

Tuukka Niemeläinen

Lattiatöiden aliurakan hallinta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinööriytyö

22.11.2017

Tekijä Otsikko	Tuukka Niemeläinen Lattiatöiden aliurakan hallinta
Sivumäärä Aika	34 sivua 22.11.2017
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Rakentamisen Projektinhallinta
Ohjaaja(t)	Rakennuspäällikkö Jussi Kiiskilä Lehtori Kimmo Sani
<p>Tämä opinnäytetyö tehtiin Skanska Talonrakennus Oy:lle. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia, mistä lattiavalun ja parkettiasennuksen välillä syntyvät kustannukset johtuvat, ja millä tavoilla lattiat saadaan niin suoriksi, että ne täyttävät parkettiasennuksen vaatimat suuruusvaatimukset.</p> <p>Opinnäytetyössä tutkimusta tehtiin kahdella Skanska Talonrakennus Oy:n käynnissä olevalla työmaalla As Oy Espoon Calibri ja As Oy Espoon Franklin. Työmailla tutkittiin betonilattioiden valuja ja niiden suuruuksia, lattiatasoitetoita ja tasoitemenekkejä sekä parkettiasennusta. Näiden lisäksi opinnäytetyön lähteinä käytettiin Ratu- ja RT-kortteja, verkkosivuja sekä betoniyhdistyksen julkaisuja. Lattiatöiden ohessa opinnäytetyössä käytiin läpi tehtäväsuunnittelua ja aliurakan eri vaiheita sekä laadunvarmistustoimenpiteitä ja toimintatapoja.</p> <p>Betonilattioiden ja parkettiasennuksen suuruus-, ja laatuvaatimukset eivät kohtaa keskenään, eikä niitä saada millään keinoilla kohtaamaan toisiaan. Betonivalujen jälkeen lattiaa joudutaan tasoittamaan ja hiomaan, jotta laatuvaatimukset täytyisivät ennen lattiapäällysteen asentamista.</p> <p>Tuloksena opinnäytetyön lopussa on ynnättyä hyväksi todettuja toimintatapoja ja ohjeita aliurakoitsijoiden kanssa työskentelyyn. Niiden lisäksi Skanska Talonrakennukselle tehtiin aliurakan hankinta Excel-taulukko, johon on lueteltu aliurakan vaiheet ja toimintaohjeet eri vaiheisiin. Taulukko on yrityksen salassa pitämää tietoa, eikä sitä siitä syystä ole laitettu liitteeksi opinnäytetyöhön.</p>	
Avainsanat	Betonilattia, lattiatyö, aliurakka, laadunhallinta, laatu

Author Title	Tuukka Niemeläinen Management of floor work subcontract
Number of Pages Date	34 pages 22 November 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Project Management for Construction
Instructors	Jussi Kiiskilä, Construction Manager Kimmo Sani, Senior Lecturer
<p>This bachelor thesis was made for Skanska Talonrakennus Oy. The purpose of this thesis was to investigate the costs of concrete casting and parquet installation and the ways to make the floors straight enough meet the requirements for parquet installation.</p> <p>In this study, the research was carried out on two ongoing sites of Skanska Talonrakennus Oy, As Oy Espoon Calibri and As Oy Espoon Franklin. The phases studied on-site included castings of concrete floors and their straightening, floor leveling work and flat flooring and parquet installation. In addition Ratu- and RT- cards, web pages and Concrete Association publications were used as theory sources. In addition to floor work, the thesis considers task planning and the various stages of the subcontract, as well as quality assurance measures and procedures.</p> <p>The straightness of and quality requirements set for concrete floors and parquet installation rarely correspond and are not likely to. After the concrete casting, the floors have to be leveled and sanded to meet the quality requirements before installing the floor covering.</p> <p>As a result of the thesis study, good practices and guidelines for working with subcontractors are listed. In addition, an Excel spreadsheet for subcontracting was produced for Skanska Talonrakennus Oy, which lists the stages of a subcontract and instructions for the procedure at each stage. The table is kept confidential by the company and is therefore not included in the bachelor's thesis.</p>	
Keywords	Concrete floor, floor work, subcontract, quality management, quality

Sisällys

1	Johdanto	3
2	Betonilattiat	4
2.1	Betonilattiatyypit	4
2.1.1	Maanvarainen lattia	4
2.1.2	Kantava paikallavalettu välipohja	5
2.2	Työmenetelmät	6
2.3	Laatutekijät	8
2.3.1	Suoruus ja tasaisuus	9
2.3.2	Halkeilu ja jälkihoito	11
2.3.3	Olosuhteet	13
3	Tasointu- ja pinnoitustyöt	16
3.1	Lattiatasointutyöt	16
3.1.1	Pumpputasointutyö	16
3.1.2	Käsin oikaisu	17
3.2	Parkettityöt	18
4	Aliurakan hallinta	19
4.1	Tehtäväsuunnitelma	19
4.2	Urakan sisältö	21
4.3	Tarjouspyyntö ja urakkaneuvottelu	21
4.4	Mallityö ja vastaanottotarkastus	22
5	Kohteiden vertailu	24
5.1	As Oy Espoon Calibri	24
5.1.1	Toteutus	25
5.2	As Oy Espoon Franklin	27
5.2.1	Toteutus	28
5.3	Betonityyppien kustannusvertailu	29
5.3.1	Ratkaisu 1	30
5.3.2	Ratkaisu 2	31
5.3.3	Ratkaisu 3	31

		2
5.3.4	Yhteenveto	32
5.4	Lattiatasoitus	32
6	Työ- ja toimintatavat	33
6.1	Aliurakan laadunvalvonta	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
7	Yhteenveto	34
	Lähteet	35

1 Johdanto

Opinnäytetyö tehdään Skanska Talonrakennus Oy:lle. Skanska on yksi Suomen johtavista asuntorakentajista. Skanska on rakentanut asuntojen lattiaita Suomessa vuodesta 1994 asti. Lähestulkoon kaikissa Skanskan oman tuotannon kohteissa betonivälipohjat tehdään paikallavaluna.

Skanska Talonrakennus Oy:llä ei ole yhtenäistä ohjeistusta aliurakkana tehtävien lattioiden laadunvarmistukseen. On huomattu, että laatuvaatimukset muuttuvat työvaiheiden edetessä, ja tarjousvaiheen laatuvaatimukset eroavat urakkaneuvotteluissa ja aloituspalaverissa esitetyistä laatuvaatimuksista. Joissain tapauksissa laatuvaatimuksia ei ole ilmaistu tarjouspyynnöissä lainkaan. Laatuvaatimusten ketjun pitäisi pysyä muuttomattomana tarjousvaiheesta valmiin työn vastaanottamiseen asti.

Opinnäytetyön tavoitteena on vertailla, miten betonilattioiden laatuvaatimukset toteutuvat, miten laatuvaatimukset on esitetty ja miten ne vaikuttavat kustannuksiin. Työssä selvitetään, mistä paikallavalettujen betonilattioiden kustannukset johtuvat. Kustannusten selvittämisen ja vertailun lisäksi kuvataan laadunvarmistuksen toimintamalli, eli keinot, joilla betonilattiat täyttävät laatuvaatimukset ja millä keinoilla ne saadaan täyttämään seuraavan työvaiheen edellyttämät laatuvaatimukset.

Lattiatöitä tutkintaan Skanska Talonrakennus Oy:n rakentamisvaiheessa olevissa kohteissa As Oy Espoon Calibri ja As Oy Espoon Franklin. Tutkimusaineistona käytetään molemmilta työmailta kerättyä tietoa. Opinnäytetyössä huomioidaan betonoinnin lisäksi asunnoissa käytettävän lattiapäällysteen (parketti) asettamat suoruusvaatimukset, sekä keinot joilla niihin päästään.

Työ rajataan paikallavalettuihin välipohjiin ja maanvaraisiin lattioihin. Välipohjat toimivat asuntojen lattiaina ja niissä pintamateriaalina on parketti. Maanvaraisissa laatoissa pintamateriaalina on maali. Työssä ei oteta kantaa betonirakenteen kuivumisnopeuteen ja siihen, miten laatan kuivuminen vaikuttaa pintamateriaalin asentamiseen. Työssä ei tarkastella kylpyhuoneiden lattiaita. Siinä ei myöskään huomioida lattiatasoitetyön aikatauluvaikutusta kokonaisaikatauluun.

