

Siirrettävä maalauslinja

Teppo Pasma

Tekniikan koulutusalan opinnäytetyö
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Insinööri (AMK)

KEMI 2013

TIIVISTELMÄ

KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU, TEKNIikka

Koulutusohjelma:	Kone- ja tuotantotekniikka
Opinnäytetyön tekijä:	Teppo Pasma
Opinnäytetyön nimi:	Siirrettävä maalauslinja
Sivuja (joista liitteitä):	45 (2)
Päiväys:	24.4.2013
Opinnäytetyön ohjaaja:	Ins. (YAMK) Ari Pikkarainen
<p>Opinnäytetyö on tehty Pasma saha ja höyläämö Oy:lle. Tämä opinnäytetyö sai alkunsa yrittäjän toiveesta palvella asiakkaitaan paremmin. Työn tavoitteena oli suunnitella ja rakentaa siirrettävä puutavaran maalauslinja, jota yrittäjä voisi käyttää työmaalla yksin ollessaan. Maalauslinjan tulee lisäksi olla helposti siirrettävissä paikasta toiseen. Jotta siirto onnistuisi esimerkiksi peräkärryn kyydissä, rakennettiin maalauslinja kolmesta kokonaisuudesta, jotta se saadaan pienempään tilaan kuljetuksen ajaksi.</p> <p>Teoriaosa toteutettiin kirjallisen aineiston pohjalta. Työn teoriaosassa tarkasteltiin maaleja, joilla suojataan maalattavaa pintaa tai muutetaan sen väriä. Teoriaosassa käsiteltiin pintakäsittelyä, joka sisältää tietoa mm. maalausmenetelmistä, maalin valinnasta, puun pohjustuksesta, pintamaalauksesta sekä huoltomaalauksesta. Opinnäytetyö aloitettiin suunnitteluvaiheesta, jonka aikana tutustuttiin teoreettisesti eri valmistajien jo käytössä oleviin maalauslinjoihin.</p> <p>Työn tuloksena Pasma saha ja höyläämö sai käyttöönsä jo testivaiheessa maalauslinjan, jota paranneltiin käytössä havaittujen kokemusten mukaan paremmin yritykselle sopivaksi. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että maalauslinjan suunnittelu ja rakentaminen onnistui hyvin. Yrittäjä on tyytyväinen saamaansa maalauslinjaan ja asiakkaat sekä yrittäjä pitävät maalauksen laatua hyvänä.</p>	
Asiasanat: maali, maalauslinja, puutavara.	

ABSTRACT

KEMI-TORNIO UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree programme:	Mechanical and production Engineering
Author:	Teppo Pasma
Thesis title :	Portable Painting Line
Pages (of which appendixes):	45 (2)
Date:	24 April 2013
Thesis instructor:	Ari Pikkarainen, M.Eng
<p>This final project was made for Pasma saha ja höyläämö Oy, which is a family company providing saw and planer services. The need for this final project appeared from the company's desire to serve its clients better. The goal was to design and build a portable painting line for timber. The basic requirements were that the painting line should be a single-user machine and it should be easy to transfer. The painting line was built in three parts so that it can be transferred with a trailer.</p> <p>The theoretical part is based on different kind of publications. The theoretical part includes information of paints, especially paints that are suitable for protecting or changing color of timber. Another main focus in the theoretical part is a surface finishing of timber which includes theory of different methods of painting, how to choose paints as well as prime, surface and maintenance painting. The planning phase of this final project included familiarization with the existing painting lines of different manufacturers.</p> <p>The company got the beta version of the painting line in a testing phase. The machine was improved on the basis of the observed experiences during the test use. Finally, as a result of this final project, the company got the painting line that suits its needs. As a conclusion it can be said that the planning and building of the portable painting line was a success. The company is very satisfied with the machine and the customers are satisfied with the result of the painting quality.</p>	
Keywords: paint, painting line, timber.	

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
SISÄLLYSLUETTELO.....	4
1 JOHDANTO	6
2 MAALIT	7
2.1 Sideaine	7
2.2 Pigmentit ja täyteaineet	8
2.3 Liuottimet	9
2.4 Apuaineet	9
2.5 Maalien jaottelu.....	9
2.5.1 Perinnemaalit.....	10
2.5.2 Nykyajan maalit	10
3 PINTAKÄSITTELY	12
3.1 Maalausmenetelmät.....	13
3.2 Maalin valinta.....	14
3.3 Puun pohjustus	15
3.4 Pintamaalaus	15
3.5 Maalausolosuhteet.....	16
3.6 Huoltomaalaus.....	16
3.7 Puujulkisivumallit	16
3.7.1 Lomalaudoitus ja peiterimalaudoitus	17
3.7.2 Profiiliin höylätty ulkovuorilauta	18
3.8 Piilonaulaukseen soveltuva profiili	19
4 MAALAUSLINJAT	20
4.1 Roll box -laudan maalauslaite.....	20
4.2 Paolini Mini-tunnel	21
4.3 Ceetec-maalausautomaatit.....	21
5 SUUNNITTELUPROSESSI.....	24
5.1 Lähtöarvot	24
5.2 Kapasiteetti.....	25

5.3 Yleisimmät dimensiot	25
5.4 Laudan asento maalauslinjassa.	25
5.5 Käyttövoima	26
5.6 Maalin ruiskutus, levitys ja poisto	26
5.7 Syöttölaite ja syöttönopeus	26
5.8 Pyörivät harjat, harjojenmalli ja -saatavuus	27
5.9 Apulaitteet	27
6 MAALAUSSLINJAN SUUNNITTELU	28
6.1 Lähtöarvot	28
6.2 Toimintaperiaate	28
6.3 Maalaukoneen rakenne	29
6.4 Käyttövoima	30
6.5 Maalin ruiskutus ja levitys	31
6.6 Maalin suodatin	32
6.7 Laudan vetorulla	32
6.8 Laudan painorulla	34
6.9 Maaliharjat	35
6.10 Säädettävyys	36
6.11 Sähkökaappi ja ohjauspaneeli	37
6.12 Syöttö- ja vastaanottopöydät.	37
6.13 Lautojen kuivausteline	38
7 MAALAUSSLINJAN TESTAUS	39
8 KUNNOSSAPITO JA KÄYTTÖKUSTANNUKSET	41
9 MAALAUSSLINJAN JATKOKEHITYS	42
10 POHDINTA	44
11 LÄHTEET	45
12 LIITELUETTELO	47

1 JOHDANTO

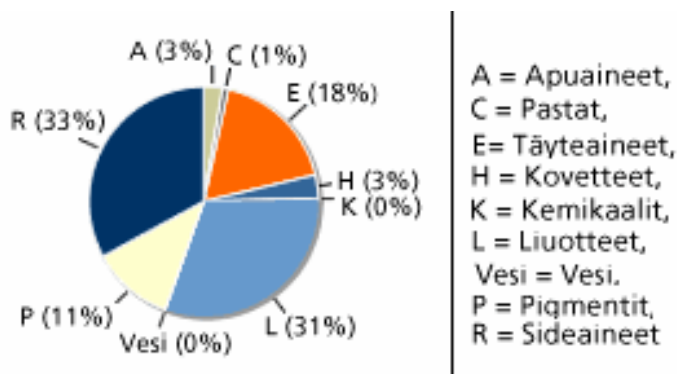
Opinnäytetyö on tehty Paskan saha ja höyläämö Oy:lle. Vuonna 2001 perustettu Paskan saha ja höyläämö Oy toimi aikaisemmin nimellä Tmi Jouko Pasma. Yrityksen toimipaikka sijaitsee Arpelassa, noin 30 km Torniossa Rovaniemelle. Pienellä talousalueella toimiva Paskan saha ja höyläämö Oy työllistää täysipäiväisesti vain yrittäjän. Yrityksen toimialana on puutavaran sahaus, höyläys sekä myynti. Päätoimena on rahtisahaus, jota suoritetaan siirrettävällä kenttäsiirteillä. Sivutoimena yritys tekee omaa sahatavaraa myyntiä varten. Suurin osa sahatavara tuotteista myydään höylättyinä. Yritys pystyy tuottamaan lähes kaikkia yleisimpiä höyläprofiileita sisäverhouspaneelista järeään höyläkirteeseen.

Opinnäytetyön tarkoituksena on suunnitella ja rakentaa puutavaran maalauslinja. Maalauslinja tarjoaa sahayritykselle mahdollisuuden myydä pidemmälle jalostettuja tuotteita sekä maalauspalvelua. Opinnäytetyössä esitellään yleistä maalaustietoa ja vertaillaan olemassa olevia maalauslinjoja.

Opinnäytetyön aihe sai alkunsa yrityksen asiakkaiden tarpeesta saada valmiiksi pintakäsittelyjä tuotteita. Erityisesti pohjamaalattujen ulkoverhouslautojen kysyntä sai yrityksen kiinnostumaan maalauslinjan rakentamisesta. Yrityksen toiminta on pienimuotoista, joten asiakkaille halutaan tarjota yksilöllisiä, maalattuja tuotteita. Maalauslinjan avulla yrityksellä on mahdollisuus tarjota hyvänlaatuisia pintakäsittelyjä tuotteita.

2 MAALIT

Maalit ovat pintakäsittelyaineita, joilla suojataan maalattavaa pintaa ja muutetaan sen väriä. Puutuotteille tarkoitetut maalit ovat yleensä nestemäisessä muodossa. Metallituotteille tarkoitettu maali voi olla myös kiinteässä muodossa, esimerkiksi pulverimaali. Maalit koostuvat pääasiallisesti sideaineesta, pigmenteistä, liuottimesta, täyteaineista ja apuaineista. Kuva 1 ilmentää maalin koostumusta. (Halonen 2012, hakupäivä 13.3.2012.)



Kuva 1. Maalin koostumus pääpiirteittäin (Halonen 2012, 14.)

Maaliteollisuuden tärkeimpiä tavoitteita ovat liuotinpitoisuuden vähentäminen tai poistaminen tuotteista kokonaan. Tällaisia tuotteita ovat mm. liuotteettomat ja vesiohenteiset tuotteet sekä jauhemaalit. Vesiohenteisella maalilla voidaan saada yhtä kestävä ja hyvännäköinen pinta kuin vastaavalla liuoteohenteisella maalilla. (Tikkurila 2012b.)

2.1 Sideaine

Sideaine on maalin tärkein raaka-aine. Se muodostaa maalattavan kappaleen pintaan kuivuvan kalvon ja sitoo muut ainesosat yhtenäiseksi tuotteeksi. Sideaineen ansiosta maalikalvo tarttuu maalattavaan alustaan. Sideaine vaikuttaa myös maalikalvon ominaisuuksiin kuten kulutuksen kestävyys, kiiltoon, kemialliseen kestävyys, kovuuksien, joustavuuteen ja kimmoisuuteen. Sideaineen perusteella maalit jaetaan muun muassa lateksimaaleihin, alkydimaaleihin ja öljymaaleihin. (Kuusisto 2010, 22; Halonen 2012, 14 – 15.)

Maalit voidaan luokitella fysikaalisesti ja kemiallisesti kuivuviin maaleihin. Fysikaalisesti kuivuvan maalin sideaineena on polymeeri. Liuotteen haihtuessa muodostuu kalvo. Esimerkiksi vesiohenteinen lateksimaali on fysikaalisesti kuivuva. Kemiallisesti kuivuvassa maalissa maalikalvo muodostuu kemiallisen reaktion kautta. Kemiallinen reaktio tapahtuu joko sideaineen ja kovettajan kesken tai ympäristön ja sideaineen kesken. Alkydi on yksi kemiallisesti kuivuvista maaleista. (Välkkynen 2011a, hakupäivä 20.9.2012.)

