



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Shämal Amiri

Lattiatasoitteen menekin optimointiin vaikuttavat tekijät

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

17.11.20

Tekijä Otsikko	Shämal Amiri Lattiatasoitteen menekin optimointiin vaikuttavat tekijät
Sivumäärä Aika	40 sivua + 1 liite 17.11.2020
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennustekniikka
Ammatillinen pääaine	Rakennetekniikka
Ohjaajat	Urakointijohtaja, Jouni Laukkarinen Lehtori, Tapani Järvenpää
<p>Pumpattavan lattiatasoitteen menekin minimointiin vaikuttavat useat eri muuttuvat tekijät ja tahot, joiden vastuualueiden yhteisvaikutus määrittävät lattiatasoitteen lopullisen menekin. Pumpattava lattiatasoite on sementtisideainein massa, jonka sileä ja tasainen lopputulos tarjoaa ihanteellisen alustan lähes kaikille pintamateriaaleille. Lattiatasoitteen pumppaus- töitä edeltää kuitenkin monta työvaihetta, joista kriittisimpien kohdalla tehty laatuvirheet kostautuvat myöhemmässä työvaiheessa korkeakustanteisen lattiatasoitteen menekin muo- dossa.</p> <p>Jo niinkin pieni tekijä kuin 5 cm leveä ja 1 cm syvyinen ontelolaattasaumavalu voi tuoda mukanaan hyvin yllättäviä piilokuluja, johon työmaalla harvemmin kiinnitetään huomiota.</p> <p>Opinnäytetyössä tutkittiin eri lattiatasoite vaihtoehtoja ja niiden toteutustapoja. Tutkimus pai- nottui kuitenkin vuosia rakennusalaalla olleiden ammattilaisten haastatteluihin ja niistä kerät- tyihin aineistoihin, joista pyrittiin poimimaan kustannustehokkaimmat ja toimivimmat ratkai- sut. Opinnäytetyö tehtiin tilaajan näkökulmasta, jonka työnjohtajille toteutettava selvitys on kohdistettu. Tutkimuksen lähdeaineistona on pääosin käytetty haastatteluista saatuja tietoja.</p> <p>Plaanomenekin lopputulemaa edeltää monta työvaihetta, joka pitää sisällään kylpyhuoneen kynnyskorkeuksien saloista aina elementtien laadunvarmistuksiin jo ennen varsinaisia asen- nuksia. Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa tilaajalle havainnollistava työkalu, jota hyödyn- tämällä saadaan yritykselle kustannustehokkaampia tuloksia.</p>	
Avainsanat	lattiatasoite, plaano

Author Title	Shāmal Amiri The factors influencing optimization of floor screed's consumption
Number of Pages Date	40 pages + 1 appendices 17th November, 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building technology
Professional Major	Structural engineering
Instructors	Jouni Laukkarinen, Contractor Manager Tapani Järvenpää, Senior Lecturer
<p>Various different variables and parties contribute to minimizing the usage of pumpable screed; the combination of these factors determines the final amount used. Pumpable screed consists of concrete binders. The smooth and even consistency provides an ideal base for almost every surface material. However, there are many work phases prior to pumping the pumpable screed into its place. If any mistakes take place when the most critical phases are conducted, these quality faults backfire the process in the form of using an expensive floor screed afterwards.</p> <p>Even as small a factor as a 5 cm wide and 1 cm deep hollow core seam can bring very surprising hidden costs with it. These are rarely paid attention to on site in general.</p> <p>Different pumpable screed options along with the ways of implementation was examined in this thesis. The focus of the research was on interviewing construction industry professionals with a wide experience in this particular field. As a result, the most functional and cost-effective solutions were screened from the material. This thesis was conducted from the perspective of the subscriber – whose supervisors the report is also targeted at. The data obtained from the interviews has mainly been used as the source material for the study.</p> <p>The outcome of pumpable screed consumption is preceded by many work phases, including various actions such as defining the height of the bathroom doorsteps and quality assurances of the elements even before the actual installations. The objective of the thesis was to provide the subscriber with an illustrative tool that can be used when planning more cost-effective results for the company.</p>	
Keywords	pumpable screed

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Opinnäytetyön tausta	1
1.2	Tavoitteet	2
1.3	Näkökulma ja rajaus	2
2	Lattiatasoite yleisesti	3
2.1	Sementti- ja kipsilattiatasoitteet	3
2.1.1	Tasoitteiden erot	3
2.2	Sementtipohjainen plaano	4
3	Pumpattavat lattiatasoitteet	5
3.1	Plaanon valmistajat Suomessa	5
3.1.1	Valmistajat taulukoituna vertailua varten	5
3.1.2	Menekkin käsitteenä	5
3.1.3	Menekkivertailut	6
3.1.4	Kovettumisaikojen vertailut	7
4	Lattiatasoite eri työvaiheissa	9
4.1	Mittamies	9
4.1.1	Mittamies digitaalisessa maailmassa	9
4.1.2	Mittamiehen rooli työmaalla	10
4.2	Runkotyönjohtaja	11
4.2.1	Runkotyönjohtaja laadun parissa	11
4.2.2	Runkotyönjohtajan suunnitelmat	12
4.3	Sisävaihemestari	13
4.3.1	Sisätyövaiheeseen johdattelu	14
4.3.2	Runkotyövaiheen vaikutus sisätyövaiheeseen	14
4.3.3	Konkretiaa Pohjola Rakennuksen työmaalta	14
5	Plaanomenekkilaskelma	18
5.1	Lähtöarvot	18
5.2	Varsinainen laskelma	19

6	Tutkimuksen toteutus ja tutkimusmenetelmät	20
6.1	Haastattelut	20
6.2	Haastattelujen tulokset	22
6.2.1	Eri työvaiheiden seuraukset lattiatasoitteen menekkiin	23
6.2.2	Olemassa olevat riskit	26
6.2.3	Toimintatavat ongelmatilanteissa	28
6.2.4	Haastateltavien kehitysideoita plaanomenekin optimoinniksi	31
7	Tulokset	32
7.1	Läpileikkaus koko kerroksesta	33
7.2	Läpileikkaus kynnyksistä	35
8	Johtopäätökset	38
	Lähteet	39
	Liitteet	
	Liite 1. Haastattelukysymykset	

Lyhenteet

RH Suhteellinen ilmankosteus

Runkomestari Runkotyönjohtaja

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön tausta

Pohjola Rakennus Oy Suomelta saatiin toimeksianto suorittaa opinnäytetyö aiheesta ”lattiatasoitteen menekin optimointiin vaikuttavat tekijät”. Yrityksestä tullaan käyttämään jatkossa lyhennettyä nimitystä Pohjola Rakennus.

Pohjola Rakennus on 2013 perustettu asuinkerrostalojen rakentamiseen erikoistunut kotimainen yritys, joka on tunnettu vankasta aluesuunnittelun taidoista sekä hankekehityksen osaamisesta. Pohjola Rakennuksen toiminta on laajentunut onnistuneesti vuosittain ja toimii parhaillaan laatutyönsä ansiosta n. 240 M€ liikevaihdolla Suomen suurimmissa kaupungeissa n. 160 hengen vahvuisella tiimillä tuotannon puolella, joista pelkästään 43 vaikuttaa pääkaupunkiseudulla.

Pohjola Rakennuksella on huomattu vuosien varrella korkotasojen merkittävä rooli tavoitesuunnitelmien toteutumisessa, sillä onnistuneenkin projektin littera lattiatasoitteiden osalta on saatu taloudellisesti hyvin herkästi miinukselle, jos korkotasosta aiheutuneita epätasaisuuksia tai suunnittelijan jättämiä liian suuria työvaroja korjattaessa on lähdetty turvautumaan kalliiseen planaon. Ennakkosuunnitteluvaiheessa korkotasojen määrittäminen on hyvin tärkeässä roolissa taloudellisia etuja silmällä pitäen, minkä vuoksi rakentamisvaiheessakin suunnitelmia tulisi toteuttaa kyseenalaistavin silmin. Lattiatasoitteen kulutuksen määrä voi olla ongelmallista sen kalliin hinnan vuoksi. Suunnittelijan selkeistä suunnitelmista ja tavoitesuunnitelmien tarkkaan lasketuista määristä huolimatta työmaan toteutusvaiheessa tilanne ei aina ole yhtä suoraviivaista muuttuvien tilanteiden, tekijöiden sekä olosuhteiden yhteisvaikutuksista, joita lähdetään tässä opinnäytetyössä kartoittamaan. Ylikulutuksesta ei voida syyttää yhtä tiettyä henkilöä, sillä se on työvaihe, jonka kohtalo määräytyy monesta edeltävästä työvaiheesta ja tekijästä.

1.2 Tavoitteet

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutkia Pohjola Rakennuksen oikeita kohteita ja tunnistaa tutkimuksen otsikon mukaisesti eri tutkimusmuotoja hyödyntäen lattiatasoitteen menekin optimointiin vaikuttavat tekijät sekä sitä kautta löytää ongelmakohtiin ratkaisuja, jotka ovat sellaisinaan yhteensopivia tai sovellettavissa vastaavanlaisissa ontelolaatta-kohteissa. Opinnäytetyön loppuanalyysi muodostuu kokeneiden mittamiesten, työvaihemestareiden sekä vastaavien haastatteluista kerätystä aineistosta. Opinnäytetyön tuotoksena syntyvä ohjeistus tulee toimimaan plaanomenekin minimoivana työkaluna, mikä on suunnattu erityisesti Pohjola Rakennuksen työvaihemestareille sekä vastaaville.

Opinnäytetyö suoritettiin yrityksen sisäisten tietolähteiden tutkimisen lisäksi haastattele-malla käynnissä olevien ja luovutettujen kohteiden vastaavia sekä työvaihemestareita, joiden kautta pyrittiin selvittämään syyt plaanon ylikulutukselle verrattuna tavoitearvioon ja kehittämään sitä kautta työkalu, jolla voitaisiin vastaisuudessa välttyä vastaavanlaisilta virheiltä.

1.3 Näkökulma ja rajaus

Tutkimus on toteutettu Pohjola Rakennuksen kannalta ja rajoittuu plaanon kulutuksen minimointiin vaikuttavien seikkojen selvittämiseen rajoittuen ainoastaan ontelolaattakoh-teisiin. Aineistona on käytetty mm. kokeneiden mittamiesten ja runkotyönjohtajien haas-tatteluista kerättyjä tietoja sekä Pohjola Rakennuksen sisäisiä lähteitä. Toteutettava sel-vitys soveltuu Pohjola Rakennuksen kohteisiin, joissa käytetään plaanoa ontelolaattojen tasoittamiseksi.

2 Lattiatasoite yleisesti

Lattiatasoite eli plaano on matala-alkalinen, itsestään tasoittuva ja erittäin hyvin leviävä sementtipohjainen massa, jota valmistetaan tarpeen mukaan kulutus- ja rasitusvaatimuksista riippuen eri ominaisuuksilla ja vahvuuksilla kaikenlaisille lattioille puualustoista ontelolaattoihin ja raakavaluihin sekä massiivilaatoista aina eristeisiin varmallalla tasaisella lopputuloksella, mikä on ehdoton edellytys monille tasaisuutta vaativille pintamateriaaleille kuten esimerkiksi laatoille ja parketeille.

2.1 Sementti- ja kipsilattiatasoitteet

Plaanon lujuuteen, kutistumiseen sekä työstettävyyteen voidaan vaikuttaa sideaineen kautta. Plaanossa käytettävää sideainetta on olemassa kahdenlaista. Pohjoismaissa ja Suomessa yleisemmän sekä suositumman sementin lisäksi on olemassa vaihtoehtoisesti kipsipohjaista plaanoa, mikä poikkeaa ominaisuuksiltaan kilpailijan eduksi, sillä sementtipohjainen plaano on paremmin tasoittuva, mikä puolestaan helpottaa sen käsittävyyttä ja saattaa olla urakkamuodosta riippuen työmaan näkökulmasta taloudellisempi vaihtoehto. Edellä mainittujen syiden lisäksi sementtipohjaisen eduksi nousee mainittavaksi kipsipohjaisen tasoitteen kuivatuksen vaativuus ja oikeanlaisten olosuhteiden edellytys lämpötiloista, RH:sta sekä tuulettimisesta, mitkä voivat olla ratkaiseva syy siihen miksi se on asuinrakentamisessa vähemmän käytetty lattiatasoite, kun taas esimerkiksi hieman korkeampia kulutuskestävyyksiä vaativiin toimistotiloihin suositetaan sementtipohjaisen tasoitteen sijaan vaativuudestaan huolimatta kovempaa kipsitasoitetta.