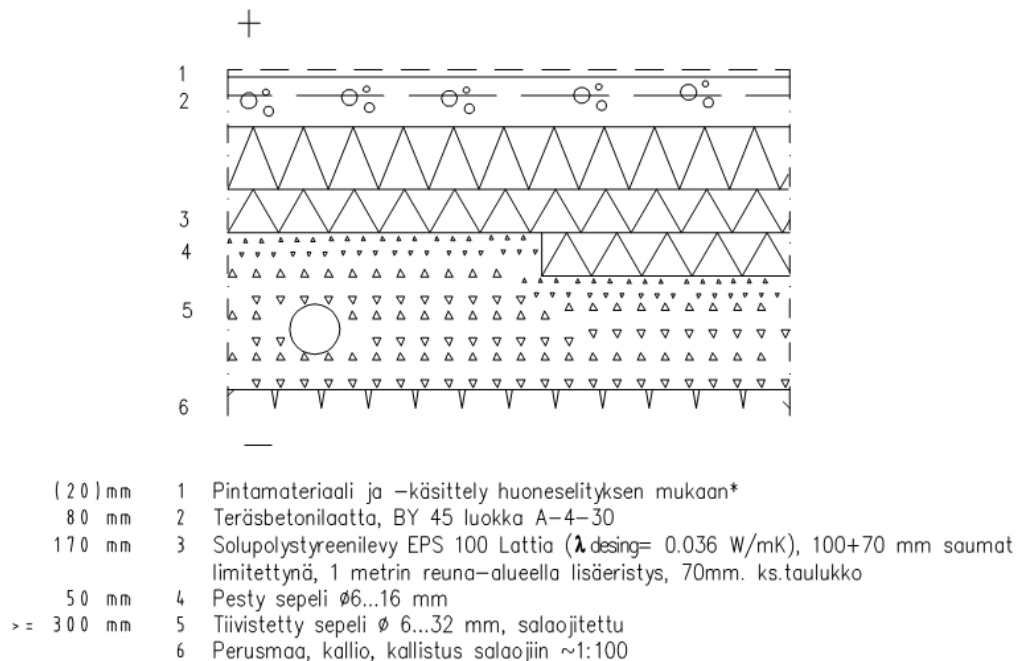
2 Betonilattiat

2.1 Betonilattiatyypit

Asuinrakennuksissa paikallavaletut betonilattiat ovat lähestulkoon aina joko maanvaraisia lattiaita, tai kantavia välipohjia. Maanvaraiset laatat voidaan toteuttaa kuitubetonista, jolloin raudoitusta ei tarvita muuten kuin vahvikkeena mm. pilareiden ympärillä tai painavien korkeiden muurattavien väliseinien kohdalla. Kantavat paikallavaletut välipohjat raudoitetaan ylä- ja alapinnasta. Molemmissa rakennetyypeissä kylpyhuoneiden kaatolattiat voidaan tehdä valmiiksi muun lattiavalun yhteydessä.

2.1.1 Maanvarainen lattia

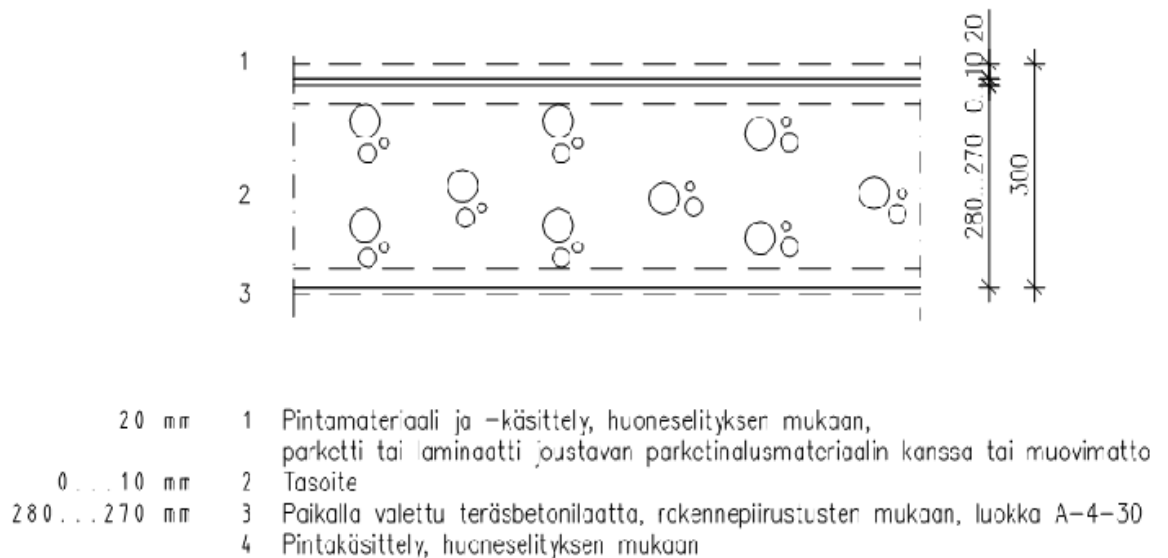
Maanvarainen lattia on joko lämmöneristeen päälle tai suoraan tiivistettyä maata vasten valettava betonilaatta. Eriste asennetaan yleensä suoraan laatan alle. Asuinrakennuksissa maanvarainen laatta toteutetaan useimmiten teräsbetoni- tai kuitubetonirakenteena. Kuitubetonilaatan vähimmäispaksuudeksi riittää 80mm, joka riittää myös verkko-raudoitetun laatan vähimmäispaksuudeksi. Raudoitetun laatan paksuuden suositellaan kuitenkin olevan vähintään 100 mm. [1, s.10.] Leikkaus maanvaraisesta laatasta on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1, Leikkaus maanvaraisesta lattiasta.

2.1.2 Kantava paikallavalettu välipohja

Kantavia paikallavalettuja laattoja käytetään asuntorakentamisessa ja pysäköintilaitoksissa välipohjarakenteina. Tavoitteena on valaa mahdollisimman suora ja tasainen pinta, joilla minimoidaan tasoitteen käyttö. [1, s.13.] Paikallavaletun laatan etuna on, että laatan muoto on vapaasti määriteltävissä. Sillä pystytään myös pitkiin jänneväleihin ja siihen voidaan tehdä suuriakin aukkoja. Lisäksi asuinrakennuksien välipohjissa lämpö-, vesi- ja sähköputket saadaan sijoitettua laatan sisään. [2.] Leikkaus paikallavaletusta välipohjasta on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2, Leikkaus kantavasta paikallavaletusta välipohjasta.

2.2 Työmenetelmät

Työmenetelmät lattianvalmistuksessa jakautuvat betonointimenetelmiin ja lattian tekemiseen yhdessä, tai useammassa kerroksessa. Työmenetelmä valitaan valmiille lattialle asetettujen laatu- ja toimintavaatimusten mukaan. Lisäksi tulee huomioida valittu betoni-laatu, sekä vallitsevat olosuhteet. Työmenetelmän valinta otetaan usein esille urakan aloituspalaverissa, jolloin kaikki urakan osapuolet ovat paikalla antamassa oman mielihetensä. [1, s. 150.]

Työmenetelmään vaikuttavia tekijöitä ovat mm:

- Laatuvaatimukset ja käyttötarkoitus
- Rakennetyyppi
- Valualueen pinta-ala ja muoto
- Betonin siirtotapa
- Valutyön sovittaminen muihin työvaiheisiin
- Urakoitsijan ja työntekijöiden kokemus ja ammattitaito [1.]

Asuinrakennusten maanvaraisissa lattioissa ja välipohjissa taloudellisin ja yleisin tapa on valaa lattia yhdellä kertaa lopulliseen tasoon ja tasaisuuteen. [1.] Toisena vaihtoehtona on valaa jäykempää, esim. S2 notkeusluokan betonia pohjalle noin puoleen väliin lopullisesta korosta, jonka jälkeen valetaan pinta notkealla massalla (S4) tai vaihtoehtoisesti itsestään tiivistyvällä betonilla. Itsestään tiivistyvä betoni on nopeampi työstää ja sitä ei tarvitse hiertää, sillä se on erittäin notkeaa ja leviää helposti ja tasaisesti.

Betonimassan siirtotapa päätetään hyvissä ajoin ennen valutyön aloittamista. Maanvaraisissa lattioissa ja kantavissa välipohjissa yleisimmät vaihtoehdot ovat pumppu tai nostoastia. [2.] Nostoastiaa käytettäessä voidaan käyttää suurempaa maksimiraekokoa, ja ns. jäykempää betonia, jolloin halkeiluriski betonissa pienenee. Siirtotapaan vaikuttavat

betonilaadun lisäksi myös muut käynnissä olevat työvaiheet. Nostoastian käyttö vaatii torninosturin ja sitoo sen useaksi tunniksi valutyöhön, joten esimerkiksi elementtiasennusta tai muita torninosturia vaativia työvaiheita ei voida suorittaa samanaikaisesti. 3 m³ suuruinen betoninostoastia ja valutyö sillä on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3, Paikallavalettavan välipohjan valutyö nostoastialla.

Betonimassa on hyvä varata tehtaalta vähintään viikkoa ennen valutyötä, jolloin varmistetaan massan saatavuus vaadittuna ajankohtana. Jos valutyöt suoritetaan aliurakkana, tulee valujankohda ilmoittaa urakoitsijalle hyvissä ajoin, jotta vältetään päällekkäisyyksiltä työmaiden välillä. Lattiaurakoitsijoilla on yleensä käynnissä useita työmaita samanaikaisesti. Ennen valutyötä tulee suorittaa raudoitustarkastus ja varmistaa, että kaikki LVIS-putket ja varaukset ovat oikeilla paikoillaan tukevasti kiinnitettynä.

