

Opinnäytetyö (AMK)

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri

2021

Eino Heinonen

# TASOITE- JA MAALAUSTYÖ KERROSTALOHANKKEEN TAHTITUOTANNOSSA



OPINNÄYTETYÖ (AMK ) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri

2021 | 45 sivua, 2 liitesivua

Eino Heinonen

## TASOITE- JA MAALAUSTYÖ KERROSTALOHANKKEEN TAHTITUOTANNOSSA

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä tutkimus tasoite- ja maalaustyön lisätöiden synnystä tahtituotannossa. Tutkimus tehtiin YIT-Suomi Oy:n työmaalle Naantalin Matruusiin. Työssä havainnoidaan tasoite- ja maalaustyön yleiset menetelmät, työstettävät alustat, laatuvaatimukset, laadunvarmistustoimet, sekä työn tahdistus ja aikataulut. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää tekijöitä, jotka vaikuttavat mahdollisiin lisätunteihin. Lisäksi työssä käydään läpi yleisiä tasoite- ja maalausmenetelmiä sekä niissä käytettäviä materiaaleja.

ASIASANAT:

[Avainsanat]

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree Programme in Construction and Municipal Engineering, BEng

2021 | 45 of pages, 2 of pages in appendices

Eino Heinonen

# LEVELLING AND PAINTING WORK IN THE TAKT PRODUCTION OF AN APARTMENT BUILDING PROJECT

This thesis focuses on the occurrence of additional levelling and painting work in takt production. The study has been done for YIT-Suomi Oy's construction site Naantalin Matruusi. The thesis describes the common levelling and painting methods, workable surfaces, quality standards, quality assurance and the synchronization and scheduling of work. The aim of the thesis is to examine the factors influencing the possible additional work. In addition, the thesis reviews common levelling and painting methods and the materials used in them.

## KEYWORDS:

Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>7</b>
<b>2 TASOITE- JA MAALAUSTYÖN POHJUSTUS</b>	<b>8</b>
2.1 Maaleja eri tarkoituksiin	8
2.2 Maalausolosuhteet	8
2.3 Maalaukseen alustavat työt	9
2.4 Tasoitetyöhön alustavat työt	10
2.5 Yleiset tasoitus- ja maalausmenetelmät	11
<b>3 LAATUVAATIMUKSET TASOITE- JA MAALAUSTYÖSSÄ</b>	<b>12</b>
3.1 Tasoitettava alusta	12
3.2 Tasoitepinnan tasaisuus	13
3.3 Tasoitepinnan ulkonäköluokat	13
3.4 Tasoitettavien tilojen rasisluokat	15
3.5 Pinnan vaatimusten arviointi	16
3.6 Maalattava alusta	17
3.7 Maalipinnan ulkonäköluokat	17
3.8 Maalatuinpinnan arviointi	18
<b>4 LAADUN VARMISTUS</b>	<b>19</b>
4.1 Yksittäisen työtehtävän laadunvarmistustoimet	19
4.2 Aloituspalaveri	21
4.3 Mallityö	21
4.4 Vastaanottokatselmus	21
<b>5 TAHTIAIKATAULU</b>	<b>23</b>
5.1 Tavoite	23
5.2 Menetelmä	23
<b>6 AIKATAULUSUUNNITTELUN VAIHEET</b>	<b>25</b>
6.1 Yleisaikataulu	25
6.2 Työaikataulu	25
6.3 Rakentamisvaihe aikataulu	26
6.4 Tehtäväsuunnitelmat	26
6.5 Viikoaikataulu	27

<b>7 TYÖTEHTÄVIEN AIKATAULUTUS JA TAHDISTUS</b>	<b>28</b>
<b>8 TASOITE- JA MAALAUSTÖIDEN LISÄAJAT</b>	<b>30</b>
8.1 Lisäaikojen syitä	30
8.2 Lisäaikojen vähentäminen	30
<b>9 CASETUTKIMUS</b>	<b>32</b>
9.1 Tutkittava kohde	32
9.2 Tutkimustulokset	33
9.2.1 Tasoite- ja maalaustyön laajuus	33
9.2.2 Tasoite- ja maalaustyöt	34
9.2.3 Maalaustöiden laatuvaatimukset ja materiaalit	36
9.3 Tasoitetöiden laatuvaatimukset	36
9.3.1 Työnaikainen valvonta ja laadunvarmistus	37
9.3.2 Ajanhallinta ja tahdistus	38
9.3.3 Kokonaistuntimäärien vertailua.	38
<b>10 YHTEENVETO JA POHDINTA</b>	<b>39</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>41</b>

## **KUVAT**

Kuva 1. Ulkonäköluokka Ts1 (RT 33-11043).	17
Kuva 2. Ulkonäköluokka Ts2 (RT 33-11043).	17
Kuva 3. Ulkonäköluokka Ts3 (RT 33-11043).	18
Kuva 4. Tasoitetun pinna vertailupintoja. (RT 33-11043 S.5).	19

# TAULUKOT

Taulukko 1. Alustan tasaisuus vaatimukset. (Ratu 1194-S)	12
Taulukko 2. Tasoitetun seinän ja katon tasaisuusvaatimukset (RT 33-11043).	13
Taulukko 3. Tasoitettavien tilojen rasisluokat	15

¶.....Osan vaihto (seuraava sivu).....

# 1 JOHDANTO

Tasoiteen tarkoituksena on saada alustasta yhtenäinen ja tasalaatuinen, joka yleensä kuivissa sisätiloissa pinnoitetaan tapetilla tai maalilla. Pinnoitteella saadaan tuotteelle haluttu kuvio tai väri. Värit lisäävät viihtyvyyttä ja väreillä saadaan tuotteelle yksilöllinen ilme. Kauniin ilmeen antaminen ei kuitenkaan ole pinnoitteen ainoa tehtävä, vaan maalin ja tapetin tarkoituksena on myös parantaa tuotteen kemiallisia ja fysikaalisia ominaisuuksia. Laadukas ja hyvä lopputulos saadaan aikaan valitsemalla tasoitteet ja maalit oikein.

Opinnäytetyössä tavoitteena on tutkia meneillään olevan rakennushankkeen sisävalmistusvaiheen tasoite- ja maalaustyön kestoa suhteessa teoriassa laskettuun aikaan ja mitkä tekijät mahdollisesti poikkeamiin vaikuttavat. Tässä työssä havainnoidaan myös yleisiä asuinrakentamisessa käytettäviä tasoite- ja maalaustyön menetelmiä sekä niissä käytettäviä materiaaleja.

Tasoite- ja maalaustyö toteutettiin kohteessa tahtiaikataulun mukaisesti. Aikataulu on laadittu jakamalla kohde samankokoisiin lohkoihin. Lohkot muodostuvat aina yhdestä kerroksesta. Lohkot on tahdistettu hitaimman työvaiheen mukaan. Tasoite- ja maalaustyöt on tahdistettu alkamaan 1 kerroksesta ylöspäin, kuten kaikki muutkin sisävalmistusvaiheen työt. Tasoitetyö etenee yhden kerroksen edellä maalaustöiltä. Lohko rauhoitettiin tasoite- ja maalaustöiden ajaksi siten, ettei kohteessa tehty samanaikaisesti tasoite- ja maalaustöitä haittaavia työvaiheita.

Tilajana toimii YIT Suomi Oy ja toimeksiantajana työpäällikkö ja ohjaajana työmaalla vastaava työnjohtaja. Opinnäytetyön aihe tuli tilaajalta. Aihealue on hyvin keskeinen osa sisävalmistusvaiheen tahtituotannossa. Casekohde on Naantalissa Kopenkatu 2:ssa sijaitseva asuinrakennus, jonka sisävalmistusvaiheen tasoite- ja maalaustyötä seurataan tässä opinnäytetyössä.

## 2 TASOITE- JA MAALAUSTYÖN POHJUSTUS

### 2.1 Maaleja eri tarkoituksiin

Katto- ja seinämaalit muodostavat pinta-alallisesti suurimman sisämaalien ryhmän. Maalituotteissa suurimmat erot ovat lähinnä kiiltoasteissa, pesunkestävyydessä ja kulutuksenkestävyydessä. (Haapaniemi & Saarinen, S. 82.) Jotta maalaus onnistuu parhaalla mahdollisella tavalla, on aluksi selvitettävä, mille alustalle maalaus tehdään. Maalaus- alusta ryhmiä ovat esimerkiksi erilaiset kivi-, tiili- ja betonipinnat sekä tasoite- ja laastialustat. (Sari Larsen, Asko Kuusela, Karoliina Pyykkönen, Anu Susi & Jutta Virtanen, S. 51.).

Maalin valintaan vaikuttaa suuresti, mikä tila on kyseessä ja mitä pintaa käsitellään sekä minkälaista rasituksen kestoa siltä vaaditaan. Kattopintoihin kohdistuu yleensä hyvin vähän rasitusta, siksi se mahdollistaa käyttämään kattopinnoissa maalia, jotka kestävät hyvin vähän pesua ja hankaamista. Kattopinnoilla käytetään yleensä himmeäpintaisia maaleja, jolloin valo heijastuu mahdollisemman tasaisesti joka puolelle. Himmeä maali heijastaa vähiten epätasaisuuksia. (Haapaniemi & Saarinen, S. 60–61.) Seinäpinnoissa suositetaan vähän kiiltävämpää maalipintaa, koska se on helpompi pitää puhtaana ja himmeät pinnat puolestaan luovat rauhallisen vaikutelman. Olo- ja makuuhuoneissa suositetaan yleensä himmeitä ja täyshimmeitä maaleja. Keittiöt ja eteiset puolestaan maalataan usein puolihimmeällä maalilla, sillä näissä tiloissa seinäpinnat saavat altistusta kura- tai rasvaroiskeille ja näin ollen vaativat pyyhkimistä. (www-sivu Teknos.com) Julkisten tilojen seinät altistuvat kovalle rasitukselle, joten niihin valitaan usein kestävä ja pestävä maali. Kosteutta kestävät maalit soveltuvat hyvin pestäviin ja kosteisiin tiloihin. (Haapaniemi & Saarinen, S.61).

### 2.2 Maalausolosuhteet

Maalausolosuhteiden määrittämiseen vaikuttaa maalin ominaisuudet, joissa onkin merkittäviä eroja. On maaleja, jotka kestävät paremmin kosteita alustoja kuin toiset. Maalaus-työ onkin hyvä tehdä maalintoimittajan maalausolosuhteista antamien ohjeiden mukaan. (Sari Larsen, Asko Kuusela, Karoliina Pyykkönen, Anu Susi & Jutta Virtanen, S.27).



Sisämaalauksessa ilman ja alustan lämpötila ja kosteus tarkistetaan, että ne täyttävät maalaustarvikkeiden asettamat vaatimukset. (Ratu 0452. S.7.) Maalattavan tilan lämpötilalla ja ilmanvaihdolla on suuri vaikutus maalin kuivumisaikaan ja kalvonmuodostukseen. Suuri ilmavirtaus ja korkea lämpötila nopeuttaa maalin kuivumista ja vastaavasti lämpötilan pienentäminen hidastaa kuivumista. Liian korkeissa lämpötiloissa liuotteet haihtuvat nopeasti aiheuttaen huokosia maalikalvoon ja huonon tarttuvuuden alustaan. Maalattavan alustan lämpötilan ollessa yli +50 °C ei kannata yleensä maalata. Ilman suhteellinen kosteus vaikuttaa eri tavalla eri maalityyppien kuivumiseen. Aina ei ole oikein vaatia tiettyä ilmankosteutta, vaan on tärkeämpää, että pinnan lämpötila on riittävästi ilman kastepisteen yläpuolella. Alustan lämpötilan tulisi olla 3 °C ilman kastepisteen yläpuolella. (Alén 1988, 701–702).