2.1.1 Tasoitteiden erot

Merkittävimpiä eroja sementti- ja kipsilattiatasoitteiden välillä ovat kipsitasoitteiden parempi kulutuskestävyys, mahdollisuus nopeuttaa kuivatusta lattialämmityksillä jo 7 päivää pumpppauksen jälkeen toisin kuin sementtipohjaisen lattiatasoitteen kohdalla, mikä saattaa halkeilla hyvin herkästi ja kärsiä lujuutensa puolesta, jos lämmitystoimenpiteisiin ryhdytään kahden viikon sisällä pumpppauksesta. Kummankin sideaineen ihanteellinen kuivumislämpötila on n. +20C, mutta kipsimassa vaatii keskimäärin 15 % suuremman suhteellisen ilmakeuuden.

Vaikka kummassakin tapauksessa puhutaan itsestään tasoittuvasta lattiatasoitteesta, niin todellisuudessa nimi saattaa olla harhaanjohtava, sillä kumpikin tasoite vaatii ammattitaitoisen ja kokeneen pumppaajan laadukkaan lopputuloksen saavuttamiseksi, minkä edellytyksenä on niin sanotusti lattiavalun hevostelu tai harjaaminen eli pump-pauksen jälkeinen tasoitustyö, jolla saadaan tasainen pinta. Edellä mainituista tasoit-teista kipsipohjainen tasoite vaatii huolellisempaa hevostelua, sillä se ei ole aivan yhtä itsestään tasoittuvaa massa kuin sementtipohjainen lattiatasoite. Kumpikin tasoite on päällystettävissä kaikilla tavanomaisilla pintamateriaaleilla kuten esimerkiksi parketilla, kivilaatoilla, vinyylilattialla, massalattioilla, akryylillä ja muovimatolla sekä laminaatilla.

2.2 Sementtipohjainen plaano

Sementtipohjaista plaanoa on saatavilla vaihtoehtoisesti kahdessa eri muodossa, joko käsin levitettävänä tai pumpattavana, jotka ovat kumpikin heti valmiita semmoisinaan eivätkä vaadi minkäänlaista vibrausta. Plaanoa on kehitelty hyvin monenlaiseen käyt-töön aina sisätiloista ulkotiloihin, mutta käyttökohteina ovat kuitenkin olleet enimmäk-seen asunnot jo -70 luvulta lähtien.

Tasaisille lattioille suunnattu itsestään leviävä ja tasoittuvaa plaanoa on saatavilla myös jäməkämpänä käsin tasoiteltavassa muodossa, mikä mahdollistaa mm. kylpyhuonelat-tiavalujen kohdalla tasaiset kaadot sekä kallistukset helposti ja nopeasti pienellä vai-vailla. Helpon työstettävyytensä lisäksi se on työmaiden kiireellisiä aikatauluja ajatellen pelastus, sillä tuotevalmistajasta riippuen ja oikeanlaisten olosuhteiden puitteissa eli kes-kimäärin 50 % suhteellisen ilmankosteuden kombinaatio +20C lämpötilan kanssa johtaa siihen, että jo tunti valun jälkeen plaano on kävelykelpoinen ja peräti 24 h päästä se on jo pinnoitettavissa. Plaanon hyviin puoliin lukeutuvat myös sen vahva sietokyky halkeilua vastaan, ellei sen kuivumista vauhditeta lämmittimillä ja puhaltimilla.

3 Pumpattavat lattiatasoitteet

Pumpattava plaano on alkujaan suomalaisten kehittänyt tuote rakentamisprosessien tehostamiseksi, jolle on sittemmin kasvanut maailmanlaajuisia kysyntää sen tuoman helppotuksen ansiosta massatuotantoon, mutta ennen kaikkea hankaliin kuperaontelotapauksiin sekä epätasaisen lattioiden korjauksiin. Vaikka plaanon menekkihinta on korkea ja huomattavasti kalliimpi kuin betonin, niin sen tuomaa ratkaisua ei voida nykypäivän massarakentamisessa korvata millään muulla, sillä kalliista kustannuksistaan huolimatta se on isoissa rakennuskohteissa loppupeleissä taloudellisin vaihtoehto. Suuret pinta-alat onnistutaan pumpaamaan ja hevostamaan muutaman ammattimiehen voimin, kun taas ilman pumpun ja plaanon tehokasta yhdistelmää sama työ jouduttaisiin suorittamaan käsityönä kovemmalla tuntihinnalla ja suuremmalla miehistöllä. Plaanon tarjoamat aikataululliset edut, tekevät siitä kiistatta nykyrakentamisessa kannattavimman ratkaisun etenkin suuremmissa kohteissa kuten esimerkiksi kerrostalokohteissa. [7.]

3.1 Plaanon valmistajat Suomessa

Nykyään lähes kaikki Suomen suurimmat tasoitevalmistajat, kuten Weber, Bostik, Kiilto sekä Fescon tarjoavat pumpattavaa sementtipohjaista plaanoa. Kipsipohjaista pumpattavaa lattiatasoitetta tarjoaa puolestaan Fescon sekä laajimman valikoiman tarjoava Knauf.

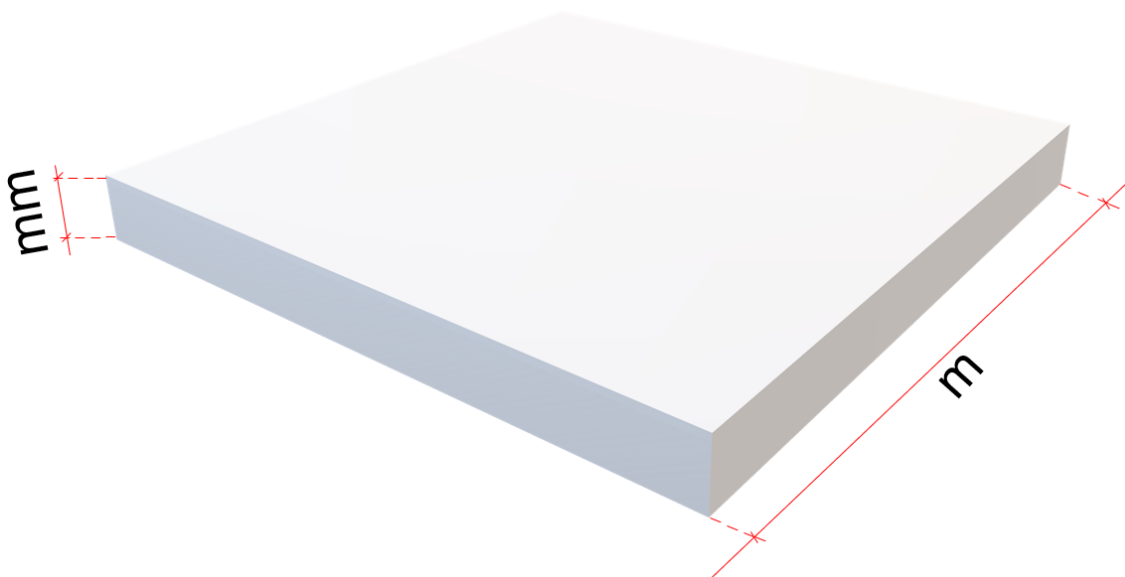
3.1.1 Valmistajat taulukoituna vertailua varten

Edellä mainittujen valmistajien lattiatasoitteita ominaisuuksineen on kerätty kunkin tasoitteen tuotekortista oheiseen taulukkoon 1. vertailtavaksi sekä tuomaan rakentajan näkökulmaan selkeyttä oleellisten yksityiskohtien havainnollistamiseksi. Valmistajat listattu satunnaisessa järjestyksessä ja tuotteiden tiedot poimittu vuoden 2020 tuotekorteista. Taulukkoon on listattu vain pumpattavia lattiatasoitteita.

3.1.2 Menekkin käsitteenä

Lattiatasoitteen menekillä kuvataan lattiatasoittemäärää mitä on kulutettu. Lattiatasoitteesta puhuttaessa voidaan ilmoittaa kuluneen lattiatasoitteen menekki neliömetreissä,

euroissa, litroissa tai kiloissa. Nykyään lattiatasoitevalmistajat ilmoittavat loppulaskuissaan kuluneen lattiatasoitteen määrän eli menekin useimmiten kg/m^2 , mikä tarkoittaa kuluneen lattiatasoitteen painoa neliömetriä kohti. Lisäksi laskussa ilmenee plaano kerroksen paksuus millimetreinä. Lattiatasoitevalmistajat esittävät kotisivuillaan lähes poikkeuksetta plaanon menekin muodossa $\text{kg/m}^2/\text{mm}$. Kuvassa 1. on ilmoitetusta muodosta havainnollistava 3D malli.



Kuva 1. Jos lattiatasoitteen valmistaja ilmoittaisi menekiksi $1,8 \text{ kg/m}^2/10 \text{ mm}$ tarkoittaisi se oheisessa mallissa sitä, että 1,8 kilogramma plaanoa, jonka pinta-ala on 1 neliömetriä ja jonka paksuus on kauttaaltaan 10 mm

3.1.3 Menekkivertailut

Kuten taulukosta 1. huomataan, kipsipohjaisten tasoitteiden menekki on suunnilleen samaa luokkaa kuin sementtipohjaisilla, mutta menekin määrä kasvaa huomattavasti, kun otetaan huomioon suositeltavien kerrospaksuuksien erot näiden välillä. Kipsipohjaisten suositeltu minipaksuus on keskimäärin suurempi ja monessa tapauksessa lähes kaksinkertainen sementtiin verrattuna.

3.1.4 Kovettumisaikojen vertailut

Kovettumisaajoissa eri tuotteiden välillä on suuria eroja, mutta olosuhdevaatimusten kohdalla ollaan keskimäärin kaikki samalla linjalla. Taulukosta 1. kuitenkin puuttuu se fakta, että todellisuudessa kipsipohjainen tasoite vaatii kuivuakseen tuulettumista, mikä saat-
taa luoda taas omalta osaltaan haasteita alipaineistetuissa kohteissa. Vaikka taulukon tuotteissa on monessa kohtaa esitetty kovettumis- ja päällystämisaikaksi hyvin lyhyitä aikoja, on päällystettävän tuotteen selosteista kuitenkin aina varmistettava ensin pintamateriaalin vaatimukset. [8.]



Kuva 2. Plaanon tarjoamaa hyvin päällystettävissä olevaa tasaista lopputulosta käytetään hyväksi niin porrashuoneissa, kuin huoneistoissa. [6.]

Taulukko 1. Kaikki yleisimmät pumppaustuotteet materiaaliominaisuuksineen, joita tällä hetkellä Suomen markkinoilta löytyy. [2.] [3.] [4.] [5.]