2.2 Pigmentit ja täyteaineet

Pigmenttien tehtävä on antaa maalikalvolle tietynlainen väri ja peittokyky. Pigmentti ei liukene sideaineeseen eikä myöskään reagoi sen kanssa kemiallisesti. Pigmentti voi olla orgaanista tai epäorgaanista ainetta. Orgaaniset pigmentit antavat kirkkaampia värejä ja epäorgaaniset pigmentit ovat hyviä peittokyvyltään. Valkoisia väripigmenttejä saadaan titaanioksidista ja sinkkioksidista. Punaista väripigmenttiä saadaan luonnosta löytyvästä rautaoksidista. Rautaoksideja voidaan myös valmistaa kemiallisesti, jolloin värisävy saadaan halutunlaiseksi. Keltaisia väripigmenttejä saadaan keltaisista rautaoksideista, joita ovat esimerkiksi sienna ja okra. Keltaisia väripigmenttejäkin voidaan valmistaa kemiallisesti. Ne sisältävät lyijykromaattia ja lyijysulfaattia. Orgaaniset vihreät pigmentit ovat usein savimaapigmenttejä, jotka voivat sisältää useita alkuaineita ja mineraaleja. Kemiallisesti valmistetut vihreät väripigmentit ovat kromioksidivihreät ja kromihydroksidivihreät. Sinisiä väripigmenttejä saadaan luonnosta luonnon ultramariinista. Kemiallisesti valmistetut siniset väripigmentit voivat sisältää natriumalumiinisilikaattia tai kobolttia. Mustia väripigmenttejä saadaan luonnosta lähinnä hiilestä. (Kuusisto 2010, 23; Halonen 2012, 16 – 18; Hult 2004, hakupäivä 8.7.2012.)

Täyteaineilla eli apupigmenteilla voidaan muokata maalin viskositeettia, maalikalvon kovuutta ja maalin fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia. Täyteaineet eivät vaikuta maalin sävyyn tai peittokykyyn. Täyteaineet ovat yleisimmin mineraaleja, kuten baryytti, kalsiitti, talkki ja kaoliini. (Halonen 2012, 16.) Täyteaineet valmistetaan uusiutumattomista raaka-aineista, jolloin niiden kierrätys ei ole mahdollista (Tikkurila 2012a, 14.3.2012).

2.3 Liuottimet

Ohenteet ja liuotteet ovat maalin ainesosia tai jälkikäteen lisättyjä aineita, jotka haihtuvat maalikalvosta levityksen jälkeen tai maalauksen aikana. Liuote on haihtuva neste tai nesteseos, joka liuottaa maalin sideaineen. Ohenne on jälkikäteen maaliin lisättävä neste, joka muuttaa maalin helpommin levitettäväksi. (Välkkynen 2011b, hakupäivä 20.9.2012.)

Liuottimen tehtävä maalissa on liuottaa sideaine sekä saada aikaan haluttu viskositeetti. Liuottimen määrä ja laatu vaikuttaa myös maalin leviämiseen, tasoittumiseen ja kuivumiseen. Maalikalvon kuivuessa liuotin haihtuu pois. Tyypillisiä liuottimia ovat vesi, lakkabensiini, tolueni, asetonit ja erilaiset alkoholit. (Kuusisto 2010, 24; Halonen 2012, 15.)

2.4 Apuaineet

Apuaineiden määrä maalissa on vähäinen, yleensä vain 0,1- 1,0 %. Apuaineita ovat esimerkiksi homeenestoaineet, säilöntäaineet ja UV-suoja-aineet. Apuaineilla vaikutetaan muun muassa maalin kuivumiseen, homeen suojaavuuteen ja valon kestävyteen. (Kuusisto 2010, 24; Halonen 2012, 16.) Apuaineet parantavat myös maalin ruiskutusominaisuuksia ja kalvonmuodostusta (Tikkurila 2012a, 14.3.2012).

Apuaineena voidaan käyttää lisäksi kuivikkeita tai paksuntimia. Kuivikkeet nopeuttavat maalin kuivumista ja paksuntimilla estetään pigmenttien laskeutumista purkin pohjalle sekä maalin valumista maalaustilanteessa. (Kuusisto 2010, 24.)

2.5 Maalien jaottelu

Maalit voidaan luokitella eri ryhmiin kuivumistavan, sideaineen tai ohenteen mukaan. Kuivumistavan mukaan maalit jaotellaan fyysikaalisesti kuivuviin, kemiallisesti kuivuviin tai reaktiomaaleihin. Sideaineita ovat muun muassa aminohartsit, alkydihartsit, la-

teksit, epoksihartsit ja uretaanihartsit. Ohenteen mukaan jaotellut maalit ovat vesiohenteisia maaleja, liuteohenteisia maaleja tai liuotteettomia maaleja.

Usein maalit jaotellaan karkeasti perinnemaaleihin ja nykyajan maaleihin. (Kuusisto 2010, 25; Tikkurila 2012a, 8.)

2.5.1 Perinnemaalit

Perinnemaalit koostuvat luonnonmukaisesta sideaineesta. Niitä on käytetty useita vuosisatoja. Keittomaalit, pellavaöljymaalit ja petroliöljymaalit kuuluvat perinnemaaleihin. Keittomaalit valmistetaan keittämällä. Punamultamaali on keittomaaleista vanhin, sitä on käytetty jo 1500-luvulla. Se koostuu tärkkelysliisteristä, rautaoksidista, rautavihtrilistä ja pellavaöljystä. Pellavaöljymaaleja on käytetty 1700-luvulta lähtien. Alkuperäisissä pellavaöljymaaleissa ei käytetty liuottimia, mutta nykyään liuottimena käytetään yleensä lakkabensiiniä. Väripigmenttinä käytettiin aluksi lyijynvalkoista, mutta nykyään se on korvattu titaanioksidilla ja sinkinvalkoisella. Petroliöljymaaleja on alettu käyttää 1900-luvun alkupuolelta lähtien. Petroliöljymaali koostuu maaliöljystä, valopetrolista ja väripigmenteistä. (Kuusisto 2010, 25 – 28.)

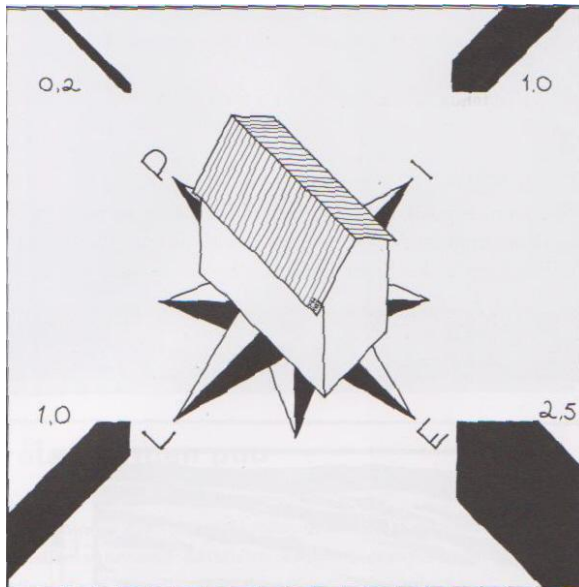
2.5.2 Nykyajan maalit

Nykyajanmaaleihin kuuluvat akrylaattimaalit, alkydimaalit ja uuden ajan öljymaalit. Vesiohenteisen akrylaattimaalin sideaineena on polymerisoitu polyakrylaatti. Akrylaattimaalit ovat nykyään suosittuja. Akrylaattimaaleilla on hyvä hyörynläpäisy kyky, hyvä kestävyys UV-säteilyä vastaan ja hyvä värisävyn säilytyskyky. Alkydimaalin sideaineena on öljyllä modifioitu polyesterihartsit. Alkydimaaleilla on hyvä säänkestävyys, kimmoisuus sekä tavallista öljymaalia nopeampi kuivumisaika. Uudenajan öljymaalit ovat perinteisiä öljymaaleja paremmin sivellettäviä ja kuivumisajat ovat lyhyempiä. (Kuusisto 2010, 28 – 29.)

Yleisesti voi olla vaikea sanoa parasta maalia ja maalausyhdistelmää. Akrylaattimaali on helppokäyttöinen miedon tuoksun ja nopean kuivumisen vuoksi. Maalauksessa käytetyt työvälineet ovat helppo puhdistaa vedellä. Pitkäikäisyyden vuoksi valinta on myös ekologinen, eikä korkealaatuinen akrylaattimaali haihduta liuottimia. (Suomela 2012, hakupäivä 3.11.2012.)

3 PINTAKÄSITTELY

Pintakäsittelyn tarkoitus on suojata puuta ympäristön rasituksilta. Ympäristöstä aiheutuvat rasitukset johtuvat auringon UV- ja lämpösäteilystä, sateesta ja ilmankosteudesta. Ilman epäpuhtaudet ja sienikasvustot tarttuvat myös paremmin käsittelemättömään puupintaan. Pintakäsittelyllä saadaan myös toivottu väri puulle. Yleisimmin puinen ulko-verhous koostuu kuusi- tai mäntyukista jalostetusta laudasta. Kuusipuuta käytetään kuitenkin eniten. Kuusipuun kosteus eläminen on pienempää mäntyyn verrattuna. Kuva 2 esittää eri ilmansuunnista tulevan sää rasituksen voimakkuutta. Kuvasta huomataan eteläpuolen joutuvan suurimmalle rasitukselle.



Kuva 2. Ilmansuuntien rasitus rakennuksiin (Kuusisto 2010, 17).

UV-säteily on rakennuksen pohjoisenpuoleisella seinustalla eteläistä pienempi. Kuvassa 2 on esitettyä eri ilmansuunnista rakennukseen kohdistuva UV-rasitus. Kuvan perusteella pohjoisen julkisivun maalin kesto on kymmenkertainen eteläiseen julkisivuun verrattuna. (Kuusisto 2010, 17.)

3.1 Maalausmenetelmät

Maalia voidaan levittää perinteisesti pensselillä siveltämällä tai telalla (kuva 3) rullamalla. Siveltämällä saadaan aikaiseksi hyvä maalikerros ja maali levittyy hyvin puun huokosiin kohtiin. Siveltimellä maalataan yleensä valmiita julkisivupintoja. Telamaalausta käytetään suurien ja sileiden pintojen maalaukseen. Käsien maalaaminen on kuitenkin hidas työvaihe eikä tämän vuoksi sovellu teollisuuden tarpeisiin.



Kuva 3. Telamaalaus. (Koskikorento 2012, hakupäivä 1.1.2013; Tikkurila 2012b, hakupäivä 21.5.2012.)

Teollisuutta varten on kehitetty monenlaisia maalauslinjoja. Tyypillistä maalauslinjoille ovat suuret nopeudet verrattuna käsien maalaukseen. Maalikalvo on usein myös tasalaatuinen automatiikan ansiosta. Yleisimmin teollisuudessa käytetään ruiskutusmenetelmää tai harjakonemenetelmää. Nämä ominaisuudet voivat olla myös samassa maalauslinjassa.



Kuva 4. Erilaisia ruiskumaalausmenetelmiä (Graco 2012, hakupäivä 30.10.2012).

Kuvassa 4 on esitettyä neljä erilaista ruiskumaalausmenetelmää. Ilma-avusteisessa (vasen yläkuva) ruiskutustekniikassa on pumppuruisku, joka mahdollistaa suuren virtausnopeuden ja hajotuksen. Kuvio muotoutuu pienellä määrällä ilmaa. Korkeapaine-menettelmää (oik. yläkuva) on hyvä käyttää, mikäli maalattava pinta on suuri. Pneumaattinen ilmasuihke (ala oik.) käytetään paineilmakäyttöisellä pumpulla. HVLP-sähkölaite (vas. alakuva) suihkuttaa suurta ainemäärää pienellä ilmanpaineella. Tällä menetelmällä saadaan puhdas ja kuiva tuloilma. (Graco 2012, hakupäivä 30.10.2012.)

