

Hermann Tuomikoski
Maalaamon suunnittelu

Opinnäytetyö
Kevät 2014
Tekniikan yksikkö, Seinäjoki
Auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖN TIIVISTELMÄ

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö, Seinäjoki
Koulutusohjelma: Auto- ja kuljetustekniikka

Tekijä: Hermanni Tuomikoski

Työn nimi: Maalaamon suunnittelu

Ohjaaja: Jukka Pajula

Vuosi: 2014

Sivumäärä: 51

Liitteiden lukumäärä: 1

Ruiskumaalaus on autoteollisuudessa eniten käytetty pinnoitusmenetelmä. Automaalauksen tärkeimmät tehtävät ovat auton visuaalisen ulkonäön parannus ja auton rakenteiden korroosion estäminen. Nykyaikaisten ajoneuvojen maalipinnoissa ja maalaustavoissa on suuria eroavaisuuksia. Suuressa osassa ajoneuvoista maalipinnoite ei kestä riittävän pitkään suhteessa ajoneuvon kestoikään. Tästä syystä ajoneuvojen uudelleen maalaaminen korjaustarkoituksessa on yleistynyt merkittävästi.

Työn tavoitteena oli suunnitella maalaamo koulutuskeskus Sedun Kurikan yksikön autopuolen sekä metallipuolen opetuskäyttöön. Työssä tutkitaan nykyaikaisen maalaamon vaatimuksia sekä ammatillisessa että opetuskäytössä. Tarkoituksena on myös tutkia erilaisia työturvallisuuteen liittyviä ratkaisuja ja turvallisuusmääräyksiä. Työssä tutustutaan uusimpiin maalaustekniikoihin, maalauslaitteistoon ja maalaamon erilaisiin tarpeisiin. Tutkimuksessa koottiin tietoa työturvallisuudesta ja maalausta koskevista määräyksistä.

Työn toimeksiantaja toimi Kurikan Sedun autoalan opetuslinja. Autoalan opetuslinjalla koulutetaan ajoneuvoasentajia. Työn toimeksiantaja halusi selvittää maalaamon rakentamisen erilaisia vaatimuksia, mahdollisuuksia sekä uusimman maalauslaitteiston toimivuutta opetuskäytössä.

Asiasanat: maalausmenetelmät, maaliruiskut, paine ilma, työturvallisuus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Automotive and Transportation Engineering

Author: Hermanni Tuomikoski

Title of the thesis: Paint shop planning

Supervisor: Jukka Pajula

Year: 2014

Number of pages: 51

Number of appendices: 1

The spray painting is the most widely used coating method of the automotive industry. The main reasons of the car painting are the car visual appearance improvement and the corrosive prevention of the car structures. There are many differences in the modern vehicles paint surfaces and painting methods. In most parts of the vehicles paint coating does not last long enough in relation to the vehicles lifeline. For this reason the repainting in repair purposes has increased significantly.

The main reason of this thesis was to design the paint shop for the car and metal department of the Sedu Kurikka training unit. This thesis examines the requirements of a modern paint shop in professional and educational use. The purpose is also to investigate the different safety solutions and safety regulations. This work includes the information of the latest painting techniques, painting equipment and different needs of the paint shop. The study collected information about the work safety and regulations of painting.

The work is commissioned by the Sedu Kurikka automotive education line. The automotive line is educating the vehicle technicians. The client wanted to investigate the different regulations of the paint shop building, different opportunities and the latest painting equipment functionality for the teaching purposes.

Keywords: painting techniques, paint sprayers, compressed air, work safety

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 MAALAUS	7
2.1 Maalauksen tarkoitus	7
2.2 Maalausmenetelmät auto- ja metalliteollisuudessa.....	7
2.2.2 Uputus- eli kastomaalaus.....	8
2.2.3 Ruiskumaalaus	9
2.2.4 Sivuilma- eli hajoitusilmaruiskutus.....	9
2.2.5 Suurpaine- eli korkeapaineruiskutus	11
3 MAALAAMON PAINEILMAJÄRJESTELMÄ	13
3.1 Paineilman laatu	14
3.2 Paineilmalaitteisto.....	16
3.2.1 Paineilmakompressori	17
3.2.2 Jälkijäähdytin.....	18
3.2.3 Esisuodatin (vedenerotin)	19
3.2.4 Paineilmasäiliö	20
3.2.5 Paineilman kuivain	21
3.2.6 Mikro-suodatin (öljynerotin).....	22
4 MAALAAMON SUUNNITTELU.....	23
4.1 Layout-suunnittelu	23
4.2 Paineilmaverkon suunnittelu	28
4.3 Esivalmistelutila.....	29
4.4 Maalaustila.....	31
4.5 Turvallisuus.....	35
5 LAITTEISTOVALINNAT	39
5. 1 Esivalmistelutilan työkalut	39
5. 2 Maalaamon työkalut	40
5. 3 Ilmanvaihto ja sähkölaitteet.....	44
6 POHDINTA.....	47
LÄHTEET	48