Weber	Menekki (kg/m ² /1 mm:n kerros)	Suosittelava kerrospaksuus (mm)	Kovettumisaika (päälystettävässä)	Kovettumisaika (kävelykelppoisuus)	Taivutusveto lujuusluokka	Sideaine	Käyttöaika
130 core	1,7	10 - 80	2-8 vko (+23 °C, 50 % RH)	3-4 h (+23 °C, 50 % RH)	F4	Erikoissementti eos	20min
120 reno	1,7	5 - 30	1-3 vko (+23 °C, 50 % RH)	1-3 h (+23 °C, 50 % RH)	F7	Erikoissementti eos	20min
140 nova	1,7	6 - 40	1-4 vko (+23 °C, 50 % RH)	2-4 h (+23 °C, 50 % RH)	F4	Erikoissementti eos	20min
Bostik	Menekki (kg/m ² /1 mm:n kerros)	Suosittelava kerrospaksuus (mm)	Kovettumisaika (päälystettäväksi)	Kovettumisaika (kävelykelppoisuus)	Taivutusveto lujuusluokka	Sideaine	Käyttöaika
1007 BASE FIBER	1,7	8 - 50	1 vrk / mm	2-4 h (lämpötilan ollessa vähintään +18C)	F4	Erikoissementti	20min
1010 THICK FLOW	1,7	8 - 50	1 vrk / mm	3-5 h (lämpötilan ollessa vähintään +18C)	F5	Erikoissementti eos	20min
1012 THICK FLOW FIBER	1,7	8 - 50	1 vrk / mm	2-4 h (lämpötilan ollessa vähintään +18C)	F5	Erikoissementti	20min
1020 FLOW	1,65	5 - 30	1 vrk / mm	3-5 h (lämpötilan ollessa vähintään +18C)	F6	Erikoissementti	20min
1025 SUPER FLOW	1,6	2 - 10	1 vrk / 10mm	3 h (lämpötilan ollessa vähintään +18C)	F8	Erikoissementti	20min
FIBER UNIVERSAL RAPID	1,65	4 - 30	1 vrk / 30mm	1-3 h (lämpötilan ollessa vähintään +20C)	-	Sementtipohjain en + lisäaineet	25min
BASE 20	1,8	7 - 50	1 vrk / mm	1-3 h (lämpötilan ollessa vähintään +18C)	F5	Erikoissementti	20min
1050 FIBER	1,7	6 - 50	3 vkr / 50mm	2-4 h (lämpötilan ollessa vähintään +20C)	F8	Erikoissementti	20min
Kiilto	Menekki (kg/m ² /1 mm:n kerros)	Suosittelava kerrospaksuus (mm)	Kovettumisaika (päälystettäväksi)	Kovettumisaika (kävelykelppoisuus)	Taivutusveto lujuusluokka	Sideaine	Käyttöaika
KIILTO 30	1,8	20 - 200	3 vrk / 100 mm	n. 6 h	F6	Sementti	-
KIILTO PLAN UNIVERSAL	1,6	4 - 30	n. 2 vko	n. 8 h	F5	Sementti	20min
KIILTO PLAN RAPID	1,7	5 - 50	1 - 3 vrk	1 - 3 h	F7	Sementti	15min
KIILTO MULTI	1,8	10-100 (35- 100 kelluva rakenne)	10-40mm/1-4vko 40-60mm/5-7vko (+23C, 50% RH)	1 - 3 h	F5	muovi-sementti- kvartsiperustain en jauhe	15min
KIILTO EXPRESS K	1,7	3 - 40	1mm/1vrk(max30mm) 1mm/2-3vrk(>30mm) (+23C, 50% RH)	2 - 3 h	F6	muovi-sementti- kvartsiperustain en jauhe	15min
KIILTO INDUSTRI K	1,7	3 - 35	3-35mm/1-5vko (+23C, 50% RH)	1 - 3 h	F7	muovi-sementti- kvartsiperustain en jauhe	20min
KIILTO ROTAVJÄMNING K	1,7	3 - 50	3-30mm/1-3vko (+23C, 50% RH)	1 - 3 h	F7	muovi-sementti- kvartsiperustain en jauhe	20min
KIILTO PLAN BASE	1,8	8 - 50	1 - 2 vko	n. 5 h	F6	muovi-sementti- kvartsiperustain en jauhe	20min
FESCON	Menekki (kg/m ² /1 mm:n kerros)	Suosittelava kerrospaksuus (mm)	Kovettumisaika (päälystettäväksi)	Kovettumisaika (kävelykelppoisuus)	Taivutusveto lujuusluokka	Sideaine	Käyttöaika
FLOWPLAN	1,5	5 - 10	n. 24 h (+20C, 50% RH)	n. 3 h	F7	erikoissementti	30min
FESCON FLOW H	1,7	4 - 30	n. 1-3 vko (+20C, 50% RH)	n. 4 - 6 h	F5	erikoissementti	30min
FLOW HS	1,7	8 - 50	n. 1-8 vko (+20C, 50% RH)	n. 4 - 6 h	F6	erikoissementti	30min
FLOWFIBER	1,7	8 - 50	n. 1-8 vko (+20C, 50% RH)	n. 4 - 6 h	F4	erikoissementti	30min
FROW GS (KIPSI)	1,8	20 - 80	n. 2-12 vko (+20C, 50% RH)	n. 4 - 6 h	F5	Kipsi	n. 60min
KNAUF	Menekki (kg/m ² /1 mm:n kerros)	Suosittelava kerrospaksuus (mm)	Kovettumisaika (päälystettäväksi)	Kovettumisaika (kävelykelppoisuus)	Taivutusveto lujuusluokka	Sideaine	Käyttöaika
KNAUF LM80 (KIPSI)	1,8	21 - 80	n. 7 vrk	n. 24 h	F6	Kipsi	n. 60min
KNAUF LM35 (KIPSI)	1,8	10 - 35	n. 2 vrk	n. 5 h	F6	Kipsi	n. 30min
KNAUF OT40 (KIPSI)	1,6	3 - 40	n. 10 mm/vko (RH 50%, 20 °C)	aikaisintaan 3 h	F6	Kipsi	n. 30min

4 Lattiatasoite eri työvaiheissa

Plaanomenekkiä määrittävät kolme suurinta ja merkittävintä tekijää ovat mittamies, runkotyönjohtaja sekä sisävaihemestari. Jokaisella edellä mainituista osapuolista on oma tärkeä rooli plaanomenekin suhteen.

4.1 Mittamies

Mittamies on koko tapahtumaketjun ensimmäinen tekijä, joka määrittää omalta osaltaan plaanomenekin lopputuleman korkomaailman kautta. Mittamies kuvassa 3. tunnetaan toiselta nimeltään mittakirvesmiehenä. Mittakirvesmies on työmaatoimihenkilö, joka hoitaa kaikki ns. vaativat koneelliset mittaustyöt. Hyvä mittamies osaa omatoimisesti suunnitelmien kautta ilman työnjohtajan ohjeistusta toimia taloudellisesti työmaan eduksi, mutta se vaatii kokemusta ja näkemystä.



Kuva 3. Mittamiehen vakiovarustukseen kuuluu takymetrin ja GPS vastaanottimen yhdistelmä.

4.1.1 Mittamies digitaalisessa maailmassa

Nykypäivänä mittamiehen työstä n. 30 % tapahtuu tietokoneen äärellä, mikä kertoo digitalisoituneesta rakennusteollisuudesta, jossa ollaan siirtymässä kovaa vauhtia tietomallien maailmaan. Tietotekniikan kehittyessä myös mittamiesten on jatkuvasti itseopiskeluna kautta pysyttävä ajan tasalla, sillä mittamiesten hyödyntämiin mittalaitteisiin on alettu integroimaan nykyteknologiaa, mitä on jo nähtävissä mm. kuvassa 4. esiintyvässä

takymetrissa, jolla saadaan niin ajallisesti kuin laadullisesti kustannustehokkaampaa tulosta. [9.] [10.]



Kuva 4. Takymetri lähettää mittamiehelle jatkuvasti reaaliaikaista tietoa mitoista ja koroista

4.1.2 Mittamiehen rooli työmaalla

Vaikka apuvälineet ja laitteistot ovat kehittyneet älykkäämmäksi, niin ne eivät kuitenkaan ihan tänä päivänä vielä korvaa mittamiehen tuomaa arvoa työmaalle, sillä mittamiehen tehtävässä toimiminen edellyttää kirvesmiehen ammattipätevyyden, mikä kertoo mittamiehen vankasta rakennusalan osaamisesta, josta puolestaan saattaa olla projektin luonteesta ja mittamiehen asemasta riippuen isoja etuja pääurakoitsijaa ajatellen. Mittamiehen kiireellisimmät työajat ajoittuvat uudiskohteissa runkotyövaiheeseen, jolloin elementtien sijainnit ja holvien korkeudet määritetään kaikki mittamiehen voimin niin kuin kuvassa 5 näkyy. Sisätyövaiheiden lähestyessä mittamiehen taakka kevenee ja mitoittavaksi jää enää väliseinien, alakattojen, kalusteiden sijaintien määrittäminen sekä valmiiden lattiapintojen korkojen merkitseminen. [9.] [10.] [11.]



Kuva 5. Mittamiehen merkintä ensimmäisessä kerroksessa, mikä kertoo kolmen desimaalin tarkkuudella korkeuden meren pinnasta.

4.2 Runkotyönjohtaja

Runkotyönjohtajan asema plaanomenekin suhteen on korvaamaton. Työmaalla vaaditaan aktiivista valvontaa rakennusteknisesti kohtalokkaiden virheiden havaitsemiseksi jo varhaisessa vaiheessa, sillä tässä työvaiheessa tapahtuvat potentiaalisesti kriittisimmät virheet, jotka kertaantuessaan voivat ajaa työmaan ahdinkoon. Runkotyönjohtajan aseman merkitys korostuu työmaalla tässä vaiheessa.

4.2.1 Runkotyönjohtaja laadun parissa

Kaiken aikatauluttamisen, tahdittamisen, yhteensovittamisen ja organisoinnin lisäksi tehtäviin kuuluvat valvoa urakoitsijoiden sekä työn kulkua. Mittamiehen laadukas ja jouheva työn eteneminen edellyttää runkotyönjohtajalta ajan tasalla olemista sekä jatkuvasti päivittyviin suunnitelmiin tiukkaa huomiota, mikä puolestaan edellyttää häneltä kuitenkin mittaustyöstä ymmärtämistä jollain tasolla. Kun suunnitelmiin tulee äkillisiä muutoksia runkotyönjohtaja käy työmaalla varmistamassa, että myös urakoitsija ovat ajan tasalla niin kuin kuvassa 6. näkyy. Elementtitehtaalta tulevien laattojen laadut on varmistettava ja elementtiasennuksien laatuja on valvottava, sillä plaanomenekkiin vaikuttavat tekijät eivät rajoitu yksinomaan mittamiehen toimintaan



Kuva 6. Runkotyönjohtajan työnkuvaan kuuluu suunnitelmista ajan tasalla pysyminen, jonka kautta ohjataan urakoitsijoita ja työmaata oikeaan suuntaan.

4.2.2 Runkotyönjohtajan suunnitelmat

Runkotyönjohtajan laadunvarmistusta, työn tahdittamista ja organisointia edeltävät vieläkin tärkeämpi työvaihe. Tehtäväsuunnitelmien laatiminen on työmaan tilanteista sekä urakkamuodoista riippuen, etenkin ristiriitaisissa tilanteissa työmaan valttikortti. Tehtäväsuunnitelmaan laaditut yksityiskohdat urakan sisällöstä eivät jätä muuttuvissa tilanteissa hommia arvailujen varaan tai, jos jättävätkin niin sillä pyritään minimoimaan ne.

4.3 Sisävaihemestari

Sisävaihemestari on plaanomenekin kolmas kohtalo, jonka kohdalla voidaan puhua plaanoon viitatessa niin sanotusti viimeisestä tekijästä, marginaalisia ja pienempiä muut-
tuvia noteeraamatta. Sisävaihemestarin työnkuva ei poikkeaa runkotyönjohtajan työstä
yleisellä tasolla juuri ollenkaan, molemmissa noudatetaan samaa työnjohdon runkoa
projektin luonteesta riippuen. Sisävaihemestari aikatauluttaa, rytmittää, organisoii ja osaa
tarvittaessa reagoida oikealla tavalla muuttuvissa tilanteissa. Sisävaihemestarin keskei-
sin työnkuva lienee kuitenkin tittelinsä mukaisesti johtaminen, ohjeiden antamisen ja laa-
dun varmistamisen muodossa kuten esimerkiksi kuvan 7. mukaisesti, sillä hän on oman
osakohteensa ensisijainen vastuuhenkilö työturvallisuuden ylläpidosta, tapahtuvista vir-
heistä sekä laadullisista puutteista, mikä puolestaan antaa selityksen sille miksi suurin
osa sisävaihemestari työajasta pitäisi kulua runkotyönjohtajanlailla työmaalla valvoen.



Kuva 7. Sisävaihemestari valvoo laatua tekemällä ns. "narinalistoja" ottamalla kuvia ja teke-
mällä kuviin merkintöjä havaitsemistaan virheistä. [6.]

4.3.1 Sisätyövaiheeseen johdattelu

Usein sisätöitä edeltävien työvaiheiden aikana sattuneiden epäkohtien korjaaviin toimenpiteisiin ryhdyttäessä sisätöiden aikana on jo liian myöhäistä ja kallista, mikä on yksi niistä suurimmista syistä sisävaihemestarin ja runkotyönjohtajan tiiviille yhteistyölle jo ennen varsinaisten sisätöiden alkua. Sisävaihemestarin työ on plaanomenekkiä ajatellen täysin riippuvainen edeltävästä työvaiheesta, eli runkotyövaiheen aikaisista toteutuksista.