3.2 Maalin valinta

Ulkokäyttöön tulevan puun pintakäsittelyyn on monenlaisia suosituksia. Ulkotiloissa maalattu pinta joutuu sisätilaa suuremmalle koetukselle, tämän vuoksi maalaus tulee suorittaa huolellisesti ja maalin tulee olla kestävä. (Tikkurila 2012.) Yleensä puu pohjustetaan, eli suojataan, puunsuoja-aineella tai pohjamaalilla ennen varsinaista pinta-maalauksia. Maalinvalmistajia ja maalityyppejä on useita. Tässä työssä esitellään kahden eri maalinvalmistajan maalausyhdistelmiä. Maalausohjeet koskevat uutta maalipintaa.

Nordica eko on Teknoksen kaksiteho-akrylaattimaali. Maalaus yhdistelmäksi Teknos suosittelee seuraavanlaista yhdistelmää:

- 1 x Woodex kylläste AQUA, vesiohenteinen pohjuste
- 1 x Nordica pohjamaali, vesiohenteinen alkydipohjamaali
- 2 x Nordica eko talomaali. (Teknos Oy 2001, hakupäivä 16.4.2012.)

Ultra classic on Tikkurilan polyakrylaattimaali. Tikkurila suosittelee seuraavaa maalausyhdistelmää:

- 1 x Ultra primer
- 2 x Ultra classic talomaali. (Tikkurila 2012b, hakupäivä 21.5.2012.)

Tikkurilan ProHouse menetelmä on teollisuuden tarpeisiin räätälöity maalausyhdistelmä. Tällä menetelmällä saavutetaan jopa 15 vuoden huoltomaalausväli.

- teollinen pohjustus 1 x Ultra priming oil
- teollinen maalaus 2x Ultra pro
- valmiiksi maalaus työmaalla 1 x Ultra-sarjan talomaalilla. (Tikkurila 2012c, hakupäivä 3.1.2013.)

3.3 Puun pohjustus

Puunpintakäsittelyssä on kaksi päävaihetta. Ensin suoritetaan pohjamaalaus. Pohjamaalauksen tarkoitus on antaa varsinaiselle pintamaalaukselle hyvä tartuntapohja. Yleensä pohjamaali sisältää homeenesto- ja lahonestoaineita, lisäksi pohjamaali voi olla sävytetty pintamaalin sävyyn. Huolellisella pohjamaalauksella saadaan aikaan pintamaalaukselle pitävä ja tasainen pinta. Mikäli laudassa on hometta, tulee se pestä homepesuaineella ja maalaaminen tulee aloittaa ennen pinnan uudelleen pölyyntymistä tai likaantumista. Pohjamaalaus suositellaan tehtäväksi varsinaisella pohjamaalilla, ei ohennetulla pintamaalilla. (Suomela 2012, hakupäivä 3.11.2012.)

3.4 Pintamaalaus

Pintamaalaus suositellaan tehtäväksi kahteen otteeseen, koska maalin riittävä paksuus antaa hyvän suojan kosteutta ja halkeilua vastaan. Ensimmäinen pintamaalikerros voidaan levittää lautoihin jo ennen niiden seinään kiinnittämistä. (Tikkurila 2012a, hakupäivä 14.3.2012.) Pintamaalaus antaa puulle pitkän kestoajan. Lisäksi pintamaali on sävytetty asiakkaan toivomalle värille, näin saadaan rakennukselle haluttu väri.

3.5 Maalausolosuhteet

Puuta maalatessa on tärkeä muistaa oikeat olosuhteet ja oikeat menetelmät mahdollisimman kestäväen maalipinnan aikaansaamiseksi. Maalin valmistajasta ja maalityypistä riippuen optimaaliset maalausolosuhteet vaihtelevat. Puun pinnan tulee olla puhdas ja kuiva. Puun suhteellisen kosteuden suositellaan olevan alle 20 %. Ilman suhteellisen kosteuden suositellaan yleensä olevan alle 80 %. Olosuhteet vaikuttavat maalin kuivumisaikaan ja maalauksen kestävyys. (Halonen 2012, 18 – 19.)

3.6 Huoltomaalaus

Ulkoisten tekijöiden vuoksi puun pinta joudutaan ajoittain huoltomaalaamaan. Huoltomaalauksessa on tärkeää tietää vanha maalityyppi, koska kaikkia maalityyppejä ei voida yhdistää. Yleinen suositus on, että huoltokäsittely suoritetaan alkuperäisellä tai samantyyppisellä maalilla. Alla olevasta taulukosta selviää oikeat huoltomaalausyhdistelmät. (Tikkurila 2012a, hakupäivä 14.3.2012.)

Taulukko 1. Huoltomaalausyhdistelmät. (Tikkurila 2012a, hakupäivä 14.3.2012.)

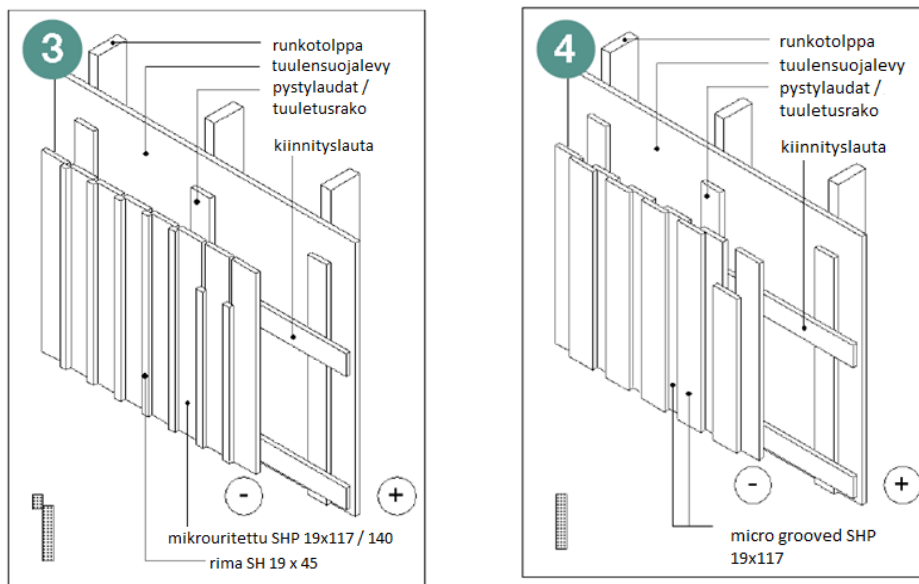
Vanha maalityyppi	Huoltomaalaukseen sopivat maalityypit
keittomaali	lietemaali
akryylimaali	akrylaattimaali
liuoteohenteinen öljymaali/alkydiöljymaali	liuoteohenteinen öljymaali/ alkydiöljymaali/ akrylaattimaali

3.7 Puujulkisivumallit

Puusta voidaan rakentaa monennäköistä julkisivua. Puujulkisivua varten on kehitetty useita laudoitusmalleja. Laudoitusmalleja voidaan myös yhdistellä keskenään, näin rakennukset saavat yksilöllisen ulkonäön. Seuraavissa kappaleissa on esitetty erilaisia julkisivulaudanmalleja.

3.7.1 Lomalaudoitus ja peiterimalaudoitus

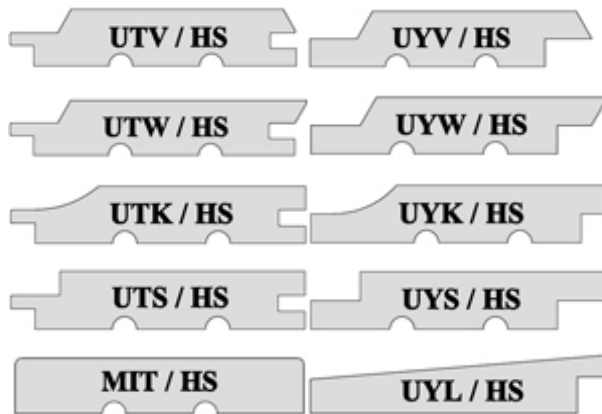
Kuvassa 5 on esitetty lomalaudoitus ja peiterimalaudoitus. Lomalaudoitus on perinteinen julkisivumalli. Lomalaudoitukseen käytetään yleensä raakaa sahatavaraa, mutta siihen voidaan käyttää myös hienosahattua puutavaraa. Lomalaudoitus asennetaan aina pystysuoraan. Lomalaudoituksen käyttö on viime vuosina vähentynyt. Nykyään on alettu suosia profiiliin höylättyä ulkovuorilautaa.



Kuva 5. Peiterimalaudoitus (3) ja lomalaudoitus (4). (Lunawood 2012, 3-4.)

Loma- ja peiterimalaudoitus sopii hyvin elementtirakentamiseen. Seinä elementit voivat olla ulkoa valmiita. Lomalaudoituksessa lauta kiinnitetään pystysuoraan, jotta vesi ei jää makaamaan lautojen väleihin. Lomalaudoituksessa joka toinen lauta on alapuolella ja joka toinen lauta päällä. Peiterimalaudoituksessa laudat kiinnitetään pystysuoraan, lähemmäksi toisiaan lisäten rima lautojen sauman päälle.

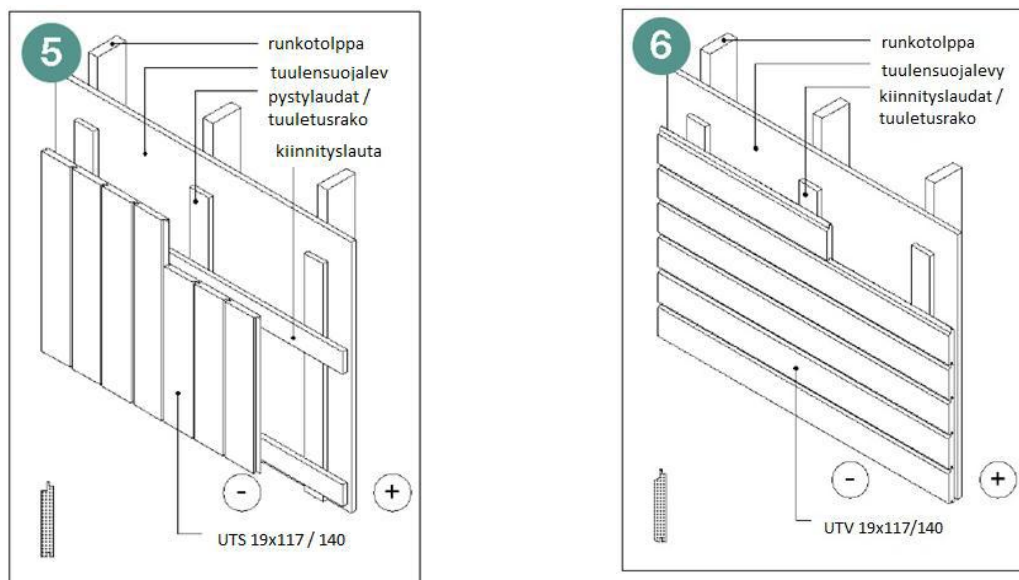
3.7.2 Profiiliin höylätty ulkoverorilauta



Kuva 6. Ulkoverhouksen profiilikuvaus. (US WOOD OY 2012, hakupäivä 7.2.2012.)

Yleisimmät profiilit (kuva 6) joita käytetään puisessa ulkoverhouksessa. Profiileja on saatavilla useilla dimensioilla.

Utv, uyv, utw, uyw, utk, uyk ja uyl ovat profiileja jotka voidaan asentaa sekä pystyyn että vaakaan. Uts ja uys suositellaan asennettavaksi pystysuoraan (kuva 7).



Kuva 7. Pystyverhous (5) ja vaakaverhous (6). (Lunawood 2012, 4-5.)

