törmätään termiin raja-arvokosteus, joka tarkoittaa sitä kosteuspitoisuutta, minkä päällystemateriaali ja päällystemateriaalin kiinnittämiseen käytetty liima tai pinnoitemateriaali enintään kestää vaurioitumatta. Tämä täytyy ottaa huomioon betonilattiarakenteiden kuivumisajassa, sillä rakenteiden täytyy kuivua määrättyjen raja-arvojen alapuolelle ennen pinnoittamista. Samassa yhteydessä törmätään myös termiin lattiabetonin kosteus, jolla tarkoitetaan sitä kosteutta, mikä on betonilaatassa ja mahdollisesti käytetyssä tasoiteaineessa. Tasoiteaineen kosteuspitoisuus on otettava myös huomioon kuivumisajassa, sillä tasoiteaine kastelee kuivuneen betonin pinnan uudelleen. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 42.)

Betoni on itsessään hyvin kosteutta kestävä materiaali, mutta ongelmana on se, että osa tasoitteista ja melkein kaikki liima-aineet kestävät huonosti korkeita kosteusolosuhteita. Raja-arvona käytetään yleensä RH 85 %, jolloin suhteellisen kosteuden ylittäessä 85 % saattaa osa materiaaleista menettää lujuutensa tai materiaaleissa saattaa käynnistyä hajoamisreaktio, jolloin huoneilmaan saattaa päätyä haitallisia yhdisteitä. Tiiviit muovi- ja linoleumimatot ovat yleensä ottaen todella arkoja korkealle suhteelliselle kosteudelle, koska linoleumimaton orgaaniset aineosat ja muovimattojen liima-aineet hajoavat korkeissa kosteusolosuhteissa. Parketilla tai laminaatilla pinnoitettaessa ongelmat ovat pienemmät, sillä puhutaan ns. kellovasta rakenteesta jolloin pinnoitusmateriaalin ja betonilattian väliin asennetaan alustamateriaali. Alustamateriaalina toimii hyvin sellainen tuote, jossa kahden polyeteenikalvon välissä on polystyreenirakeita, jolloin vesihöyryn läpäisykyky on hyvä. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 43.)

4.3 Vuodenajan vaikutus betonivaluihin

Betonin lujuuskehitys nopeutuu lämpimällä säällä ja hidastuu kylmällä säällä. Kylmällä säällä betonoitaessa lämmitetään käytettävä vesi ja kiviaines siten, että betonimassan lämpötila on vähintään +5 °C:sta. On huolehdittava, että betoni kovettuu suunnitelmien mukaisesti, eikä se pääse jäätymään ennen kuin betoni on saavuttanut jäätymislujuuden. Betonin ominaisuuksien kehittymistä on seurattava lämpötilamittauksin (kuva 3). (Suomen Betoniyhdistys ry 2005, 125–126.)



Kuva 3. Betonin lämpötilan seuranta (Vaaramo 2014)

Betonin lämpötilan ollessa yli +50 °C:sta alkaa betonin lujuusominaisuudet kärsiä, ja taas mentäessä < 0 °C:sen lujuudenkehitys käytännössä lakkaa. (taulukko 3.)

Taulukko 3. Lämpötilojen vaikutus betonin lujuudenkehitykseen (Sahlstedt, Koskenvesa, Lindberg, Kivimäki, Palolahti, Lahtinen. 2013, 15.)

Lämpötila	Huomioita
> +60 °C	Seurauksena lujuuskatoa ja säilyvyyden heikentyminen. Lujuuskadon määrä selvitetään ja otetaan huomioon.
+50...60 °C	Yhden vuorokauden lujuudet nousevat, mutta valmiin betonin lujuusominaisuudet saattavat kärsiä (lujuuskato).
+30...40 °C	Betonimassan suositeltava kovettumislämpötila.
+20 °C	Betonin tavoitelujuus saavutetaan n. 28 vrk:n kuluttua.
+5 °C	Betonilla ei ole havaittavaa lujuutta vielä yhden vuorokauden iässä.
< 0 °C	Betonin lämpötilan laskiessa alle 0 °C:n lujuudenkehitys käytännössä lakkaa. Betonissa oleva vesi alkaa jäätyä.
-10...-15 °C	Lujuudenkehitys pysähtyy käytännössä katsoen kokonaan. Jäätäneellä betonilla saattaa olla valelujuutta.