4.3.2 Runkotyövaiheen vaikutus sisätyövaiheeseen

Monista runkotöiden aikana tapahtuneista kolhuista, pintoihin kohdistuneista vahingoista sekä puolitiehen jätettyihin töihin joudutaan tekemään täydentäviä tai korjaavia toimenpiteitä sisätyövaiheen aikana. Edellä mainitut toimenpiteet saattavat käydä sisätöihin varatulle budjetille kalliiksi, yksi näistä korkea kustanteisista ongelmista on plaano, mihin varsinaisesti koko tutkimus perustuu ja, johon pureudutaan tämän työvaiheen sisällössä syvällisemmin.

4.3.3 Konkretiaa Pohjola Rakennuksen työmaalta

Kuvassa 8. juuri asennetut ontelolaattojen saumavaluissa ilmenee plaanomenekkiä lisääviä erikoisia ongelmia, joihin ei ihan äkkiseltään kiinnitä välttämättä huomiota. Ohessa ongelmiksi havaittuja ilmiöitä kuvaselittein.



Kuva 8. Oheisen kuvan ontelolaatat juuri asennuksien jälkeen odottavat saumavaluja.

Tasaisen lopputuloksen toivossa kuvan 13. ontelolaattojen saumat valetaan pintaa myöten täyteen. Kuvassa 10. näkyy juuri umpeen valettu sauma, mikä on edelleen kostea 5 tuntia valun jälkeen. Saumavalun reuna osoittaa hyvin, kuinka betonimassa on lähtenyt painumaan alaspäin jo niinkin lyhyessä ajassa. Syy painumaan löytyy betonin kuivumisprosessista. Betonin kuivumisprosessiin kuuluu luonnollisesti veden haihtuminen, jonka seurauksena sen tilavuus pienenee x määrä riippuen betonissa käytetyn kiviaineen raekoosta. Tyypillisesti ontelolaattasaumavalujen kohdalla ei käytetä suuria raekokoja, koska silloin jouduttaisiin turvautumaan pumpun sijaan raakaan työvoimaan, minkä lopputulema ei ole työmaan näkökulmasta kustannustehokkain vaihtoehto isommassa mitakaavassa. [15.]



Kuva 9. 37 cm syvyiset ontelolaattasaumat täytetään betonilla.



Kuva 10. Hetki ontelolaattasaumavalujen jälkeen.

Kuvasta 11. nähdään, millaisia jälkiä urakoitsijan työvirheet jättävät jälkeensä, kun mitattaessa huomattiin, kuinka yleistä oli saumavalujen eri kohdissa n. 2 cm kynnykset ontelon ja saumavalun välillä. Juuri näiden virheellisesti vajaiksi valettujen saumavalujen kohdalla piilee ongelma, mikä saattaa lisätä plaanomeneekkiä mittaavissa määrin riippuen rakennuksen koosta ja hammastavien ontelosaumojen yhteenlasketusta tilavuudesta.

Ontelosaumavalussa käytetty betonimassa on koostumukseltaan hyvin löysää ja juoksevaa massaa, mikä puolestaan aiheuttaa sen valumisen pienistäkin koloista. Kuvassa 12. esiintyvän syvän painuman kaltaiset urat ovat ontelolaattasaumavaluissa tavanomaisia ongelmia, jotka ovat yleensä seurausta työvirheistä. Elementtisaumavaluja suorittavat urakoitsijat jättävät saumojen vibrauksien jäljiltä vajaat saumat täyttämättä, jotka kuivumisprosessin yhteydessä syvenevät entisestään n. 1–2 mm, tuottaen kuvan 11. mukaisen ei toivotun lopputuloksen, josta aiheutuu plaanovalun aikana menekkiä lisäävää taakkaa. Kuvassa 12. on virheellisestä työsuorituksesta jäänyt vajaita kohtia, joita urakoitsija ei ole syystä tai toisesta täyttänyt.



Kuva 11. ontelolaattasauma n. 1 vk saumavalusta



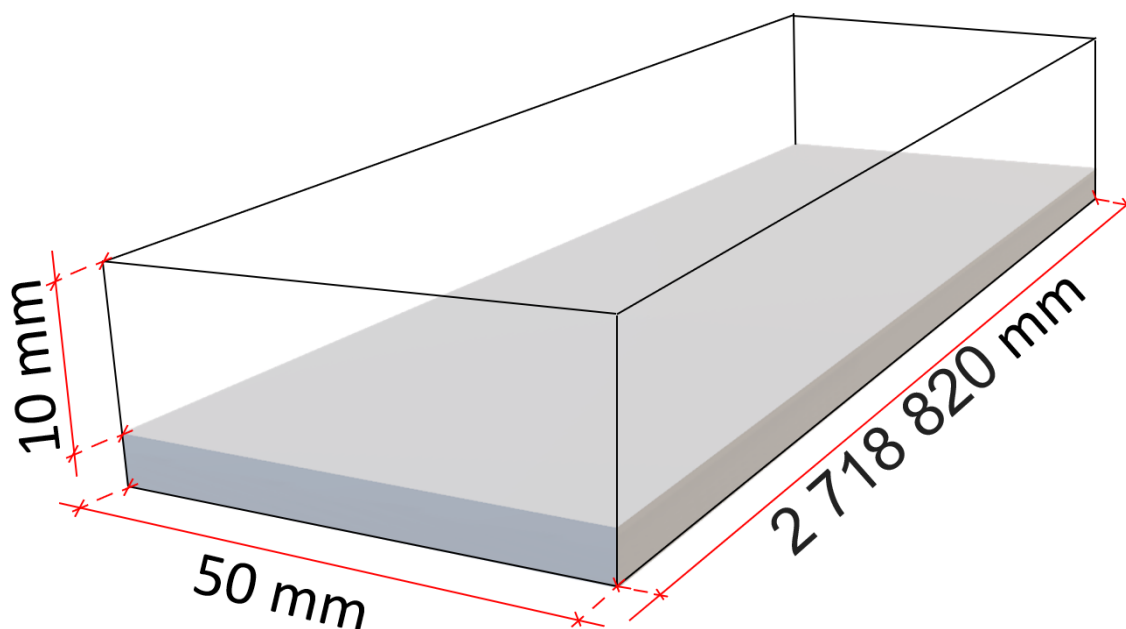
Kuva 12. Paikoittain saumavalun syvyys on peräti 3-4cm

5 Plaanomenekkilaskelma

Menekkiä lisäävä, pienellä työllä vältettävissä olevaan ongelmaan olen tehnyt laskelman Pohjola Rakennuksen oikean kohteen pohjalta. Laskelman tarkoituksena on luoda jonkinlainen kärjistetty käsitys siitä, millaisia seurauksia vajaiksi jätetyillä saumavaluilla voi mahdollisesti kustannusmielessä olla.

5.1 Lähtöarvot

Onteloiden saumavalulaskelmassa oletettiin, että saumat olivat leveydeltään kuvan 13. mukaisesti 5 mm, mikä ei kyseisessä kohteessa ihan jokaisen sauman kohdalla toteutunut, mutta useasta eri kohdasta mitattuna 5 mm oli kelvollinen keskiarvo. Lisäksi laskelmassa otettiin huomioon saumojen syvyydet, jotka eri kohdista mitattuna olivat keskimääri 1 cm. Pohjakuvista saatiin suhteellisen tarkasti ontelolaattasaumojen yhteenlasketuksi pituudeksi 2718,82 m. Laskelmassa käytetyt arvot ovat pohjakuvista poimittuja sekä työmaalta mitattuja keskiarvoja, mitkä saattavat omalta osaltaan luoda pienen virhemarginaalin.



Kuva 13. 3D malli ontelolaattojen saumavalusta, jonka 10 mm:n tyhjä alue kuvaa vajaaksi valettua saumaa 2718,82 metrin matkalta.

5.2 Varsinainen laskelma

Tämän tutkitun kohteen tyhjäksi valettujen ontelolaattasaumojen yhteenlaskettu pinta-ala saatiin kuvan 13. mukaisesti:

$$0,05 \text{ m} \times 2718,82 \text{ m} = 135,941 \text{ m}^2$$

Pohjola Rakennuksen oikean kohteen tarjouksesta saatiin vastaavanlaiselle kerrostalo-kohteelle plaanon tarkka menekki hinta kiloa kohden, jonka ansiosta saatiin tälle laskutoimitukselle todenperäisyyttä:

$$\text{Plaanon menekki} = 17 \text{ kg} / \text{m}^2$$

$$\text{Plaanon hinta} = 0,35 \text{ €} / 1 \text{ kg}$$

Plaanomenekki, jolla saadaan täytettyä koko rakennuksen vajaiksi valetut ontelolaattasaumat, jos oletetaan, että saumat ovat keskimäärin 1 cm vajaiksi valettuja:

$$135,941 \text{ m}^2 \times 17 \text{ kg} = 2310,99 \text{ kg} / \text{m}^2$$

Lopullinen hinta, mikä maksetaan 1 cm vajaan ontelolaattasaumavalun seurauksesta:

$$2310,99 \text{ kg} / \text{m}^2 \times 0,35 \text{ €} = \mathbf{808,85 \text{ €}}$$

6 Tutkimuksen toteutus ja tutkimusmenetelmät

Tutkimuksen keskeisimpänä tavoitteena oli kartoittaa plaanon kulutuksen minimointiin vaikuttavia tekijöitä ja luoda sitä kautta ratkaisuja ja ohjeistuksia kaikille osapuolille, joiden käden jälki vaikuttaa tietoisesti tai tiedostamatta plaanomenekkiin. Tiedon keräämiseksi opinnäytetyön tekijä suunnitteli haastattelukysymykset yhdessä tilaajayrityksen kanssa, joiden avulla kartoitettiin eri näkökulmia sekä mahdollisia jo olemassa olevia ratkaisuja plaanomenekin optimoinniksi.

6.1 Haastattelut

Tavoitteiden onnistumiseksi tutkimuksessa listattiin kaikista potentiaalisimmat osapuolet, joita tämä ongelma voisi koskea ja joilta voisi mahdollisesti löytyä hyviä sekä kehitettäviä ratkaisuja. Tutkimuksessa päätettiin syventyä runkotyönjohtajan, sisävaihemestarin sekä mittamiehen näkökulmasta kaikista keskeisimpiin ja oleellisimpiin yksityiskohtiin, joista pyrittiin poimimaan oleelliset asiat.

Kysymysrunгон valmistuttua sovittiin haastattelut tilaajayrityksen työmailla ja päätettiin toteuttaa kasvotusten syvähaastattelujen muodossa eli toisin sanoen syvän ja avoimen keskustelun kautta, jolla pyrittiin tuomaan haastateltavien omakohtaisia kokemuksia esille, mutta hyödyntäen kuitenkin jatkuvasti kysymysrunгон linjaa ja tarvittaessa välikysymyksiä, jolla puolestaan saatiin pidettyä keskustelun suunta oikeana.

Aikataulunsa vuoksi kiireellisimmiltä haastateltavilta saatiin vastauksia puhelinkeskusteluilla ja kysymyslomakkeita hyödyntäen.

Haastateltavat osapuolet olivat mm. Vastaavat, työvaihemestarit sekä mittamiehet. Haastatteluista saadut tiedot kerättiin yhteen ja analysoitiin pohjatiedon saamiseksi. Kerättyjen tietojen pohjalta tuotettiin selvitys ja mahdollisia ratkaisuja olemassa oleville epäkohdille. [11.]

Haastateltavien henkilöllisyyksiä ei tässä tutkimuksessa tuoda julki, mutta kokemuksista ja työnimikkeistä on koottu taulukko 2. jonka tarkoituksena on tuoda tutkimuksen tuloksille varmennusta.

Taulukko 2. Kokemus sarakkeeseen on sisällytetty kyseisen henkilön kaikista merkittävimmät vuodet, jotka tukevat tutkimusta.