Ulkovuorilautoja on saatavilla sekä sahapinnalla että hienosahapinnalla. Sahapintainen puutavara höylätään haluttuun profiiliin, mutta sen näkyvää ulkopintaa ei muokata. Hienosahattu puutavara on höylätty sileäksi joka kantilta. Sileä ulkopinta saa karhennuksen hienosahalaitteesta. Sahapintaista puutavaraa pidetään yleisesti parempana alustana maalaukselle, johtuen sen karkeammasta syykuviosta. Hienosahattu pintamateriaali on nykyisin kuitenkin suositumpaa johtuen laudan pinnan tasalaatuisuudesta.

3.8 Piilonaulaukseen soveltuva profiili

Alla oleva kuva esittää Siparilan tuotetta, joka soveltuu erinomaisesti piilonaulaukseen. Piilonaulaus mahdollisuuden ansiosta ulkoverhoukseen voidaan maalata tehtaalla koneellisesti pintamaaliin asti. Tällöin työmaalla ei tarvitse tehdä maalausta käsin. Siparilan Topcoat-tuotteita on saatavana myös kuultokäsittelyinä. Topcoat-tuotteet ovat kolmeen kertaan käsiteltyjä. Ensimmäinen käsittely tehdään alkydiöljypohjamaalilla, jolloin kappaleen kaikki sivut käsitellään. Varsinainen pintamaalaus tehdään kahteen kertaan kolmelta sivulta akrylaattimaalilla. Piilonaulaus parantaa maalikalvon kestävyttä, koska naula ei vaurioita maalikalvoa. (Siparila 2012, hakupäivä 7.2.2012.)



Kuva 8. Piilonaulaukseen soveltuva ulkoverhoukseen (Siparila 2012, hakupäivä 7.2.2012).

Siparila toimittaa Topcoat tuotteita asiakkaan toivomalla värillä. Tuotteen hyötyleveys on hieman huonompi, johtuen kiinnitystavasta. Esimerkiksi Topcoat 23*120 UTV -mallin menekki on 10,5 m/m² ja vastaava perinteinen UTV 23*120 -laudan menekki on 9,09 m/m². (Siparila 2012, hakupäivä 7.2.2012.)

4 MAALAUSSLINJAT

Maalauslinjan suunnittelun alussa liikkeelle lähdettiin tutkimalla jo olemassa olevia maalauslinjoja. Valmiiden tuotteiden tutkiminen auttaisi miettimään maalauslinjojen heikkouksia ja vahvuuksia. Teollista pintakäsittelyä varten suunnitellut maalauslinjat ovat usein varsin raskasrakenteisia. On kuitenkin olemassa malleja, joiden rakenne mahdollistaa laitteen siirrettävyyden.

4.1 Roll box -laudan maalauslaite

Roll box on manuaalinen apuväline maalaamiseen. Roll boxin maalauslaitteessa maali kaadetaan kaukaloon. Maalaustelat imevät maalia itseensä. Lauta työnnetään käsin laitteen läpi, jolloin maalausteloihin imeytynyt maali tarttuu maalattavaan kappaleeseen. Roll box maalaa kappaleen kolme pintaa; lappeen alapuolen ja molemmat syrjät.



Kuva 9. Roll box (Suomela 2008, hakupäivä 20.5.2012).

Roll box –laudan maalauslaite on tarkoitettu kotimaalareille. Sitä ei ole tarkoitettu suurien erien maalaamiseen, koska työn suorittaminen ei ole tarpeeksi tehokasta.

4.2 Paolini Mini-tunnel

Paolini Mini-tunnel on itse vetävä maalauslinja. Siinä maalattava kappale kulkee syrjälään linjan läpi nopeudella 15,3 m/min. Tässä koneessa ei ole maalipumppua. Maali valuu astiasta vapaasti maalaustelaan, joka levittää maalin laudan pintoihin. Ylimääräinen maali valuu toiseen astiaan joka on koneen alapuolella.



Kuva 10. Mini-tunnel maalausline (Paolini 2012, hakupäivä 15.3.2012).

Paolini Mini-tunnelilla voidaan käsitellä kappaleen kaikki sivut yhdellä maalauskerralla. Laitteeseen on saatavilla lisävarusteena maalipumppu. (Paolini 2012, hakupäivä 15.3.2012.)

4.3 Ceetec-maalautomaatit

Ceetec P40 on itse vetävä maalausautomaatti. Maalattavakappale kulkee linjan läpi syrjälään nopeudella 25 m/min. Maali ruiskutetaan laudan pinnalle kalvopumpun avulla. Pyörivät harjat parantavat maalin leviämistä ja poistavat ylimääräistä maalia. Ylimääräinen maali valuu koneen pohjan kautta takaisin maaliastiaan. Sieltä maali pumpataan takaisin kierto. (Rtv-yhtymä Oy 2011, 1.)



Kuva 11. Ceetec-maalausautomaatti (Rtv-yhtymä Oy 2011, 1).

Ceetec P40 -maalausautomaatilla maalattavan kappaleen molemmat lappeat ja yläpuolen syrjä saadaan pintakäsiteltyä (Rtv-yhtymä Oy 2011, 1).

Ceetec A250 on itse vetävä maalausautomaatti. Maalattava kappale kulkee laitteen läpi lappeellaan nopeudella 16 - 42 m/min. Maali ruiskutetaan kalvopumpun avulla kappaleen pintoihin. Pyörivät harjat parantavat maalin leviämistä ja maalin tunkeutumista puun syihin. Ylimääräinen maali valuu koneen pohjan kautta takaisin maaliastian, josta se pumpataan takaisin kiertoon. (Rtv-yhtymä Oy 2011, 1.)



Kuva 12. Ceetec-maalausautomaatti (Rtv-yhtymä Oy 2011, 1).

Tällä mallilla kappale voidaan käsitellä kaikilta kanteilta tai vaihtoehtoisesti vaikka kolmelta pinnalta. Ceetec-maalautomaatteihin on saatavilla lisävarusteena roskien poistoon tarkoitettu harjalaite. (Rtv-yhtymä Oy 2011, 1.)

Taulukko 2. Ceetec, Paolini ja Roll box maalaukoneiden tekniset tiedot.

	Roll box	Paolini Mini-tunnel	Ceetec P40	Ceetec A250
Tekniset mitat (p x L x k)	ei tiedossa	1772 x 598 x 1620 mm	1090 x 700 x 1140 mm	2130 x 800 x 1090 mm
Paino	ei tiedossa	167 kg	115 kg	300 kg
Käyttövoima	ei tiedossa	230v/1,1kW	400v/16A	400v/16A
Maalipumppu	ei tiedossa	-	Kalvopumppu 10-15 l/min	Kalvopumppu 20-25 L/min
Työstettävän kappaleen max mitat (paksuus x leveys)	ei tiedossa	45 x 230 mm	40 x 175mm	100 x 250 mm
nopeus	ei tiedossa	15,3 m/min	25 m/min	16-42 m/min

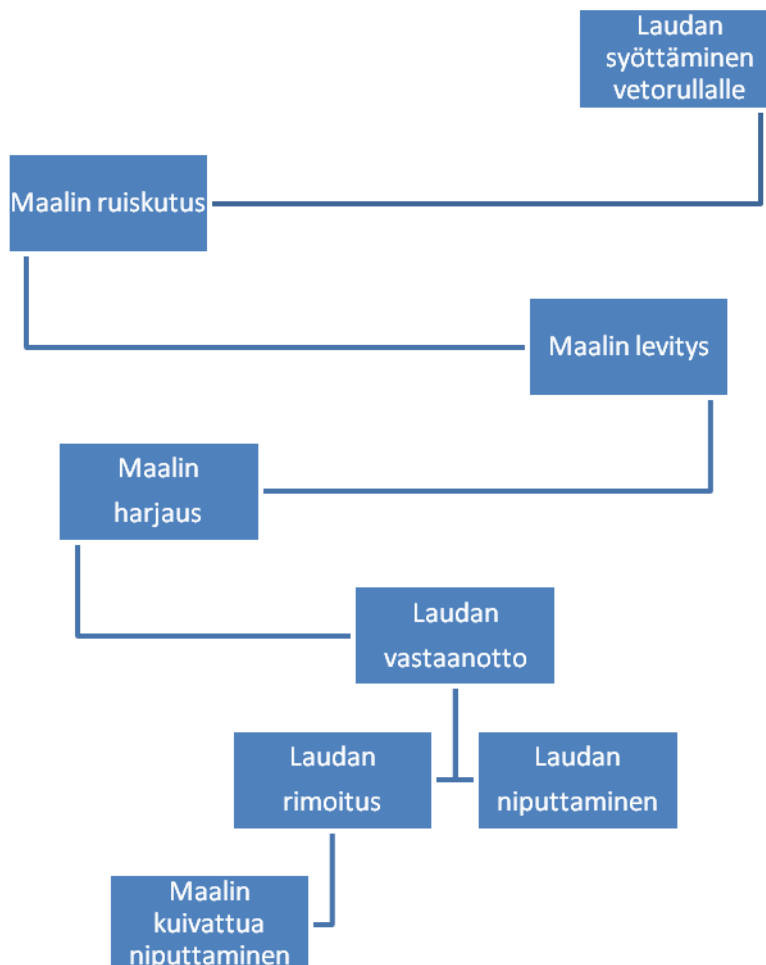
Taulukosta 2 ilmenevien koneiden ominaisuuksien perusteella tehtiin päätelmiä koneiden eduista. Ceetec P40 -koneen paino olisi siirrettävyyden kannalta sopivin. Paolini Mini-tunnelin työstettävän kappaleen maksimi mitat olisivat riittävät. Nopeutta miettiessä Ceetec A250 olisi yrityksen tarpeisiin sopivin. Yritykselle sopivin kone olisi siis näiden kaikkien koneiden yhdistelmä.

5 SUUNNITTELUPROSESSI

Maalauslinjan suunnittelu aloitettiin määrittämällä lähtötiedot. Tarvittavia lähtötietoja ovat kapasiteetti, yleisimmät dimensiot eli maalattavan kappaleen mitat, laudan asento maalatessa (lapellaan vai syrjällään) maalauslinjan käyttövoima, maalin ruiskutus tai levitys, ylimääräisen maalin poisto, syöttölaite ja syöttönopeus, pyörivät harjat, harjojen malli ja saatavuus, mekanisointi, hammas/kiilahihnapyörien välitykset, maalin kiertoperiaate, maalipumpun tuotto, maalimäärän säätö, alkupään rakenne, loppupään rakenne, muut tarvittavat apulaitteet, siirrettävyys, huolto sekä kunnossapito.

5.1 Lähtöarvot

Ennen varsinaista suunnittelua maalauslinjan toimintaperiaatetta lähdettiin ratkaisemaan lähtötietojen perusteella.



Kaavio 1. Maalauslinjan työvaiheet.

Kaaviossa 1 on kuvattu maalauslinjan työvaiheet. Lauta syötetään käsin vetorullalle, jota pitkin lauta kulkee ensin maalisuuttimen alle, jonka jälkeen harjat levittävät maalia laudalle. Harjojen ohi mentyä lauta tulee koneesta ”ulos”, josta se nostetaan käsin rimojen päälle kuivumaan. Lautojen kuivuttua ne niputetaan.

5.2 Kapasiteetti

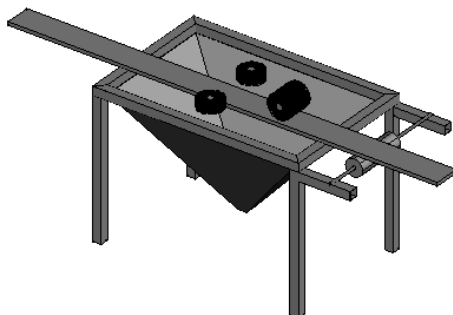
Maalauslinjan kapasiteetin määrää manuaalinen kappaleen syöttö ja vastaanotto. Kokeimuksen perusteella voitiin arvioida suurin maalauslinjan käyttönopeus. Maksimi nopeudeksi päätettiin 1200 metriä/tunnissa, puutavaran keskimittan ollessa noin 4 metriä. Lyhyemmillä kappaleilla maksimi nopeutta täytyy todennäköisesti pienentää.