Maalaustyöhön kuuluu tavaroiden siirto, suojaus, silotukset ja hionnat, pohja- ja pinta-maalaus sekä lopettavat työt, kuten suojausten poisto ja välineiden puhdistus. Työryhmään kuuluu 1 maalari ja siirroissa 1 avustava työntekijä. Työryhmä pitää perehdyttää kohteen laatuvaatimuksiin, työkohteeseen sekä työmaan olosuhteisiin. Suunnitelmat ja mahdolliset asiakasmuutokset pitää olla työryhmän käytössä. (Ratu1194-S Pintatyöt). Työkohde rauhoitetaan muilta maalaustyötä haittaavilta työvaiheilta. Seinä pinta tarkistetaan, että se täyttää sille asetetut vaatimukset. Alusta harjataan mahdollisesta pölystä tai muista epäpuhtauksista. (Ratu 1194-S) Ennen maalauksen aloittamista tarkistetaan maalin vaatimat maalausolosuhteet ja näin selvittää olosuhteiden vaikutus päällemaalaus-, kuivumis- ja kovettumisaikoihin. Maalattavan huoneilman ja seinäpinnan lämpötila mitataan sekä huoneilman kosteus tarkistetaan. Tilojen ilmanvaihto pitää säätää sopivaksi, jotta maalipinta ei kuivu liian nopeasti tai hitaasti. (Ratu 0453).

### 2.3 Maalaukseen alustavat työt

Työkohde rauhoitetaan muilta maalaustyötä haittaavilta työvaiheilta. Seinä pinta tarkistetaan, että se täyttää sille asetetut vaatimukset. Alusta harjataan mahdollisesta pölystä tai muista epäpuhtauksista. (Ratu 1194-S) Ennen maalauksen aloittamista tarkistetaan maalin vaatimat maalausolosuhteet ja näin selvittää olosuhteiden vaikutus päällemaalaus-, kuivumis- ja kovettumisaikoihin. Maalattavan huoneilman ja seinäpinnan lämpötila mitataan sekä huoneilman kosteus tarkistetaan. Tilojen ilmanvaihto pitää säätää sopivaksi, jotta maalipinta ei kuivu liian nopeasti tai hitaasti. (Ratu 0453).

## 2.4 Tasoitetyöhön alustavat työt

Tasoitetoita voidaan tehdä vain soveltuviissa olosuhteissa. Tasoitettavan alustan, materiaalin ja ilman tulee olla lämpötilaltaan yli +5°C vähintään tasoittumisen sitoutumiseen asti. (Ratu 0453 S. 7) Tasoittamiseen suotuisa ilman lämpötila on kuitenkin n. +10...20 °C ja ilman suhteellinen kosteus noin 50...80 %. Ilmanvaihto tasoitettavassa tilassa pitää olla sopivalla tasolla sekä lämpötila. Ilman vaihdon ollessa liian suurta ja lämpötilan korkea, tasoite saattaa halkeilla ja tasoitteen työstöaika lyhenee. (RT 33-11043 S.8).

Työkohde rauhoitetaan muilta tasoitetyötä haittaavilta työvaiheilta. Tasoitettava alusta tarkistetaan ja siitä poistetaan kaikki mahdolliset purseet, nystermät ja naulat. Alusta tarkistetaan, että se täyttää sille asetetut vaatimukset. Alusta joko hiotaan tai harjataan puhtaaksi pölystä ja muista tartuntaa heikentävistä aineista. Alustan pitää antaa mahdollisesti kuivua, jotta se on riittävän kuiva ja tasaisesti imevä. Mahdolliset putket voidaan rasvata puhdistamisen helpottamiseksi. Ympäröivät rakenteet suojataan. (Ratu 0453).

Tasoitetyö sisältää mittauksen, suojauksen, tasoitettavan alustan pohjustuksen, tasoitemassan valmistuksen ja levittämisen sekä hionnat, pölynpoistot ja jälkityön. (RT 33-11043 S.1.) Työryhmään kuuluu 2 tasoitetyöntekijää (2 RAM). Työryhmällä tulee olla uusimmat suunnitelmat sekä mahdolliset käyttäjämuutokset. Suunnitelmat ja mahdolliset asiakasmuutokset pitää myös olla työryhmän käytössä. (Ratu 1194-S.) Tasoitetyössä ei yleensä käytetä sabluunoita tai linjaareita, vaan se tehdään vapaalla kädellä. Tasoitus voidaan toteuttaa, joko kokonaantasoituksena, osittaintasoituksena tai ruiskuttamalla viimeinen tasoitekerros valmiiksi pinnaksi. (RT 33-11043 S.1).

Tasoitteen valitseminen oikein mahdollistaa laadukkaan ja hyvän lopputuloksen. Alustojen huolellisella tasoittamisella varmistetaan hyvä lopputulos, jossa maalipinta kestää paremmin rasiusta ja näyttää tasaiselta. Tasoitteen työstettävyys ja täyttökyky ovat sen tärkeimpiä ominaisuuksia, mutta myös tasalaatuisuus, hiottavuus, mekaaninen lujuus, veden kestävyys, tartunta, kuivumisaika, väri ja ympäristövaikutukset ovat hyvän tasoitteen perusominaisuuksia. (Tikkurila 2021) Tasoitettavan tilan kosteus ja lämpötila olosuhteet pitää myös ottaa huomioon, sen päälle tulevan päällysteen kiinnitystapa sekä käytön aiheuttamat mekaaniset rasitukset. (Maalaus RYL 2012.) Tilojen määrittelyssä, kuiviksi tiloiksi voidaan katsoa esimerkiksi asuin- ja toimistohuoneiden katot, arkistotilat ja varastot. Kosteusteknillisesti vaativia tiloja ovat, esimerkiksi asunnon pesuhuoneet saunat, lämmittämättömät tilat, yleiset sauna- ja pesutilat, uimahallit,

teollisuuden tilat, sairaalat ja suurkeittiöt. Kosteusteknillisesti vaativia tiloja ovat suurkeittiöt ja uimahallit. (RT 33-11043 S.4).

Ylitasoitukseen käytetään yleensä karkeita (esimerkiksi LG) keskikarkeita (esimerkiksi LV ja LH) tai hienotasoitteita (esimerkiksi LF). Oikaisutasoitukseen valitaan tasoiitteet tarvittavan oikaisun paksuuden mukaan. Jos on kyse usean millimetrin tai usean kymmenenmillimetrin paksuisesta oikaisusta, käytetään karkeita tasoiitteita. Paksut oikaisukerrat toteutetaan yleensä useammalla tasoiituskerroksella. (Haapaniemi & Saarinen, 79–80).

## 2.5 Yleiset tasoiitus- ja maalausmenetelmät

Tasoiituksella voidaan tarkoittaa montaa eri asiaa. Osatasoiituksella eli osittelulla tarkoitetaan kolon tai epätasaisen kohdan tasoiittamista muun seinäpinnan kanssa samaan tasoon. Koko- eli ylitasoiituksella tarkoitetaan koko pinnan tasoiittamista. Oikaisutasoiituksella tarkoitetaan vinon tai epätasaisen seinäpinnan oikaisua suoraksi (Haapaniemi & Saarinen, 79) Osatasoiitus toteutetaan käsin teräslastalla tai tasoiiteruiskulla. Pinta tasataan teräslastalla seinän pinnan kanssa samaan tasoon. Ylitasoiitus toteutetaan yleensä tasoiiteruiskulla. Ruiskutettu pinta tasoiitetaan teräslipalla. Liipan leveys valitaan tasoiitettavan alustan koon ja muodon mukaan. Ylimääräinen laasti poistetaan seinältä teräslippan reunalla apulastaa käyttäen jäteastiaan. Viimeinen tasoiite kerros liipataan pystysuoraan ja kattojen kohtisuoraan ikkunaseinää vasten (valon suuntaisesti). (Ratu 0453).

Maalausmenetelmiä on useita, minkä valintaan vaikuttaa maalattavan alustan materiaali. Seinä- ja kattopinnat käsitellään yleensä telalla, siveltimellä tai ruiskumaalauksena. Levypintaiset tai kiviainespintaiset seinät varsinkin uudismaalauskohteissa, maalataan yleensä telalla, ruiskulla tai ruiskutuksen ja telauksen yhdistelmänä, jolloin maali levitetään ruiskulla ja telataan päältä tasaiseksi. Puupaneelit maalataan yleensä siveltimellä tai lyhytnukkaisella telalla. Maalin voi myös levittää telalla ja maalata siveltimellä heti päälle, jolloin syntyy paras tartunta. (Haapaniemi & Saarinen, S.83–86).

## 3 LAATUVAATIMUKSET TASOITE- JA MAALAUSTYÖSSÄ

### 3.1 Tasoitettava alusta

Laatu käsitteenä ei ole yksiselitteinen asia, sillä on monta määritelmää ja ulottuvuutta. Laatu voidaan määritellä jakamalla laatu esim. tuotteen, palvelun ja toiminnan laatuun. Tuotteen laatu on asiakkaan odotuksien ja huomion herättäjä ja sitä kautta toimii myös kilpailutekijänä. Laadun elementtejä lopputuotteessa ovat mm. suunnittelun laatu, valmistuksen laatu, ympäristökeskeinen laatu sekä asiakkaan havaitsema suhteellinen laatu. (Ratu KI 6029 S.7).

Tasoitettavan alustan pitää täyttää tietyt mittatarkkuusvaatimukset, jotta saadaan tasoi-  
tepinta haluttuun tasaisuuteen. Alustalle määritellään laatuluokka, jossa määritellään ra-  
jat pinnan käyryydelle ja aaltoilulle. Alustan laatuluokkaa määrittäessä on otettava hu-  
omioon, että aaltoilevasta ja käyrästä alustasta ei yleensä voi saada korkealuokkaista ja  
tasaista pintaa ilman erillistä alustan oikaisutasoitusta. Alustan tasaisuus vaatimukset on  
tarkemmin esitetty taulukossa 1. (RT 33-11043).

Taulukko 1. Alustan tasaisuus vaatimukset. (Ratu 1194-S)

valettu pinta	ja aaltoilu, by 40	keama /1,5 m	luokka 2	5
			luokka 3	8
Muurattu pinta	pinnan käyryys, RunkoRYL 2000	tasaisuus, RT 14-10373	luokka 1	±4
			luokka 2	±6
			luokka 3	±8
Rapattu pinta	tasaisuus, RunkoRYL 2000	tasaisuus, RT 14-10373	luokka 1	±3
			luokka 2	±5
			luokka 3	±6
Rakennus- levypinta	pinnan käyryys, RunkoRYL 2000	suurin sall. poik- keama/ 200 mm	luokka 1	±1
			luokka 2	±1
			luokka 3	±2
		/ 1000 mm	luokka 1	±3
			luokka 2	±4
			luokka 3	±6
		/ 2000 mm	luokka 1	±4
			luokka 2	±6
			luokka 3	±10

### 3.2 Tasoitepinnan tasaisuus

Tasoitepinnan tasaisuudelle on määritelty tasaisuusluokat, joita löytyy L0, L1, L2 ja L3. Tasaisuusluokka L0 voidaan käyttää, kun pinnalle asetetaan tiukimmat tasaisuusvaatimukset. L3 voidaan käyttää, kun pinnalle asetetaan väljimmät tasaisuusvaatimukset. Taulukossa 2. on tarkemmin esitetty tasaisuusluokat. (RT 33-11043).