LIITE 1: Kastepistetaulukko	
-----------------------------------	--

1 JOHDANTO

Koulutuskeskus Sedun Kurikan yksikkö kouluttaa oppilaita yhdeksän eri alan ammatteihin. Yksi näistä aloista on autoalan perustutkinto, josta valmistutaan ajoneuvoasentajiksi. Opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella automaalaamo ja esivalmistelutila opetuskäyttöön autoalan osastolle. Haasteellisuutta työn suunnittelemiseen aiheuttaa rakennustilan suhteellisen pieni koko.

Työn toimeksiantajalla on tarve tutkia uusia vaihtoehtoja maalaamon rakentamiseen. Tavoitteena on rakentaa mahdollisimman nykyaikainen maalaamo ja esivalmistelutila. Maalausmenetelmien nykyaikaisuus on siitä syystä erittäin tärkeää, että oppilaiden oppima tieto olisi ajan tasalla nykyaikaisten vaatimusten kanssa.

Tarvittavia laitteita ja välineitä lähdettiin kartoittamaan haastatteleamalla useita automaalauksen ammattilaisia ja maalauslaitteiden toimittajia. Erilaisten vaihtoehtojen tutkiminen on tärkeää oikean valinnan löytämiseksi, koska erilaisia maalaus- ja esivalmistelulaitteita on saatavilla lukuisia erilaisia. Oikeanlaisten laitteiden valinta on tärkeässä roolissa, koska tilaa on rajallisesti käytettävissä.

2 MAALAUUS

2.1 Maalauksen tarkoitus

Suurin osa teollisesti valmistetuista esineistä maalataan ennen lopullista käyttöönottoa. Tällöin kappaleen pinnalle levitetään nestemäistä tai jauhemaista ainetta, maalia. Maali muodostaa kappaleen pinnalle yhtenäisen, kiinteän ja pintaan hyvin tarttuvan kalvon. Maalauksella on monia tehtäviä riippuen tuotteen käyttötarkoituksesta:

- Maali suojaa pintoja ja rakenteita ympäristön syövyttäviltä vaikutuksilta
- Maalattu pinta parantaa tuotteen ulkonäköä
- Maalipinta antaa kappaleelle sen käyttötarkoituksen edellyttämiä erikoisominaisuuksia, kuten tunnusvärin, kiillon, liukkauden jne. (Ihalainen ym. 1985, 401.)

Maalauksen päätarkoitus on suojata kappaleen rakenteita ja pintoja korroosiolta eli syöpymiseltä. Tällöin voidaan puhua korroosionestomaalauksesta. Korroosio on sähkökemiallinen tai kemiallinen reaktio, joka koostuu monesta eri osareaktiosta. Maalauksen käyttö korroosionestotarkoituksessa perustuu maalin kykyyn pysäyttää tai hidastaa näitä reaktioita. (Ihalainen ym. 1985, 401.)

2.2 Maalausmenetelmät auto- ja metalliteollisuudessa

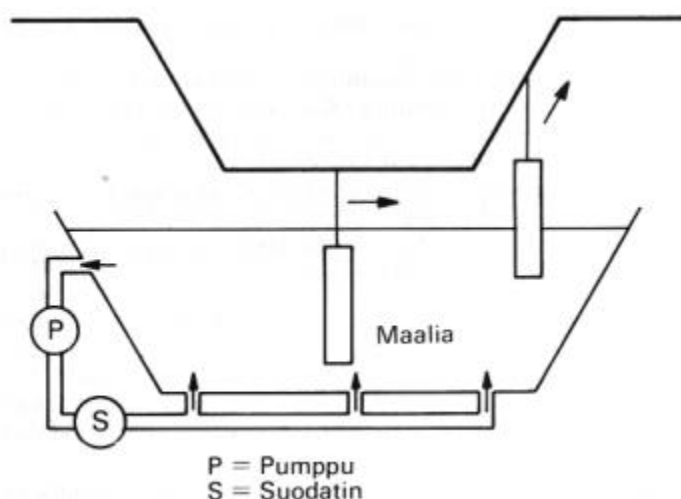
Maalauksen lopputulos riippuu sekä maalista itsestään että levitystavasta kappaleen pinnalle. Maalausmenetelmä valitaan aina tapauskohtaisesti, jotta asetettuun tavoitteeseen päästään taloudellisesti. Menetelmän valintaan vaikuttavat ohessa mainitut useat seikat:

- käytetty maali
- maalattavan pinna laatu
- maalattavan tuotteen koko ja muoto
- maalausolosuhteet
- maalikalvon vaadittu paksuus ja ulkonäkö. (Ihalainen ym. 1985, 411.)