5.3 Yleisimmät dimensiot

Pintakäsittelyä tarvitsevien puutuotteiden dimensiot täytyi myös määrittää. Eri dimensiot vaikuttavat koneen säätöihin. Käsiteltävän puutavaran leveys on 50- 250 mm:n välillä ja vahvuus 20–50 mm:n välillä.

5.4 Laudan asento maalauslinjassa.

Laudan levein maalauspinna kulkee ylöspäin. Lauta kulkee siis lappeellaan. Tällöin suurin osa maalista tulee laudan leveimmälle pinnalle. Maali on helpompi levittää laudan syrjille. Kuvassa 13 esitetään laudan asento maalauksen aikana.



Kuva 13. Laudan asento maalauslinjassa maalauksen aikana.

5.5 Käyttövoima

Käyttövoimaksi maalauslinjaan haluttiin sähkö. Sähkömoottoreiden etuja ovat toimintavarmuus, säädeltävyys sekä energian saatavuus. Sähkömoottorin etuihin kuuluu myös hiljainen käyntiääni. Sähkömoottoreihin on saatavilla myös vaihteistoja, jotka pienentävät akselin pyörimisnopeutta.

5.6 Maalin ruiskutus, levitys ja poisto

Maalin levitys automaattilinjoilla hoidetaan yleensä ruiskumenetelmällä. Tässä projektissa maali levitetään hammasrataspumpun avulla. Maalilinjastoon ei kerry painetta lähes ollenkaan, vaan maali valuu vapaasti 10 mm:n putkenpäästä. Maali tulee norona laudan päälle ja leviää koko laudan leveydelle eräänlaisen maalisiklin avulla. Laudan päälle levitetään maalia runsaasti. Ylimääräinen maali valuu takaisin maalisäiliöön, jonka ansiosta minimoidaan hukkaan menevä maali. Hammasrataspumpulle käyttövoima välitetään sähkömoottorista hammasketjun avulla. Maalin tilavuusvirta pysyy vakiona. Tarvittavaa maalin määrää säädellään 3-tie venttiilin avulla.

5.7 Syöttölaite ja syöttönopeus

Vetorulla työntää laudat, joiden päät ovat kiinni toisissaan, linjan läpi. Vetorullalle voima välitetään hammasketjua käyttäen sähkömoottorista. Sähkömoottorin pyörimisnopeutta säädellään taajuusmuuntajaa käyttäen. Näin prosessiin saadaan haluttu nopeus.

5.8 Pyörivät harjat, harjojenmalli ja -saatavuus

Maalauslinjan pyörivien harjojen tulisi olla muodoltaan pyöreitä, jotta ne levittäisivät ja poistaisivat maalia tasaisesti. Sopivat harjat löytyvät RTV-yhtymän tuotekuvastosta.



Kuva 14. Ceetec-maalausautomaatin harjat (Rtv-yhtymä Oy 2011, 2).

Kuvassa 14 olevat harjat ovat Ceetec-maalausautomaattiin kuuluvia. Harjakset ovat rakennettu nylon langasta. Harjoja on kolmea eri pituutta; 50 mm, 150 mm ja 250 mm. 250 mm pitkä harjaa on saatavilla myös hevosen jouhisena. (Rtv-yhtymä Oy 2011, 2.)

5.9 Apulaitteet

Maalauslinjaan tarvittavia apulaitteita ovat laudan syöttö- ja vastaanottopöytä, kompressori ja työkaluja. Laudan syöttöpöydän tulee olla rakenteeltaan kevyt ja helppo asentaa. Samat ominaisuudet vaaditaan myös vastaanottopöydältä. Kompressoria tarvitaan poistamaan roskaa lautojen päältä.

6 MAALAUSSLINJAN SUUNNITTELU

Tämän projektin keskeinen asia on suunnitella toimiva puutavaran maalauslinja. Yrityksen toivomuksesta maalauslinjan tulee olla siirrettävä. Laitteen tulisi siis sopia paketti-autoon sisälle tai kevyeen perävaunuun. Tämä vaatimus tuo tiettyjä rajoituksia, kuten esimerkiksi linjan fyysiset mitat, käyttövoima, asennettavuus ja kunnossapito.

6.1 Lähtöarvot

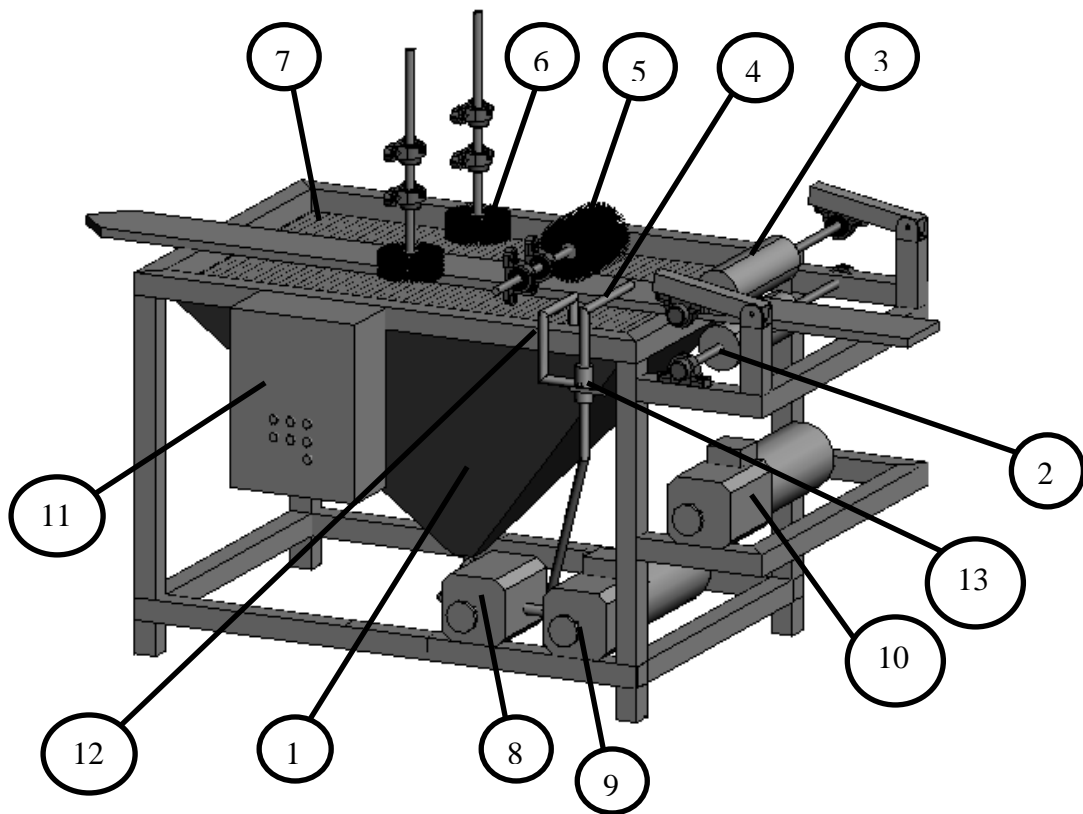
Aluksi täytyi tarkastella maalauslinjankapasiteettia. Maalauslinjankapasiteetin suurin määrittäjä tulee siitä, kuinka paljon manuaalisesti ehtii pinoamaan valmista tavaraa ja, kuinka paljon tavaraa ehtii syöttää maalauslinjaan. Ainakin alkuvaiheessa maalauslinjan syöttö- ja vastaanottopäät olisivat manuaalisia, eli työ vaiheet suoritettaisiin käsityönä. Tähän ratkaisuun vaikuttaa rahoitus sekä se, että linja halutaan pitää mahdollisimman yksinkertaisena, jotta toimintavarmuus ja siirrettävyys pysyvät hyvinä. Aikaisemman työkokemuksen perusteella arvioitiin, että noin 1200 metriä/tunti on nopeus, jonka ihminen pystyy helposti pinoamaan. Maksiminopeus riippuu laudan pituudesta.

6.2 Toimintaperiaate

Maalin kierto toimii ns. ”hullunkierto” periaatteella. Siinä maalia ruiskutetaan runsaasti laudan päälle ja yli menevä maali valuu takaisin maalisäiliöön, näin maalia kuluu vain tarvittava määrä. Lautta syötetään vetorullalle, joka toimii sähkömoottorilla. Vetorulla työntää laudan linjan läpi. Maali ruiskutetaan laudan päälle. Pyörivät harjat levittävät maalia ja poistavat samalla ylimääräistä takaisin kiertoön. Maalatut laudat joko niputetaan suoraan tai laitetaan telineille kuivumaan.

6.3 Maalauskonene rakenne

Maalauskonene päämitat ovat 1500x800x1300 millimetriä. Maalauslinjan runkomateriaali koostuu huonekaluputkesta, joka on kooltaan 40x40x2 millimetriä. Maalisäiliö on materiaaliltaan kylmävalssattua 1,5 mm vahvaa teräslevyä. Säiliö on kartion muotoinen ja sen tilavuus on noin 80 litraa. Työskennellessä ei ole merkitystä sillä, pidetäänkö maalausten aikana säiliön täyttö runsaana vai vähäisenä.



Kuva 15. Maalauskonene.

Kuvassa 15 on esitetty numeroiden avulla maalaus koneen osia.

1. Maalisäiliö
2. Laudan vetorulla
3. Laudan painorulla
4. Maaliputki
5. Vaakaharja
6. Pystyharja
7. Suodatinverkko
8. Maalipumppu
9. Sähkömoottori 1
10. Sähkömoottori 2
11. Sähkökaappi/ohjauspaneeli
12. Maalin ohivirtausputki
- 13 3-tie venttiili

6.4 Käyttövoima

Maalauslinja toimii sähköenergialla. Sähkö on luonnollinen valinta, koska sen saatavuus on hyvä. Sähköstä voiman saavat moottorit ovat myös lähes huoltovapaita ja kestäviä. Moottorien lukumäärä haluttiin pitää mahdollisimman alhaisena. Toimintaperiaatetta miettiessä moottoreita tarvittaisiin ainakin kaksi. Projektiin hankittiin kaksi sähkömoottoria. Toinen on teholtaan 0,75 kW ja toinen 0,35 kW. Toinen moottori tulisi pyörittämään vetorullaa ja toinen moottori pyörittäisi maaliharjoja sekä maalipumppua. Kaksi erillistä moottoria mahdollistaisi muuttamaan syöttönopeutta maaliharjojen pyörimisen suhteen. Moottorien kokoa pohtiessa täytyi pohtia tulevia rasituksia. Vetomoottorin tehtävä on työntää lauta maalausharjojen läpi. Harjaksista aiheutuvan vastuksen ja liikkettä vastustavan kitkan vuoksi päätimme sijoittaa isomman moottorin pyörittämään vetorullaa.

6.5 Maalin ruiskutus ja levitys

Maalin ruiskutus- ja levitysvaihe ovat prosessin tärkeimpiä. Maalin tullessa laudan päälle vain yhdestä kohdasta täytyy maalin levitykseen kiinnittää enenemän huomiota kuin ruiskutustekniikassa. Maali levittyy laudan edetessä maalisiklin läpi. Laudan reunat maalautuvat ylimenevän maalin ansiosta. Maalauslinjalla pystyy täten maalaamaan vain kolmelta sivulta kerrallaan.

Maalipumpun tuottoa ei voida säätää. Maalin määrää säädellään 3-tie-venttiilillä. Liika maali ohjataan takaisin maali säiliöön. Maalin menekkiin vaikuttaa maalin ominaisuudet, kappaleen dimensio, pinnan karheus ja maalausnopeus.