Taulukko 2. Tasoitetun seinän ja katon tasaisuusvaatimukset (RT 33-11043).

Tasoitettu seinä/katto	Suurin sallittu poikkeama (mittauspituus 2000 mm)			
	Luokka 0	Luokka 1	Luokka 2	Luokka 3
	L0	L1	L2	L3
Pinnan tasaisuus	pinnat, joille asetetaan luokkaa L1 tiukemmat vaatimukset	± 3 mm	± 5 mm	pinnat, joille asetetaan luokkaa L2 väljimmät vaatimukset
Pinta rajoittuu toisiin rakennusosiin		± 2 mm	± 4 mm	

Taulukon tasaisuusluokkia voidaan käyttää esimerkiksi seuraavasti:

- L0 Maalattavat pinnat, joille asetetaan tavanomaista korkeammat tasaisuusvaatimukset
- L1 Maalattavat tai ohuen tapetin alustaksi tarkoitetut seinät ja sileät maalattavat katot
- L2 Kankaan tai paksun tapetin alustaksi tarkoitetut seinät ja ruiskutetut katot
- L3 Pinnat, joille asetetaan tavanomaista vähäisemmät tasaisuusvaatimukset

### 3.3 Tasoitepinnan ulkonäköluokat

Valittavaan ulkonäköluokkaan vaikuttaa tasoitteen ominaisuudet sekä tasoitetyön jälkeiset pintakäsittelyn asettamat vaatimukset. Ulkonäköluokka määritellään aina suunniteluasiakirjoissa. Ulkonäköluokkia käytetään tasoitteen ulkonäkövaatimuksia esitettäessä. (RT 33-11043 S.5).

Tasoitepinnoille on määritelty rasisusluokat, joita löytyy Ts1, Ts2 ja Ts3. Rasisusluokkaa Ts1 voidaan käyttää, kun pinnalle asetetaan tiukimmat rasisusvaatimukset. Ts3 voidaan käyttää, kun pinnalle asetetaan väljimmät rasisusvaatimukset. (RT 33-11043 S6-7).

**Ulkonäköluokka Ts1** tasoitepinnan tulee yleisvaikutelmaltaan olla yhdenmukainen ja tasavärinen. Valmiin tasoitepinnan pitää olla täysin yhdenmukainen eikä siinä sallita

korkeuseroja. Rajaukset pitää olla täysin täsmällisiä. Valmiissa tasoitepinnassa ei saa yleissilmäyksellä näkyä mitään naarmuja, nystyröitä, koloja eikä huokosia. Kulmien pitää olla hiottuja ja yhdenmukaisia. Ulkonäköluokkaa Ts1 käytetään kohteissa, joissa valmiin tasoitepinnan yhdenmukaisuudelle sekä sileydelle asetetaan suuret vaatimukset, esimerkiksi kun tasoitetyön jälkeisenä pintakäsittelynä on maalauksen ulkonäköluokka Ps1 tai seinäverhouksen ulkonäköluokka T1. (ks. kuva 1.) (RT 33-11043 S.6).

**Ulkonäköluokka Ts2** tasoitepinnan tulee yleisvaikutelmaltaan olla pääosin yhdenmukainen ja tasavärinen. Valmiissa tasoitepinnassa ei sallita karkeuseroja ja sen pitää olla sileydeltään yhdenmukainen ja tasavärinen. Ruiskutasoitekaton valmispinta pitää olla karkeudeltaan ja peittävydeltään pääosin yhdenmukainen. Rajausten pitää olla täsmällisiä. Valmiissa tasoitepinnassa saa esiintyä vähäisiä määriä naarmuja, huokosia ja koloja. Vedeneristeen alustassa ei saa olla nystyröitä eikä huokosia. Kulmat ja viisteet pitää olla pääosin yhdenmukaisia ja valmiiksi hiottuja. Ulkonäköluokka sopii tiloihin, jossa sileydelle, yhdenmukaisuudelle ja ulkonäölle asetetaan tavanomaiset vaatimukset esimerkiksi asuin-, liike- ja toimistotilojen seinä- ja kattopinnoissa. Tasoitteen pintakäsittelynä on esimerkiksi veden eriste märkätiloissa, maalauksen ulkonäköluokka Ps2 tai seinäverhouksen ulkonäköluokka T2.(ks. kuva 2.) (RT 33-11043 S.6).

**Ulkonäköluokka Ts3** tasoitepinta on yleisvaikutelmaltaan tasavärinen ja yhdenmukainen. Valmiissa tasoitepinnassa sallitaan pieniä karkeuseroja sekä sileyden pitää olla pääosin yhdenmukainen. Valmiissa ruiskutasoitekatossa saa esiintyä huokoisia ja värjä- ja karkeuseroja. Rajaukset pitää olla pääosin täsmällisiä. Kulmat ja viisteet pitää olla hiottuja. Ulkonäköluokka Ts3 (ks. kuva 3.) soveltuu kohteisiin, joissa tasoitepinnan ulkonäölle, yhdenmukaisuudelle ja sileydelle on tavanomaista pienempi merkitys ja joissa pitoihin kohdistuu vähäisemmät vaatimukset. (RT 33-11043 S.6).



Kuva 1. Ulkonäköluokka Ts1 (RT 33-11043).



Kuva 2. Ulkonäköluokka Ts2 (RT 33-11043).



Kuva 3. Ulkonäköluokka Ts3 (RT 33-11043).

### 3.4 Tasoitettavien tilojen rasisusluokat

Tasoihteeseen kohdistuvat mekaaniset ja fysikaaliset rasisukset. Tasoihteeseen kohdistuvia rasisuksia ovat esimerkiksi pistekuormat, iskut ja kulutus. Kosteus on merkittävin fysikaalinen rasisite. Tasoihte voi joutua alttiiksi mm. tilan käytöstä aiheutuvalle kosteudelle, pinnan puhdistuksesta aiheutuvalle kosteudelle, alusta kosteudelle tai seinäverhouksen kiinnitykseen käytettävän kiinnityslaastin kosteudelle tai maalin kosteudelle. Tasoihtettaville tiloille on määritelty rasisusluokat, joita löytyy 1,2,3,4. Rasisusluokkaa 4 voidaan käyttää, kun pinnalle asetetaan tiukimmat tasaisuus vaatimukset. 1 voidaan käyttää, kun pinnalle asetetaan väljimmät rasisusvaatimukset. (RT 33-11043 S.4). Taulukossa kolme rasisusluokkaa on tarkemmin esitetty.

Taulukko 3. Tasoihtettavien tilojen rasisusluokat

1	2	3	4
Vähäiset rasisukset ja vaatimukset kuivissa sisätiloissa	Tavanomaiset rasisukset ja vaatimukset kuivissa sisätiloissa	Suuret rasisukset ja vaatimukset kuivissa sisätiloissa	Erityisrasisukset ja -vaatimukset sisätiloissa
Rasisusluokan 1 mukainen ympäristörasisus esiintyy kuivissa sisätiloissa, joissa tasoihtettaviin pintoihin kohdistuu vähäinen mekaaninen rasisus ja joissa tasoihtetun rakennusosan pintatarvikkeelta ei vaadita pesunkestävyyttä.	Rasisusluokan 2 mukainen ympäristörasisus esiintyy kuivissa sisätiloissa, joissa tasoihtettuun pintaan kohdistuu tavanomaisia mekaanisia rasisuksia ja joissa tasoihtetun rakennusosan pintatarvikkeen tulee kestää pyyhkimistä.	Rasisusluokan 3 mukainen ympäristörasisus esiintyy kuivissa sisätiloissa, joissa tasoihtettuun rakennusosaan kohdistuu suuria mekaanisia rasisuksia ja pintatarvikkeen tulee kestää pesua. Jos tilassa esiintyy kosteusrasisusta, tila kuuluu rasisusluokkaan 4.	Rasisusluokan 4 mukainen ympäristörasisus esiintyy sisätiloissa, joissa tasoihtettuun rakennusosaan kohdistuu erittäin suuria mekaanisia tai kemiallisia rasisuksia tai siihen voi roiskua tai tiivistyä vettä (märkätilat).
<p>Esimerkkituloja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kuivat kellari- ja varastotilat</li> <li>• arkistotilat</li> <li>• asuinhuoneiden katot</li> <li>• toimistohuoneiden katot</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• asuinhuoneiden seinät</li> <li>• toimistohuoneiden seinät</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• asuntojen wc- ja kodinhoitotilat</li> <li>• asuntojen keittiöt</li> <li>• porrashuoneet</li> <li>• liikehuoneet</li> <li>• luokahuoneet</li> <li>• yleisötilat</li> <li>• potilashuoneet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• asuntojen sauna- ja pesutilat</li> <li>• lämmittämättömät tilat</li> <li>• yleiset sauna- ja pesutilat</li> <li>• uimahallit</li> <li>• teollisuuden tilat</li> <li>• sairaalat</li> <li>• suurkeittiöt</li> </ul>

### 3.5 Pinnan vaatimusten arviointi

Tasoitepinnan valmistuttua tarkistetaan, täyttääkö se sille asiakirjoissa asetetut vaatimukset laatu- ja ulkonäköluokkien ja lopullisen verhouksen sallimissa rajoissa. Arvostelussa huomioidaan käsiteltävälle pinnalle ominainen rakenne, käytettävän tuotteen ominaisuudet sekä työmenetelmät. Pinnalta ei saa erottua yksittäiset poikkeamat normaalissa valossa tai päivänvalossa, kun pintaa tarkastellaan sellaiselta etäisyydeltä, että voidaan nähdä koko tasoitettu alue. Jos tarkastellaan yksityiskohtia, niitä katsotaan 1,5 m etäisyydeltä. Normaali valaistus on sama kuin käyttöolosuhteita vastaava valaistus. Tarkastuksessa voidaan myös käyttää siirrettäviä valoja. Valaistuksessa käytetään yleensä suositeltuja valo tyyppejä. Valo kohdistetaan seinään katsojan takaa, ei seinän suuntaisesti. Valmista pintaa tarkastaessa katsotaan, onko se ulkonäöltään, tasaisuudeltaan ja yhdenmukaisuudeltaan vaatimusten mukainen. Kuva 4, missä on esitetty vertailupintakuvia. Kuvien tarkoituksena on kuvata työn tasalaatuisuutta, eikä ottaa niinkään kantaa pinnan struktuuriin, joka voi olla esimerkiksi korkea tai matala, karkeaa tai hienoa mikä valitaan työmaalla tehtyjen mallien perusteella. (RT 33-11043 S.5).



Kuva 4. Tasoitetun alustan vertailupintoja. (RT 33-11043).



### 3.6 Maalattava alusta

Maalausaluksia on useita, jotka on jaoteltu yhdeksään pääryhmään ja tarpeellisiksi katsottuihin alaryhmiin. Pääryhmiä ovat: kivialusta, betonialusta, rappauslaastit sekä julkisivutiilet ja -harkot, tasoitealusta, puualusta, kuitualusta, teräsalausta, sinkitty teräsalausta, alumiini- ja kuparialusta, ja erittelemätön alusta. Moni alusta kuitenkin ylitasoitetaan ennen maalausta, jolloin alustan muodostaa tasoite, eikä sen alla ole rakennus. Samalla maalityyppillä voidaan yleisesti maalata useita eri alustoja. (MaalausRYL2012 S.400.) Alustat vaativat kukin omanlaisensa esikäsitteilyn, joista mainittakoon betonipinnat, kuten lattioiden primerointi ja ruostuvien metallipintojen ruosteenesto. (Sari Larsen, Asko Kuusela, Karoliina Pyykkönen, Anu Susi & Jutta Virtanen, S. 51).