2.2.2 Upotus- eli kastomaalaus

Maalattavat kappaleet upotetaan maalialtaaseen joko yksitellen, nipussa, telineessä, korissa tai vastaavalla menetelmällä. Upotuksen jälkeen maalatut kappaleet nostetaan ylös kuivumaan. Upotus- eli kastomaalauksen etuja ovat vähäinen työvoiman tarve, nopeus, pieni maalin hävikki sekä hyvä maalin tunkeutumiskyky. Kastomaalauksen haittapuolia ovat huono soveltuminen monimutkaisien kappaleiden maalaamiseen ja maalattavan kappaleen epätasaisuuksista ja reikäkohdista johtuva maalin valuminen. Kastomaalaus soveltuu useimpiin fysikaalisesti tai hapettumalla kuivuviin maalityyppeihin. Menetelmällä saavutetaan keskimäärin 30 µm kuivakalvon paksuus. (Ihalainen ym. 1985, 412.)

Sähköupotusmaalauksessa eli elektroforeettisessa maalauksessa maali dispergoituu veteen, johon maalattava kappale upotetaan. Kun kappale kytketään yhdessä altaan kanssa tasavirtapiiriin, sähköllä varautuneet maalihiukkaset hakeutuvat kappaleen pintaan, jossa niiden varaus purkautuu ja ne levittyvät tasaisesti maalattavaan kohteeseen. Elektroforeettinen maalaus soveltuu erityisesti suurtuotantoon käytettynä menetelmänä ja sitä käytetään esimerkiksi auton korin pohjamaalauksessa. (Ihalainen ym. 1985, 412.)



KUVIO 1. Upotusmaalauksen periaate. (Ihalainen ym. 1985, 412.)

2.2.3 Ruiskumaalaus

Ruiskumaalaus on yleinen tapa levittää pinnoitteita, maalia tai lakkaa maalattavalle pinnalle. Ruiskumaalauksen etuja ovat hyvä pinnanlaatu, tasalaatuinen maalikalvo ja maalausmenetelmän nopeus. Ruiskumaalausta käytetään useissa eri käyttökohteissa, kuten automaalauksessa, metalliteollisuudessa ja puusepänteollisuudessa. Ruiskutettavia aineita on lukematon määrä erilaisia, matalaviskoottisesta petsistä korkeaviskoottiseen pinnoitteeseen. Siitä syystä myös ruiskulaitteita on erilaisia. Erilaisia ruiskutusmenetelmiä ja ruiskutyyppejä on kehitetty vaihtelevia käyttötarkoituksia varten useita. Näistä yleisimmät ovat sivuilma-, suurpaine- sekä sähköstaattinen ruisku. (Tallberg Tech Oy Ab, [Viitattu 26.4.2014].)

2.2.4 Sivuilma- eli hajoitusilmaruiskutus

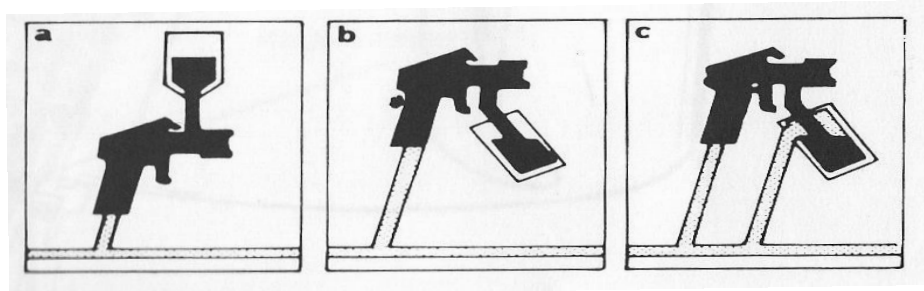
Menetelmässä maali syötetään hydrostaattisella tai pienellä ylipaineella ruiskutus pistoolin suuttimeen, jossa maali hajoitetaan hienoksi sumuksi siihen suunnatulla ilmanpaineella. Maalin ja ilman määrää säädetään pistoolissa olevilla neulaventtiileillä. Maalisuihkun muoto ja sumun hienous määräytyy ilmasuuttimen mukaan ja pistooliin tulevan maalin määrän annostelee maalisuutin. Maalauksen onnistuminen riippuu suurelta osalta oikean ilma- ja maalisuutinyhdistelmän valitsemisesta. (Ihalainen ym. 1985, 413.)