Ongelmattomimpana olosuhteena pidetään tyyntä ja +20°C lämpötilaa, sillä ilmavirtaukset lisäävät runsaasti kosteuden haihtumista betonin pinnasta, ja +20°C lämpötilassa betonin työstettävyyss aika on riittävä, eikä tarvita lämmitystä. Liian nopea kosteuden haihtuminen lisää plastisen halkeilun riskiä. Hankalin valutilanne on yleensä taivasalla tehtävissä holvivaluissa, joissa olosuhteet ovat yleensä hallitsemattomat. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 161.)

5 BETONILAADUN VALITSEMINEN

Betonilaatua valittaessa on tärkeää kiinnittää huomiota käytössä olevien työntekijöiden ammattitaitoon ja kokemukseen. Betonilaatuja on markkinoilla useita ja käyttökokemukset kirjavia. Betonilaudalla on iso merkitys pinnan lopputulokseen. Väärä laatu ja kokemuksen puute tuottavat hirvittävät kustannukset jälkitöihin, kun taas tarkkaan harkittu materiaalin valinta ja oikea tekijä saattaa saada pinnasta jo ns. valmista parkettipintaa. (lujabetoni.fi)

5.1 HT-lattiabetoni

HT-lattiabetonia käytettäessä ennakkosuunnittelun merkitys on suuri. Onnistuneen valun kannalta on tärkeää, että betonikuormat saapuvat juuri oikea-aikaisesti, jolloin betonin työstettävyyttä ei häiriinny. Mikäli kuormien jaksot venyvät, syntyy lattiaan helposti painaumuksia tai kohoumia. HT-lattiabetoni on kehitetty paikallavalettuihin holveihin. Etuina valun onnistuessa on se, että lattiapinnasta saadaan kerralla tasainen, ja työsuoritus on nopeampi. Ht-massa tiivistyy hevosteltaessa, eikä pintaa tarvitse hiertää. Hevostelu on massan hytkyttämistä leveällä putkella, jolla massasta poistetaan ilmakuplat ja pinta tasoittuu, eikä täten tarvita pumpputasoitetta. (lujabetoni.fi)

5.2 Kuitubetonit

Suomessa ei ole toteutettu vielä yhtään kohdetta, jossa kantava välipohja olisi tehty pelkästään käyttäen teräskuitubetonia. Kohteita, missä tankoraidoitus on suurimmaksi osaksi korvattu teräskuitubetonilla, on toteutettu. Silloin on käytetty huomattavan suurta kuitumäärää, jopa 70 - 100 kg/betonikuutio. Näissä kohteissa tankoraidoitusta on kuitenkin käytetty laatan alapinnassa pilarilinjoihin varmistusraidoituksena. Tavallisesti käytetty kuitumäärä on 25 - 60 kg/betonikuutio. Kuitubetoni on hyvää kohteissa, joissa raidoittaminen on työlästä tai jänneväliä ovat pitkiä, eikä liikuntasaumoja haluta. Kuitubetoni vähentää merkittävästi laatan halkeilua. Kuitubetonia valmistetaan sekä teräs - että muovikuidulla. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 73 - 76.)

5.3 Rakennebetoni

Rakennebetoni yhdistettynä tankoraidoitukseen on ollut käytössä pitkään, eikä se ole vielä poistumassa käytöstä. Raidoitusyötä helpottaa suuresti se, että raidoitus tehdään raidoitusverkoilla sekä esivalmistettuja raidoitusosia kuten hakoja käyttäen (Kuva 4). Raidoitusta täydennetään vielä irtoteräksillä. Näin tehtynä saadaan optimoituun raidoitukseen kuluva aika. Mikäli raidoitetaan irtotangoilla, saadaan pienennettyä hävikkiä, mutta aikaa kuluu enemmän.