Maalipumpun koko määriteltiin maalinvalmistajien tietojen mukaan. Useimpien maali-en riittoisuus vaihtelee 3 – 10 m²/l. Maalin riittoisuuden ollessa 3 m²/l maalia tarvitaan tunnissa 98 litraa. Sekunnissa maalia tarvitaan 27 cm³.

Suurin maalintarve on 27 cm³/s. Varmuuden vuoksi suurimmaksi maalintarpeeksi haluttiin noin 35 cm³/s. Tämä tuotto haluttiin saada aikaiseksi pienellä kierrosnopeudella. Pieni kierrosnopeus pidentäisi pumpun elinikää. Toinen syy tähän on alennusvaihteen pyörintänopeus 80 r/min. Välytyssuhteen ollessa pieni saadaan säästöjä myös hammaspyörissä.

Medifast Tekniikan tuotekuvastosta löytyi sopiva hammaspyöräpumppu. Roquet 1L40 pumpun kierrostilavuus on 26,6 cm³/r. Välytyssuhteen ollessa 1:1, pumpun tuotto on 35,47cm³/s. (Medifast 2004, hakupäivä 25.11.2012.)

6.6 Maalin suodatin

Suodattimen tehtävä on estää roskien pääsy maalipumppuun ja putkistoon. Roskien suodatus on kaksi vaiheinen. Ennen vetorullia on kaksi ilma suutinta, joiden tarkoitus on poistaa irtonainen puuaines ja roskat. Itse suodatin sijaitsee maalikaukalon yläpuolella. Suodatin on koko kaukalon kokoinen. Näin ollen siinä on paljon suodatus pintaa, jolloin sen puhdistus tarve vähenee. Suodatin materiaali on muovipinnoitteinen lasikuituverkko, jonka reikäkoko on noin 1x1 millimetriä. Verkko on materiaalina edullista ja sitä on helppo työstää. Suodatin koostuu reunakehyksestä ja verkosta. Kehyksen materiaalina on 10x20 mm puurima. Kehyksen materiaaliksi haluttiin puu, koska siihen on helppo kiinnittää hyönteisverkko niittien avulla. Suodatinverkko on metritavaraa ja se leikataan oikeaan mittaan ja niitataan kiinni. Verkko niitataan pussimaisesti, tämä lisää entisestään suodatus pinta-alaa. Suodattimen voi pestä käytön jälkeen ja käyttää uudelleen.

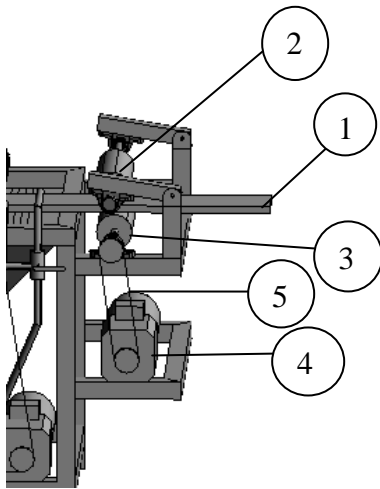
Roskaantuminen on yksi suurimmista syistä odottamattomaan työn seisaukseen. Tätä ongelmaa lähdettiin ratkaisemaan toisella tavalla. Maalin korkeapaineruiskutuksen sijasta päädyttiin maalin pumppaukseen. Maalia pumppattaisiin hammasrataspumpulla laudan päälle. Tällä tavoin maali kulkeutuisi reilua putki/letku kokoa käyttäen toiminta varmasti. Avarasta maali linjasta pääsisi kulkeutumaan myös roskat helposti pois eikä tukkeumia syntyisi.

6.7 Laudan vetorulla

Maalausprosessin laatuun vaikuttaa laudan tasainen eteneminen. Sähkömoottorista voima välitetään hammasketjua käyttäen vetorullalle. Sähkömoottorin päässä on alennusvaihteisto, jotta vetorullan haluttuun kehänopeuteen päästään pienemmillä välityssuhteilla.

Vetorulla sijoitettiin laudan alapuolelle. Sijoittamalla vetorulla alapuolelle vältetään vetorullan sotkeentumiselta maaliin, jos lauta maalautuu huonosti ja se joudutaan ajamaan linjan läpi uudestaan. Vetorullan sotkeentuminen maaliin alentaa vetopinnan kitkaa ja voi aiheuttaa ongelmia laudan etenemisessä.

Vetonopeuden säätäminen toteutetaan taajuusmuuntajan avulla. Taajuusmuuntajan avulla vetonopeutta voidaan säätää portaattomasti.



Kuva 16. Syöttöpään rakenne.

Kuvassa 16 on esitetty tarkemmin laudan syöttövaiheen tapahtumaa. Lauta (1) työnnetään käsin painorullan (2) ja vetorullan (3) väliin. Vetorullaa pyörittää sähkömoottori (4). Kun lauta on painorullan ja vetorullan välissä, lähtee se etenemään linjastossa ja laudan syöttäjä voi ottaa seuraavan laudan valmiiksi syöttöpöydälle. Voima välitetään hammasketjun (5) ja hammasrattaiden avulla moottorista vetorullaan.

Vetorullan halkaisija on 100mm. Maksimi syöttönopeus on 1200 m/h, noin 0,333 m/s. Vetorullaa pyörittävän sähkömoottorin pyörintänopeus alennusvaihteen jälkeen on 2,42 r/s.

$$d = 100 \text{ mm} \quad (1)$$

$$v = 0,333 \text{ m/s}$$

$$n_1 = 2,42 \text{ r/s}$$

n_2 = vetorullan pyörimisnopeus

$$v = \pi d n$$

missä

v on nopeus

n on pyörimisnopeus

d on vetopyörän halkaisija

$$\pi \times d \times n_2 = v \rightarrow n_2 = \frac{v}{(\pi \times d)} \rightarrow n_2 = \frac{0,333 \text{ m/s}}{(\pi \times 0,1 \text{ m})} = 1,06 \text{ r/s}$$

Voima sähkömoottorilta vetorullalle välitetään hammasketjua käyttäen. Hammasketjuna käytetään ½ tuuman hammasketjua. Hammasratas kiinnitetään alennusvaihteen akseliin kartioholkkia käyttäen. Alennusvaihteen akselin halkaisija on 25 millimetriä. Hammaspyöräksi valitaan pienin mahdollinen, jonka hammasluku on $z=17$.

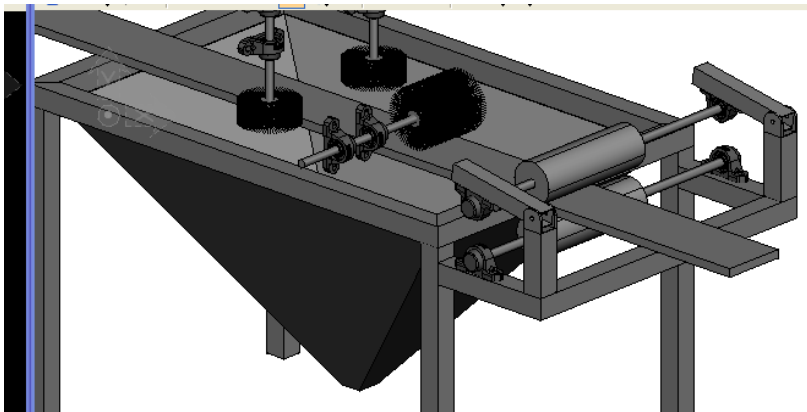
Lasketaan välityssuhteella sopiva toisio hammaspyörälle.

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{2,42}{1,06} = 2,28 \rightarrow z_2 = 2,28 \times 17 = 38,8 \quad (2)$$

Vetorullan hammasluvuksi valitaan $z_2 = 39$. Hammaspyöräksi valitaan esiporattu napaketjupyörä. Napapyörä hitsataan vetopyörän akseliin kiinni.

6.8 Laudan painorulla

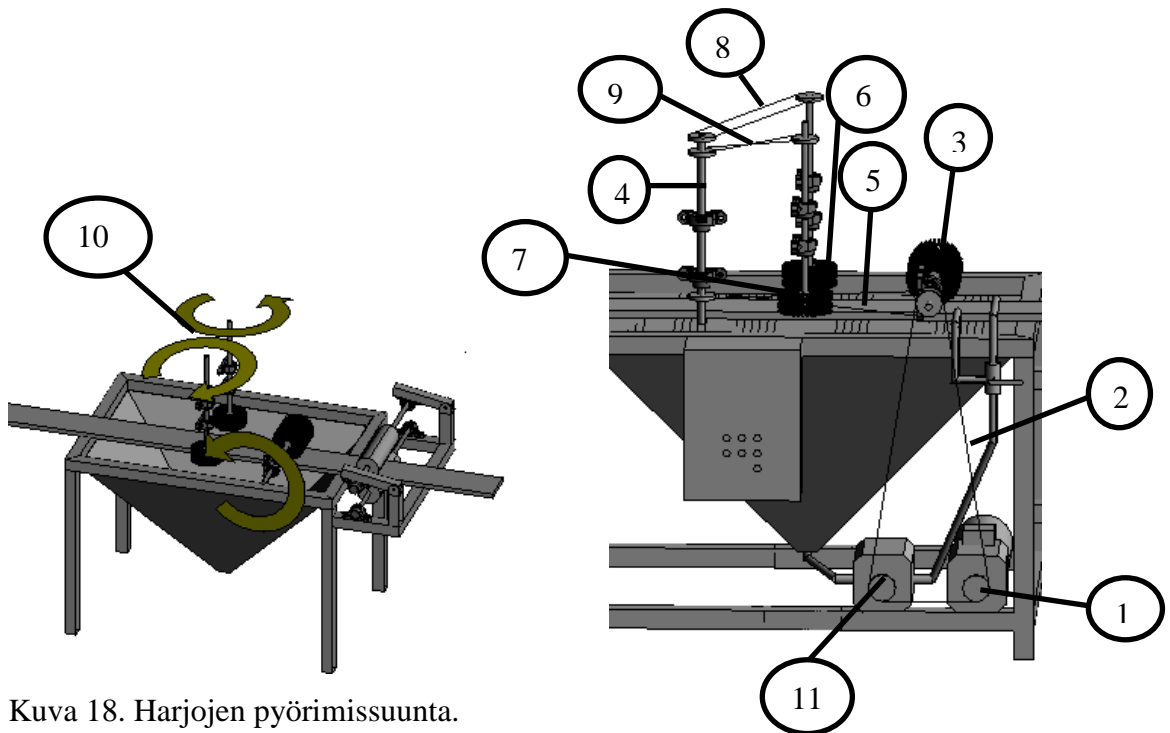
Painorullan tehtävä on suurentaa kitkaa vetorullan ja laudan välissä. Painorullan puristusvoimaa voidaan muuttaa jousikuormaa lisäämällä tai vähentämällä. Laudan vahvuuden muuttuessa täytyy myös painorullan korkeutta muuttaa. Jousi antaa painorullalle tarvittavan liikeradan materiaalin paksuus heittoihin.



Kuva 17. Painorullan periaatekuva maalauslinjassa.

6.9 Maaliharjat

Maaliharjat pyörivät (kuva 18) vastakkaiseen suuntaan syöttöliikkeeseen nähden. Sähkömoottori (1) pyörittää hammasketjua (2). Lapeharja (3) pyörii hammasketjun välityksellä. Lapeharjalta voima välitetään pystyakselille (4) kiilahihnan (5) avulla. Pystyakselilta voima välitetään kiilahihnojen (8 ja 9) avulla sekä oikean (6) että vasemman (7) puoleisille harjoille. Vasemmanpuoleisen harjan kiilahihna asennetaan ristikkäin, jotta pyörimissuunta (10) kääntyy. Sähkömoottorilta (1) voima välitetään myös maalipumpulle (11), jonka avulla maali pumpataan maaliputkeen ja sitä pitkin lapeharjan (3) eteen.