### 3.7 Maalipinnan ulkonäköluokat

Valmiin pinnan ulkonäön määrittämiseksi on luotu maalauksen ulkonäköluokitusjärjestelmä. Luokitusjärjestelmässä sisä- ja ulkopinnoille on erikseen määritetty valmiin pinnan ulkonäkövaatimukset peittäville käsittelyille ja kuultokäsittelyille, pintaverhouksen maalauksenkäsittelyille ja seinäpäällyksille. Työmenetelmät vaikuttavat valittavaan ulkonäköluokkaan, jotka pitää määrittellä erikseen esimerkiksi ruiskutus, sively, telaus ja harjaus. Työmaalla tehdään joko etukäteen mallipinta käsittely tai se määritellään maalauksentöselostuksessa. Pintakäsittelyn ulkonäköluokat ilmoitetaan luokitusnimeksi, jossa ulkonäköluokan eteen lisätään kirjain: P = peittävä käsittely, K = kuultokäsittely, V = seinäverhouksen maalauksenkäsittely, T = seinäverhouksen valmiilla seinäverhoustuotteella, esim. tapetilla. Ulkopinnoilla on tunnuksen perässä alaindeksi u ja sisäpinnoilla alaindeksi s. Pintakäsittely luokitellaan sisäpinnoilla myös sileyden perusteella ulkonäköluokkiin E, 1, 2 ja 3, joista luokat E ja 1 ovat vaativimpia. Ulkonäköluokka E pintakäsittely sopii kohteeseen, jossa valmiin pinnan ulkonäölle ja sileydelle asetetaan erittäin suuret vaatimukset. Tällaisia ovat yleensä pinnat, joilta vaaditaan parempaa puhdistettavuutta tai rakeenteelliset yksityiskohdat esimerkiksi ikkunat, ovet, pilarit ja kalusteet. Vaatii erityisuunnittelua ja erityismäärittelyä. (MaalausRYL2012 S.428).

**Ulkonäköluokka 1** asettaa maalipinnan ulkonäölle ja sileydelle suuret vaatimukset. Tällaisia kohteita ovat esimerkiksi asuntojen, julkisten tilojen tai toimistotilojen katto-, seinä- ja lattiapinnat. (MaalausRYL2012 S.428).

**Ulkonäköluokka 2** asettaa maalipinnan ulkonäölle ja sileydelle tavanomaiset vaatimukset. Tällaisia ovat esimerkiksi asuin- ja toimistotilojen katto- ja seinäpinnat. (Maalaus-RYL2012 S.428).

**Ulkonäköluokka 3** asettaa maalipinnan ulkonäölle, tasaisuudelle ja sileydelle tavanomaista vähäisemmän merkityksen. Tällaisia ovat esimerkiksi kellarit. (Maalaus-RYL2012 S.428).

### 3.8 Maalatu-pinnan arviointi

Valmiin maalipinnan ulkonäköä tarkastellaan ja vertaillaan täyttääkö se maalaus-RYL2012-kirjassa annetut suositukset. Valmista pintaa tutkittaessa katsotaan pinnan luontaista ulkonäköä, pintakäsittelyn tasaisuutta, pinnan yhdenmukaisuutta ja pinnan ulkonäköluokasta johtuvia eroja. Arvostelussa huomioidaan myös maalausmenetelmä, käytetyn tuotteen ominaisuutta ja käsiteltävän materiaalin pinnan ominaista rakennetta. Maalin sävyero on haittaava, jos se näkyy yleissilmäyksellä normaalivalossa. Seinäpintaa tarkasteltaessa normaalissa valossa sellaiselta etäisyydeltä, jossa näkee koko maalattavan alueen, ei saa erottua yksittäiset poikkeamat. Tarkasteltaessa yksityiskohtia katsotaan niitä 1.5 m:n etäisyydeltä kohtisuoraan. Tarkastelussa voidaan käyttää siirrettävää valaisinta. Valon pitää tulla seinäpintaan katsojan takaa. (Ratu 1194-S, 2017).

## 4 LAADUN VARMISTUS

Työmaalla varmistetaan ja todennetaan erilaisilla laadunvarmistustoimilla, että tehty työ vastaa sille sopimuksissa asetetut laatuvaatimukset. Aloituspalaverissa laaditaan laadunvarmistusmatriisi, jota käytetään omien töiden ja aliurakoiden osalta esittämään laadunvarmistustoimet. Laadunvarmistusmatriisista vastaa projektipäällikkö, työpäällikkö ja työnjohtaja. Laadunvarmistusmatriisin käytössä huomioidaan sopimusasiakirjan vaatimukset, riskianalyysin tulokset sekä rakennusvalvonnan aloituskokouksessa ilmenneet vaatimukset. Laadunvarmistusmatriisissa määritellään mm. työmaan tehtävät, joista laaditaan tehtäväsuunnitelma. (Ratu KI 6029 S.18).

### 4.1 Yksittäisen työtehtävän laadunvarmistustoimet

Yksittäisen tehtävän ohjaus-, tuotannosuunnittelu ja toteutusvastuu annetaan osakokonaisuuksista vastaaville henkilöille. Yksittäisen tehtävän suunnittelussa pääpaino on tehtävän aloitusedellytysten ja suoritusten varmistamisessa. (Ratu KI-2016, 281).

#### **Tasoitetyön laadunvarmistus työnaikana**

Tasoitteen käytössä ja sekoittamisessa noudatetaan valmistajan tuotekohtaisia ohjeita, sekoitussuhteista, kerrospaksuudesta, kuivumisesta ja tasoitemateriaalin lämpötilasta. Ulkokulmat ja levyjen saumat vahvistetaan saumanauhalla. Alusta voidaan joutua kostuttamaan tartunnan parantamiseksi. Materiaalien rajapinnassa käytetään elastista massaa. Välihionta ja valmiiksi hionta toteutetaan siihen sopivalla hiomapaperilla. Ennen seuraavaa tasoitusta pitää hiontapölyt poistaa. Tasoitteen lopullinen pinta seinissä työstetään pystysuuntaan ja katoissa valonsuuntaisesti. Jätteet toimitetaan niille nimitettyyn astiaan. Suojauksien poisto ja laitteiden huolellinen putsaus. Kuvassa 11. on käyty läpi tasoitetyön yleisimmät ongelmat ja niihin varautuminen. (Ratu KI-2016, 281).

Yleisiä ongelmia	Ongelmiin varautuminen
• rikkoutuneet tasoiäskäkit	- huolellinen varastointi ja siirrot
• alustan huono laatu	- materiaalitoimitusten oikea ajoitus
	- kosteuden mittaus
	- puhtauden, lämpötilan tarkistaminen
	- etuoikaisun tarpeen selvittäminen
• levyseinien saumat, kulmat	- vahvistaminen saumanauhalla
	- nauha painetaan tiiviisti alustaan
• tartunta alustaan	- esikostutus, alustan puhdistus
• tasoiäteen laatu	- tasoiäteen sopivuus kohteeseen
	- tuotekohtaiset sekoitussuhteet
	- kerrospaksuus- ja kuivumisaikahjeet
• tasoiätetun pinnan laatu	- ohjeiden mukainen liippaus
	- pinnan tasaisuuden ja aaltoilun tarkistaminen linjaarilla
	- jälkihoito, suojaus
• turvallisuuden laiminlyönti	- henkilökohtaiset suojaimet,
	- teline- ja kaidetarkastus

Kuva 11 Yleiset tasoiätetyön ongelmat ja niihin varautuminen

### Maalaustyön laadunvarmistus työnaikana

Suunnitellaan maalausjärjestys. Kaikki rajapinnat rajataan siveltimellä, kuten seinän ja katon että levyjen ja elementtien saumat. Rajaus pitää toteuttaa niin että, maali ei ehdi kuivumaan ennen telamaalausta. Ruiskumaalauksessa pistoolin suuttimet pitää säätää ja tarkistetaan riittävä maalivahvuus koeruiskutuksen avulla. Ruiskutusetaisyys pidetään koko ajan samana. Maalauksesta suunnataan noin puolet edellisen maalivedon päälle. Ennen uutta maalausta pitää varmistaa edeltävän pinnan kuivuminen sekä varmistaa pinnan laatu. Maalaus toteutetaan seinissä pystysuuntaan ja katossa valon ja puun syiden suuntaisesti telaten. Maalausjätteitä ei saa kaataa viemäreihin, vaan ne pitää toimittaa kokooma-astioihin ja siitä hyväksytyyn hävityspaikkaan. (Ratu KI-2016, 285).

Yleisiä ongelmia	Ongelmiin varautuminen
• alustan huono laatu	- alustan tarkastus: lämpö ja kosteus
	- hionta, kittaus, puhdistus
• ympäristön maalaus	- suojaukset kunnossa
	- rajaukset
• yhteensopimattomat aineet	- maalausyhdistelmien tarkastaminen
	- tuotekohtaiset ohjeet: maali ja ohenne
• pinnan laatu	- alustan kunnostus
	- maalausjärjestys
	- kuivumisajat ja kerrospaksuudet
	- ohennustarve
• työskentelyolosuhteet	- kohteen rauhoitus
	- tuuletus, lämpötila, kosteus
• turvallisuuden laiminlyönti	- henkilökohtaisten suojaainten käyttö
	- käyttöturvallisuustiedote
	- telinetarkastus
	- tuuletus

Kuva 2 Yleiset maalaustyön ongelmat ja niihin varautuminen. (Ratu KI-2016, 285).

## 4.2 Aloituspalaveri

Työmaan aloituspalaverissa käydään tehtävän kannalta keskeiset asiat läpi, kuten toimintaan kohdistamat rakennuttajan vaatimukset ja suunnitellaan toimet, joilla saadaan vaaditut tavoitteet täyttymään ja mahdolliset ongelmat estettyä. Mahdollinen korjaava aloituspalaveri voidaan järjestää, jos toiminnassa havaitaan puutteita. Siellä käydään ongelma kohdat läpi ja selvitetään miten päästään vaadittuihin tavoitteisiin. (Ratu KI 6029 S.18.) Aloituspalaveri on hyvä pitää muutama päivä ennen töiden aloittamista. Palaverissa selvitetään, onko aloitusedellytykset kunnossa ja päästäänkö työt aloittamaan suunnitellusti. Aloituspalaverin asialistaan kuuluu:

- työkohteen valmius, korjattavat asiat
- työn aikataulu, liittyminen muihin töihin, välitavoitteet
- tarvittavat materiaalit ja kalusto
- laatuvaatimukset, laadunvarmistus toimet
- mahdolliset ongelmat (Ratu 1194-S).

## 4.3 Mallityö

Mallityön avulla havainnoidaan työnlaatuso ja varmistetaan, onko kaikki asiat toteutettu niin kun on asiakirjoissa sovittu. Työryhmä tekee ensimmäisen työkohteen valmiiksi, joka tarkistetaan ja havaitut poikkeamat korjataan haluttuun laatusoön ennen seuraavaan kohteeseen siirtymistä. Hyväksyttyä mallityötä käytetään referenssinä seuraavissa työkohteissa. Mallityön tarkastukseen osallistuu työn tekijät, työmaamestari, valvoja, arkkitehti ja suunnittelija. (Ratu KI 6029 S.18).