Sivuilmaruiskut voidaan jakaa kahteen ryhmään maalin syöttötavan perusteella, imu- ja painesyöttöisiin. Imusyöttöisestä laitteesta käytetään usein nimitystä kannuruisku, koska maaliastia on asennettu kiinteästi ylä- tai alakannuksi. Ruiskun suuttimet on muotoiltu siten, että niiden eteen muodostunut alipaine imee maalin astiasta. Ruiskusta tulevan maalin määrä on riippuvainen ainesuuttimen koosta, ruiskun läpi syötetyn ilman määrästä ja tuotteen viskositeetista. Painesyöttöisessä laitteessa maali tulee ruiskuun paineastian tai pumpun "pakottamana". Etuna on, että maalin ja hajotusilman suhdetta voidaan tällöin säätää toisistaan riippumatta. Suuremmissa kohteissa ja jatkuvassa tuotannossa painesyöttö on suositeltava vaihtoehto. Painesyöttöruiskuihin on saatavilla

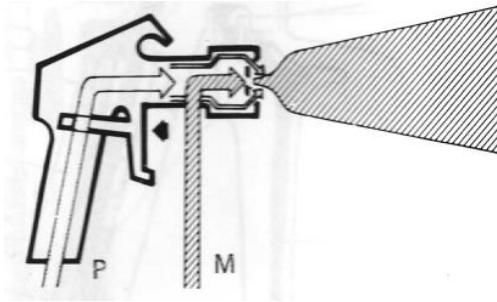
monipuolinen valikoima eri tehoisia suutinyhdistelmiä jotka soveltuvat eri maaleille ja viskositeeteille. (Tikkurila Oy, [Viitattu 10.10.2013], 27.)

Sivuilmaruiskumaalauksella saadaan erittäin tasainen maalipinta ja mahdollisimman hyvä lopputulos. Sivuilmaruiskutuksen muita etuja ovat esimerkiksi mahdollisuus nopeasti ja yksinkertaisesti säätää suihkun leveyttä ja maalimäärää sekä pienet hankintakustannukset. Menetelmä sopii erityisesti kohteisiin, joissa tärkeintä on ensiluokkainen pinta. Siksi sitä käytetään autoteollisuudessa ja autojen korjausmaalauksissa sekä esimerkiksi konttorikoneiden, jääkaappien ja huonekalujen pintakäsittelyssä. (Häkli 1984, 63.)

Sivuilmaruiskutuksen haittapuolina ovat erityisesti suuri paineilman tarve, ohiruiskutuksen ja maalisumun vuoksi syntyvä huomattava maalin hävikki sekä maalin suuri ohentamistarve. Sokkeloita ja kulmia sisältävien rakenteiden maalaaminen on vaikeaa maalin hajoitusilman aiheuttaman takaisin kimpoamisen vuoksi. Erityyppiset sivuilmaruiskut on esitelty kuviossa 2. (Ihalainen ym. 1985, 413.)



KUVIO 2. Sivuilmaruiskut. a) Yläkannuruisku, b) Alakannuruisku, c) Painesyöttöruisku. (Ihalainen ym. 1985, 413.)



KUVIO 3. Sivuilma- eli hajoitusilmaruisku, toimintaperiaate. P = paineilma, M = maalia. (Ihalainen ym. 1985, 413.)