2.3 Laatutekijät

Betonilattioiden ongelmien syynä on usein, että laatuvaatimuksia ei ole esitetty selvästi tai ne ovat puutteellisia tai jopa virheellisiä. Ensisijaista on varmistaa, että valetun laatan laatuvaatimukset täyttyvät käyttötarkoituksen mukaan. Tarkasteltavia laatuvaatimuksia asuntojen ala- ja välipohjalaatoissa ovat muun muassa:

- Suoruus ja tasaisuus
- Halkeilu
- Ulkonäkö
- Pinnoitettavuus
- Rakennekosteus
- Lujuudenkehitys.

Toteutukseen liittyviä laatuvaatimuksia ovat maanvaraisissa laatoissa alustan sallitut mittapoikkeamat, sekä laatan paksuuden sallittu poikkeama nimellispaksuudesta. Välipohjalaatoissa tarkastetaan raudoituksen sallittuja sijaintipoikkeamia raudoitustarkastuksessa ennen betonivalua. Mainittuja vaatimuksia ei tarvitse esittää erikseen suunnitelmissa, mikäli ne on mainittu työselityksessä. [1.] Raudoituksen ja alustan sallitut mittapoikkeamat esitetään yleensä työpiirustuksissa.

2.3.1 Suoruus ja tasaisuus

Lattian vaakasuoruudelle asetetut vaatimukset riippuvat tilan käyttötarkoituksesta [1, s.17]. Asuinrakennuksissa pinnoitettavien tai päällystettävien lattioiden tulee olla riittävän suoria ja tasaisia, että pintamateriaali pystytään ylipäättään asentamaan paikoilleen. Betonilattioiden suoruusvaatimukset eroavat kuitenkin SisäRYL:ssä esitetyistä parketti- ja laminaattiasennuksen suoruusvaatimuksista. Tähän palataan myöhemmin tässä opinäytetyössä. Betonilattioiden suoruusvaatimukset on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Suurimmat sallitut poikkeamat lattian suoruudesta [1, s. 18]

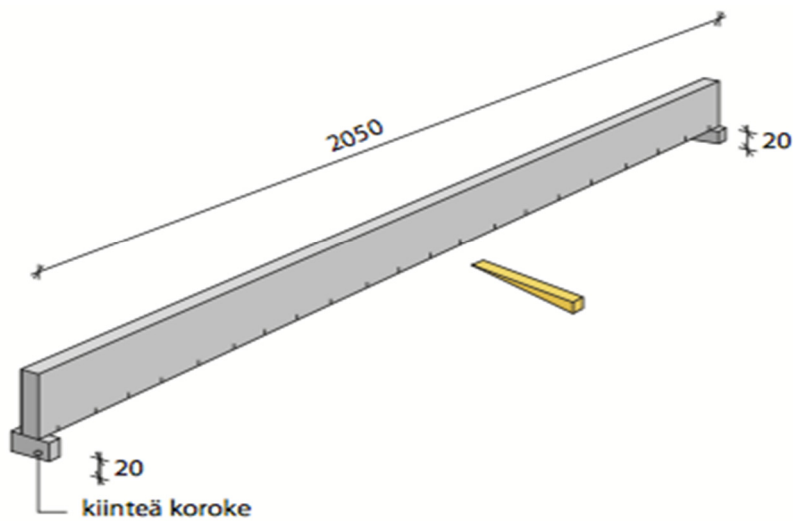
Tasaisuuspoikkeama	Mittausluokka L (mm)	Suurin sallittu poikkeama (mm)			
		A ₀	A	B	C
Hammastus		0	0	1	1
Poikkeama vaakasuorasta tai nimelliskaltevuudesta	enintään 200	1	2	3	4
	enintään 700	2	4	6	8
	enintään 2000	4	7	10	14
	enintään 7000	7	10	14	20
	yli 7000	10	14	20	28

Suoruuspoikkeamasta puhutaan silloin, kun vaakasuora lattia poikkeaa vaakatasosta. Poikkeamat eivät saa ylittää taulukossa 1 lueteltuja arvoja millään mittausvälillä. [By45.] Asuinrakennuksissa lattioiden suoruusluokka on lähestulkoon aina A, mikä tarkoittaa sitä, että poikkeama saa betonipinnalla olla 700 mm matkalla enintään 4 mm ja 2000 mm matkalla 7 mm. Suoruusluokka on rakennesuunnittelijan määrittämä ja se on kirjattu ylös rakennetyyppeihin.

Paikallavaletun laatan suoruuden mittaamiseen käytetään 2050 mm pitkää mittalautaa, sekä kiilaa. Lisäksi mittalaudan molemmissa päissä on kiinnitettyä kaksi palikkaa. Mittalauta sekä kiila on esitetty kuvassa 4. Kiila työnnetään mittalaudan ja betonipinnan väliin tarkasteltaviin kohtiin, jonka jälkeen mittapoikkeamat voidaan lukea kiilan kyljessä

olevasta mitta-asteikosta. Mittauksista tehdään pöytäkirja, johon mittaustulokset kirjataan ylös. Mittaajalta ei vaadita erityisiä pätevyksiä, mutta hänen tulee olla perehtynyt rakenteiden valmistus- sekä mittausmenetelmiin. [3.]

Suoruuden tarkistusmittaus on hyvä tehdä mahdollisimman pian valutyön jälkeen, esimerkiksi seuraavana aamuna. Mittaustulokset pyöristetään lähimpään täyteen millimetriin ja tulos ilmoitetaan yhden millimetrin tarkkuudella. [1.]



Kuva 4. Mittalauta sekä kiila. [3.]



Kuva 5. Lattian suoruuden tarkastelua 3000 mm linjarilla. Kuvassa täysin suora pinta.

2.3.2 Halkeilu ja jälkihoito

Halkeamalla tarkoitetaan yli 0,05 mm leveitä betonin pinnalta mitattuja halkeamia. Betoni kutistuu aina, ja kutistumista on lähestulkoon mahdotonta välttää ja tästä syystä kaikissa betonirakenteissa on olemassa pienen pientä halkeilua. Halkeamia syntyy, kun kutistuma ei pääse tapahtumaan vapaasti vaan sen liike on joko osittain tai kokonaan estetty. [1.]

Asuntorakentamisessa halkeamien syynä betonissa on yleensä plastinen kutistuma. Plastista kutistumaa voidaan estää merkittävästi valun yhteydessä levittämällä betonin pinnalle jälkihoitoainetta. [4.] Myös pinnan kastelusta ja suojamuovien levittämisestä betonin sitoutumisen jälkeen voi olla hyötyä, mutta se on mahdotonta toteuttaa varsinkin asuinrakennuskohteissa.

Asuntorakentamisessa betonilaattojen halkeamaleveysluokka on yleensä II. Se on normaali vaatimustaso, jota käytetään esimerkiksi pinnoitettaville lattioille ja teollisuuslattioille. Suurin sallittu halkeamaleveys II-luokassa on 1 mm. [1.] Se on pinnan suoruusvaatimusten mukaan määritetty rakennesuunnittelijan piirtämissä rakennetyypeissä. Jos halkeamat ovat suurempia kuin 1 mm, on suositeltavaa, että ne injektoidaan.

Jälkihoidolla on merkittävä rooli laatuvaatimusten saavuttamisessa. Jälkihoidon mitätöinti saattaa aiheuttaa erinomaisesti toteutetun työn epäonnistumisen. Jälkihoidon tarkoituksena on suojata betonia ulkoisilta rasituksilta sen kovettumisen alkuvaiheessa. Ensimmäisenä tarkoituksena on estää, ettei betonin pinta pääse kuivumaan liian aikaisin. [1.]

Jälkihoitomenetelmiä on useita erilaisia ja jokaisella on omat erikoispiirteensä. Menetelmää valittaessa on huomioitava jälkihoidolle asetetut tavoitteet, käytössä olevat työmenetelmät sekä betonointiolosuhteet, betonin ominaisuudet ja pinnan laatuvaatimukset. Jälkihoitomenetelmät voidaan karkeasti jakaa varhaisjälkihoitoon ja jälkihoitoon. [1.]

Varhaisjälkihoitoa tehdään jo betonipinnan oikaisun ja hiertojen yhteydessä. Paras tapa on sumuttaa betonipinnalle varhaisjälkihoitoainetta. Jälkihoitoaine muodostaa kalvon betonin pinnalle ja estää näin veden liiallisen haihtumisen. Toinen vaihtoehto on levittää betonin pinnalle väliaikainen tai pysyvä muovikalvo. Muovi kuitenkin liimaantuu helposti kiinni betoniin, jolloin pintaan saattaa jäädä epämuodostumia. [1.]

Perinteinen jälkihoito aloitetaan pintojen hiertämisen jälkeen. Se voidaan tehdä varhaisjälkihoidon tapaan sumuttamalla jälkihoitoainetta betonin pinnalle viimeisen hiertokerran yhteydessä. Muita vaihtoehtoja on suojata pinta muovikelmulla pinnan viimeistelyn jälkeen tai kastella kovettunutta pintaa betonin sitouduttua ja suojata se tiiviillä muovipeitteellä. Yleisesti ottaen viimeisen hiertokerran yhteydessä sumutettu jälkihoitoaine on yleensä ainoa mahdollinen ja tehokas jälkihoitotapa vaikeissa olosuhteissa. [1.]