## 4.4 Vastaanottokatselmus

Vastaanottokatselmukseen osallistuvat työmaamestari sekä aloittavan ja edeltävän työvaiheen edustaja. Katselmuksessa tarkistetaan luovutettavan kohteen suunnitelmien mukaisuus ja valmius. Havaitut virheet merkitään katselmusmuistioon ja korjataan

vastaamaan haluttua laatutasoa, ennen kuin kohde vastaanotetaan. Vaadittavista kokeista ja mittauksista sekä käytettävistä koneista ja mittalaitteista vastaa urakoitsija. Toimenpiteet dokumentoidaan, aliurakoitsija toimittaa dokumentit pääurakoitsijalle ja dokumentit arkistoidaan. (Ratu KI 6029 S.18).

## 5 TAHTIAIKATAULU

Tahtiaikataulussa esitetään yksittäiselle työvaiheelle kesto virtausperiaatteella. Virtauksessa työvaiheet suunnitellaan välittömästi toisiaan seuraavaksi ja ne mitoitetetaan saman pituisiksi. Paikka-aikakaaviolla on pyritty samaan rakennusteollisuudessa, jossa työvaiheiden eteneminen tasautetaan suhteessa toisiinsa. Tämä on kuitenkin hyvin suurpiirteistä ja tuotannon tahti ei pysy samana mikä mitätöi todellisen tahtiaikatuoannon saavuttamisen. Tahtiaikatuoanto olisi hyvin toimiva myös rakennusteollisuudessa, ja se tuottaisi huomattavasti ennustettavamman ja toimitusvarmemman lopputuloksen. ([www-Lean Constructio.fi](http://www-Lean Constructio.fi)).

### 5.1 Tavoite

Tahtiaikasunnittelun tavoitteena on ohjata tuotantoa visuaalisten menetelmien avulla ja viedä tuotannosuunnittelu huomattavasti nykyistä tarkemmalle tasolle. Yksi tärkeimmistä tavoitteista on saada tasainen ja ennakoitava tuotantotahti, joka mahdollistaa tarkan logistiikan suunnittelun ja toimituksen. Tällä kaikella saadaan parannettua tuottoa ja pienennettyä hukkaa. Jatkuvalle tuotannosuunnittelun kehittämisellä pystytään poistamaan pullonkauloja ja näin lyhentämään tuotannon läpimenoaikoja. ([www-Lean Constructio.fi](http://www-Lean Constructio.fi)).

### 5.2 Menetelmä

Tahtiaikatuoanto toteutetaan pelkistetysti neljässä vaiheessa. Tuotanto prosessista kerätään tietoa sen vaiheista, työvaiheiden järjestyksestä ja kestoista. Tässä voidaan käyttää erinäisiä ohjelmia esim. Last Planerista tuttua seinätaulumenetelmää. Työmaan ositetaan lohkoihin, jotka ovat sopivan pieniä toimiakseen tahtiaikasunnittelun yksikkönä. Tahtiaika tuotannossa suunnitellaan hitaimman työvaiheen mukaan. Työvaiheen nopeutta voidaan säädellä resursoimalla. Kaikkien työvaiheiden tasaaminen hitaimman työvaiheen etenemisnopeuden mukaan esimerkiksi aliurakoiden sanktiot sidotaan etenemisnopeuteen, ei vain välitavoitteisiin. Materiaalitoimitukset suunnitellaan niin, että ne tulee työmaalle etenemistahdin mukaan, eli pyritään toimittamaan tuote täsmällisin toimituksin hiukan enne tarvetta. Prosessia pitää hioo jatkuvasti paremmaksi. Asiat

tehdään kerralla kuntoon, selvitetään mahdolliset ongelman syyt ja ratkaistaan ne, tutkitaan tuotannon etenemistä kokonaisuutena, ei vain yksittäisiä työvaiheita. ([www-LeanConstructio.fi](http://www-LeanConstructio.fi)).



## 6 AIKATAULUSUUNNITTELUN VAIHEET

### 6.1 Yleisaikataulu

Yleisaikataulussa kuvataan koko hankkeen suunniteltu työkulku. Pää toteuttaja suunnittelee yleisaikataulun, joka toimii työmaan toteutuksen ja ajoituksen ohjauksen mallina. Pääresurssit mitoitetaan siinä myös, joten yleisaikataulu toimii lähtötietona resurssisuunnitelmille, kuten hankinta-, työvoima- ja kalustosuunnitelmille. Sitä käytetään myös tarkemman tason suunnitelmille, kuten rakentamisvaihe- ja viikkoaikatauluille sekä tehtäväsuunnittelulle. Yleisaikataulla on kolme laadinnan tarkkuustasoltaan, ajankohdaltaan ja käyttötarkoitukseltaan eroavaa muotoa, joita ovat alustava yleisaikataulu, sopimusyleisaikataulu ja työaikataulu. Työaikataulua yleisesti kutsutaan työmaan yleisaikatauluksi. (Ratu KI-6028 S.30).

### 6.2 Työaikataulu

Työaikataulussa tehtävien ajoitus suunnitellaan tarkemmin jaotellen, mitä yleisaikataulussa, jossa nimikkeistössä työtehtävät esitetään hyvin karkealla tavalla. Esim. tehtävä ”Runko” voi sisältää elementtien asennuksen ja elementtien saumauksen sekä paikalla valettavien kantavien seinien muottityön, raudoituksen ja betonoinnin. Työaikataulussa saatetaan nuo tehtävät eriyttää, jotta saadaan esitettyä kukin tehtävä loogisessa järjestyksessä. (Ratu KI-6031).

Työaikataulussa tehtävien suunnittelu on tarkemmalla tasolla, jossa työtehtävät jaotellaan lohkoihin ja lohkot jaetaan osatehtäviin. Työaikataulussa eri työtehtävien välille jätetään pelivaraa, jotta mahdolliset yllätykset eivät vaikuta rakentamisen koko aikatauluun. Työvuoroaika T3 käytetään tehtävien mitoittamiseen. Tehtävien mahdollisiin häiriöihin eli yli tunnin mittaisiin katkoksiin varatut ajat esitetään aikataulussa pelivaroina, joilla muodostetaan puskureita rakennusvaiheiden ja tehtäväkokonaisuuksien välille. Kaikki aikataulutehtävät on hyvä mitoittaa, niin omat kuin aliurakoitsijoidenkin tehtävät. Talotekniikka työt huomioidaan rakennusteknisten töiden ohella mitoittamalla tehtävät riippuvuudet huomioon ottaen. Yleisaikataulun mukaisesti sovitaan ali- ja sivu-urakat tehtäväksi. Tehtävien kestojen määrittelyyn käytetään omien tietojen lisäksi toteutuneiden kohteiden jälkilaskentatietoja sekä Ratu-tuotantotiedostoja. (Ratu KI-6031).

### 6.3 Rakentamisvaiheaikataulu

Rakentamisvaiheaikataulu käytetään tietyn ajanjakson tai rakentamisvaiheen määrittämiseen. Sen tarkoituksena on varmistaa työaikataulun saavuttaminen. Siinä mitoitetaan tärkeimpien työvaiheiden resurssit tehollisten työmenekkien(T3-ajat), tehtävien limitysten ja vaihtoehtolaskelmien avulla. Lähtötiedot rakentamisvaiheaikatauluun saadaan työaikataulusta, joka vastaavasti antaa puitteet viikkoaikataulun laadintaan. (Ratu KI-6031).

Rakentamisvaiheaikataulu laaditaan joko rakentamisvaiheille, kuten maanrakennus- ja perustus-, runko- ja vesikatto-, sisävalmistus- sekä viimeistely ja luovutusvaihe tai 2–6 kuukauden pituisille ajanjaksoille. Rakentamisvaiheaikataulu on työmaan keskeinen työväline johtuen sen tarkkuudesta sekä yleisyydestä. Työmaa on siitä myös laadintavastuussa. Tärkeimmät lähtötiedot rakentamisvaiheaikataulun laadintaan ovat sopimusasiakirjat, kiinteät päivämäärät, työaikataulu sekä edellinen rakentamisvaiheaikataulu ja tarkemman tason tuotantosunnitelmat, tarkistettu määrälaskelma, tekniset suunnitelmat, työmenetelmät ja kalustovalinnat, käytettävissä olevat resurssit, tuotantotiedostot. (Ratu KI-6031).

### 6.4 Tehtäväsuunnitelmat

Tehtävä on jokin työkokonaisuus, jonka toteuttaa työryhmä, mikä voi muodostua yhdestä työlajista, kuten tasoitetyö, tai useammasta työlajista tai niiden osista, kuten tasoitetyö ja maalaus. (Ratu 1194-S S.1.) Tehtäväsuunnitelmalla varmistetaan, että yksittäinen rakennustyötehtävä saavuttaa sille asetetut ajalliset ja taloudelliset tavoitteet sekä laatuavoitteet. Tehtäväsuunnitelma tarjoaa työn valvontaan ja ohjaukseen konkreettiset väliaineet. Vastaava työnjohtaja laatii tehtäväsuunnitelman tai erikseen määritelty vastuuhenkilö. Mahdollisuuksien mukaan työntekijöiden tulee voida osallistua tehtäväsuunnitelman laadintaan, esimerkiksi mietittäessä parasta toteutustapaa tai työssä esiintyviä ongelmia. Aliurakoitsijan työnjohto voi myös laatia tehtäväsuunnitelman, noudattaen kuitenkin työmaan tuotantosunnittelun tavoitteita. (Ratu KI-6028 S. 34–36.) Tehtäväsuunnitelma laaditaan ennen urakkaneuvotteluja, hankintoja ja työkauppojen solmimista, kuitenkin ennen työn aloittamista. (Ratu 1194-S S.1.) Suunnitelmaa laadittaessa selvitetään mm. työkokonaisuuteen kuuluvat työn osat, ajalliset välitavoitteet, liittyminen muihin töihin, aloitusedellytykset, tehtävän laatuvaatimukset, mahdolliset ongelmat, laadunvarmistus

toimenpiteet, tarvittavat resurssit: työryhmä, materiaalit, koneet kalusto. (Ratu KI-6028 S.34).

## 6.5 Viikkoaikataulu

Viikkoaikataululla varmistetaan työn tavoitteiden toteutuminen ja resurssien tehokas käyttö sekä riittävyys lyhyellä aikavälillä. Käytettävissä olevaa resurssia verrataan aika- ja määrätavoitteisiin ja siten arvioidaan tarvittavat resurssit. Viikkoaikataulu toimii myös sivu- ja aliurakoitsijoiden toimintaohjeena, sekä työ kuntien tiedonlähteenä. Tavoitteet selvitetään yleisaikataulun- tai rakentamisvaihe aikataulun perusteella, jonka tekee vastaava työnjohtaja tai työpäällikkö. Tavoitteena voi olla tietyn alueen valmistus tietyssä aikana. Lisäksi selvitetään tarjolla olevat resurssit ja niiden lisätarve ja vapautumiset, jotta saadaan tieto tavoitteen toteutumisesta. Työnjohtajien kanssa käydään suunnitelma läpi ja varmistetaan yhteistyö muiden töiden kanssa. Lähtötietoina toimii: työ- ja rakentamisvaihe aikataulu, edellinen viikkoaikataulu ja sen toteutuma, erityissuunnitelmat, työkauppoihin käytettävissä olevat resurssit, tuntimäärät sekä käytössä oleva muu työvoima, materiaalien kaluston tilaukset ja toimitusajankohdat, työtehtävien valmiusaste ja työmaan tilanne, toteutuneet työmenekki- ja työsaavutustiedot, Ratu -työmenekkitiedot sekä yritys kohtaiset tuotantotiedot. (Ratu KI-6028 2017, 34).