2.2.5 Suurpaine- eli korkeapaineruiskutus

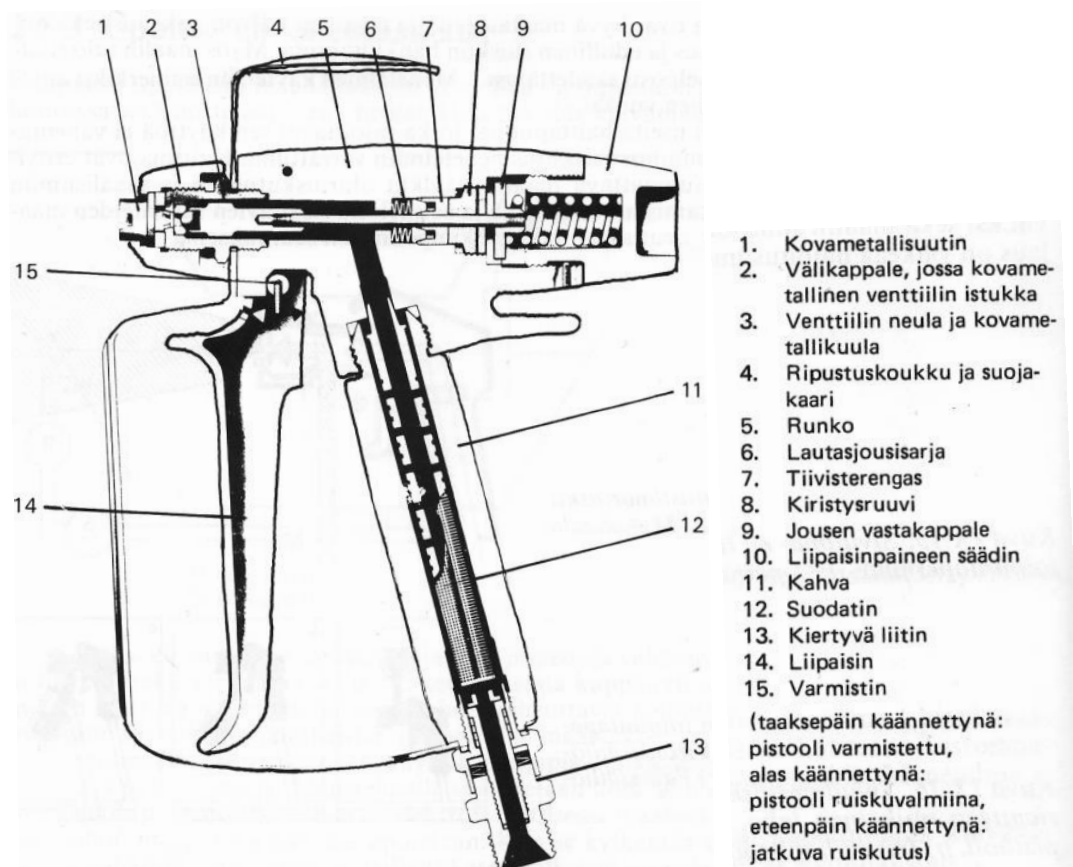
Suurpaine- eli korkeapaineruiskutusta käytetään eniten konepajateollisuudessa ja jonkin verran raskaankaluston maalaamisessa. Nimensä menetelmä on saanut siitä, että maali pumpataan korkealla paineella suuttimen lävitse ulkoilmaan. Suuttimesta ulos tullessaan maalin nopeus on erittäin suuri ja sisäisen paineensa ja ilman molekyyliin törmäyksen vuoksi se hajoaa sumuksi. Maalin hajotukseen ei käytetä paineilmaa, jolloin käytetään myös nimitystä ilmaton eli airless-ruiskutus. (Ihalainen ym. 1985, 413.)

Suurpaineruiskutuksessa maalin hajoittamiseen tarvittava paine on 60 – 400 barin välillä maalin viskositeetista ja tyypistä riippuen. Paineen synnyttämiseen käytetään useimmiten paineilmatoimista kaksimäntäpumppua, jossa maalimäntää käyttää ilmamäntä. Syntynyt paine riippuu maali- ja ilmamäntien pinta-alojen suhteesta sekä ilmamäntää kohdistuvasta paineesta. Kaksimäntäpumppu muuntaa paineilman paineen maalin paineeksi kiinteällä painesuhteella, joka tavallisesti 20:1 – 60:1 välillä. Jos paineilmaa ei ole saatavilla, voidaan käyttää sähköllä toimivaa kalvopumppua. (Ihalainen ym. 1985, 413.)

Maalimäärä ja maalisuihkun muoto säädetään ensisijaisesti suutinta vaihtamalla. Maalin virtausmäärä on riippuvainen suuttimen koosta. Mitä suurempi suutin, sitä suurempi maalin määrä virtaa suuttimen lävitse. Maalin valmistaja ilmoittaa suositukset sopivasta suutinkoosta sekä millaista painetta maalattaessa on käytettävä. Tavalliset maalit hajoavat 120 – 160 barin paineella. Liian suurta

ruiskutuspainetta käytettäessä maalausnopeus lisääntyy, mutta maalausjäljestä tulee epätasaista ja maaliumu lisääntyy merkittävästi. Maalusasemien yhteyteen on asennettu yleensä laitteet, joiden avulla maali lämmitetään ennen pistooliin tuloa +50 – 80 °C:n lämpötilaan. Maalin viskositeetti saadaan tällöin alenemaan huomattavasti ja maalin ohentaminen ei ole tarpeen. Menettelyllä säästetään maalauskustannuksia, paineilman tarve vähenee, maali kuivuu nopeammin ja valumismäärä vähenee. (Ihalainen ym. 1985, 414.)