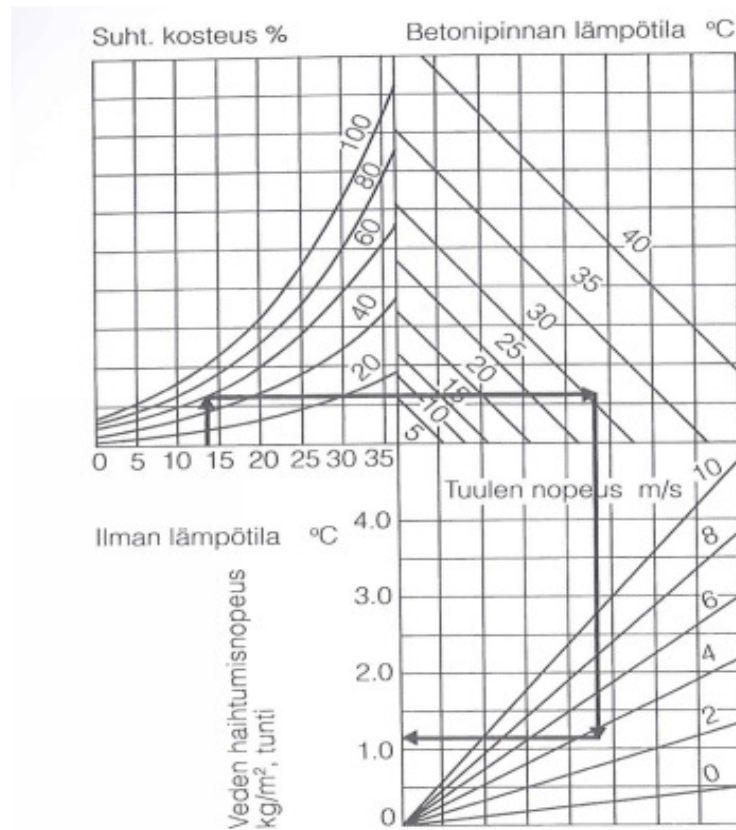
Pahimmassa tapauksessa jälkihoidon laiminlyönti johtaa heikkoon, huonosti kulutusta kestävään, harvaan ja halkeilevaan betonipintaan. On muistettava, että jälkihoito vaikuttaa kaikkiin betonin tärkeisiin ominaisuuksiin. [1.]

2.3.3 Olosuhteet

Aiemmin mainittujen lisäksi myös olosuhteilla on suuri merkitys betonilattioiden laatuvaatimusten saavuttamiseen. Useimmat laatuvaatimuksista kohdistuvat laatan yläpintaan, joka on vuorovaikutuksessa ympäristön kanssa ja yleensä valun jälkeen alttiina kaikille mahdollisille sääolosuhteille. Olosuhteiden hallinnalla voidaan vaikuttaa betonin sitoutumisaikaan, sekä estää kosteuden liiallinen haihtuminen valetun lattian pinnalta. Huonoissa olosuhteissa laatuvaatimusten saavuttamisesta tulee haastavaa ja joissain tapauksissa lähes mahdotonta. Työmenetelmillä tai betonin ominaisuuksilla ja koostumuksella ei tällöin pystytä vaikuttamaan lopputulokseen. Tärkeimpiä valuolosuhteita ovat:

- Ilman, alustan ja betonin lämpötila
- Ilmavirtaukset
- Ilman suhteellinen kosteus
- Auringonpaiste
- Valaistus [By45].

Ympäristöolosuhteiden vaikutus kosteuden haihtumisnopeuteen betonin pinnalta on esitetty kuvassa 6. Kuvassa huomioidaan ilman lämpötila, ilman suhteellinen kosteus, betonipinnan lämpötila sekä tuulen nopeus. Tulokseksi saadaan veden haihtumisnopeus, eli kuinka monta kilogrammaa vettä betonikuutiosta haihtuu tunnissa. Kuvaan piirretty nuoli esittää kuvitteellisia olosuhteita. Näissä olosuhteissa ilman lämpötila on 14°C, ilman suhteellinen kosteus 60 %, betonipinnan lämpötila noin 30°C ja tuulen nopeus noin 4 m/s. Näissä olosuhteissa vettä haihtuisi betonista noin 1,1 kg/m³ tunnissa. Pienikin muutos tuulen nopeudessa vaikuttaa huomattavasti haihtuvan veden määrään. Jos tuulen nopeus samassa esimerkissä olisi 10 m/s, haihtuvan veden määrä tunnissa kolminkertautuisi.



Kuva 6, Ympäristöolosuhteiden vaikutus kosteuden haihtumisnopeuteen betonin pinnalta. [1]

Matala lämpötila hidastaa sementin sitoutumista. Alhainen lämpötila lisää myös joidenkin notkistimien hidastavaa vaikutusta ja siirtää betonin sitoutumista. Ihanteellisessa tilanteessa lämpötila on ympäröivissä rakenteissa, valutilassa ja betonimassassa tasainen, noin 15-20°C:n paikkeilla. Lämpötilan betonoitavassa tilassa lattiatasolla tulisi olla vähintään +10°C. Pakkaskausina tilan lämpötila voi valuhetkellä laskea myös hieman alle vaaditun lämpötilan. [1.]

Tasaisen lämpötilan johdosta myös massa kovettuu tasaisesti. Riittävän korkealla lämpötilalla varmistetaan, että pinta päästään viimeistelemään kohtuullisessa ajassa ja että betoni sitoutuu varmasti. Voimakasta lämmitystä tulee välttää, sillä se lisää veden haihtumista betonin pinnasta, kun pinta on suojaamaton. [1.]

Betonin pitää antaa sitoutua niin, että se on saavuttanut muotipurkulujuuden, mikä on tavallisesti 60 % betonin nimellislujudesta. Muotin purkamisen jälkeen ja sen aikana laatan alle asetetaan jälkituenta. Jälkituenta voidaan purkaa siinä vaiheessa kun betoni

on saavuttanut 80 % nimellislujuudestaan. Jos muotti puretaan ennen muotinpurkulujuiden saavuttamista, betonilaatta hiipuu. Vaikka laatta olisi ollut valun jälkeen täysin suora, liian aikainen muotinpurku pilaa täydellisen valusuorituksen. Laatta pysyy korossaan jälkituentatolppien kohdalta, mutta painuu alaspäin niiden välillä olevalta matkalta. Se jakautuu silmillä havaittaviin ruutuihin. Ruudut pystytään havaitsemaan sekä laatan yläettä alapuolelta. Tämä johtaa siihen, että betonilaattaa joudutaan tasoittamaan turhaan ja tasoitteen menekki on suurempi.

3 Tasoitus- ja pinnoitustyöt

3.1 Lattiatasoitetyöt

Ihanteellisessa tilanteessa välipohjien pinnoista on saatu niin suoria, ettei tasoitetöitä tarvita. Tähän tilanteeseen pääsemiseen lattiamiehiltä vaaditaan pitkää työkokemusta ja ammattitaitoa betonilattioiden tekemisestä. Lattiatasoitetyöt suoritetaan siinä vaiheessa, kun huoneistojen väliseinä- ja alakattotyöt on tehty, ikkunat asennettu ja rakennuksen vaippa on ummessa. Tilat on oltava tyhjiillään ja lattiapinnat yleensä hiotaan ennen tasoitetöiden aloittamista. Lisäksi lattiat imuroidaan pölyttömiksi. Lisäksi lattiapinnalle levitetään tartuntapohjuste paria tuntia ennen tasoittamista, jotta tasoite tarttuu varmasti kiinni betonipintaan. Pohjusteen pitää antaa kuivua ennen tasoittamisen aloittamista.

Valmis tasoitettu lattia on helppo pitää siistinä ja pölyttömänä. Tasoiteroiskeet ja muu ylimääräinen on helppo irrottaa pinnasta esimerkiksi petkeleen avulla. Jos lattiat saadaan runkovaiheessa valettua niin suoriksi, että luvussa 3.1.2 mainittu osatasoitus riittää, pystytään seinien tasoitetyö aloittamaan suoraan väliseinien tuplaamisen jälkeen.

3.1.1 Pumpputasoitetyö

Pumpputasoitetyö tarkoittaa lattioiden tasoittamista pumppaamalla. Pumpattava tasoite on itsestään tasoittuvaa. Massa ohjataan tasoitettavalle pinnalle 30-40 cm kokoisissa kaistoissa, jolloin se tasoittuu itsestään. Tasoitettava paksuus voi olla 3-30 mm välillä. [5.] Lattiatasoitteen pumppaaminen on esitetty kuvassa 7.

Pumpputasoitetyön etuna on tasoittamisen nopeus. Jos olosuhteet ovat kunnossa, on yhdellä ryhmällä mahdollista tasoittaa yli kymmenen asunnon lattiat yhden työvuoron aikana. Tasoite kovettuu yön aikana niin kovaksi, että sen päällä pystyy kävelemään.