## 7 TYÖTEHTÄVIEN AIKATAULUTUS JA TAHDISTUS

Aikataulua tehdessä määritellään, miten kauan kukin tehtävä kestää. Tehtävien työmenekkiä määriteltäessä voidaan käyttää yrityksen tietoa tai omaa kokemustietoa tai kaikkien käytössä olevia työmenekkejä, kuten Ratu–työmenekkitietoja. Aliurakoitsijoilta saadaan heidän, työmenekit ja työryhmät, joiden realismi tarkistetaan vertaamalla omaan kokemukseen tai Ratu -tiedostoihin.

Kohteen työolosuhteet, rakennusosat ja tehtäväkokonaisuudet huomioidaan työmenekkiä selvitettäessä. Kun tehtävän tiedot on kerätty, kuten työryhmä, määrät ja työmenekki, saadaan laskettua, paljonko työhön menee tunteja yhteensä. Tämän jälkeen kokonais-työtuntimäärä jaetaan työntekijöiden lukumäärällä ja käytettävissä olevalla työvuoron pituudella, mikä yleensä on 8 h/työvuoro. Työn saavutuksen eli tuotantonopeuden kautta voidaan myös määrittää tehtävälle kesto. (Ratu KI-6031. 2017 78).

Työmenekki = [tth/yks]	$\frac{\text{Työntekijätuntia}}{\text{Suoritemäärä}}$
Työryhmän työmenekki = [tth/yks]	$\sum (\text{Työntekijöiden työmenekki})$
Työsaavutus = [yks/h]	$\frac{1}{\text{Työmenekki [tth/yks]}}$
Työryhmän työsaavutus = [yks/tv]	$\frac{\text{Työryhmä} \times 8 \text{ tth/tv}}{\text{Työmenekki [tth/yks]}}$

Kuva 11. Työmenekkien ja työsaavutuksen laskentakaavoja. (RT-R6031. 2017 78).

Tehtävien mitoitusten ja riippuvuuksien jälkeen voidaan tehtävät piirtää aikatauluun. Tehtäviä voidaan tarkastella paikkaperusteisesti vinoviiva-aikataulussa, josta havaitaan erilaiset tuotantonopeudet sekä työkohteita, joissa tehdään yhtä aikaa montaa työtä.

Tahdistuksella pyritään tilanteeseen, jossa eri tehtävät kulkevat samassa tahdissa ilman ylimääräisiä työkatkoksia osakohteesta toiseen, siten ettei samassa tilassa tehdä useampaa työtehtävää samanaikaisesti. Vaikka erilaisten työtehtävien työmäärä ja tehtävien sisältö vaihtelee, etenevät ne samassa tahdissa osakohteesta toiseen. Näin varmistetaan työrauha jokaiselle työryhmälle. Jotta tämä kaikki saadaan onnistumaan, vaatii se riittävät aloitus- ja lopetusvälit tehtävien välillä. Tahdistus toteutetaan yleensä

rakennuskohteissa tehtävien työsisältöä muuttamalla tai käyttämällä kahta työryhmää muutamassa tehtävässä. Näillä kaikilla toimenpiteillä on vaikutus palkkaukseen, joka pitää huomioida töitä teetettäessä.

### Tahdistuksen toteuttaminen

Tahdistuksessa lasketaan tahdistettava kesto ja määrätään aloitusväli tehollisen rakennusajan, tahdistettavien tehtävien lukumäärän ja valitun aloitusvälin avulla seuraavasti (Ratu KI-6031).

$$T_t = T - (n - 1) \cdot ta, \text{ missä}$$

$T_t$  = tahdistava kesto

$T$  = tehollinen rakennusaika

$ta$  = tehtäville valittu aloitusväli

$n$  = tahdistettavien tehtävien lukumäärä

Valitun aloitusvälin riittävyys voidaan tarkistaa kaavalla (Ratu KI-6031)

$$T_a = \frac{2 T_t}{m}, \text{ missä}$$

$T_a$  = aloitusväli

$T_t$  = tahdistava kesto

$m$  = työkohteiden määrä (= lohko • kerros)

## 8 TASOITE- JA MAALAUSTÖIDEN LISÄAJAT

### 8.1 Lisäaikojen syitä

Tasoite- ja maalaustyöt eivät aina suju suunnitellussa aikataulussa. Lisätunteja voi syntyä monista syistä. Edeltävistä töistä syntyviä tekijöitä ovat muun muassa alusrakenteen suuret epätasaisuudet, liiallinen alustan kosteus ja sopimaton lämpötila maali- ja tasoitetyypille. Materiaaleihin liittyviä tekijöitä materiaalityömitusten viivästyminen, turhat materiaalien siirrot, materiaalien väärä lämpötila ja tasoitemassan liukenemisen odotus. Työnjärjestelyistä aiheutuvia tekijöitä ovat muiden töiden aiheuttamat häiriöt, tilan uudelleen siivoaminen, pinnan kasteluun käytetyn veden kuivumisen odottelu ja edellisen käsittelykerran kuivumisen odottelu. Työskentelyolosuhteet ovat huonot, kuten huono valaistus ja työkohteen epäjärjestys (1190 Rakennustyön lisäajat S. 26–27).

### 8.2 Lisäaikojen vähentäminen

Lisäaikojen syntyyn voidaan vaikuttaa hyvällä työn suunnittelulla, joita ovat muun muassa alusrakenteen pinnan laadun tarkastaminen tasoite- ja maalaustyön vaatimukset täyttäväksi ennen työn aloittamista. Alusrakenteiden riittävän kuivumisen varmistaminen kosteusmittarilla ennen töiden aloittamista. Alustan kuivatuksen ja lämmittämisen aloittaminen riittävän aikaisin. Materiaalien oikean aikainen toimitus kohteeseen mahdollisimman vähillä siirroilla. Materiaalit mahdollisimman aikaisin sopeutumaan käyttöolosuhteisiin.

Käyttämällä valmistasoitteita, jotka voi levittää tasoitettavalle pinnalle heti. Työnjärjestely toteutetaan rauhoittamalla työskentelytila tasoite- ja maalaustyön ajaksi muilta työvaiheilta. Käsitellään kerralla yhtenäinen tila. Näin vältetään uudelleen tehtävää pintojen puhdistusta. Tasoitetyössä huolehditaan, että seinän kastelu toteutetaan mahdollisimman aikaisin. Näin pinnan kuivuminen ei aiheuta odotusta. Työskentelyolosuhteet toteutetaan varmistamalla riittävä työpisteiden sähköistys sekä riittävä valaistus työskentelytilaan. Järjestetään syntyville jätteille lajitteluastia ja huolehditaan, että työryhmä huolehtii työkohteen siisteydestä. (1190 Rakennustyön lisäajat, 26–27.) Taulukossa 3 on esitetty tasoite- ja maalaustöiden lisäaikojen syntymisen osatekijät ja niiden suuruudet.

Taulukko 4 Tasoite- ja maalaustyön lisäajat.

Tasoitetyö	
– Valmiin työn korjaus	2...4 %
– Turhat materiaalin siirrot	1...3 %
– Muu	2 %
Yhteensä	5...9 %
Sisämaalaus	
– Toisen työvaiheen odottaminen	0...3 %
– Valmiin työn korjaus	0...2 %
– Muu	4 %
Yhteensä	4...9 %

## 9 CASETUTKIMUS

### 9.1 Tutkittava kohde

Tutkittavana kohteena toimii asuinkerrostalo, jonka rakennuttaja on Asunto Oy Naantalin Merikapteeni ja YIT-Suomi Oy. Pääurakoitsijana kohteessa toimii YIT-Suomi Oy. Kohde toteutettiin Humaliston kaupunginosaan merenrannan läheisyyteen Satamatien ja Koppenkadun kulmaukseen. Rakennuspaikka sijaitsee korttelissa AK 9 tontilla 2, osoitteessa Koppenkatu 2, 21100 Naantali. Rakennuksessa on 6 kerrosta, joihin toteutettiin yhteensä 39 asuntoa. Asuntojen koot vaihtelevat 33 m<sup>2</sup>:n yksiöstä 99,5 m<sup>2</sup>:n kolmioihin. Autopaikat on sijoitettu autohalliin, autokatokseen ja viereiselle myöhemmin toteutettavalle LPA-tontille asemapiirustuksen mukaisesti. Rakennuksen ensimmäiseen kerrokseen ja kellari-kerrokseen sijoitettiin yhteisiä tiloja: ulkoiluvälinevarasto, kuivaushuone, huoneistokohtaiset irtaimistovarastot sekä väestönsuoja, jossa sijaitsee osa huoneistokohtaisista irtaimistovarastoista. Lisäksi kellarikerrokseen sijoitettiin siivouskomero ja tekniset tilat. Asuinkerrostalon kerrosala on 2 755 k-m<sup>2</sup>, huoneistoala 2 117 h-m<sup>2</sup> sekä bruttoala 3 453 b-m<sup>2</sup>.

#### **Runko- ja julkisivurakenteet**

Kerrostalon rungot on toteutettu betonirakenteisena käyttäen betonipilareita ja palkkeja. Ala-, väli- ja yläpohjat valetaan pääosin paikan päällä teräsbetonista. Ulkoseinissä on käytetty eristettyjä betonikuorielementtejä. Huoneistojen väliset seinät ovat teräsbetoniseiniä. Asuntojen sisäiset kevyet väliseinät ovat metallirankaisia kipsilevyseiniä. Parvekkeet ovat elementtirakenteisia ja ne on tuettu betonipilareiden avulla. Vesikaton runko on puusta ja vesikaton katemateriaalina on käytetty bitumikatetta. Rakennuksen julkisivut tehdään pääosin paikalla muurattuna tiilestä. Parveketaustat toteutetaan pääosin puurakenteisina. (Rakennusseloste, 2019, 28).

#### **Pintarakenteet**

Asuinhuoneiden ikkunaseinät, keittiön, eteisen, kodinhoitohuoneen ja vaatehuoneen seinät ovat maalattuja. Pesuhuoneen ja erillisen WC-tilan seinät laatoitetaan. Saunan seinät paneloidaan. Keittiökaapistojen välitilaan asennetaan välitilalaminaatti. Muut huoneiden seinät tapetoidaan tai maalataan. Asuinhuoneiden katot ovat pääosin ruiskutasoitettuja kattoja. Osa katoista ja koteloista tasoitetaan ja maalataan. Eteistilan katot ovat alas laskettuja kipsilevykattoja. Saunan ja pesuhuoneen katot ovat puupaneelikattoja.



Yleisten tilojen alaslasketut katot toteutetaan pääosin T-listoilla kannatetuilla villalevyillä. (Rakennusseloste 2019, 29).