Suurpaineruiskutuksen etuja ovat suuri maalausteho, soveltuvuus hyvin monen tyyppisille maaleille, pieni maalin ohentamistarve, maalin hyvä peittokyky, vähäinen määrä maaliroskeita ja maalauspistoolin pieni rekyyli. Menetelmän haittoja ovat laitteiden korkea hinta ja ruiskun säädeltävyys. Suutin on pakko vaihtaa, kun maalin määrää tai suihkun leveyttä muutetaan. (Häkli 1984, 103.)



KUVIO 4. Korkeapainepistoolin poikkileikkaus. (Ihalainen ym. 1985, 414.)

3 MAALAAMON PAINELMAJÄRJESTELMÄ

Automaalaamoja suunniteltaessa on kiinnitettävä suurta huomiota paineilmajärjestelmään. Erityisen suurta huomiota tulee kiinnittää paineilman riittävään paineeseen ja korkealuokkaiseen ilmanlaatuun. Jos paineilmajärjestelmä ei näiltä osin täytä kaikkia kriteereitä, taloudelliset menetykset voivat olla suuria. Pahimmassa tapauksessa asiakkaan ajoneuvon maalipinnan laatu ei vastaa haluttua tulosta ja asiakas voidaan menettää pysyvästi.

Suurimpana syynä paineilmatyökalujen käyttöhäiriöihin on epäpuhdas paineilma. Vuosia sitten asennettuun paineilmaputkistoon kerääntyy ruostetta, putkihilsettä, kompressoriöljyä ja ennen kaikkea vettä. Tästä syystä paineilmatyökalut saattavat olla ruosteessa tai jumissa eikä toimintakyky ole enää uuden vastaavan tasolla. Ilman epäpuhtauksista johtuva työkalujen heikko toimivuus johtaa taloudellisiin menetyksiin. (Finntest Oy, [Viitattu 2.3.2013], 2.)

Paineilmaan laatua tutkittaessa on todettu, että jokaisen kuutiometrin mukana kompressori imee jopa 190 miljoonaa likahiukkasta, bakteerihukkasta, hiilivetyjä ja viruksia. Kompressori itse kykenee suodattamaan ainoastaan suurimmat likapartikkelit puristettavasta ilmasta ja ilman tiivistyessä epäpuhtaudet saattavat jopa lisääntyä entisestään. Sen vuoksi paineilman huolelliseen jälkikäsittelyyn on useimmissa käyttökohteissa syytä panostaa. Paineilman puhtaus takaa pneumaattisten koneiden ja ohjausten häiriöttömän toiminnan ja pidentää työkalujen käyttöikä. Lisäksi paineilmaputkistot ja jakoventtiilit pysyvät puhtaina. Laadukasta paineilmaa on pidettävä välttämättömyytenä hyvin toimivassa maalaamossa. (Kaeser kompressorit Oy, [Viitattu 2.2.2013].)

Maalaamossa käytetään runsaasti erilaisia kemikaaleja, kuten maaleja, ohenteita ja lakkoja. Nämä kemikaalit ovat helposti syttyviä aineita ja tästä syystä maalamoissa käytetään paineilamalla toimivia työkaluja sähkötoimisten sijaan. Sähkötoimisten työkalujen heikkoutena on niiden huono paloturvallisuus ja ne ovat usein käyttömukavuudeltaan huonompia. Myös monet laitteet, kuten hajoitusilmaruiskut, suihkupuhdistuslaitteet ja paineilmapillit toimivat ainoastaan paineilman avulla. Paineilmalaitteet ovat sähkölaitteisiin verrattuna huomattavasti

helppokäyttöisempiä, luotettavampia, mutta myös kalliimpia. (Jokinen 2010, [Viitattu 6.4.2014], 1–2)