Kuva 18. Harjojen pyörimissuunta.

Harjojen pyörimisnopeuteen ei ole mitään tiettyä ohjetta. Liian suuri pyörimisnopeus aiheuttaa maalin roiskumista, mikä haluttiin välttää. Testauksen aikana kokeiltiin melko matalaa pyörimisnopeutta noin 1 kierros/sekunti. Optimaalista pyörimisnopeutta on vaikea tietää ilman testaamista.

Harjoja pyörittävän sähkömoottorin alennusvaihteen akselin pyörimisnopeus on 80 r/min. Akselin halkaisija on 25 millimetriä. Käytettävän hammasketjun koko on ½ tuumaa. Alennusvaihteen akseliin hammaspyörä kiinnitetään kartioholkin avulla. Sopiva

kartioholkki on Optibeltin valmistama ja tyypiltään 1210/25. Hammaspyöräksi valitaan pienin mahdollinen $z_1 = 17$.

$$N_1 = 80 \text{ r/min} = 1,33 \text{ r/s}$$

$$N_2 = 60 \text{ r/min} = 1 \text{ r/s}$$

Välityssuhdetta käyttäen lasketaan toisio hammaspyörän hammasluku.

$$\frac{1,33}{1} = 1,33 \rightarrow z_2 = 1,33 \times 17 = 22,6 \quad (3)$$

Lapeharjan akselin hammaspyörän hammasluvuksi valitaan $z = 23$. Hammaspyöräksi valitaan hitsattava esiporattu levyketjupyörä. Lapeharjoilta voima välitetään sivuharjoille kiilahihnoilla. Kiilahihnoilla pyörimissuunta käännetään pystysuoraksi. Pystyakselilta voima välitetään sivuharjoille kiilahihnoilla. Toisen sivuharjan pyörimissuunta käännetään vastakkaiseksi, asentamalla kiilahihna ristikkäin. Kiilahihnat ovat tyypiltään SPZ.

6.10 Säädetävyys

Pääasiallinen käyttökohde on ulkopintoihin tuleva materiaali. Dimensioiden muuttuessa maalauslinjan säätöjä täytyy myös muuttaa. Yleisimmin maalattavan puutavaran paksaus on 19–28 mm:n välillä. Sivulla pyörivien harjojen profiili sallii kuitenkin 50 mm:n maksimi vahvuuden. Laudan leveys vaihtelee yleisimmin 50–220 mm:n välillä. Lapeharja mahdollistaa 250 mm:n maalausleveuden.

Maalattavan laudan kulkulinjan määrittää kiinteä ohjainrauta. Leveyden muuttuessa täytyy vasemman puolen ohjainrullaa siirtää sopivaan kohtaan. Ohjainrullaan jätetään noin 5 mm:n väli maalattavaan kappaleeseen. Väli jätetään jotta kylkikäyrät laudat eivät tartu ohjainrullaan kiinni. Muita siirtoa tarvitsevia kohteita on vasemman puolen pyörivä sivuharja. Vahvuuden muuttuessa painorullan korkeutta nostetaan ylemmäs ja lapeharjat nostetaan ylös.

6.11 Sähkökaappi ja ohjauspaneeli

Sähköjärjestelmän suunnittelun ja rakentamisen toteutti Tmi Juha Kvist. Sähkökomponentteja varten hankittiin sähkökaappi. Sähkökaappi suojaa osia pölyltä ja maalinoiskeilta. Sähkökaapin kansi toimii ohjauspaneelina. Ohjauspaneelista (kuva 19) käynnistetään moottorit, kummallakin moottorilla on oma käynnistys painike.

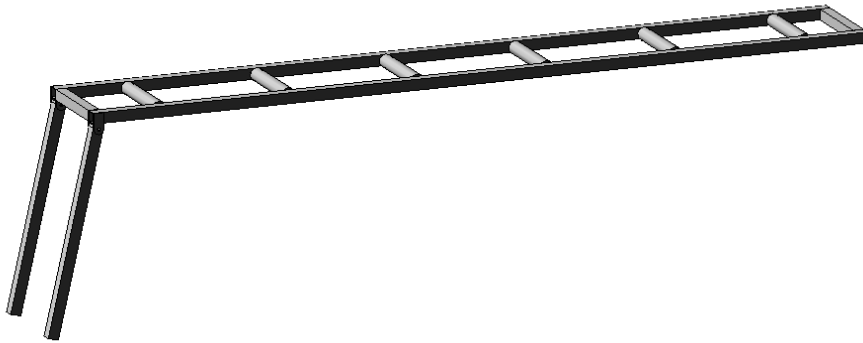


Kuva 19. Maalauslinjan ohjauspaneeli ulkoa ja sisältä.

Sähkökaappi suojaa pesuvaiheessa sähkökomponentteja. Maalauslinja käynnistetään kytkemällä ensin ohjauksjännite päälle, sitten kytketään moottorien pääkytkin päälle. Tämän jälkeen painetaan kuittaus painiketta. Ja lopuksi moottorit voidaan käynnistää.

6.12 Syöttö- ja vastaanottopöydät.

Siirrettävyyden vuoksi materiaalin syöttö- ja vastaanotto pöydät suunniteltiin varsin kevytrakenteisiksi. Rullarata periaatetta hyödyntäen pöydistä saatiin kevytrakenteisiä sekä pieni kitkaisia. Pöydissä on sädetävät tukijalat vain toisessa päässä ja toinen pää kiinnitetään maalauslinjaan. Syöttöpöydän pituus on 3000 millimetriä. Rullien leveys on 300 millimetriä ja rullien etäisyys toisistaan on 500 mm.

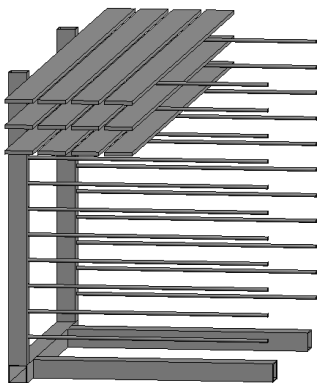


Kuva20. Vastaanotto ja syöttöpöytä.

Kuvassa 20 on malli maalauslinjan vastaanotto/syöttöpöydästä. Pöytien runkomateriaalina käytetään huonekaluputkea, joka on kooltaan 40x40x2 millimetriä. Laakeroidut jousiakselirullat ovat Dugomrullin valmistamia. Rullien halkaisija on 60 mm ja pituus 300 mm. Yhden rullan paino on 0,84 kg ja maksimi kuormitus on 48,6 kg. Putkipalkki painaa 2,38 kg/m. Putkipalkkia on pöydän rungossa noin 8,5 m. Rungon painoksi rullien kanssa tulee noin 25 kg. (Dugomrulli 2009, hakupäivä 3.1.2013; Terästarvike Oy 2010,15)

6.13 Lautojen kuivausteline

Kuivaustelineitä (kuva 21) tarvitaan, mikäli maalia ei ole tarkoitettu pinottavaksi märkänä. Laudat asetetaan oksien päälle ja lautojen väliin jätetään pieni rako. Laudat eivät vastaa toisiinsa näin ollen maali pinta ei vaurioidu eivätkä laudat liimaannu toisiinsa kiinni.



Kuva 21. Esimerkki lautojen kuivaustelineestä.

7 MAALAUSSLINJAN TESTAUS

Maalauslinjan testausvaiheen aikana tehtiin sekä pohjamaalauksia että pintamaalauksia. Pääasiallinen materiaali oli julkisivu pintoihin asennettava kuusilauta. Dimensiot vaihtelivat testaus vaiheen aikana laudan vahvuuden ollessa 20 – 45 mm ja leveyden ollessa 45 – 195 mm. Pääasiallisesti materiaali oli hienosahattua lautaa, mutta joukossa oli vähän myös sahapintaista lautaa. Testausvaiheen aikana puutavaraa käsiteltiin yhteensä noin 200 000 metriä.

Testaus vaiheessa kokeiltiin myös useita erilaisia maaleja, kuullotteita sekä pohjustusaineita. Suurin osa maaleista oli vesiohenteisia, mutta joukkoon mahtui myös muutama liuotinohenteinen maali. Eniten testaus vaiheessa käytettiin Tikkurilan Pinja pro primeria sekä Tikkurilan Pika – Teho maalia.

Pohjamaalauksessa käytettiin pääasiallisesti vesiohenteista alkydipohjamaalia Tikkurilan Pinja pro primeria. Maali sisältää homeenesto-, sinistymisenesto- sekä säänkestoaineita. Lisäksi pintamaalauksen voi suorittaa joko vesiohenteisella tai liuotinpohjaisella maalilla. Pinja pro primerin etuihin kuuluu myös se että maalatun laudan pystyy niputtamaan välittömästi.

Pintamaalaukset suoritettiin suurimmaksi osaksi Tikkurilan Pika – Teho akrylaattiaalilla. Muita maaleja, joita kokeiltiin testausvaiheessa, olivat mm. Tikkurilan Öljypohja, Tikkurilan Vinha, Teknoksen Panu+ ja Teknoksen Nordica eko.

Testausvaiheen aikana maalauslinjan toimintaperiaatteen todettiin olevan hyvä. Alkuvaiheessa tehtiin pieniä muutoksia. Varsinkin pohjamaalauksia tehtäessä huomattiin, että nopeutta voi lisätä. Vetopyörän välityssuhdetta muutettiin ja maalauslinjan maksimi nopeudeksi asetettiin 1700m/h.

Testausvaiheen aikana maalauslinjaan ei tullut teknisiä ongelmia, joiden takia maalaminen olisi seisahtunut. Testausvaiheen aikana syntyi kuitenkin uusia parannusehdotuksia, joita käsitellään myöhemmin osiossa maalauslinjan jatkokehitys.

Käsinmaalaukseen verrattuna koneellinen maalaus on huomattavasti vaivattomampaa. Muita etuja koneellisessa maalauksessa on, että maalin hävikki on vähäinen, pinnan laatu on tasainen sekä koneellinen maalaus on taloudellista.

8 KUNNOSSAPITO JA KÄYTTÖKUSTANNUKSET

Maalauslinjaa suunnitellessa on huomiota kiinnitetty myös laitteen huoltoon, eli kunnossapitoon. Tärkein kunnossapitoon liittyvä tekijä on laitteen peseminen jokaisen käyttökerran jälkeen.

Peseminen on tehty mahdollisimman helpoksi. Maalikaualosta suunniteltiin sellainen, että sinne voi asentaa muovikelmun suojaksi. Tämä kelmu vähentää pesutarvetta, mikä on tärkeää jos juoksevaa vettä ei ole saatavilla. Lisäksi kaikki harjat on helppo irrottaa pesua varten.

Laitteen pesemistä varten täytyy maalauslinjasta irrottaa harjat, laudan ohjainkisko, suodatin sekä maalikaualon suojamuovi. Maalauslinjan huollot voidaan jaotella kolmeen ryhmään: päivittäiset, kuukausi ja vuosihuolto. Päivittäiseen huoltoon kuuluu laitteiston peseminen aina käytön jälkeen. Sähkömoottoreiden ja sähkökaapin osalta huolloksi riittää viikoittainen puhdistus ilmalla. Alennusvaihteiden huolto käsittää öljyn vaihdon kerran kesän aikana. Laakereiden rasvaus suoritetaan muutaman viikon välein. Ketjujen rasvaus tarkastetaan viikoittain.

Maalauslinjan käyttökustannukset muodostuvat varaosien tarpeesta. Kulutus osia ovat maalin suodatin ja maalikaualoon tuleva muovi suojus. Harvemmin vaihtoa tarvitsevat osat ovat maaliharjat, laakerit, hammaspyörät, ketjut, kiilapyörät ja kiilahihnat.