<u>Ammattinimike</u>	<u>Kokemus</u>
Mittamies 1	1 v
Mittamies 2	15 v
Runkotyönjohtaja 1	5 v
Runkotyönjohtaja 2	4 v
Runkotyönjohtaja 3	8 v
Sisävaihemestari 1	4 v
Sisävaihemestari 2	8 v
Vastaava työnjohtaja 1	8 v
Vastaava työnjohtaja 2	3 v

6.2 Haastattelujen tulokset

Tässä osassa syvennytään kokeneiden alan ammattilaisten vastauksiin. Syksyn 2020 aikana haastateltiin tutkimusluonteisen opinnäytetyön takia yhteensä 7 eri kokenutta ammattilaista, joiden työnkuvan seurauksella olisi plaanomenekkiin merkittäviä vaikutuksia. Haastateltavien yhteenlaskettu rakennusalan kokemus oli perät 153 v. Haastattelut olivat kaikki keskimäärin 45 minuutin mittaisia, jotka toteutettiin niin ryhmähaastattelujen, kuin puhelinhaastattelujen muodossa kahta poikkeusta lukuun ottamatta, joilta saatiin sähköiset lomakevastauksia. Haastattelut nauhoitettiin tuloksien myöhempää analysointia varten. Suurin osa haastatteluista saaduista vastauksista ja tuloksista olivat opinnäytetyön tekijälle täysin uutta tietoa.

Molemmat mittamiehet työskentelivät saman yrityksen alla, jonka liikevaihto on n. 3,5milj. Ensimmäinen mittamies on ollut rakennusalalla 19 vuotta, joista 8 vuotta oli kulunut elementtiasennuksen parissa ja 1 kokonainen vuosi mittamiehen saappaissa. Toinen mittamiehistä puolestaan oli kerinyt 34 vuotisen rakennusuransa aikana käyttämään 15 vuotta mittaustöiden parissa.

Mittamiesten lisäksi nähtiin tutkimustulosten eduksi haastatella työvaihemestareita. Kaiken kaikkiaan otettiin yhteyttä viiteen työvaihemestariin, joista 2 oli sisävaihemestaria ja 3 runkotyönjohtajaa. Tuloksien- ja keskustelun aikaan saamisen kannalta ensimmäinen työvaihemestarihaastattelu toteutettiin ryhmähaastattelun muodossa, jossa oli mukana yksi sisävaihemestari ja yksi runkotyönjohtaja. Ryhmähaastattelu osoittautui odotettua paremmaksi, sillä esille tuli paljon asioita, joita ei olisi tullut kahden keskeisissä haastatteluissa. Ryhmähaastattelussa olleet työnjohtajat olivat sisävaihemestari 2 ja runkotyönjohtaja 1. Sisävaihemestari 1 oli opiskeluajoistaan lähtien kartuttanut osaamistaan SRV Oy:n työmailla suurien projektien parissa, jolta saatiin hyviä näkemyksiä puhelinhaastattelun kautta. Pohjola Rakennusta edustava runkotyönjohtaja 2 puolestaan otti kantaa sähköiseen kysymyslomakkeeseen. Runkotyönjohtaja 3. oli kokenut ja määrätietoinen työvaihemestari Peab Oy:n riveistä, jonka osaamisesta haettiin täydennystä kriittiseen runkotyöväiheeseen.

Kolmas haastateltava ryhmä muodostui vastaavista, joiden kautta uskottiin löytyvän kehittäviä ajatusmalleja olemassa oleviin pulmiin. Vastaavat työnjohtajat 1 ja 2 olivat molemmat Pohjola Rakennuksella töissä. Kummatkin vastaavat olivat vanhemman sukupolven edustajia. Runsaasti alan kokemuksella varustetut vastaavat puolestaan toivat

tutkimukselle ihan omanlaista näkökulmaa ja mielenkiintoisia ajatuksia. Vastaavaa 1 haastateltiin työmaatoimistolla avoimen keskustelun muodossa. Vastaava 2 puolestaan tarjosi omaa osaamistaan ja perspektiiviään sähköpostivastauksien kautta.

Haastatteluihin kerätyllä mahdollisimman suurella otannalla pyrittiin pienentämään virhemarginaalia ja sitä kautta tuomaan tutkimustuloksille varmuutta.

6.2.1 Eri työvaiheiden seuraukset lattiatasoitteen menekkiin

Haastattelussa olleet osapuolet ovat kaikki asemassa, jossa heidän työnkuvansa seuraukset näkyvät plaanon menekissä. Haastateltavilta kysyttiin, että miten he voisivat omalla toiminnallaan vaikuttaa plaanon menekkiin ottaen huomioon myös ulkoiset vaikutteet.

Mittamiesten kohdalla tuli esille heidän vähäinen vaikutusvaltansa lattiatasoittemenekkiin. Mittamiehet saattavat olla ensimmäisten joukossa, jotka huomaavat suunnittelijan tekemiä korko- tai mittavirheitä, mutta ovat kuitenkin ns. kädet sidottuina niin kauan kunnes työnjohto reagoi ja vie asiaa eteenpäin. Pyrkimys saada virheet mahdollisimman pikaisesti työnjohdon korviin on paras tapa, miten voimme omalla toiminnallamme vaikuttaa plaanon menekkiin ja muihin laatuvirheisiin, korostaa kokeneempi mittamies. ulkoisesti negatiivisena tekijänä kummatkin mittamiehet mainitsevat, tyhjiksi raivaamattomia tiloja, joissa on lähes mahdoton työskennellä. Muoviset korkomerkit eivät tahdo säästyä utelioiden urakoitsijoiden jaloilta, jos ne on asennettu liian varhaisessa vaiheessa. Toimivaksi ratkaisuksi on osoittautunut 5 cm pitkä ja 6 mm paksu teräsruuvia, mikä kestää urakoitsijoiden kuormitusta paremmin kuin muoviset tapit.

Lattiatasoitteesta puhuttaessa sisävaihemestarit pitävät haasteellisina enimmäkseen kerrostaso-oviasennuksien- ja niiden kynnyksien sovittamista. Korkomaailmasta aiheutuvia ongelmia on ennaltaehkäistävä hyvissä ajoin, eivätkä ne kaikki aina ole meidän käsissämme, sanoo ensimmäinen sisävaihemestari. Lähes kaikki osapuolet painottivat, että ennen plaanon pumppaustöitä on varmistettava huolellisesti lattiat kuvan 14. mukaisten reikien varalta, jotta plaanoa ei valu hukkaan.



Kuva 14. Kaikki kolot ja reiät pyritään tiivistämään, jotta plaanoa ei pääse vuotamaan hukkaan.

Sisävaihemestarit kertovat, että kerrostasanteiden korot tulisi ottaa huomioon jo runko-vaiheessa. Porrashuoneen pintaa tiputtamalla hieman alemmas saadaan pelivaraa niin pintamateriaalille, kuin plaanolle. Osittelemalla huoneistot omiksi lohkoiksi, jolloin jokaisen asuinhuone lattia pumpataan omaan korkoonsa säästäten huomattavasti plaanomenekkiä. Niin runkotyönjohtajat, vastaavat, kuin sisävaihemestarit muistuttavat, että täytyy kuitenkin pitää mielessä, että kaikkien huoneistojen kerrostaso-ovien tulisi olla yhteensopivia porrashuoneen lattiakoron kanssa, sillä liian alas laskettujen huoneistojen kerrostaso-ovet saattavat ottaa kiinni porrashuoneiden lattiapintoihin. Kokemuseräisenä opetuksena toinen vastaavista neuvoo olemaan varovainen huoneistojen ontelolaattojen kanssa, sillä virheellisesti liian alas asennettujen laattojen takaisin oikeaan korkoon oikaisussa saatetaan joutua myöhemmin turvautumaan plaanoon.

Kokenut työnjohtaja kertoo vinkkinä ovelasta plaanomenekkiä säästävästä menetelmästä, jossa ositellaan saneerauskohteissa huoneistojen huoneet kukin omiin korkoihinsa muutaman millin eroilla. Ulkoisena vaikutteena toinen sisävaihemestari mainitsee talotekniikan asennukset, jonka kohdalla hän suosittelee mm. lattiakaivon asennusta mahdollisimman alas, jonka seurauksena kylpyhuoneen lattiaa ei tarvitsisi nostaa tarpeettoman paljon, jolloin kylpyhuoneen kynnyskorkokin saadaan ihanteellisesti määräyksien mukaisesti 15–20 mm korkoon, mikä puolestaan säästää kuivissa tiloissa plaanomenekkiä.

Työvaihemestarit kertovat, että harvoin saadaan kaikki talotekniikkajärjestelmä ahdettua kuvan 15. mukaisiin elementtitehtaalta tulleisiin laatan kylpyhuonesyvennyksiin. Tavanomaisempaa on piikata työmaalla lisää tilaa laattaan, jotta suunnitelman mukaiset toteutukset onnistuisivat.



Kuva 15. Elementteihin on tehty syvennykset jo tehtaalla.

Runkotyönjohtajan näkökulmasta täytyy huomioida kaikki korot, elementtihammastukset ja toleranssit, jotta suuremmilta pykäliltä vältytään. Pyritään saamaan elementtiasennusvaiheessa elementtien yläpinnat samalle linjalle, jotta vältytään hammastuksilta. Yksi runkotyönjohtajista painottaa, että kuorilaattakenttien ja ontelolaattojen saumat on valettava kerrallaan tasakorkoon, jotta vältytään plaanoon turvautumiselta. Tarvittaessa ongelmiksi ennustetut kaista- ja saumavajaukset, sekä laatta-asennuksien korjauskustannukset täytyy neuvotella etukäteen elementtiasennusurakoitsijan kanssa jo urakka-neuvotteluissa, johon myös vastaavat yhtyvät omissa vastauksissaan.

Korkomaailma täytyy ottaa silmätikuksi varhaisessa vaiheessa. Valmiiden suunnitelmien huolellisella läpikäynnillä jo ennen varsinaista toteutusta voidaan vaikuttaa plaanon kuluutukseen. Esimerkkinä runkotyönjohtaja ottaa kriittisimpien ja merkittävimpien detaljien

korkomaailmakartoitukset selkeiksi hyvissä ajoin, joita ovat runkotyönjohtajan näkökulmasta mm. käytävien, porraslankkujen, kylpyhuoneiden paikalla valettu lattiat, parvekkeiden kynnykset sekä kerrostaso-ovien kynnykset. Suunnitelmamuutoksiin tai korjauksiin- sekä kustannustehokkaampiin toimenpiteisiin voidaan ryhtyä vasta, kun itselle on tehty selkeä kartoitus suunnitelmien korkomaailmasta.

6.2.2 Olemassa olevat riskit

Jokaisen haastatellun osapuolen työnkuvassa on olemassa jonkinlaisia riskejä. Tähän kappaleeseen on kiteytetty kunkin työvaiheen keskeisimmät riskit ja ratkaisut niihin.

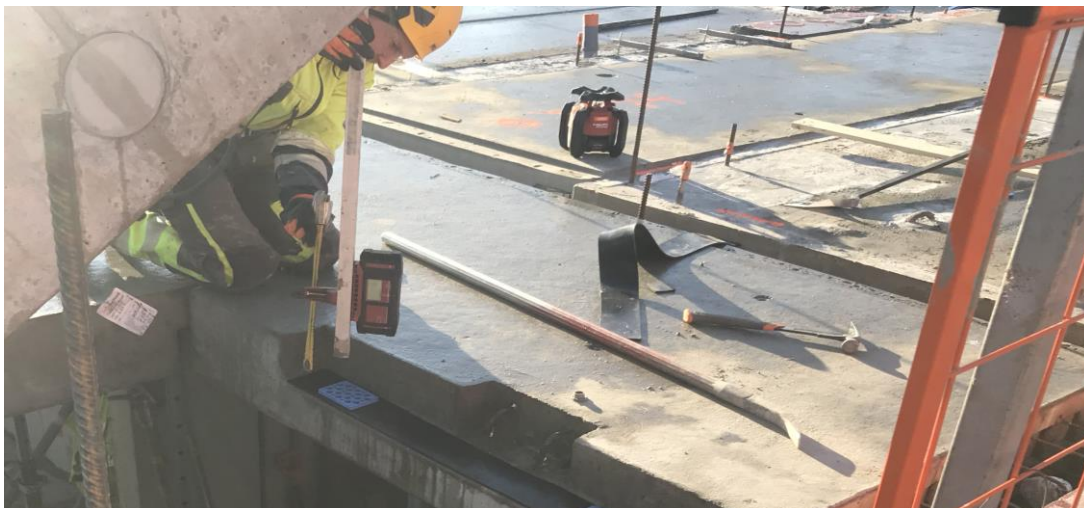
Mittamiehet näkevät lähtökohtaisesti ongelmaksi työmaan tarvetta ylipäänsä tinkiä plaanoa.