3.1 Paineilman laatu

Paineilmaverkkoa suunniteltaessa on kiinnitettävä suurta huomiota ilman laatuun. On tarkkaan mietittävä, mistä puhdas ilma kompressorille otetaan, sillä kompressorin imuilman tulisi olla mahdollisimman puhdasta, kuivaa ja viileää. Imuilmiaan joutuva pöly, lika ja kosteus saattavat tukkia imusuodattimen, aiheuttaa järjestelmään painehäviötä sekä kasvattaa energian kulutusta. Pidemmällä aikajanelalla katsottuna ilman epäpuhtaudet aiheuttavat järjestelmään merkittävää hyötysuhteen alenemista, koska jo 1 kPa:n painehäviön lisäys imusuodattimessa vähentää kompressorin ilmavirtaa ja hyötysuhdetta noin 1 %. Kompressorin ja imuilman sisäänottoaukon välisen osuuden on oltava mahdollisimman lyhyt ja suora. Imuilman lämpötila noustessa 3 °C kompressorin ilmavirta ja hyötysuhde alenevat vastaavasti 1 %. Koska kompressorin imuilma tulee kompressorihuoneesta, tilan lämpötilan on oltava normaalisti minimissään noin 5 °C, kuitenkin yli 0 °C. Lämpötilan laskiessa alle 0 °C:n laitteiston imuilmasuodattimessa voi ilmetä jäätymistä. (Suomalainen 2002, [Viitattu 8.5.2013], 2.)

Ilmakehässä oleva ilma sisältää aina jonkin verran kosteutta riippuen ilman lämpötilasta ja suhteellisesta kosteudesta. Liitteenä oleva taulukko kertoo, kuinka paljon yhdessä kuutiossa (m³) on vettä, kun ilman suhteellinen kosteus on 100 %. (LIITE 1.) Taulukkoa voidaan käyttää kompressorin imuilman ja tuotetun paineilman vesimäärän laskemiseen. Kylläisen ilman vesipitoisuuden riippuvuus suhteessa ilmanpaineeseen on erittäin pieni. (Sarlin Oy Ab, [Viitattu 12.5.2013].)

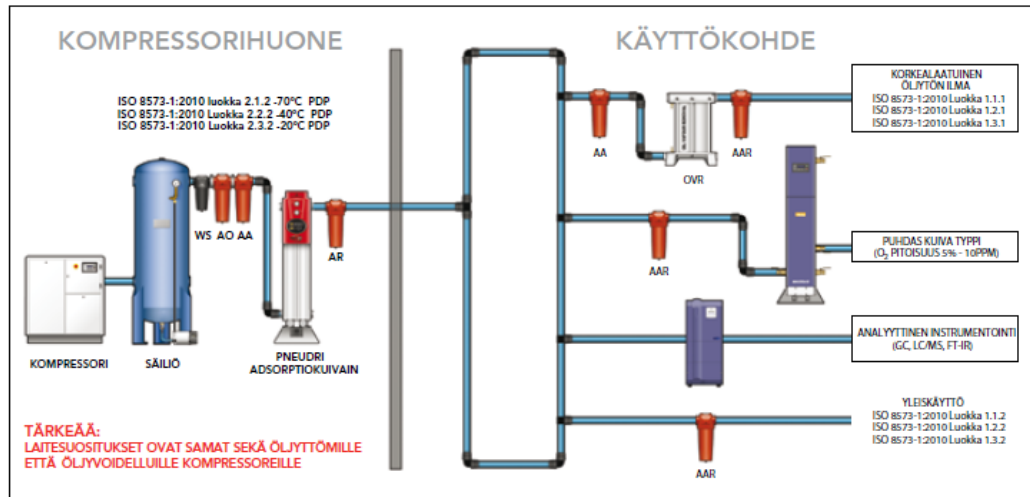
Paineilman laatua varten on suunniteltu laatustandardi ISO 8573-1:2010 (TAULUKKO 1.). Standardi määrittelee paineenalaisen ilman hyväksyttävät jäännöspitoisuudet pölyn, veden ja öljyn suhteen. Vaadittua puhtautta määriteltäessä on aina viitattava standardiin ja kunkin epäpuhtauden kohdalla valittuun luokkaan. Jokaiselle epäpuhtaudelle voidaan valita eri puhtausluokka. (Sarlin Oy Ab, [Viitattu 15.5.2013].)

ISO 8573-1:2010 tarkoittaa standardidokumenttia ja sen versiota. Jos ilman puhtausluokaksi valitaan 1.2.1, kolmella numerolla tarkoitetaan valittuja kiinteitä hiukkasia, vettä ja kokonaisöljyn puhtausluokituksia. Kuutiometrissä paineilmaa hiukkasten lukumäärä ei saa ylittää 20 000:ta kokoluokassa 0,1 – 0,5 µm, ei yli 400:aa kokoluokassa 0,5 – 1 µm eikä yli 10:tä kokoluokassa 1 – 5 µm. Paineenalaisen kastepisteen tulee olla n. -40 °C tai parempi ja nestemäistä vettä ei saa esiintyä. Öljyn määrä yhdessä kuutiometrissä paineilmaa ei saa olla enempää kuin 0,01 mg. Tällä tarkoitetaan yhteenlaskettua nestemäistä öljyä, öljysumua ja öljyhöyryä. (Sarlin Oy Ab, [Viitattu 15.5.2013].)