## 9.2 Tutkimustulokset

### 9.2.1 Tasoite- ja maalaustyön laajuus

Maalaustyö käsittää kaikki maalausalan työt aineineen niin, että maalaustöiden osalta rakennuksen tulee olla täysin valmis työtä luovutettaessa. Maalaussuunnitelma on esitettävä rakennuttajan hyväksyttäväksi ennen maalaustöihin ryhtymistä. Tässä yhteydessä sovitaan lopullisesti maalaustyön eri kohteissa käytettävien työaineiden ja työmenetelmien yksityiskohdista. Tätä varten maalausurakoitsijan tulee tehdä ehdotus, josta selviää minkä nimistä ja minkä tehtaan valmistetta urakoitsija ehdottaa urakkaan kuuluvissa työmenetelmissä käytettävän. Maalaustyöselitys koskee sisäpuolen tasoite- ja maalaustöitä mukaan lukien ulkopuolen maalattavat betonijulkisivupinnat sekä erikseen nimetyt käsiteltävät pinnat.

Tasoite- ja maalaustyöt toteutettiin kohteessa aliurakkana. Urakkaan sisältyi tasoitöiden osalta tasoitetyöt, kiinteiden ikkunoiden suojaus, tasoitteiden siivous lastalla sekä imurointi tasoitetöiden ja hionnan jälkeen. Seinien oikaisut toteutettiin ennakkoon tuntiveloitus perusteisesti. Maalaustöiden osalta urakkaan sisältyi pohjamaalaus ruiskulla, pintamaalaus telalla ja siivous. Pääurakoitsija toimitti kerrokseen, materiaalit, imurin, väliaikaisen vedenottopisteen, sähköt sekä laastin sekoitus pisteen, joka sisälsi laastikamun.

Asuntojen ja porrashuoneiden seinä- ja kattopinnat tasoitetaan työselostuksen mukaan liite 1. Kellarin autohallin, varastojen ja aputilojen ja 1.kerroksen irtaimistovaraston betonipintoja ja puhtaaksimuurattuja tiiliharkkoseiniä ei tasoiteta. Autohallin katto- ja seinäpintoja ei käsitellä.

Katto-, seinä- ja lattiapintojen maalaus käsittelyt ja käytetyt värisävyt on määritelty liitteen 2 maalaustyöselityksessä.

Huoneseloste ja Sisäväri ja materiaalit – suunnitelmassa, ulkovärisuunnitelmassa sekä pohja- ja erikoispiirustuksissa.

Maalausurakkaan kuuluu huoneselityksessä mainittujen kohteiden lisäksi täsmennyksenä

- enintään 5 mm:n rakojen kittaukset elastisella kitillä
- paikalla käsiteltävät levy- ja puupinnat ja paikkaukset
- paikalla käsiteltävät metallipinnat ja niiden paikkaukset.

### 9.2.2 Tasoite- ja maalaustyöt

#### **Tasoitetyöt**

Tasointöihin kuului seinä ja kattopintojen tasoitetyöt, massan valmistus, loppuhionta pölynpoisto sekä avustavat työt kuten telinetyöt, mittaukset, alustan puhdistukset, pintojen suojaukset ja välineiden puhdistukset. Työryhmään kuului 2 ram, tasoitemiestä, 1 ram, etuoikaisija sekä 1 ram, levyseinän nauhoittaja. Tasoitetyöt aloitettiin ensimmäisestä kerroksesta ja edettiin siitä kerros kerrallaan ylöspäin aina kuudenteen kerrokseen asti.

Tasointusmenetelmä kohteessa: Kaikki ylitasoitukset toteutettiin levittämällä ruiskulla tasoite seinään, jonka jälkeen teräslastalla viimeisteltiin pinta. Osatasointus toteutettiin käsin teräslastaa käyttäen. Kipsilevyjen saumat nauhoitettiin käsin teräslastaa käyttäen. Asuntojen sumukatot tehtiin ruiskulla, levittämällä pintatasoite kauttaaltaan tasaisesti.

Työjärjestys kerroksessa: Ensin nauhoitettiin kerroksesta kaikki kipsilevyseinät ja -katot, jonka jälkeen kipsilevyseinäin levitettiin pintatasoite. Kipsilevykattoon, betonielementtiseiniin ja -kattoihin levitettiin pohjatasoite. Tämän jälkeen betoniseinät ja kipsilevykatot uudelleen ylitasoitettiin pintatasoiteella. Huoneistojen ruiskukatot tehtiin viimeiseksi.

**Maalaustyöt**

Maalaustöihin sisätiloissa kuuluu seinien- ja kattojen maalaustyöt maalien sekoitus ja -ohennus, pölynpoisto, hionta, rajakohtien saumaus sekä maalauksen yhteydessä tehtävät pintojen silotukset. (Ratu KI-2016, 284)

Maalaustyöryhmään kuului 2 ram, maalaria. Maalaustyöt aloitettiin 1. kerroksesta tasoitettöiden siirryttyä kerrokseen 2.

Tasoite- ja maalaustyön toteutuksesta on tarkempi erittely liitteessä 1.

### 9.2.3 Maalaustöiden laatuvaatimukset ja materiaalit

Kaikkien maalaustöissä käytettävien maalaustuotteiden tulee täyttää *Maalaus RYL 2012* maalaustuotteille asetetut vaatimukset. Niiden käytössä ja varastoinnissa on noudatettava asianomaisen tuotteen valmistajan antamia ohjeita. Maalaustuotteisiin ei saa lisätä muuta kuin mahdollisesti valmistajan ohjeessa mainittua ainetta. Maalituotteiden säilyttämisessä on noudatettava säilytysjärjestelmän toimittajan antamia ohjeita. Maalausurakoitsija on velvollinen esittämään kirjallisesti ennen maalaustöiden aloittamista rakennuttajan hyväksyttäväksi kaikki maalaustuotteet, joita aikoo käyttää ko. maalauskohteessa. Sisätiloissa tasoitus- ja maalauskesittelyjen ja -tuotteiden tulee päästöluokituksestaan kuulua pääosin M1 -luokkaan. (Maalaustyöselitys, 2020, 8).

Työnvalvojalla on oikeus tarkastaa, että käytettävät maalaustuotteet ovat asiakirjojen mukaisia ja soveltuvat maalauskohteeseen. Maalaustuotteet on tuotava työmaalle avaamattomissa alkuperäispakkauksissa. Kauppanimellä mainitut maalaustuotteet voidaan korvata käyttökohteen kannalta ominaisuuksiltaan ja laadultaan vastaavilla tuotteilla. Urakoitsijan on kuitenkin hankittava rakennuttajan hyväksymien esittämilleen tuotteille, jolloin vastaavuuden todistamisvelvollisuus samoin kuin vastuu tuotteiden ominaisuuksista ja laadusta jää sen esittäjälle. Väripigmenttien on oltava ensiluokkaisia ja sideaineisiin soveltuvia sekä valonkestäviä. (Maalaustyöselitys, 2020, 8).

### 9.3 Tasoitetöiden laatuvaatimukset

Tasoitteet ovat käyttötarkoitukseen sopivia ja niitä koskevien standardien ja määräysten mukaiset. Tuotteiden tulee olla rakennustuoteasetuksen mukaisesti CE-merkitty. Tasoitteiden ominaisuudet, mekaaninen kestävyys, vedenkestävyys sekä tasoitteen tartunta alustaan että päästöluokka ovat sellaiset, että tasoite sopii alustalle ja päälle tulevalle pintakäsittelylle. Kaseiinipitoisten tasoitteiden käyttö on kielletty. Maalaus / tasoiteurakoitsijan on toimitettava pääurakoitsijalle tuoteselosteet ja

muut huoltokirjaan tarvittavat tiedot käyttämistään tarvikkeista. (Maalaustyöselitys, 2020, 8). Liitteessä 2 on eritelty tarkemmin kohteessa käytetyt laatuluokat.

### 9.3.1 Työnaikainen valvonta ja laadunvarmistus

Tasoite- ja maalaustyön valvontaan kohteessa osallistui kaksi työnjohtajaa. Tasoite- ja maalaustyöstä kummastakin laadittiin tehtäväsuunnitelma, joka sisältää työtehtävän sille asettamat ajalliset ja taloudelliset tavoitteet sekä laatutavoitteet. Muutama päivä ennen töiden aloittamista pidettiin aloituspalaveri. Aloituspalaverissa tarkistettiin, että aloitusedellytykset ovat kunnossa ja työt päästään aloittamaan suunnitellusti.

Aloituspalaverin asialista

- työkohteen valmius, korjattavat asiat
- työn aikataulu, liittyminen muihin töihin, välitavoitteet
- tarvittava kalusto ja materiaali
- laatuvaatimukset, laadunvarmistustoimet
- mahdolliset ongelmat.

Aloituspalaveriin osallistui pääurakoitsijan työnjohtaja, aliurakoitsijan tehtävään osallistuva työryhmä sekä työnjohtaja.

#### **Mallityö**

Mallityö tehtiin sopimus- ja suunnitelma-asiakirjojen esittämästä asunnosta. Mallityön tekivät samat henkilöt, jotka tekivät varsinaisenkin työn. Mallityö tarkastettiin yhdessä työhön osallistuvan työryhmän kanssa. Mahdolliset puutteet ja muutokset korjattiin ennen töiden aloitusta. Mallitöiden tarkastamisesta kirjoitettiin muistio, joka liitettiin työmaa-asiakirjoihin. Hyväksytyä mallityötä käytettiin vertailukohteena seuraaville valmistuvilla osakohteilla.

#### **Valmiin työn luovutus**

Luovutukset toteutettiin kohteissa kerros kerrallaan. Luovutukseen osallistui työstä vastaava työnjohtaja. Tarkastuksessa katsottiin täyttääkö se hyväksytyyn mallityön tai suunnitelma- ja sopimusasiakirjojen ja laatumääräysten sekä hyvän rakennustavan asettamat vaatimukset. Mahdolliset puutteet kirjattiin tarkastuspöytäkirjaan ja korjattiin ensi tilassa ennen seuraavan työvaiheen aloittamista. Korjaustöiden jälkeen kohteessa pidetään jälkitarkastus.

### 9.3.2 Ajanhallinta ja tahdistus

Aikataulua seurattiin työmaalla Planet+-aikatauluohjelmalla seurantaviivan avulla sekä tahtiaikataululla. Tahtiaikataulu oli kaikkien nähtävillä kerrostalon kulkuoven vieressä, josta työntekijöiden oli helppo seurata tahtia. Vastasin itse työmaan sisävalmistusvaiheesta ja tein Planet+ -aikatauluohjelmalla kolmeviikoisiaikatauluja. Sitä peilattiin tahtiaikatauluun ja varmistettiin että työt pysyvät tahdissa.

Tasoite- ja maalaustyö toteutetaan kohteessa tahtiaikataulun mukaisesti. Aikataulu on laadittu jakamalla kohde samankokoisiin lohkoihin. Lohkot muodostuivat aina yhdestä kerroksesta. Lohkot on tahdistettu hitaimman työvaiheen mukaan. Tasoite- ja maalaustyöt tahdistetaan alkamaan 1 kerroksesta ylöspäin, kuten kaikki muutkin sisävalmistusvaiheen työt. Tasoitetyö etenee yhden kerroksen edellä maalaustöitä. Lohko rauhoitetaan tasoite- ja maalaustöiden ajaksi siten, ettei kohteessa tehdä yhtä aikaa tasoite- ja maalaustöitä haittaavia työvaiheita.

### 9.3.3 Kokonaistuntimäärien vertailua.

Tasoite- ja maalaustyö tahdistettiin, niin että kerrokseen (lohko) menee aikaa kymmenen päivää. Tasoite- ja maalaustyön läpimenoajaksi oli laskettu 12 viikkoa, näin ollen kerrokseen kuluu aikaa kaksi viikkoa. Tasoite- ja maalaustyössä kummassakin työryhmän koko oli 2 henk. Eli tästä kertyy yhteensä 1920 työtehotuntia. Tasoite- ja maalaustyöt saatiin ajallaan valmiiksi, joten toteutuneet työtunnit olivat samat kuin suunnitelmassa lasketut.