Raidoituksessa voidaan käyttää myös matoraidoiteita. Matoraidoite koostuu samansuuntaisista betoniteräksistä, jotka on hitsattu n. 1,5 metrin jaolla oleviin teräsvanteisiin. Matoraidoite on rullalle kääritty ja asennettaessa sitä avataan pakkaussiteet ja rullataan matto auki haluttuun suuntaan. Laatan raidoitus tapahtuu rullaamalla kaksi matoraidoitetta päällekkäin 90 asteen kulmassa toisiinsa nähden. Matoraidoitetta käytettäessä etuna on se, että asennus on nopeaa ja fyysisesti vä-

hemmän rasittavaa kuin perinteinen raudoitustyö. Holvissa olevat aukot voidaan huomioida, ja matot voidaan tilata valmiiksi aukotettuna. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 74.)



Kuva 4. Raudoitusverkoilla ja esivalmistetuilla osilla tehty holviraudoitus (Vaaramo 2014)

6 KOHTEEN ESITTELY JA TALOUDELLINEN TARKASTELU

Luku sisältää luottamuksellista tietoa.

7 TULOKSET JA PÄÄTELMÄT

Opinnäytetyön tavoitteena oli laskea YIT: kannalta kustannustehokkain ratkaisu kantaville välipohjille. Tuloksena saatiin, että YIT:n kannalta kustannustehokkain ja laadukkain ratkaisu on tehdä paikallavalettuja kantavia välipohjia linjaripinnalle ja pumpata pintaan aina pumpputasoitus. Olennaisimpana asiana laadukkaaseen lopputulokseen on käyttää luotettavia lattianvalumiehiä sekä betoniasemaa. Luotettavalla betoniasemalla voidaan varmistua siitä, että betoni tulee tasalaatuisena ja ajallaan. Mikäli betoni ei tule tasalaatuisena tai sovittu jaksojen väli ei pidä, ollaan tilanteessa, jossa ei anneta lattianvalumiehille parhaita mahdollisia edellytyksiä onnistua työssään. Käytettäessä luotettavia lattianvalumiehiä voidaan tehdä nopeitakin päätöksiä siitä, millaista pintaa halutaan, ja luottaa siihen, että pinnasta tulee toivotun mukainen.

Laadukkaaseen rakentamiseen kuuluu olennaisena osana valvonta ja laadukkaan rakentamisen dokumentointi. Lattiavalusopimusta tehtäessä on sovittava pelisäännöt ja toleranssit, mihin laatutasoon ollaan kulloinkin pyrkimässä. Tarkistettaessa valmista valupintaa on syytä pitää kiinni niistä vaatimuksista, mitkä on alunpitäen sovittu. Mikäli valvonnassa havaitaan, että ei pysytä toleransseissa, on asiaan puututtava ja sovittava jatkotoimenpiteistä. Esimerkiksi tilanteessa, jossa teräshiertopinta ei olekaan ollut kelvollinen, ja on tarvittu osatasoitukseen sijaan pumpputasoite, ovat lisäkustannukset 500 m² välipohjalla olleet yli 2000 euroa.

Suunniteltaessa uutta rakennuskohdetta olisi syytä kiinnittää erityisesti huomiota ajankohtaan, jolloin rakentamisessa on menossa runkovaihe. Mikäli on mahdollista vaikuttaa aloituksen ajankohtaan,ärkevin aika aloittaa rakentaminen on keväällä, jolloin kriittiset valut saadaan tehtyä kesäolosuhteissa. Talvibetonoinnin katsotaan olevan alkanut, kun lämpötila on alle +5 °C:sta. Talvella rakennettaessa työ vaikeutuu ja kustannukset nousevat.

Ontelolaatoilla tehtäessä välipohja on paksumpi kuin paikallavalettuna johtuen ontelolaattojen huonommasta äänieristävyydestä. Mikäli halutaan säilyttää sama huonekorkeus, joudutaan kasvattamaan rakennuksen korkeutta. Näin tehtäessä syntyy lisäkustannuksia mm. julkisivuista sekä pidemmistä talotekniikan vedoista. Vaihtoehtoisesti voidaan madaltaa huonekorkeutta, mikä heikentää asumisviihtyvyyttä. Ontelolaattoja käytettäessä syntyy rakennukseen enemmän saumoja kuin paikallavalettaessa, mikä saattaa heikentää rakennuksen tiivyyttä.