Käyttökustannukset jakaantuvat kahteen ryhmään. Yrityksen oman puutavaran maalaus aiheuttaa erilaisia käyttökustannuksia kuin rahtimaalaus. Käyttökustannukset muodostuvat sähköenergiasta, työvoimasta, maalien hinnasta ja työvaiheiden määrästä. Rahtimaalaus on urakka luontoista työtä. Siinä asiakkaan kanssa sovitaan tietty metrihinta. Hinta muodostuu maalattavan tavaran määrästä, maalausvaiheista, väriskaalan vaihdoksista sekä maalaustyön sijainnista.

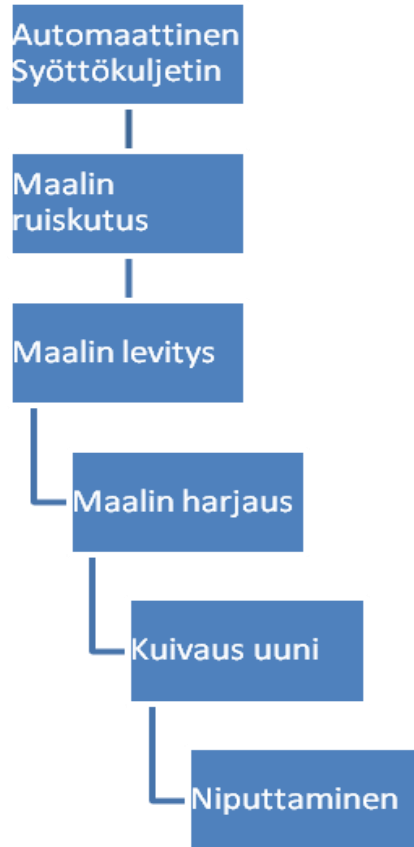
9 MAALAUSSLINJAN JATKOKEHITYS

Rahtimaalausta varten laitteistoa tulee vielä jatkossakin kehittää. Työn kannattavuuden ja helppouden vuoksi on tärkeää, että maalausprosessi tulee täysin valmiiksi aina samalla kertaa. Tällä hetkellä suuri ongelma pintamaalauksessa on kuivuminen. Kuivumista varten laudat täytyy asetella kuivaustelineille. Tämä työvaihe hidastaa prosessin kulkua. Hidastukseen on syynä työvaiheen manuaalisuus. Lautojen täytyy olla telineissä hyväksikin olosuhteissa muutaman tunnin ennen kuin ne voidaan niputtaa. Tämä johtaa siihen että kuivaustelineet jäävät työmaalle. Lautojen kuivattua ne otetaan pois telineistä ja niputetaan. Telineet haetaan myöhemmin pois maalauspaikalta.

Rahtimaalauksessa ongelmia ovat sää, maalin kuivuminen ja maalattavan erän suuruus. Maalaus sovitaan etukäteen tietylle päivälle, mutta oikeanlaista säätä on mahdoton tietää ennalta. Usein aurinkoisen lämpimän aamun jälkeen on päivällä saattanut tulla ukkossadekuuro. Pintamaalattujen lautojen kuivuminen kestää usein kauemmin kuin itse maalausprosessi. Liuotepohjaisissa maaleissa kuivumisaika voi olla useita päiviä. Maalattava tavaramäärä tulisi suunnitella päivää ajatellen ”järkevästi”. Liian pieni erä nostaa maalauskustannuksia kohtuuttomaksi ja sävyjen vaihto maalauksen aikana hidastaa työtä sekä aiheuttaa lisä kustannuksia.

Tuotekehityksen tärkein vaihe on keksiä miten maalausprosessi saadaan valmiiksi samalla kerralla kun työmaalla ollaan. Tällä hetkellä maalausprosessiin tarvitaan vähintään kaksi ihmistä. Tuotekehityksen pitäisi myös mahdollistaa maalausprosessin hoitamisen yhdellä työmiehellä. Tällöin työn kannattavuus paranisi oleellisesti.

Ratkaisu maalausprosessin valmiiksi viemiseen (kaavio 2), on siirrettävä maalauslinja, jossa on erillinen kuivausuuni. Kuivausuunin ansiosta lautoja ei tarvitse laittaa kuivumaan erikseen, vaan laudat ovat valmiita laitettavaksi nippuihin. Automatiikalla laudat saadaan syötettyä kuivaamoon sekä myös pois sieltä. Mikäli myös linjan alkupäässä olisi automatiikkaa, niin tällöin koko maalausprosessia olisi mahdollista ajaa vain yhdellä työmiehellä.



Kaavio 2. Maalausprosessi.

Itse maalauslinjaankin tehdään tulevaisuudessa muutoksia. Sääto eri dimensioita varten tullaan muuttamaan helpommaksi ja nopeammaksi. Kaikki säädöt pitäisi saada suoritettua ilman työkaluja, esimerkiksi vain vivusta kääntämällä. Suojalaitteisiin tullaan myös panostamaan.

10 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja rakentaa yritykselle toimiva ja helppokäyttöinen maalauslinja, jota voitaisiin tarpeen mukaan käyttää yrityksen toimipisteessä tai asiakkaan luona. Maalauslinjan tulisi tehdä laadukasta jälkeä ja tarpeen vaatiessa sitä pitäisi pystyä käyttämään myös työmaalla, jossa ei yrittäjällä ole apumiestä saatavilla.

Opinnäytetyö prosessi oli haastava, mutta mielenkiintoinen. Teoriaosaa varten haastetta toi luotettavan aineiston löytäminen. Vaikka aiheesta löytyi tietoa niin suomen- kuin englanninkielisiltäkin nettisivuilta, olivat ne usein ristiriidassa keskenään. Näin ollen oman kokemuksen vertaaminen teorialähteisiin on toiminut apuna työn tekemisessä.

Opinnäytetyö ei ollut pelkästään teoriaa, vaan maalauslinja suunniteltiin ja rakennettiin todellisuudessa. Maalauslinja on ollut kesän aikana todellisessa käytössä. Käytön aikana huomattiin ne kohdat, joita maalauslinjassa voitaisiin parantaa ja uudistaa. Myös maalauslinjan kuluvat osat sekä huoltotarve tulivat kesän aikana käyttäjille selväksi.

Aluksi aikaa meni runsaasti samantyylisten laitteiden etsimiseen ja niiden toimintaperiaatteen selvittämiseen. Eri maalauslinjojen vertailujen aikana tehtiin muistiinpanoja, jotta oman maalauslinjan suunnittelu saataisiin aloitettua. Suunnittelun jälkeen myös materiaalin hakeminen oli odotettua hankalampaa. Koska maalauslinja pyrittiin rakentamaan mahdollisimman pienellä budjetilla, kesti aikaa löytää sopivan hintaiset osat. Maalauslinjan rakentaminen oli aikaa vievää, mutta antoisaa.

Työn tuloksena yrityksessä on huomattu, että valmiiksi maalattu lauta on ollut kysyttyä ja maalaustyön laatuun ovat asiakkaat olleet tyytyväisiä. Yrittäjä on itse pitänyt maalauslinjaa helppokäyttöisenä ja nopeana maalausmenetelmänä. Maalauslinja on helppo kasata ja siirtää paikasta toiseen, osoituksena tästä maalauslinjaa on käytetty jopa kolmella eri työmaalla saman päivän aikana.

11 LÄHTEET

- Dugomrulli 2009. Hakupäivä 3.1.2013
<<http://www.dugomrulli.it/phocadownload/C03.pdf>>
- Graco 2012. Ruiskumaalaus. Hakupäivä 30.10.2012.
< <http://gww.graco.com/gb/fi/solution/paint-spraying>>
- Halonen, Pekko 2012. Julkisivupinnotteiden testaus. Hakupäivä 13.3.2012.
<<http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/3000/Julkisiv.pdf?sequence=1>>
- Hult, Carita 2004. Puuproffa. Hakupäivä 8.7.2012.
<http://www.puuproffa.fi/proffin/index.php?option=com_content&task=view&id=103&Itemid=119>
- Kuusisto, Marjut 2010. Puupinnoille soveltuvien ulkomaalien testaus ja vertailu. Insi-
nööriyö. Metropolia ammattikorkeakoulu. Helsinki.
- Koskikorento 2012. Remontti- ja kiinteistöhuoltopalvelut. Hakupäivä 1.1.2013.
< http://www.koskikorento.fi/index.php?p=1_10_remontti-kiinteistonhoito-korjaus-lampun-vaihto-pienkoneen-korjaus-poihan-siivous-seinan-korjaus>
- Lunawood 2012. Hakupäivä 4.4.2012.
<http://www.lunawood.fi/_downloads/lunawood_ulkoverhouksen_asennus.pdf>
- Medifast 2004. Hammaspyöräpumput. Hakupäivä 25.11.2012.
< <http://www.medifast-tekniikka.fi/fin/hydra/hydkomp2.htm>>
- Paolini 2012. Mini-tunnel maalaus kone. Hakupäivä 15.3.2012.
< www.hitecspray.co.uk/pages/products/productsearch.php?product=132&full>
- Rtv-yhtymä Oy 2011. Koneosasto, tuoteluettelo. Hakupäivä 13.3.2012.
<<http://www.rtv.fi/kone-ja-pintakaesittelyosasto/tuoteluettelot/Tuoteluettelo%202011%20Ceetec%20-laudanmaalausautomaatit.pdf/view>>
- Siparila 2012. Hakupäivä 7.2.2012.
< http://www.siparila.fi/verkkokauppa/topcoat_ulkoverhouspaneeli_utv-p-1676-27/>
- Suomela 2008. Rakentaminen. Hakupäivä 20.5.2012.
<www.suomela.fi/rakentaminen/Työkalut-tarvikkeet/Ostoksilla-kunnon-pelit-maalarille-49410>
- Suomela 2012. 13 kysymystä ulkomaalauksesta. Hakupäivä 3.11.2012.
<<http://www.suomela.fi/rakentaminen/Maalauksen-tapetointi/13-kysymysta-ulkomaalauksesta--50922?p=0>>
- Teknos Oy 2001. Hakupäivä 16.4.2012.
<<http://www.marketzone.teknos.com/marketingzone/getitem.asp?id={ACB6FF99-2D20-4E0F-B8F4-ABC4B359438D}>>
- Terästarvike Oy 2010. Teräsluettelo. Hakupäivä 21.5.2012.
<www.terastarvike.fi/public/files/Terastarvike-Terasluettelo-032010.pdf>
- Tikkurila 2012a. Puun teollinen pintakäsittely. Hakupäivä 14.3.2012.
< <http://www.digipaper.fi/coatings/33029/index.php?pgnumb=8>>
- Tikkurila 2012b. Maalaus. Hakupäivä 21.5.2012.
< http://www.tikkurila.fi/kotimaalarit/tuotteet/ulkomaalit/ulkoseinat_-_puiset/maalauksen-ultra_classic_talomaali.3333.shtml>
- Tikkurila 2012c. Maaliyhdistelmä. Hakupäivä 3.1.2013.
<http://www.tikkurila.fi/teollinen_maalauksen_puuteollisuus/tikkurila_prohouse/maalauskasittely-yhdistelmat>
- US WOOD OY 2012. Hakupäivä 7.2.2012.
< <http://www.uswood.fi/ulkoverhousprofiilit.html>>

- Välkkynen, Jari 2011a. Pintakilta. Maalien sideaineet. Hakupäivä 20.9.2012.
<<http://pintakilta.wikispaces.com/Maalien+sideaineet>>
- Välkkynen, Jari 2011b. Pintakilta. Maalien ohenteet. Hakupäivä 20.9.2012.
<<http://pintakilta.wikispaces.com/Maalien+ohenteet>>

12 LIITELUETTELO

Liite 1	Kokoonpanopiirustus ylhäältä kuvattuna
Liite 2	Kokoonpanopiirustus sivulta kuvattuna