Pumpputasoittamisen huonoja puolia ovat sen vaikutus aikatauluun. Ennen tasoittamista lattiapinnat siivotaan täysin pölyttömäksi mikä vie paljon työtunteja. Tasoittamisen jälkeen sisäilman suhteellinen kosteus nousee korkealle mikä saattaa hidastaa seinien tasoitetöiden aloittamista. Pumpputasoite sisältää myös todella paljon vettä, mikä nostaa betonilattian suhteellista kosteutta. Tämä saattaa siirtää parkettitöiden aloitusta, jos lattiapinnan suhteellinen kosteus ei laske alle 85 prosenttiin.



Kuva 7, Lattian tasoittamista pumppaamalla [6.]

3.1.2 Käsin oikaisu

Lattioiden oikaiseminen käsin on huomattavasti hitaampi vaihtoehto, kuin tasoittaminen pumppaamalla, jos lattiapinta joudutaan tasoittamaan kokonaan. Tasoite levitetään oikaistavalle pinnalle teräslastan avulla. Sen koostumukseen voidaan vaikuttaa vesimäärällä.

Toisena vaihtoehtona on osatasoitus. Tällöin lattiapinta käydään läpi pitkällä linjarilla tai mittalaudalla ja kiiloilla. Sen jälkeen lattiaan merkataan mistä pinta on jäänyt kovaksi ja mistä se on kuopalla. Kovaksi jääneet kohdat hiotaan oikeaan korkoon lattiahiomakoneella ja montut tasoitetaan itsestään tasoittuvalla massalla.

Käsin oikaisemisessa on etuna, että se voidaan suorittaa pienemmissä osissa, kuin pumpputasoitetyö, asuntorakentamisessa kuitenkin vähintään asunto kerrallaan. Todennäköisesti tasoitteen menekki on pienempi kuin pumppaamalla. Käsin tasoittaminen on todennäköisesti hitaampi vaihtoehto pumppaamiseen verrattuna. Riskinä on, että koko lattiapinta joudutaan tasoittamaan. Myös osatasoituksessa voidaan joutua paikkailemaan tasoituksia ensimmäisen tasoituskerran jälkeen, mikä lisää työtunteja.

3.2 Parkettityöt

Parkettiasennusta aloittaessa on otettava huomioon, että alusta on riittävän tasainen, sisäilman suhteellinen kosteus ei ole liian suuri, eikä lämpötila ole liian alhainen. Betonilattioissa suhteellisen kosteuden tulee olla alle 85 % ennen asennuksen aloittamista. Parketti voidaan asentaa kelluvaksi tai se voidaan liimata kiinni alustaan. Asentajan tulee olla ammattitaitoinen ja kokenut. Sen lisäksi hänen tulee perehtyä asennusohjeisiin. [7.]

Suurin tasaisuuspoikkeama alustalla saa olla 2000 mm matkalla enintään 3mm. Sallitut tasaisuuspoikkeamat on esitetty kuvassa 8. Jos tähän tasaisuuteen ei päästä betonivalussa, tasoitetaan pinta luvussa 3.1 esitetyllä tavalla. Tasaisuus tarkastetaan joko suoralla pitkällä linjarilla tai linjarilla ja kiiloilla, mitkä on esitetty kuvassa 4.

Kelluvissa parkettirakenteissa parketin ja betonipinnan väliin levitetään muovinen alusmateriaali. Saumat voidaan halutessa teipata tiiviiksi. Teippaus voi helpottaa alusmateriaalin paikalla pysyvyyttä parkettiasennuksen aikana. [7.] Parketti tulee jättää seinistä irti noin 5-10 mm, että puu pääsee elämään ilman suhteellisen kosteuden muuttuessa. Asennuksen jälkeen puupöly on helppo siivota valmiin pinnan päältä harjalla ja imurilla.

	Mittaus- pituus L, mm	Suurin sallittu poikkeama, mm	
		Luokka 1	Luokka 2
Hammastus		0	0
Tasaisuus- poikkeama	2000	± 2	± 3

Kuva 8, Betonialustan suurimmat sallitut mittapoikkeamat parkettitöille. [8.]

4 Aliurakan hallinta

4.1 Tehtäväsuunnitelma

Tehtäväsuunnittelu on tehtävän työvaiheen suunnittelua, ohjaamista ja valvontaa. Hyvä ja huolellisesti tehty tehtäväsuunnitelma toimii edellytysten varmistamisessa sekä työvaiheenvälvonnassa ja ohjauksessa. Tehtäväsuunnittelu keskittyy yhteen tehtäväkokonaisuuteen. Sen tavoitteena on saada yksittäinen tehtävä vietyä läpi asetettujen laatuvaatimusten, kustannusten sekä aikataulun mukaisesti. Tehtäväsuunnittelun lähtökohdiana on, että siihen kirjataan seitsemän asiaa, jotta tehtävä voidaan saattaa onnistuneesti loppuun. Suunnittelussa on otettava huomioon myös muiden samaan aikaan käynnissä olevien tehtävien liittyminen suunniteltuun työtehtävään, etenkin aikataulun osalta. [9.]

Tehtäväsuunnitelman avulla luodaan välineet työtehtävien valvomiseen ja laadunvarmistukseen. Sen avulla saadaan selville muun muassa työvaiheen vaatima aikataulu ja laatuvaatimukset. Hyvissä ajoin ennen työvaihetta tehdyn tehtäväsuunnitelman avulla voidaan tunnistaa mahdolliset poikkeamat ja niihin pystytään puuttumaan ajoissa. Sillä myös varmistetaan työvaiheen alkaessa, että kaikilla osapuolilla on yhteinen käsitys tehtävän työn tavoitteista ja sisällöstä. Sopimuksia tehtäessä tehtäväsuunnitelma toimii apuna, kunhan se on tehty ennen työn aloittamista tai aliurakan työkaupan sopimista. [9.]

Tehtäväsuunnittelun ja tehtävänohjauksen tarkoituksena on varmistaa, että tuotannon laatu pysyy vaaditulla tasolla. Laadulla tarkoitetaan asetettujen laatuvaatimusten täyttymistä, aikataulu- ja kustannustavoitteiden saavuttamista, eri osapuolten välistä sujuvaa yhteistyötä, sekä hyvän rakennustavan mukaista hallittua toteutusta, missä otetaan huomioon työterveys, työ- ja ympäristöturvallisuus. [9.]

Ihanteellisessa tilanteessa tehtäväsuunnitelmaa voidaan käyttää tarjouspyyntöjen ja aliurakasopimusten lähtötietona. Työmaaolosuhteissa tähän on vaikea päästä, mutta se on toki mahdollista. Vaaditaan ainoastaan, että työnjohtajilla on mahdollisuus olla mukana jo ennen kuin työmaa lähtee niin sanotusti käyntiin. Pitäisi myös pyrkiä siihen, että

tehtävien laatuvaatimukset on jo esitetty tarjouspyynnössä, ettei työn suorittamisvaiheessa ja tehtäväsuunnitelmaa tehtäessä ole epäselvyyksiä työmaan, tarjouslaskennan ja aliurakoitsijoiden välillä.

Tehtäväsuunnittelun lähtötietoina työmaalla toimivat muun muassa urakkasopimukset, rakennusselostus, työpiirustukset, tavoitearvio ja yleisaikataulu. Materiaalien määrälaskenta saadaan tehtyä valmiista työpiirustuksista. Tehtävän aikataulusuunnittelua varten voi hyödyntää Ratu:n menetelmä- ja menekkitiedostoja. Aiemmin laadittuja tehtäväsuunnitelmia voidaan hyödyntää mallina tai esimerkkipohjana. Jokainen tehtävä on kuitenkin laadittava kohteen lähtökohtien mukaisesti ottaen huomioon sen erityispiirteet. [9.]

Tehtävien suunnittelu toimii yrityksen toiminnan jatkuvana kehittämisenä. Tehtäväsuunnitelma toimii yrityksen laatujärjestelmän konkretisointina työmaolosuhteissa, jos yrityksellä sellainen on olemassa. Tehtäväsuunnitelma siis tarkentaa tavoitteet ja toiminnalle asetetut ohjeet kaikkien tehtävään liittyvien ihmisten ymmärtämään muotoon. Tästä syystä ne tulee selittää tehtäväsuunnitelmassa mahdollisimman yksinkertaisesti.

Tehtäväsuunnitelmaa tulee ylläpitää työn edetessä. Se toimii työnjohdon valvontavälineenä jokapäiväisessä tuotannossa. Paras hyöty saadaan, kun ylläpidon lisäksi tehtävän etenemistä seurataan tarpeeksi tarkasti. Näin kustannus- ja aikataulupoikkeamiin pystytään puuttumaan hyvissä ajoin ja tehtävän etenemiseen pystytään vaikuttamaan esimerkiksi ottamalla toinen työryhmä avustamaan aikataulun jäädessä jälkeen suunnittelusta. Työn tuottavuus ja työmotivaatio paranevat sekä työntekijöillä, että työnjohdolla siinä vaiheessa, kun suunnitelmat on tehty hyvissä ajoin ja mahdolliset esteet on havaittu ja poistettu ajoissa. [9.]