Erillinen maalipintojen korjaus tehdään, kun kaikki muut asennustyöt on saatu valmiiksi. Siinä korjataan valmiisiin maalipintoihin tulleita kolhuja ja naarmuja sekä mahdollisia laatuvirheitä, joita ei ole huomattu työn luovutus tarkastuksessa. Näihin korjauksiin oli arvioitu menevän aikaa 28 tuntia per kerros. Se ei kuitenkaan riittänyt vaan kyseisiin korjaustöihin meni aikaa 53 tuntia per kerros. Eli valmiiden maalipintojen korjaustöihin arvioitu tuntimäärä ylittyi 53 prosenttia.

## 10 YHTEENVETO JA POHDINTA

Opinnäytetyössä tarkasteltiin tasoite- ja maalaustyön lisätöiden syntyä tahtituotannossa. Tutkimus tehtiin YIT-Suomi Oy:n työmaalle Naantalın Matruusiin. Työssä tarkasteltiin tasoite- ja maalaustyön yleiset menetelmät, työstettävät alustat, laatuvaatimukset, laadunvarmistustoimet, sekä työn tahdistus ja aikataulutus. Tavoitteena oli selvittää tekijöitä, jotka vaikuttavat mahdollisiin lisätunteihin.

Kartoituksen perusteella tasoite- ja maalaustyöhön laskettu aika piti urakan osalta, mutta lisätöihin kului aikaa huomattavasti arvioitua enemmän. Lisätöiden arvioiminen on hankalaa, koska lisätöihin sisältyy käytännössä pelkästään valmiiseen maalipintaan syntyneitä kolhuja tai naarmuja, jotka syntyvät yleensä toisen työvaiheen teossa tai materiaalien siirroissa. Itse tasoite- ja maalausurakan aikatauluttaminen ja tahdistaminen on helpompaa, koska työmäärä on ennaltan tiedossa. Kuitenkin tahdissa ja aikataulussa pysyminen ei ole itsestään selvyyttä, vaan vaatii onnistumista koko tiimiltä aina suunnittelusta, työnjohtoon sekä työntekijöihin. YIT:llä on pitkä kokemus saman tyyppisistä hankkeista, joka yhtenä osana vaikutti aikataulussa pysymiseen. Lisäksi aliurakoitsijat osallistuvat palaveriin, jossa käydään läpi tuotannon tahti ja aikataulu ja he sitoutuvat pysymään siinä. Aikataulussa pysymiseen varmasti auttoi myös kerrosten samanlaisuus, joka lisää toistuvuutta ja vähentää sitä kautta virheiden mahdollisuutta.

Valmiiden maalipintojen korjauksiin kului tutkimuksen mukaan yli 50 prosenttia enemmän aikaa mitä oli arvioitu. Tämä on sinänsä ymmärrettävää, koska seinäpintojen kolhujen ja naarmujen syntyyn vaikuttaa useampi tekijä. Tällaisia tekijöitä ovat esimerkiksi muiden asentajien toiminta ja asenne, miten työnjohto opastaa työntekijöitä varomaan seiniä, työn luovutusvaiheen tarkastuksessa jäänyt epähuomiossa huomaamatta asennusvirhe yms. Kolhujen korjaamiseen menevää aikaa on myös hankala arvioida, koska se ei aina riitä, että maalataan ainoastaan kolhiintunut kohta, vaan joskus voi joutua maalaamaan koko seinän. Lisäksi lisätuntien tulkintaan haastetta tuo erotella, mitkä tekijät ovat johtuneet tasoite- ja maalaustyöstä aiheutuneista virheistä tai puutteista ja mitkä taas esimerkiksi muissa työvaiheissa aiheutuneista kolhuista.





## LÄHTEET

Jokinen, I. & Kuusela, A. & Nikkari, T. 2001. Metallituotteiden maalaus.

Lean-rakentamisen hyödyt. 2019. Lean Construction Institute. Saatavissa: <http://lci.fi/lean-rakentamisen-hyodyt/>. Hakupäivä 24.3.2021.

Larsen, Sari; Asko Kuusela, Karoliina Pyykkönen, Anu Susi ja Virtanen, Jutta 2009. Pinnalle –Maalaustyön perustaidot.

Maalaus RYL 2012 Maalaustöiden yleiset laatuvaatimukset ja käsittely-yhdistelmät

Rakennustöiden laatu RTL 2017 2016 (Ratu KI-6029)

Ratu 1194-S Pintatyöt Tehtäväsuunnittelu – aliurakka, työkauppa 2017

Ratu 0453 Tasoitetyö Menekit ja menetelmät 2017

Rakennustöiden lisäajat 1190-S 2000

Ratu 0452 Sisämaalaus Menekit ja menetelmät 2017

Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017 (Ratu KI-6031)

Reija Haapaniemi ja Tarja Saarinen Pinnalla 1 – Nykyaikainen ja perinteinen pintakäsittely Juvenes Print, Tampere 2011

SisäRYL 2013 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset Talonrakennuksen sisätyöt

Teknos 2021 Siiäseinien maalausohjeet. Viitattu 17.4.2021 <https://www.teknos.com/fi-FI/kulutajat-ja-ammattilaiset/maalausohjeet/sisamaalausohjeet/sisaseinien-maalausohjeet/>

Tikkurila 2021 Tasoitteet. Viitattu 20.4.2021 <https://tikkurila.fi/pro/artikkeli/tasoitteet>

¶.....Osan vaihto (seuraava sivu).....

## SISÄMAALAUS

### SISÄMAALAUS SEINÄPINNAT

#### Maalaus betoniseinät, tasoitus kahteen kertaan

Porrashuoneiden betoniseinät, rasitusluokka RL3

- kerran ylitasoitus pohjatasoiteella teräslipalla
- kerran ylitasoitus pintatasoiteella teräslipalla
- pohjamaalaus, valmiiksi maalaus puolikiiltävällä maalilla 313.3
- portaan seinät värisuunnitelman mukaan / Porrashuonepiirustus
- kerrostasonumerointi tilaselostuksen/ porrashuonepiirustuksen mukaan

#### Maalaus betoniseinät, tasoitus kahteen kertaan

Asuntojen sileävalubetoniseinät

- kerran ylitasoitus pohjatasoiteella teräslipalla
- kerran ylitasoitus pintatasoiteella teräslipalla
- tasoitettujen betoniseinien pohjamaalaus, valmiiksi puolihimmeällä maalilla

#### Maalaus sileävalubetoniseinät

väestönsuojatila, tekniset tilat, lämmönjakohuone, sähkötila ja siivoushuone, irtaimistovara-  
rasto 1.kerros

- sileävalubetoniseinien pohjamaalaus, valmiiksi maalaus puolihimmeällä maalilla
- muuratut väliseinät, pohjamaalaus, valmiiksi maalaus puolihimmeällä maalilla

#### Kipsilevyseinän maalaus tasoitus yhteen kertaan maalipinnaksi

Asunnon eteinen, makuuhuone, olohuone, vaatehuone

- Ruuvinkantojen ja saumojen kittaus, saumanauha, silotus
- kerran ylitasoitus pintatasoiteella teräslipalla
- pohjamaalaus pohjamaalilla tai pintamaalilla
- valmiiksi maalaus puolihimmeällä maalilla

#### Maalaus sileävalubetoniseinät

Autohallin seinät

- ei maalauskäsittelyä

#### Hissikuilun seinät; betoniseinien maalaus

## TAPETOINTI

- Tehdään eri tilauksesta asukasmuutoksen mukaan
- ei tapetoitavia seiniä maalausurakassa

## KATTOPINNAT

### Betonipinnat, ruiskutasoite

Asunnon avokeittiö (keittotila), olohuone, makuuhuone

- Kerran ylitasoitus pohjatasoiteella teräslipalla
- Kerran ylitasoitus pintatasoiteella ruiskuttamalla kauttaaltaan tasaisesti
- 

### Betonikaton maalaus

Väestönsuojatila, tekniset tilat, irtaimistovarastot, porrassyöksyjen alapinnat

- pohjamaalaus vesiohenteisella pohjamaalilla
- valmiiksi maalaus puolihimmeällä maalilla
- porrassyöksyjen alapinnat, valmiiksi maalaus puolihimmeällä maalilla
- portaan keskipilari, maalataan puolikiiltävällä pintamaalilla
- 

### Kipsilevykattojen maalaus ja tasoitus yhteen kertaan maalipinnaksi

Asunnon eteinen, keittotila, vaatehuone, IV-kotelot, ym. kotelot tasoitus sileäksi

- ruuvinkantojen ja saumojen silotus
- saumaus saumaussmassalla saumanauhaa käyttäen
- kerran ylitasoitus pintatasoitteella teräslipalla
- pohjamaalaus vesiohenteisella pohjamaalilla
- valmiiksi maalaus himmeällä maalilla

•

**Puupaneelikatot, ei käsittelyä**

- huoneselityksen mukaiset asunnon pesuhuonetilat, saunan katto ja seinäpinnat
- tervaleppäpaneelija ei käsitellä

## Tasoitekäsittely-yhdistelmät

Selostus; (S) = Sileä-pinta (R)= Ruisku-pinta

### Kosteet tilat:

Tasoitus (S) (kosteiden tilojen laattapohjat)

- pohjatasoite: kokonaan tasoitus sementtiseidaineisella kosteiden tilojen pohjatasoiteella kauttaaltaan tasaiseksi.
- pintatasoite: kokonaan tasoitus sementtiseidaineisella kosteiden tilojen pintatasoiteella kauttaaltaan tasaiseksi.

### Kipsilevyseinät:

Tasoitus (S) (kipsilevyseinät tasoitus maalipinnaksi)

- ruuvinkantojen ja saumanauhan silotus
- pintatasoite: osittain tasoitus pintatasoiteella.

### Kipsilevykatot:

Tasoitus (R) (alakatot maalattavaksi ruiskutasoitepinnaksi)

- ruuvinkantojen ja saumanauhan silotus
- pintatasoite: kokonaan tasoitus pintatasoiteella ruiskua käyttäen

Tasoitus (S) (alakatot / kotelot maalipinnaksi)

- ruuvinkantojen ja saumanauhan silotus
- pintatasoite: osittain tasoitus pintatasoiteella

### Betonipinnat:

Tasoitus (S) (katot ja seinät, tasoitus maalipinnaksi)

- pohjatasoite; kokonaan tasoitus pohjatasoiteella kauttaaltaan
- pintatasoite; kokonaan tasoitus pintatasoiteella ruiskua käyttäen, teräslip-paus

Tasoitus (R) (katot, tasoitus ruiskutasoitepinnaksi)

- pohjatasoite; kokonaan tasoitus pohjatasoiteella kauttaaltaan
- pintatasoite; kokonaan tasoitus pintatasoiteella ruiskua käyttäen
- elementtisaumaan vahvikekangas

•

- **Valmis tasoitepinta:** Pintojen tasaisuus vaatimuksissa noudatetaan tasoitettujen seinien ja kattojen osalta taulukon 1022: T2 tasaisuusluokkia: (RT 33 -11043).

- maalattavat seinät                      Luokka L1
- ruiskutasoitekatot / betoni            Luokka L2
- ruiskutasoitekatot/ kipsilevy        Luokka L1