Elementtien laadullinen taso, sekä niiden asennuksien onnistumisessa on aina riskejä. Työvaihemestarit viittaavat toleranssien rajoilla oleviin käyriin ja aaltoileviin elementteihin, jotka voivat lisätä plaanon kulutusta huomattavissa määrin. Kuorilaattakenttien valussa on valettava huolellisesti pintaa myöten täyteen, jotta vajaiksi valettuja laajoja kenttiä ei tarvitsisi tasoittaa plaanon voimin, mikä valitettavasti on lähes poikkeuksetta välttämätön vaihtoehto, jos niin on jo päässyt käymään, harmittelee ryhmän kokoineen runkotyönjohtaja. Neuvoksi kuitenkin saatiin kuorilaattakenttäpintavalun noston samalle tasolle kuin huoneen korkeimman kohdan, jolloin kuorilaatan päälle menisi plaanoa saman verran kuin huoneen korkein kohta, eli näin ollen plaanoa kuluisi kuorilaatan kohdalla noin 5-7 mm. Mainittavana riskinä tuli esille lattiamateriaalien huomioiminen runkoasennusvaiheessa. Runkomestarin on varmistettava, että onko suunnittelijat ottaneet korkokuvissa lattiamateriaalit ja niiden kerrokset ja erot huomioon, kuten esimerkiksi parketin ja vinyylilattian keskenään sekoittaminen, jotka ovat ihan eri paksuisia. Edellä mainitut seikat jälleen korostavat runkomestarin huolellista perehtymistä suunnitelmiin, mutta onnistumisen edellytyksenä korostuu työnjohdon valvonnan lisäksi myös elementtiasennusryhmän pätevyys ja ammattitaito, mikä on viimekädessä onnistumisen määrittävä tekijä, pohtivat kaikki kolme runkomestaria.

Kuvan 16. porraselementin ylimmän lankun pinta asennettiin tarkoituksella runkotyönjohtaja 1. toimesta 2 cm massiivilaattaa korkeammalle. Syy sen asentamisesta kahden sentin erolla löytyy sisävaiheen työvaiheista. Suunnitelmien mukaan massiivilaatan pinnoitteiden kautta saadaan sen lopullinen pinta samalle korkeudelle porraskankun kanssa. Plaanolla pumpataan massiivilaatan pintaa korkeammaksi 7 mm, jonka jälkeen massiivilaatan pintamateriaaleilla, pohjusteilla sekä askeläänieristeillä ajetaan lopullisen pinnan korkeus haluttuun korkoon. Kuvan 17. mittamies varmistaa juuri ennen porraselementin asennusta ”korkolappujen” kanssa että päästään haluttuun korkoon. 2 cm pudotettu massiivilaatan alapinta ei tule heijastumaan alakerrassa pykältävänä ongelmana, sillä alas laskettu järjestelmäkatto antaa pykällyksestä aiheutuneet esteettiset ongelmat anteeksi, vahvistaa runkomestareiden lisäksi mittamies 2. sekä sisävaihemestari 2.

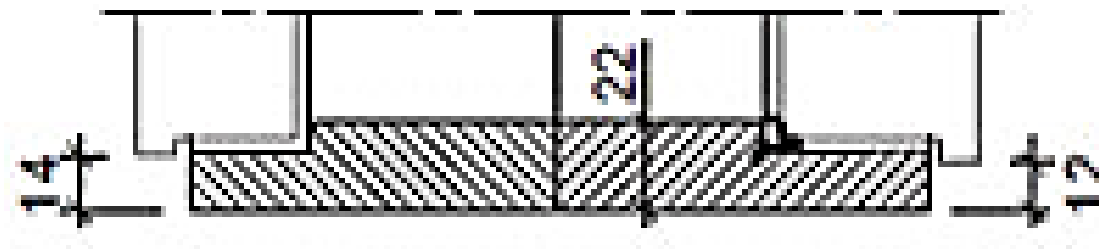


Kuva 16. Porraselementti asennettu 2 cm porrashuoneen massiivilaattaa korkeammalle.



Kuva 17. Urakoitsija mittaamassa ja varmistamassa ennen porraselementinasennusta, että päästään runkomestarin vaatimaan korkoon.

Sisävaihemestari kertoo oviaukkojen timanttisauhauksien olevan pahimmillaan ainoa ratkaisu runkotyönaikana tapahtuneiden virheiden korjauksiin. Merkittäväksi plaanome-nekkiä lisääväksi ongelmaksi voi muodostua liian korkeaksi valettujen kylpyhuoneiden pintavalut, jotka on kuitenkin pelastettavissa mm. porrastettavin kynnyksratkaisuin tai ns. ”kaksoiskarmeilla”, minkä detalji nähdään kuvasta 18.



Kuva 18. Kerrostaso-oven kaksijakoinen karmi, eli ns. ”kaksoiskarmi”, jota voidaan tarpeen mukaan säädellä haluttujen korkojen mukaisiksi ovat sisävaihemestarin viimesiä keinoja korjata huoneistojen ja porrashuoneiden välisiä korkoeroja. [1.]

6.2.3 Toimintatavat ongelmatilanteissa

Haastateltavien työnkuvista riippumatta kohdataan aina työn luonteelle ominaisia ongelmia, joihin pureudutaan tässä kappaleessa syvällisemmin.

Haastatteluista käy ilmi, että valmiiden suunnitelmien kyseenalaistaminen on lähes poikkeuksetta jokaisella haastateltavalla ensisijaisesti mielessä, mittamiehiä lukuun ottamatta. Mittamiehet lähtevät mittailemaan, sillä olettamuksella, että runkomestari on tarkistanut suunnitelmat virheiden varalta jo ennen mittamiehen tilaamista. Toinen mittamiehistä avasi vielä, että eivät missään nimessä puutu suunnitelmiin, ellei työnjohdosta toisin määrätä.

Sisävaihemestari 2. korostaa, että kriittisyys lukeutuu työvaihemestarin vahvuuksiin, mikä ei tässäkään tilanteessa ole poikkeus. Lähtökohtaisesti silmiinpistävien yksityiskoh-
tien tullessa vastaan selvitetään ensisijaisesti suunnittelijan näkökulma ottamalla häneen yhteyttä ja pyydetään tarvittaessa kirjallinen- tai sähköinen vahvistus asiasta, mikäli suunnitelmat yhä epäilyttävät.

Ryhmähaastattelussa sarkastinen nauru valtasi toimiston, kun opinnäytetyöntekijä kysyi työvaihemestareiden toimintatavoista ja ratkaisusta ylisuureksi suunniteltujen tasoitus-
varojen kohdalla. Kummallakaan työnjohtajalla ei ole vielä tullut vastaan ylisuureksi suunniteltua tasoitusvaraa, vaikka runkomestarilla on 5 vuotta työnjohtouraa takanaan ja sisävaihemestarilla peräti 8 vuotta. vastaavasti molemmat jatkavat, että jokaisessa aikaisemmissa kohteissa, joissa he ovat vaikuttaneet, tasoitusvara on suunniteltu heidän kokemuksensa mukaan liian pieneksi.

Lattiatasoitteen menekkiin vaikuttavien ontelolaattojen asennus- ja laatuvirheisiin kiinnitettiin huomiota hyvin poikkeavin tuloksin haastateltavan asemasta ja näkökulmasta riip-
puen.

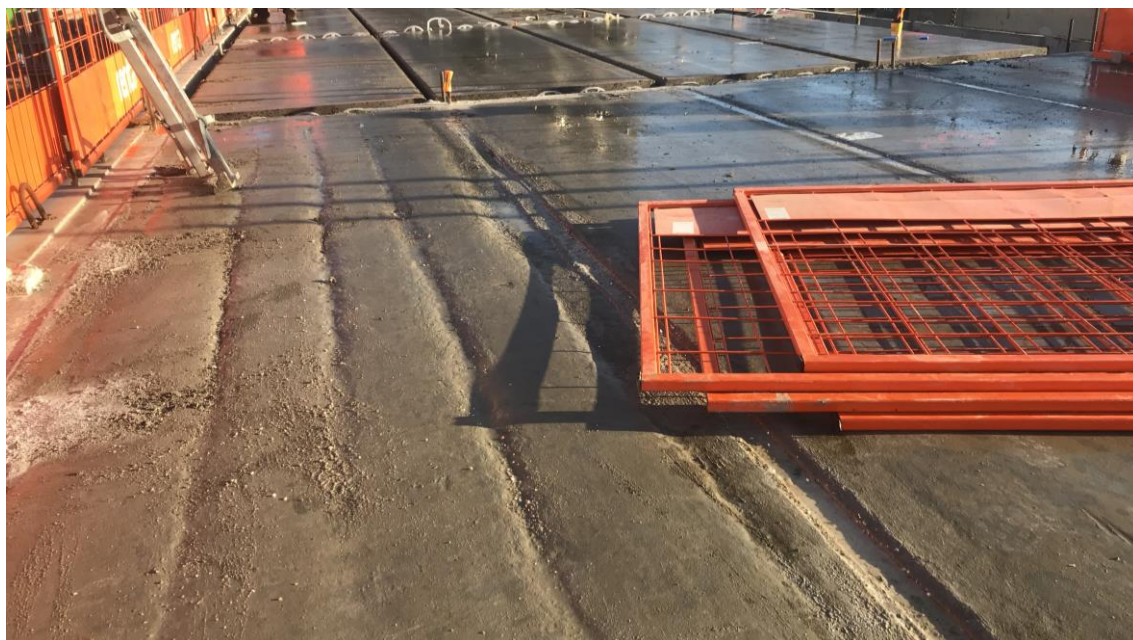
Mittamiehet painottavat työnjohdon valvontavastuuta tässäkin kohtaa. Yllätyksenä tuli kuitenkin, kun toinen mittamiehistä kertoi raportoivansa laadullisista virheistä työnjoh-
dolle etenkin, jos on hyvissä väleissä johdon kanssa.

Tehokkaana käytäntönä runkomestarit ovat tähän asti yhtenevästi kokeneet ontelolaat-
tojen vastaanottojen ja laadunvarmistuksien yhteydessä toimivaksi metodiksi laittaa pi-
kaisella toiminnalla kuvalliset reklamaatiot tehtaalle virheellisistä- tai laadullisesti hei-
koista ontelolaatoista. Tehtaalta on puolestaan saatu aina asiallisiin reklamaatioihin vas-
takaikua, joko uuden ontelolaatan muodossa tai plaanomenekin kustannuksiin osallistu-
misen kautta, riippuen täysin tapauksesta, ontelolaattojen määrästä sekä kunnoista. Vas-

taava 1. lisää, että plaanomenekkiin ei voida suoraan vaikuttaa, mutta ontelolaatan heikosta laadusta aiheutuneet lisäkustannukset voidaan kääntää työmaan eduksi. Samoilla linjoilla oleva vastaava 2 järjestäisi mahdollisuuden katselmuksiin. Runkotyönjohtaja 1. kertoo myös tapauksista, joissa reklamaatio katselmukset ovat elementtitoleranssien kunnossa ollessa päättyneet joskus myös elementtitoimittajan eduksi, mutta vastaavasti elementtitoimittajan kustannuksella on saatu joissakin tapauksissa piikkaaja työmaalle korjaamaan tehdasvirheitä tai puutteita.

Ns. "aaltoilevat" ontelolaatat ovat lähes kaikilta kysytyjen osapuolien mielestä reklamoitavassa kunnossa. Yksi runkotyönjohtajista kertoo, että kuvan 19. mukaiset "aaltoilevat" ontelolaatat eivät vielä yksittäistapauksina vaikuta plaanomenekkiin kriittisesti, eikä välttämättä näkisi tarpeelliseksi reklamoida.

Ontelolaattojen asennusvirheistä puolestaan mittamiehet muistuttavat että, jokaisessa työvaiheessa ja asennuksessa on toleransseja, eikä mittaustyökään ole tässä tapauksessa poikkeus. Asennustöistä aiheutuneista virheistä haetaan mittamiehestä syntipukkia ensimmäisten joukossa valitettavan usein. Mittamies painottaa runkomestarin valvonnan merkityksen ontelokenttäasennuksien aikana, eikä jälkeinpäin, kun työvaiheista on menty jo eteenpäin, kommentoi kokeneempi mittamies. Samoilla linjoilla ovat itse runkomestarit, joista runkotyönjohtaja 2. avaa syvällisemmin, että elementtiasennusurakoitsijoille on kerrottava mm. ontelosaumavalujen selkeät linjat ja vaatimukset heti ensimmäisestä päivästä, eikä vaadita seuraavan työvaiheen alkaessa puutteellisesti tehtyjen töiden korjauksia.