Hyvälle tehtäväsuunnitelmalle ominaisia piirteitä ovat muun muassa se, että suunnitelmassa on käsitelty tehtävälle olennaisimmat asiat. Viittauksia asiakirjoihin tehtäväsuunnitelmassa tulisi välttää. Tästä syystä kaikki vaatimukset kannattaakin kirjoittaa itse suunnitelmaan. Tehtäväsuunnitelmasta ei kuitenkaan kannata tehdä liian pitkää ja raskasta. Tällöin sen seurattavuus ja valvonta on työnjohtajalle huomattavasti vaikeampaa. Nyrkkisääntönä onkin, että tehtäväsuunnitelma olisi lähtötiedoista työnjohtajalle ja työntekijöille tehtävän toteutus- ja valvontaohje. [10, s.47-48.]

4.2 Urakan sisältö

Aliurakan hankinta on joko työmaan tai yrityksen hankinta osaston tehtävä. Yleensä suu-remmat hankinnat ja työkaupat tehdään yrityksen hankintaosaston kautta ja pienemmät jäävät työmaan itse hankittaviksi. Hankinta alkaa valmistelulla, joka voidaan jakaa kah-teen osaan, ajoituksen ja laadun valmisteluun. Valmisteluun sisältyy muun muassa asia-kirjoihin ja työpiirustuksiin tutustuminen ja perehtyminen, urakkarajojen määrittely, vas-tuiden määrittely, laatuvaatimusten selvittäminen ja laadunvarmistuksen vaatimusten selvittäminen. Valmistelujen jälkeen joko hankintaosasto, tai työmaa lähettää tarjous-pyynnöt potentiaalisille aliurakoitsijoille.

4.3 Tarjouspyyntö ja urakkaneuvottelu

Tarjouspyyntö on asiakirja, jolla aliurakoitsialta pyydetään hintaa pyynnössä esitetyille työtehtäville. Tarjouspyynnössä tulee ilmetä ainakin seuraavat asiat:

- Työmaan nimi ja sijainti
- Suoritettavat työtehtävät, alustavat määrät ja urakkarajat
- Työmaan aikataulu tarjottavien tehtävien osalta
- Tehtävän laatuvaatimukset.

Saatujen tarjousten perusteella urakoitsijat kutsutaan urakkaneuvotteluihin. Urakkaneu-vottelussa käydään läpi ajoituksen osalta urakkarajat, aloitusajankohta, suoritusjärjestys, mahdolliset välitavoitteet ja urakoitsijan resurssit. Laadun kannalta urakkaneuvotteluissa tarkasteltavia asioita ovat tarjouksen ja sopimuksen tarkastelu, urakoitsijan laadunvar-mistusmenettelyn tarkistus ja tehtäväkohtaisten laatuvaatimusten määrittäminen. Työ-maan hankinnoissa neuvotteluihin osallistuvat ainakin vastaava työnjohtaja, työmaainsi-nööri sekä aliurakoitsijan edustaja.

Urakkaneuvotteluihin voidaan valita useampi aliurakoitsija. Neuvottelujen jälkeen valitaan näistä sopivin toteuttamaan sovitut työtehtävät. Ennen töiden aloittamista valitun urakoitsijan kanssa pidetään aloituskokous. Aloituskokoukseen osallistuu suuremmissa työtehtävissä aliurakoitsijan työnjohto, pääurakoitsijan työnjohto sekä työmaainsinööri, sekä mahdollisesti myös aliurakoitsijan työntekijät. Aloituskokous voidaan pienempien tehtävien osalta pitää myös pääurakoitsijan työnjohtajan sekä aliurakoitsijan työntekijöiden välillä. Se onnistuu helposti perehdytyksen yhteydessä ennen töiden aloittamista. Tehtäväsuunnitelmaa voidaan käyttää hyväksi aloituspalaverissa, sillä siitä saadaan tehtävän lähtötiedot ja vaatimukset. Samalla ne tulevat työntekijälle selväksi, eikä myöhemmin voida väittää, ettei laatuvaatimuksia ole käyty työntekijöiden kanssa läpi.

Aloituskokouksessa varmistetaan lisäksi, että työkohde on vapaana ja edeltävä työvaihe on saatu valmiiksi. On myös hyvä käydä läpi työssä vaadittavat turvavarusteet sekä muut työturvallisuuteen vaikuttavat tekijät.

4.4 Mallityö ja vastaanottotarkastus

Luultavasti parhaana laadunvarmistuskeinona toimii mallityö. Mallityöllä tarkoitetaan osakohdetta, mistä pystytään tarkastelemaan, onko tehtävä toteutettu suunnitelmien ja sovittujen laatuvaatimusten mukaisesti. Osakohteena voi olla esimerkiksi yhden asunnon valmiit väliseinät tai yksi valettu välipohjalohko.

Mallityö tarkastetaan aliurakoitsijan työnjohdon, työntekijöiden sekä pääurakoitsijan työnjohdon ja valvojan toimesta. Katselmuksesta on hyvä pitää pöytäkirjaa, jotta virheet ja puutteet voidaan kirjata ylös. Katselmuksessa todetut virheet tulee korjata ja muutokset tehdä ennen työn jatkamista eteenpäin ennen seuraavan työvaiheen alkamista. Mallityö toimii vertailukohtana seuraaville valmistuvilla osakohteilla. [11.]

Urakkasuoritusten vastaanotossa noudatetaan yleisiä sopimusehtoja (YSE 1998) tai yrityksen omaa sopimus pohjaa. Vastaanottotarkastus voidaan sopia siinä vaiheessa, kun rakennuskohde on siinä valmiudessa, että keskeneräiset työt voidaan suorittaa loppuun ennen seuraavaa työvaihetta tai vastaanottotarkastusta. Tarkastuksessa todetaan, onko

työ suoritettu sopimusten mukaisesti. Vähäiset viimeistelytyöt eivät estä vastaanottoa, jos ne eivät aiheuta haittaa käyttöönotolle. [12.]

Vastaanottotarkastuksesta on hyvä pitää pöytäkirjaa. Näin mahdolliset virheet ja puutteet saadaan kirjoitettua ylös kaikkien läsnä ollessa. Urakoitsijan on korjattava omat virheensä ja puutteensa mahdollisimman nopeasti, tai sovitun ajan sisällä. [12.]

Vaikka aliurakoitsija on tietoinen tehtävän laatuvaatimuksista, tulee työstä vastuullisen työnjohtajan valvoa toteutuneen työn jälkeä ja laatua. Todennäköisesti aliurakoitsijan työnjohtajalla on samanaikaisesti käynnissä useita, jopa kymmeniä työmaita. Tällöin laadunvalvonta on mahdotonta toteuttaa täydellisesti.

5 Kohteiden vertailu

Tässä luvussa käydään läpi opinnäytetyössä vertailtavia rakennuskohteita As Oy Espoon Calibri ja As Oy Espoon Franklin. Molemmat kohteet ovat Skanskan omaa tuotantoa. Kappaleessa käydään läpi tarkempia tietoja kohteista, betonivaluissa käytettyjä työmenetelmiä ja maanvaraisissa latioissa ja välipohjissa toteutunutta laatua sekä kustannuksia ennen parkettitöiden aloittamista.

5.1 As Oy Espoon Calibri



Kuva 9, As Oy Espoon Calibri, havainnekuva. [13]

- Pistetalo Espoon Tapiolassa
- Yhteensä 27 asuntoa kuudessa kerroksessa
- Pohjakerroksessa varastotiloja ja teknisiä tiloja
- Rakennustyöt aloitettu syksyllä 2016
- Arvioitu valmistuminen 2/2018.

5.1.1 Toteutus

Maanvaraiset lattiat valettiin As Oy Espoon Calibrissa kuitubetonilla. Betonipinta oli tarkoitus hiertää teräslipillä valun jälkeen, mutta kolean sään vuoksi betoni ei alkanut kovettua tarpeeksi nopeasti. Tästä syystä pinnat jouduttiin jättämään linjaripinnalle ja hiomaan ja plaanottamaan myöhemmässä vaiheessa. Maanvaraiset lattiat ovat kohteessa kahden asunnon lattioita sekä varasto- ja teknisten tilojen lattiapintoja.

Kaikki Calibrin välipohjat toteutettiin paikallavaluna. Kerros jaettiin kahteen valulohkoon. Betonivalut tehtiin rakennebetonilla niin, että pohjalle valettiin ensin jäykempää S2 notkeusluokan massa suurella (32 mm) raekoolla. Tämän jälkeen pinnalle valettiin notkeampaa S4 notkeusluokan massaa pienemmällä (16 mm) raekoolla. Betoni tasoitettiin oikeaan korkoon ja tiivistettiin huolellisesti, jonka jälkeen pinta tasoitettiin sluudalla, mikä on esitetty kuvassa 9. Valut tehtiin pääsääntöisesti nostoastialla, muutamalle lohkolle käytettiin betonipumppua. Valettu betonipohja on esitetty kuvassa 11.



Kuva 10, Betonisluda.