Ontelolaatoilla tehty välipohja tuli laskemissani kalliimmaksi kuin paikallavalettu. Tämä johtunee siitä, että YIT:n Kuopion yksikössä on pitkät perinteet paikallavalurakentamisesta, ja käytössä on ammattitaitoiset tekijät niin muottitimpureina kuin lattianvaluissakin. Paikallavalettaessa kustannuksiin pystytään vaikuttamaan enemmän, sillä valmisosien määrä on pienempi.

Ontelolaatoilla rakentaminen voisi tulla kysymykseen silloin, kun rakentaminen osuu talviaikaan ja on tärkeää saada runko mahdollisimman nopeasti pystyyn. Tällöin 265 mm ontelolaatat asennetaan, raudoitetaan ja saumat valetaan, jolloin voitaisiin nostaa runko ylös nopeasti. Tämän jälkeen valet-

taisiin sisätiloissa pintalaatat. Tässä työskentelyjärjestyksessä on ongelmana kantavat väliseinät, joita joudutaan kiertämään lattioita valettaessa. Toinen vaihtoehto on käyttää 400 mm paksuja onteloita, jolloin pintaan tulisi vain pumpputasoite. Tämä vaihtoehto on kaikista kallein materiaalien osalta, mutta pintatöiden kustannuksissa vältytään yllätyksiltä.

Laskelmista käy esille se, että kantava välipohja on kustannustehokkainta tehdä paikallavalaen alivarakana ja pyrkiä hyvään linjaripintaan. Tämän jälkeen pinnalle pumpataan pumpputasoite. Toisaalta edullisin vaihtoehto olisi saada pinnasta kerralla hyvä teräshierretty pinta, jolloin riittää osittainen tasoittaminen. Esimerkkikohteeni pumpputasoitemenekki linjaripinnalle oli 8.5 kg/m^2 , kun teräshiertopinnalle pumpputasoitetta meni 7.6 kg/m^2 .

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

betoni.com [verkkoaineisto]. [viitattu 2014-11-20] Saatavissa: betoni.com/tietoa-betonista/perustietopaketti/miten-betoni-tuli-suomeen

elementtisuunnittelu.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2015-1-28] Saatavissa: <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/laatat/ontelolaatat>

fescon.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2015-1-19] saatavissa: <http://www.fescon.fi/lattiatasoitteet>

finlex.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2014-11-21] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/1917-c1.pdf>

KYLLIÄINEN, Mikko. 2011. Kivitalojen ääneneristys. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy

lujabetoni.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2014-10-29] Saatavissa: http://www.lujabetoni.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/luja/embeds/lujabetoniiwwstructure/16648_2727-luja_ht_hts_esite_vedos5.pdf

lujabetoni.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2014-10-29] Saatavissa: http://www.lujabetoni.fi/ammattirakentajalle_betonilaadut

lujatalo.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2014-10-29] Saatavissa: lujatalo.fi/ajankohtaista/101/0/lujabetonin_uusi_lattiaratkaisu_tuo_isoja_saastoja_rakennustyomaille

NEUVONEN, Petri. 2006. Kerrostalot 1880–2000. Helsinki: Rakennustieto Oy

rudus.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2015-1-19] Saatavissa: <http://www.rudus.fi/Download/26589/Betonilattiat%20kortisto.pdf>

SUOMEN BETONIYHDISTYS. 2013. Betonilattiat 2014 by 45 BLY 7 Helsinki: BY-koulutus Oy

SUOMEN BETONIYHDISTYS. 2005. Betoninormit 2004 by 50 Helsinki: Suomen Betonitieto Oy

suomenpumpputasoite.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2014-11-25] Saatavissa: <http://www.suomenpumpputasoite.fi>

VUORINEN, Pekka, MANNONEN, Petri ja PETROW Seppo. 2005. Kivitalo. 2. uudistettu painos. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy

yit.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2015-1-29] Saatavissa: <http://www.yit.fi>

Polku: yit.fi. Perustietoa YIT:stä