Kuva 19. Runkomestareiden työnkuvaan kuuluu elementtien laadunvarmistus.

6.2.4 Haastateltavien kehitysideoita plaanomenekin optimoinniksi

Haastattelussa olleet mittamiehet suosittelevat kaikille mittamiehille käyttöön korkomerkeiksi kuvan 20. mukaisia teräksisiä ruuveja paksuudeltaan 6 mm ja pituudeltaan 5 cm, jotta kerran merkatut lattiakorot pysyisivät lattiatasoitteen pumppaukseen asti.



Kuva 20. Porrashuoneeseen tiheään ja jämäkästi 5 cm syvyyteen ruuvatut mittamiehen 6 mm ruuvit pysyvät paikoillaan, vaikka alueella olisi kuinka paljon liikennettä. Ruuvit porataan epävakaisissa kohdissa tiheästi tarkoituksella, jotta lattiavalun aikana saataisiin varmempaa jälkeä, toteaa mittamies 1.

Toisena kehitysideana mittamiesten lisäksi työnjohtajat ottavat esille mm. kerrostalokoh-teissa huoneistojen osittelen lohkoiksi ja luopuisivat arkkitehdin määrittelemästä ns. ”kerroskorkeudesta”, jossa kokonainen kerros pumpataan samaan korkoon asuntoineen ja porrashuoneen. Kustannustehokkaammaksi vaihtoehdoksi useampi lähes kaikki haastateltavat mieltävät korkojen määrittämisen huonekohtaisiksi. Sisävaihemestari tar-kentaa, että pumpataan jokainen huoneisto, porrashuone mukaan lukien omana lohko-naan, mutta pyritään kuitenkin löytämään kerroksittain yhteinen ns. ”kultainen keskite”, jonka huoneistojen ja porrashuoneen välille ei tulisi hillittömiä korkoeroja.

Vastaava 1. tuo plaanomenekin optimoinniksi hyvin mielenkiintoisen näkemyksen. Nykypäivänä työmaat ilmoittavat tarvitsemansa plaanomäärän lattiatasoitteita tarjoaville yrityksille neliömetreinä, mutta kuitenkin pumpausta suorittava yritys puolestaan ilmoittavat urakkasuorituksensa jälkeen menekin painon, mikä on herättänyt 31 vuotta rakennusalan olleessa vastaavassa epäilyjä epärehellisydestä. Ennen vanhaan pumpattavan lattiatasoitteen menekki (kg/m^2) oli vastaavanlaisissa kohteissa huomattavasti vähäisempää neliömetriä kohden kuin tänä päivänä, perustele vastava. Vastava jatkaa, että työmaalla pääurakoitsijalla ei ole minkäänlaisia mittareita tai työkaluja, joilla voisi todentaa lattiatasoiteurakoitsijan ilmoittamaa menekkiä, olemme siis täysin aliurakoitsijan ilmoittaman menekin ja rehelliyyden armoilla.

Runkotyönjohtaja toivoisi tiukempia betonielementti toleransseja, sillä nykyajan toleranssit sallivat älyttömiä pykällyksiä. Tukilaattojen toleranssit ovat tiukat, mutta kaikkien muiden elementtien toleranssit käytännössä sallitaan. Elementtien suurista toleransseista seuraa hammastuksia ja pykällyksiä aiheuttaen huomattavia kertaantumisia kerroksien kasaantuessa. Elementtiasennuksien suuret toleranssit ovat herättäneet myös vastavassa ja sisävaihemestarissa kummastusta.

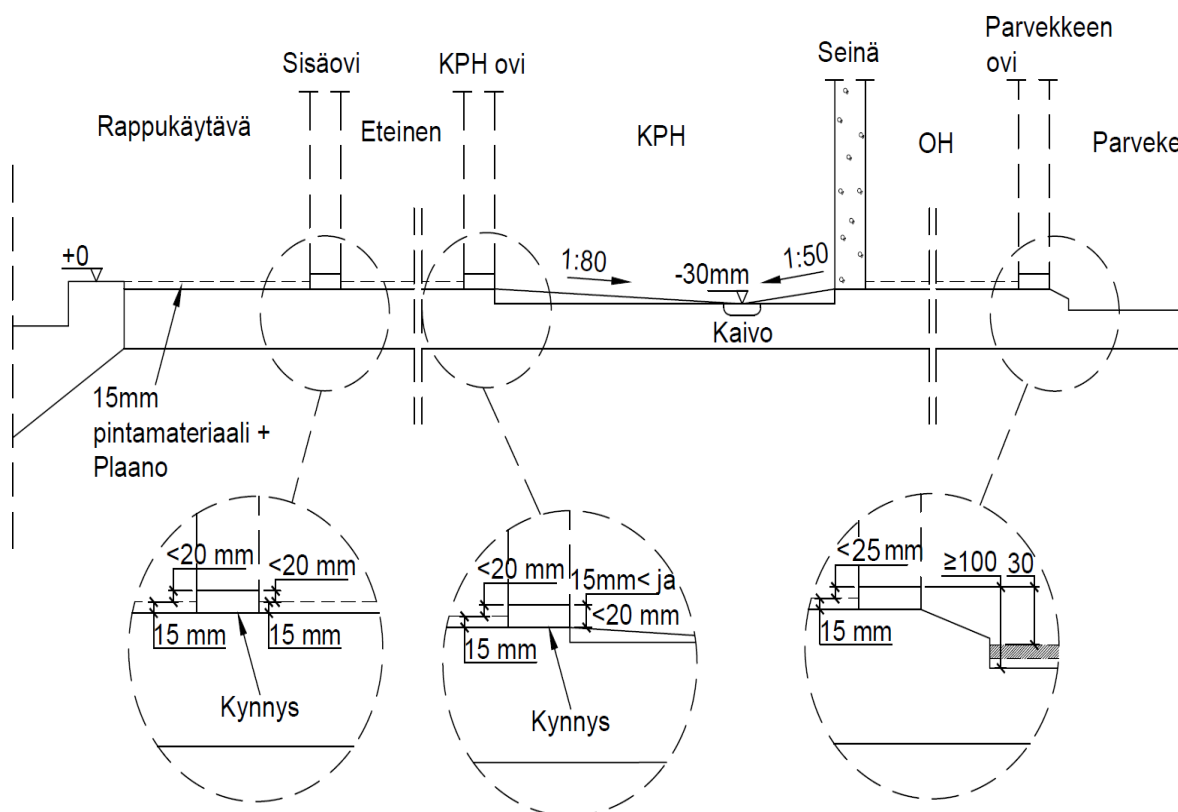
7 Tulokset

Tässä tutkimuksessa lähdettiin tutkimaan lattiatasoitteen maailmaa, rakennusalan ammattilaisten silmin. Koko tutkimus kulminoitui kokoneiden ammattilaisten haastatteluihin ja niistä kerättyihin yksityiskohtiin. Kerätyn tiedon nojalla lähdettiin tuottamaan tilaajan työnjohdolle tehokasta työkalua, mikä esitellään tämän kappaleen alaotsikoissa.

Kylpyhuoneen korkomaaailma, sekä sen mukana ns. elävä kynnys herättää, niin työvaihemestareissa kuin vastaavissa hämmennystä. Tilaaan toiveesta kehiteltiin edellä mainittujen tahojen tarpeita silmällä pitäen läpileikkaus, jonka tulisi jollain tasolla selkeyttää kokonaiskuvaa kynnyskoroista, niin porrashuoneen, eteisen, kylpyhuoneen, olohuoneen, kuin parvekkeen osalta.

7.1 Läpileikkaus koko kerroksesta

Kynnyksen sijainti on avainasemassa sen ihanne korkoa haettaessa. Lähdetään sillä olettamuksella, että kuvassa 21. porraselementin ylimmän lankun pinnan korkoasema on nollassa.



Kuva 21. Kuvasta nähdään plaanomenekin kannalta ihanteelliset kynnykskorot. [14.] [13.]

Parvekkeelle johtavan oven kynnyksen korkeus olohuoneen puolelta katsottuna saa olla enintään 20...25 mm. Sen sijaan ulkopuolella parvekkeelta katsottuna suositellaan parveketason sijoittamista kosteusteknisistä syistä 80...120 mm kynnyksen yläpintaa alemmaksi ja kynnyksen korkeuden madaltamista tarvittaessa 20... 25 mm:iin irrotettavan puuritilän avulla. [14.] Vesiroiskeiden ja tulvien vuoksi parvekkeen ulkopuolen kynnyksen suositeltu korkeus valmiista lattiapinnasta on n. 30 mm, mutta huom. kyseessä on siis suositus ei määräys.

Parvekkeen sisäpuolen kynnyks eli olohuoneen kynnyksen sallittu enimmäiskorko esteettömyysvaatimuksien täyttymiseksi on 25 mm. Kyseiselle kynnykselle ei ole määrätty ns. minimikynnykskorkoa, näin ollen kynnyks saa olla, vaikka 0 mm, mutta kunhan ovi aukeaa.

Kylpyhuoneen ovikynnykselle on määritetty korot, joiden täytyy kohdata vaatimukset. Kylpyhuoneen sisäpuoleinen kynnykskorkeus täytyy olla vähintään 15 mm korkea, mutta esteettömyysvaatimuksien täyttymiseksi sen korkeus saa olla enintään 20 mm. [13.]

Esteettömyysvaatimuksien täyttymiseksi eteisen puolelta kylpyhuoneen kynnykskorkeuden sallituksi enimmäiskoroksi on asetettu 20 mm. Kyseisen kynnykskorkeuden minimikorkoa ei ole määritetty vaatimuksissa, eli käytännössä eteisen lattiaa voidaan jatkaa tasaisena suoraan kylpyhuoneeseen ilmaan korotettuja kynnyksiä, mutta kunhan ovi aukeaa.

Sisäoven kynnyksen sallittu enimmäiskorko esteettömyysvaatimuksien täyttymiseksi on 20 mm niin eteisen-, kuin porrashuoneen puolelta. Kyseiselle kynnykselle ei ole määrätty ns. minimikynnykskorkoa, näin ollen kynnyks saa olla, vaikka 0 mm, mutta kunhan ovi aukeaa.

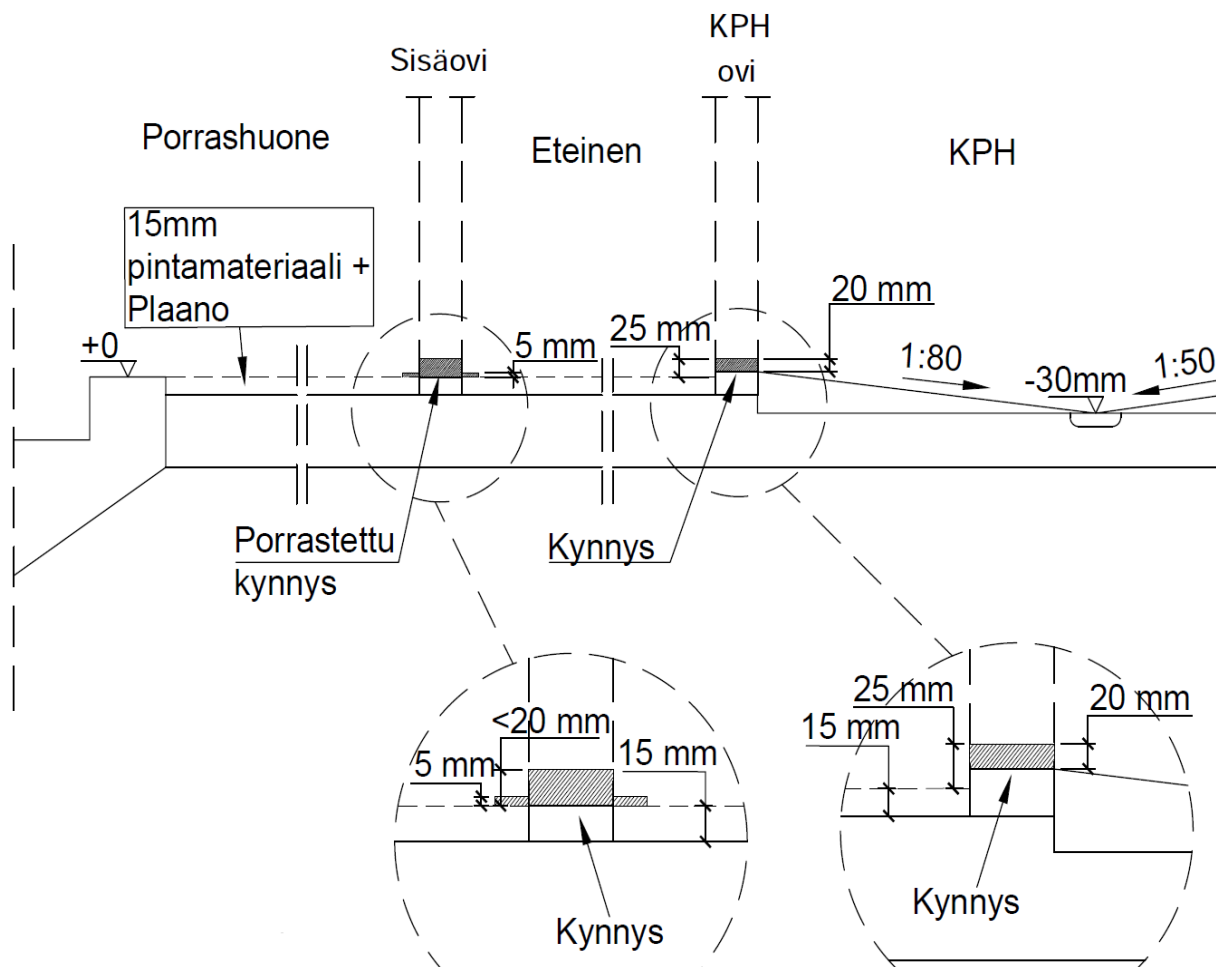
Ovien kohdalle, joissa minimikynnykskorkoa ei ole määritetty, suositellaan haastattelujen pohjalta kuitenkin vähintään 5 mm kynnykskorkoa asuinoloja sekä mukavuuksia silmällä pitäen, sillä alle 5 mm asennetun oven ja lattian väliin ei mahdu mm. ovimattoja kunnolla.