Talvella päivänä muottipinnan lämmittämiseen käytettiin kaasulämmittimiä, jotka asetettiin alemman kerroksen asuntoon puhaltamaan ylviistoon. Lämmittimet laitettiin päälle

useampi tunti ennen valun aloittamista, jotta muottipinnan lämpötila ehtisi nousta tarpeeksi korkealle. Lämmittämisen lisäksi betoni tilattiin rapid-sementillä, jolloin se alkaa kehittyä nopeammin. Betonina käytettiin kuumabetonia, mitä on lämmitetty tehtaalla ennen sen toimittamista työmaalle.

Lumisina päivinä valmiiksi raudoitetut holvit suojattiin lumipeitteillä, jottei muottipinnalle jää lunta tai jäätä. Raudoittamaton muottipinta on helppo puhdistaa esimerkiksi lehtipuhaltimen avulla, mutta raudoitetun muotin puhdistaminen on jo haastavampaa ja siihen kuluu enemmän aikaa.



Kuva 11, Valmis valupinta tammikuussa 2017.

5.1.2 Toteutunut laatu

Jokainen valettu välipohja täytti betonoinnille asetetut suoruus ja tasaisuusvaatimukset pieniä poikkeuksia lukuun ottamatta. Pintojen suoruuksia päästiin tarkastelemaan tätä opinnäytetyötä varten kuitenkin vasta sisävalmistusvaiheessa ennen parkettiasennusta, sillä työn aihe varmistui vasta sen jälkeen, kun Calibrin runkotyöt oli saatu valmiiksi.

Sisävalmistusvaiheessa lattiapinnat hiottiin väliseinätöiden valmistuttua, ja joissain tapauksissa väliseinätöiden kanssa päällekkäin. Tämän jälkeen lattiat tasoitettiin pumpputasoitteella. Keskimääräinen menekki tasoitteelle oli noin 17 kg/m², mikä tarkoittaa noin 10 mm kerrospaksuutta.

Lattiatasoituksen ja kalusteasennuksen jälkeen parkettimies tarkasti jokaisen asunnon lattioiden suoruuden ennen parkettityön aloittamista. Näin varmistuttiin siitä, että lattia on varmasti suora ja mahdolliset montut olisi ollut vielä paikattavissa.

5.2 As Oy Espoon Franklin



Kuva 12, As Oy Espoon Franklin, havainnekuva. [13]

- Kaksi yksiportaista kerrostaloa Espoon Tapiolassa
- A-talossa neljä kerrosta ja B-talossa viisi kerrosta
- Yhteensä 43 asuntoa
- 3 liiketilaa
- Rakennustyöt aloitettu huhtikuussa 2017
- Arvioitu valmistuminen 10/2018.

5.2.1 Toteutus

A-talon runkotöitä ja siinä toteutuneita kustannuksia ja toteutustapoja ei pystytä tässä opinnäytetyössä vertailemaan aikataulullisista syistä.

As Oy Espoon Franklinin maanvaraiset lattiat valettiin samalla tapaa kuitubetonilla kuin Calibrissakin. Valut suoritettiin keväällä lämpöisempänä vuodenaikana, joten pinta saatiin hierrettyä teräsliipillä valun jälkeen. Hierto tehtiin käsin, sillä neliömäärät maanvaraisissa lattioissa olivat sen verran pieniä. Lisäksi tilat jakautuivat useaan pienempään huoneeseen.

Hiertämisen yhteydessä betonin pinnalle levitettiin esijälkihoitoainetta. Esijälkihoitoaineen tarkoituksena on muodostaa kalvo betonilattian pintaan. Kalvo estää veden haihtumisen betonista liian nopeasti, jolloin pinta ei halkeile. Kuvassa 13 on esitetty maanvarainen laatta heti hierron ja esijälkihoitoaineen levittämisen jälkeen.



Kuva 13, Maanvarainen laatta teräshierron jälkeen.

Välipohjien betonivalut toteutettiin kaikki S4 notkeusluokan massalla 32mm raekoolla. Betoni valettiin suoraan oikeaan korkoon. Valun yhteydessä pinnalle ruiskutettiin esijälkihoitoainetta samalla tapaa kuin maanvaraisissa lattioissa. Notkeampi massa valittiin siksi, koska jäykempi massa alkaa kuumissa kesäolosuhteissa ja suorassa auringonpaisteessa tekeytyä niin nopeasti, että pintaa on vaikeampi työstää. Kaikki välipohjien valutyöt tehtiin nostoastialla.

5.2.2 Toteutunut laatu

Lähestulkoon kaikkien välipohjien pinnat täyttivät asetetut laatuvaatimukset, pieniä poikkeuksia lukuun ottamatta. Patit saadaan pois hiomalla ja montut täyttyvät, kun lattia tasoitetaan käsin. Päätös lattioiden osatasaamisesta on tehty, mutta sen kustannuksia ja siihen kuluva aikaa ei valitettavasti pystytä tutkimaan, sillä lattiatasoitteita ei ole vielä aloitettu tämän opinnäytetyön aikataulun sisällä.

5.3 Betonityyppien kustannusvertailu

Tässä kappaleessa on vertailtu välipohjarakenteissa toteutuneita kustannuksia. Vertailussa ei huomioida maanvaraisia lattioita, sillä suurin osa niistä on toissijaisia teknisiä- ja varastotiloja, joissa pinnoitteena toimii tasoite ja maali. Kustannusvertailussa ei oteta huomioon lattiatasoituksen aikatauluvaikutusta, mikä voi kohteesta riippuen olla huomattava.

As Oy Espoon Calibrissa kaikki välipohjat valettiin rakennebetonilla. Vaihtoehtona rakennebetonille olisi valaa puolet kerrospaksuudesta rakennebetonilla, ja pintakerros HT-betonilla. HT-lyhenne tulee sanoista helposti tiivistyvä, helposti tasoittuva ja helpommin työstettävä. HT-betonilla pinnan tekeminen suoraksi ja tasaiseksi on helpompaa kuin rakennebetonilla, mutta se on kuutiohinnaltaan lähes 1,5 kertaa kalliimpaa kuin rakennebetoni.

Yhdessä kerroksessa As Oy Espoon Calibrissa valettavia kuutioita oli 118 m³. Tästä on kustannusvertailussa vähennetty 24 m³ kylpyhuoneisiin valetun nopeasti pinnoitettavan NP-lattiabetonin takia. Välipohjien lattiavaluihin käytetty betonimäärä oli siis 94 m³. Kylpyhuoneiden tasoitustöitä ja kaatokorjauksia ei myöskään ole otettu huomioon vertailussa.

Sisätyövaiheessa väliseinätöiden jälkeen asuntojen lattiat tasoitettiin pumpputasoitteella, kaksi kerrosta kerrallaan. Yhden kerroksen tasoitettava pinta-ala oli 350 m². Lattioiden pinnalta hiottiin sementtiliima pois ennen tasoittamista. Sen jälkeen lattia imuroitiin pölyttömäksi. Ennen tasoitetta lattian pinnalle levitettiin primer, jonka tarkoituksena on parantaa tasoitteen tarttuvuutta betonipintaan.

Tasoitetöiden jälkeen lattioiden suoruus ja tasaisuus vastasivat parkettitöille asetettuja laatuvaatimuksia. Pumpputasoitteen jälkeen ihanteellisessa tilanteessa lattioilla ei tarvitse enää kontata ja niitä ei tarvitse oikaista, vaan parketti pystytään asentamaan suoraan tasoitetulle pinnalle, kunhan laatta on ehtinyt kuivua, ja sen suhteellinen kosteus on tarpeeksi alhainen.

5.3.1 Ratkaisu 1

Taulukko 3, Holvin valu kahdessa kerroksessa kahdella eri rakennebetonilla.

Betonityyppi	C30/37 S2 #0-32mm	C30/37 S4 #0-16mm
Määrä m ³	40	54
Hinta €/m ³	111,43	127,64
Yhteensä €	4457,2	6892,56

Betonimassan hinta yhteensä 11349,76 €

Ratkaisussa 1 välipohja valetaan kahdella eri rakennebetonilla kahdessa kerroksessa. Ensin pohjalle valetaan noin ½ valmiin kerroksen paksuudesta jäykempää massaa suurella 32 mm raekolla. Talviolosuhteissa (ja myös kesällä) jäykkä massa pitää lämpöä paremmin, mikä nopeuttaa lujuudenkehittymistä. Massa tulee tiivistää huolellisesti.

Kun muotin pohja on piilossa, valetaan pintaan notkeaa rakennebetonia pienemmällä raekolla. Notkeammalla massalla suoran pinnan tekeminen on helpompaa ja sitä on kevyempi työstää. Pienempi raekoko helpottaa myös hieman pinnan tekemistä, koska tällöin sluada liukuu helpommin betonin pinnalla.

5.3.2 Ratkaisu 2

Taulukko 4, Holvin valu yhdellä kertaa notkealla rakennebetonilla ja suurella raekoolla.

Betonityyppi	C30/37 #0-32mm
Määrä m ³	94
Hinta €/m ³	124,6
Yhteensä €	11712,4

Valun hinta yhteensä 11712,4 €

Ratkaisussa 2 välipohja valetaan yhdellä kertaa oikeaan korkoonsa notkealla S4 notkeusluokan rakennebetonilla ja suurella raekoolla. Kesällä tai lämpimässä olosuhteissa myös tämä on ratkaisu 1:n kanssa vartenotettava vaihtoehto. Talvella viileämissä olosuhteissa paljon notkistinta sisältävä betonimassa ei kehity tarpeeksi nopeasti, eikä se ole tällöin optimaalinen vaihtoehto kiireellistä runkotyötä tehtäessä.

5.3.3 Ratkaisu 3

Taulukko 5, Holvin valu rakennebetonilla ja HT-betonilla.

Betonityyppi	C30/37 S2 #0-32mm	C32/40 #0-16mm
Määrä m ³	40	54
Hinta €/m ³	111,43	172,01
Yhteensä €	4457,2	9288,54

Valun hinta yhteensä € 13745,74 €

Ratkaisu 3 on kahteen aiempaan verrattuna huomattavasti kalliimpi vaihtoehto. Se on kuten ratkaisu 1, mutta jäykän suurella raekoolla olevan pohjalle levitetyn massan päälle valetaan HT-Betonia. HT-betoni tiivistyy ja tasoittuu helposti ja sitä on erittäin helppo työstää. Sen kuutiohintaa eroaa kuitenkin huomattavasti rakennebetonista.

HT-betoni on voimakkaasti notkistettua ja sen kanssa voi varsinkin talvella koitua ongelmaksi lujuudenkehityksen hitaus. Lattiapinnasta pitäisi saada tehtyä HT-betonilla niin suora, ettei sitä tarvitsisi tasoittaa jälkikäteen enää ollenkaan, vaan parketti pystyttäisiin asentamaan suoraan hiomisen jälkeen valupinnan päälle. Jos betoni viileissä olosuhteissa vielä seuraavana aamuna pehmeää, vaikuttaa se runkotöiden aikatauluun negatiivisesti ja pintaa joudutaan todennäköisesti tasoittamaan myöhemmässä vaiheessa paikka paikoin käsin tai pahimmassa tapauksessa kokonaan yli pumppaamalla.

5.3.4 Yhteenveto

Kaikilla kolmella ratkaisulla pystytään saavuttamaan asuinrakennuksissa vaadittu betonipinnan suoruusluokka A, poikkeama vaakasuorasta saa 2000 mm välillä olla enintään 7 mm (Taulukko 1). Harvoin valupinta on kuitenkaan niin suora, että se täyttäisi parkettiasennuksen asettamat vaatimukset (Taulukko 2.). Lattiapinta hiotaan aina sisätyövaiheen edetessä ja sitä joudutaan lähestulkoon aina tasoittamaan. Työmaan päätettäväksi jääkin, tasoitetaanko lattiapinta kokonaan yli, vai toteutetaanko tasoitus osatasoituksena.

5.4 Lattiatasoitus

Pumpattavan lattiatasoitteen määrä lasketaan kiloissa. 1 mm paksuinen kerros 1 m² alueella painaa 1,7 kg, eli 10 mm kerros painaa tällöin 17 kg. Keskimääräinen menekki As Oy Espoon Calibrissa oli 17,86 kg/m², eli hieman yli 10 mm neliömetrille. Alla olevaan taulukkoon on laskettu lattiatasoitustöiden kustannukset eri kerrospaksuuksilla.

Taulukko 6, tasoitemenekit ja kustannukset.

Pumpputasoite 6mm /m ² (350m ²)	1392,3 €
Pumpputasoite 8mm/m ² 350m ²	1856,4 €
Pumpputasoite 10mm/m ² 350m ²	2320,5 €

Taulukosta saatujen tietojen perusteella välipohjan valaminen ratkaisulla 1 ja tasoittaminen pumpputasoiteella 10 mm keskimääräisellä kerrospaksuudella maksaa yhteensä 13 670,26 €/kerros. Näin ollen se on vaihtoehdoista paras mahdollinen, sillä se on tasoittamisen jälkeenkin edullisempi, kuin ratkaisu 3, missä betonivaluun käytettiin HT-betonia. Kuten aiemmin mainittua, HT-betonilla valettaessa ei ole takuuta siitä, että pinnan suoruus täyttäisi parkettiasennuksen vaatimukset. Tällöin on olemassa riski, että pintaa joudutaan vielä tasoittamaan jolloin myös kustannukset kasvavat.

6 Työ- ja toimintatavat aliurakan laadunvalvonnassa

Aliurakan laadunvalvonta alkaa jo tehtäväsuunnitelman tekemisestä. Tehtäväsuunnitelmaan kirjoitetaan ylös työvaiheen kaikki laatuvaatimukset. Jos tehtäväsuunnitelma pysytään laatimaan ennen tarjouspyyntöjen lähettämistä, saadaan työvaiheen laatuvaatimukset kopioitua sellaisenaan tarjouspyyntöön.

Tarjousvaiheen jälkeen laatuvaatimukset on hyvä käydä läpi urakkaneuvotteluissa. Näin varmistetaan, että tarjouksen jättänyt urakoitsija ymmärtää vaaditun laatutason ja sitoutuu noudattamaan sitä.

Ennen töiden aloittamista pidetään aloituspalaveri. Aloituspalaverin ei tarvitse aina olla virallinen palaveri, vaan se voidaan pitää vastuullisen työnjohtajan ja työntekijöiden välillä lyhytmuotoisesti esimerkiksi perehdytyksen yhteydessä. Työntekijöiden kanssa käydään läpi työtehtävän laatuvaatimukset, sekä keinot joilla laatuvaatimuksiin päästään.

Kuten jo aiemmin mainittu, luultavasti parhaana laadunvarmistustoimenpiteenä uudisrakennustyömaalla toimii mallityö. Mallityö tarkastetaan ja mahdolliset virheet korjataan niin nopeasti kuin mahdollista. Sen jälkeen aliurakoitsijan on helppo toteuttaa jäljellä olevat työt mallityössä toteutuneen laadun mukaisesti. Ennen aliurakoitsijan valmiin työn luovutusta kohteet tarkastetaan ja mahdolliset virheet korjataan.

7 Yhteenveto

Aliurakan hallinta on nykypäivänä työmaalla erittäin tärkeää. Yhä useammassa rakennusliikkeessä niin sanottujen omien miehien määrä on vähäinen ja töitä tehdään enemmän aliurakkana. Tätä kautta työnjohtajan toimenkuvaan kuuluu töiden valvonta sekä suunnittelu niin, että ne saadaan toteutettua mahdollisimman edullisesti työmaan näkökulmasta.

Lattiatöissä aliurakat jakautuvat yleensä kolmeen osaan; betonivaluun, lattiatasoitukseen sekä parkettiasennukseen. Voi myös sanoa, että kaikilla työmailla eri suoritteisiin on myös oma urakoitsijansa. Tästä syystä aliurakoitsijan tulee olla tietoinen omaan työhönsä asetetuista laatuvaatimuksista. Jos vaadittu laatu ei toteudu, työvaiheet eivät etene sujuvasti eteenpäin, vaan virheitä joudutaan paikkaamaan ja korjaamaan mikä vie ylimääräistä aikaa.

Opinnäytetyössä perehdyttiin betonivaluihin, kahteen erilaiseen lattiatasoitusvaihtoehtoon sekä parkettiasennukseen. Vertailua tehtiin kahden työmaan välillä työmaiden aikataulujen antamissa puitteissa. Tärkeimmiksi asioiksi kaikissa työvaiheissa nousi huolellinen tehtäväsuunnittelu sekä laatuvaatimusten kirjaaminen tarjouspyyntöihin ja urakasopimukseen. Tämän jälkeen työntekijöille tarvitaan vielä huolellinen perehdytys ja varmistuminen siitä, että kaikki ovat tietoisia yhteisistä ja sovitusta laatuvaatimuksista.

Lähteet

1. Suomen betoniyhdistys Ry, By45 Betonilattiat 2014, 3.painos, BY-koulutus Oy, Helsinki
2. Rakennusteollisuus RTT ry, Betonilattiat-kortisto, Suomen rakennusmedia Oy
3. RT 14-11039, Tasaisuuden mittaus, mittalauta ja kiila menetelmä
4. Finnsementti verkkosivut, www.finnsementti.fi, luettu 20.8.2017
5. Ratu 0405, Lattiatasoitetyö, menekit ja menetelmät
6. Suomen pumpputasoite verkkosivut, www.pumpputasoite.fi, luettu 18.8.2017
7. Karelia verkkosivut, www.kareliaparketti.fi, luettu 29.8.2017
8. RT-11103, SisäRYL 2013, Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset, talonrakennuksen sisätyöt
9. Ratu S-1228, Rakentamisen tehtäväkauppa, ohje aliurakan ja työkaupan hallintaan.
10. Siikanen, Pekka, 2009, Työmaiden tuontannonohjauksen ongelmat ja kehitystarpeet, Espoo, Multiprint Oy.
11. Ratu S-1202, Runkorakenteet, elementtirungot, tehtäväsuunnittelu - aliurakka ja työkauppa
12. RT 16-10660, Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998
13. Skanska Kodit verkkosivut, www.kodit.skanska.fi, luettu 5.10.2017
14. Suomen teollisuusmyynti verkkosivut, www.suomenteollisuusmyynti.fi, luettu 8.10.2017