7.2 Läpileikkaus kynnyksistä

Jos kylpyhuoneen lopullinen lattiapinta sattuisi kuvan 22. mukaisesti epäonnistuneen talotekniikka asennuksen vuoksi suunnitelmista poiketen 5 mm korkeammalle kuin eteisen ja porrashuoneen lattiapinnat 25 mm, niin resurssi ystävällisestä näkökulmasta lähestyttäessä voitaisiin toteuttaa määräyksien mukaiset vaatimukset myös pienemmällä valla. Sen sijaan että pumpataan koko huoneistoon 5 mm suunniteltua paksumpi plaanokerros korkeaksi epäonnistuneen kylpyhuonekynnyksen takia, niin vaihtoehtoisesti kustannustehokkaampaa olisi käyttää porrastettua ovikynnystä kuvan 22. mukaisesti.

Haastattelussa olleet mestarit eivät suositelleet kuvan 22. mukaista porrastettua kynnystä. Porrastettu kynnyks on ns. ”korjaava toimenpide”, millä korjataan virheitä, eikä sen lopputulos ole välttämättä kovin esteettinen. Viimeisenä vaihtoehtona käytetty ”porraskynnyks” ei ole läheskään, joka kohteessa hyväksytty sen käytännöllisyyden ja estetiikan vuoksi, mikä myöskin suurin syy miksi haastattelussa ollut mestari pyrkii lähtökohtaisesti välttämään kyseistä ratkaisua viimeiseen asti.

Haastatteluista kävi ilmi, että korkomaailma ja plaanomeneikki kulkevat käsikädekkäin. Plaanomeneikki puolestaan on riippuvainen kylpyhuoneiden lopullisesta valupinnasta, jos otetaan huomioon vain huoneistokohtaiset osittelut. Mitä alemmas saadaan asennettua kylpyhuoneen talotekniikka, sitä enemmän jää pelivaraa kynnyksen säätöihin, mikä tietää kustannuksellisia huojennuksia plaanolitteralle ja tietysti etuja projektille.



Kuva 22. Leikkauskuvasta nähdään, miten porrastettua kynnystä voidaan käyttää hyväksi, jotta määräyksien vaatimukset täyttyisivät. [13.]

Kylpyhuoneen lattiapintaa pyritään laskemaan niin alas kuin mahdollista, sillä kylpyhuoneen kynnykselle asetetut vaatimukset määrittävät koko huoneiston lopullisen korkoaseman, mikä nykyvaatimuksien mukaan on kylpyhuoneen kynnyksen sisäpinnan kohdalla vähintään 15 mm, mutta enintään kuitenkin 20 mm korkea.

Kylpyhuoneen lopullisen lattiapinnan koron määrittäminen ei ole niin yksinkertainen prosessi kuin muiden tilojen kohdalla, sillä ensisijaisesti määräävänä työvaiheena tulee talotekniikan asennustyöt kylpyhuonesyvennykseen, jonka ehdolla täytyy edetä. Kylpyhuoneen lopullisen valupinnan korkoasema kulminoituu hormin sijaintiin ja lattiakaivon toleransseihin sekä niiden etäisyyksistä toisistaan. Niiden yhteisvaikutus, sekä putkistojen halkaisijat määrittävät kylpyhuoneen viemäreiden korot ja kaadot. Mitä kauempana

lattiakaivo on hormista, sitä korkeammaksi lopullinen lattiapinta valmistuu, sillä lattiakavosta johdettu kaato hormiin täytyy olla sen toimivuuden ja määräyksien täyttymiseksi 1 cm/m. Näin ollen viemäriputkistojen kaadot ja korot määräävät kylpyhuoneen lopullisen valukoron.

Hormin ja lattiakaivon määrittäminen on kriittinen työvaihe, mikä vaatii sisävaihemestariilta huolellisuutta ja tiukkaa laadunvalvontaa, sekä ajan tasalla olemista, jotta sattuneisiin laatuvirheisiin puututtaisiin mahdollisimman pikaisesti ennen kuin virheiden määrät ovat kertaantuneet. Kuvassa 23. on havainnollistava kylpyhuone kuva, josta näkee kuinka hormiin johdetut viemäriputkistot saattavat vaikuttaa lattiapinnan lopulliseen korkeuteen.



Kuva 23. Kylpyhuoneen talotekniikka asennukset Pohjola Rakennuksen työmaalta.

8 Johtopäätökset

Vaikka opinnäytetyön aihe ei varsinaisesti liity talouteen, niin kuitenkin lattiatasoite ja sen menekin optimointiin vaikuttavat tekijät aiheena hipovat kustannustehokkuutta, mikä tuli hyvin useassa kohdassa lähes koko projektin ajan tavalla tai toisella mukaan ja oli vahvasti tapetilla. Plaano itsessään ei ole edullinen ja on ymmärrettävää, miksi sen optimointi on työmaalle niin merkittävässä asemassa. Haastatteluissa kysyttäessä eri osapuolilta heidän vaikutuksestaan lattiatasoitteen kulutuksen määrään oman tekemisen kautta, lähes kaikilta tuli hyviä vastauksia, mikä kertoo plaanon merkityksen lisäksi ammattitaitoisesta kohderyhmästä.

Ontelolaattasaumavalut muodostuivat keskeiseksi aiheeksi, urakoitsijoiden jättämien vajaiden saumauksien vuoksi, joista koitui lisäkustannuksia plaanon muodossa työmaalle. Aihe otettiin tilaajan toiveesta tutkintaan ja päädyttiin mielenkiintoisiin tuloksiin.

Jos pelkästään saumat olisi pumpattu ja tärytetty huolellisesti, tai valettu täyteen jälkeensä kohdista, jotka oli jätetty vajaiksi ennen plaanon pumpppausta, olisi loppulaskusta säästetty 808,85 €. Tämän kohteen yhteenlaskettu pinta-ala asuntojen, varastojen, yhteiskäyttötilojen ja porrashuoneiden osalta on n. 3918 m². Ontelolaattasaumoihin kuluva hinta on mitätön ottaen huomioon koko rakennuksen pinta-alan, mutta se on kuitenkin summa, josta olisi syytä neuvotella ennen urakkasopimusta runkourakoitsijan kanssa ja mahdollisesti sisällyttää saumavalujen korjaukset urakkaan.

Haastatteluissa tuli oleellisia asioita esille, kuten esimerkiksi, jos runkotyönjohtaja odottaa ulkoistetulta mittamieheltä raportointia mm. ontelolaattojen laatuvirheistä, niin kannattaa olla mittamiehien kanssa hyvissä väleissä. Haastatteluissa tuli myös esille, että lähes kaikki osapuolilla suhtautuvat hyvin kriittisesti suunnitelmiin, mittamiehiä lukuun ottamatta. Laadullisesti virheellisten tai viallisten ontelolaattojen kohdalla, myös kaikilla runkomestareilla sekä vastaavilla oli kompetenssia hoitaa asiat eteenpäin yrityksen etuja silmällä pitäen.

Lähteet

- [1] Kerrostaso ovi karmi kuva
https://www.jeld-wen.fi/ammattilaiset/tuotteet/karmit_ja_kynnykset/
- [2] Tietoa pumppaustuotteista
<https://www.fi.weber/alkadry>
- [3] Tietoa pumppaustuotteista
<https://www.fescon.fi/tuotteet/lattiatasoitteet/lattiatasoitteet-ja-pohjusteet>
- [4] Tietoa pumppaustuotteista
<https://www.bostik.com/fi/finland/bostik-products/>
- [5] Tietoa pumppaustuotteista
<https://www.kiilto.fi/tuotteet/>
- [6] Kuvia lattiatasoitteista ja ontelolaatoista. (palvelin, jota Pohjola Rakennus hyödyntää mm. TR-mittauksiin)
<https://congrid.fi/live/Ztbz505mqvUzJ7WV92I1FRXG46Fjq2Yr/photos/>
- [7] Lattiatasoitteesta yleistietoa
<https://www.youtube.com/watch?v=3mlAej0q08c>
- [8] Kuvia lattiatasoitteista ja ontelolaatoista.
http://www.kipsivalu.fi/uploads/images/Lattiaohje_LM80_ja_LM35_2016.pdf
- [9] Tietoa mittamiehestä
<https://www.rakennuslehti.fi/2016/10/mittakirvesmies-markus-neejarvi-lujatalo-pyrin-jatamaan-toleranssit-muille/>
- [10] Tietoa mittamiehestä
<https://rakennusliitto.fi/2017/01/13/modernin-mittamiehen-puhuttava-digia/>
- [11] Mittamiehen koulutus
https://www.rakentaja.fi/artikkelit/439/rakennusalan_ammattit.htm
- [12] Syvähaastattelun määrittäminen
<https://spoken.fi/2180/>
- [13] Märkätilakynnysdetalji määräykset / suositukset
<https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.metropolia.fi/resource/juha/content/25117#page=1>
- [14] Parvekkeen kynnysdetalji määräykset / suositukset
<https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.metropolia.fi/resource/juha/content/25117#page=1>

[15] Betonin kutistumisesta ja tilavuudesta

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/341430/Karu_Juha.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Haastattelukysymykset:

1. Kuinka huomioit työsuorituksesi seurauksia lattiatasoitetta ajatellen?
2. kuinka pystyt omalla toiminnallasi vaikuttamaan lattiatasoitteen kulutuksen määrään?
3. Mitä ulkoisia vaikutteita kohdistuu osakohteeseesi ennen työvaiheen alkamista ja Kuinka huomioit ne/nämä?
4. Minkälaisia riskejä tai ongelmia on olemassa sinun työvaiheessasi, jotka voisivat lisätä plaanon kulutusta.
5. Minkälaisilla toimenpiteillä tai työkaluilla voidaan päästä eroon niistä riskeistä ja ongelmista.
6. Lisättävää / omia kehitysideoita joilla mahdollisesti voitaisiin minimoida lattiatasoitteen kulutusta kuitenkin laadusta tinkimättä?
7. Korkomaaailma on erityisen tärkeä lattiatasoitteen menekin suhteen. Kyseenalaistatko rakennesuunnitelmat? Miten toimit, jos huomaat, että tasoitusvara on suunniteltu ylisuureksi
8. Miten toimit, kun huomaat, että ontelolaatoissa on laatuvirheitä, jotka vaikuttavat lattiatasoitteen menekkiin?
9. Miten toimit, kun huomaat, että elementtiasennuksessa on puutteita esim. ontelot hammastavat, saumat ja paikallavalu kaistat ovat vajaita?