TAULUKKO 1 ISO 8573-1:2010 -standardin mukaiset paineilman laatuluokat. (Parker Hannifin Corporation 2010, [Viitattu 12.5.2013], 3.)

ISO 8573-1:2010 LUOKKA	Kiinteät hiukkaset				Vesi		Öljy
	Hiukkasten maksimimäärä / m ³			Massa- pitoisuus mg/m ³	Paineen- alainen kastepiste	Neste g/m ³	Kokonaisöljy (sumu, neste, höyry) mg/m ³
	0,1 - 0,5 micron	0,5 - 1 micron	1 - 5 micron				
0	Laitteiden käyttäjän tai toimittajan määrittelemä ja tiukempi kuin luokka 1.						
1	≤ 20.000	≤ 400	≤ 10	-	≤ -70°C	-	0,01
2	≤ 400.000	≤ 6.000	≤ 100	-	≤ -40°C	-	0,1
3	-	≤ 90.000	≤ 1.000	-	≤ -20°C	-	1
4	-	-	≤ 10.000	-	≤ +3°C	-	5
5	-	-	≤ 100.000	-	≤ +7°C	-	-
6	-	-	-	≤ 5	≤ +10°C	-	-
7	-	-	-	5 - 10	-	≤ 0,5	-
8	-	-	-	-	-	0,5 - 5	-
9	-	-	-	-	-	5 - 10	-
X	-	-	-	> 10	-	> 10	> 10

Paineilman käsitteleminen yhdessä kohdassa järjestelmää ei riitä. Paineilman käsitteleminen jo kompressorihuoneessa yleisilman tasolle suojaa myös jakeluputkistoa. Puhdistusta tarvitaan myös käyttökohteessa ja putkistossa mahdollisesti olevien epäpuhtauksien poistamiseen. Tällöin ilmaa ei käsitellä liikaa ja laadukasta paineilmaa saadaan tuotettua kustannustehokkaimmalla tavalla. (Parker Hannifin Corporation 2010, [Viitattu 12.5.2013], 6.)

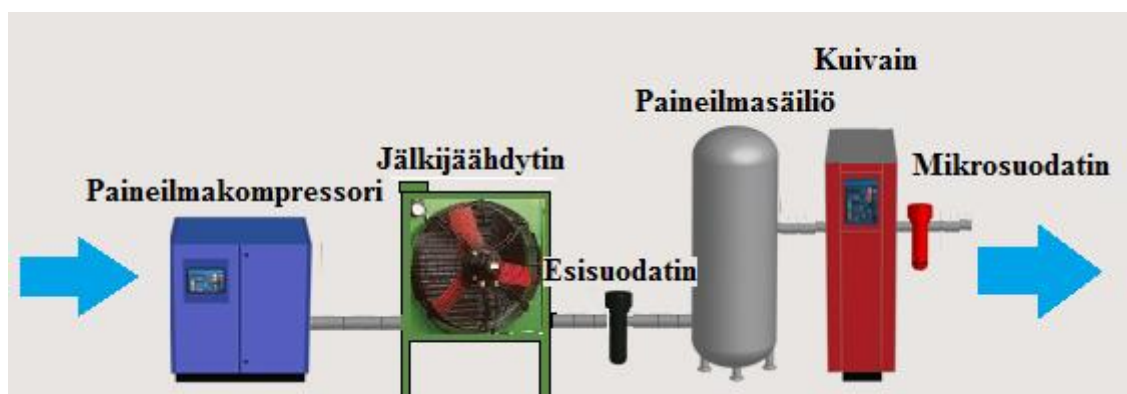


KUVIO 5. Korkealaatuinen öljytön ilma soveltuu hyvin ruiskumaalaukseen. (Parker Hannifin Corporation 2010, [Viitattu12.5.2013], 7.)

3.2 Paineilmalaitteisto

Jokaisella komponentilla on oma tärkeä tehtävänsä paineilmajärjestelmässä. Seuraavissa kohdissa käydään läpi maalaamokäyttöön soveltuva paineilmalaitteisto. Laitteisto muodostuu seuraavista komponenteista:

- paineilmakompressori
- jälkijäähdytin
- esisuodatin
- paineilmasäiliö
- paineilman kuivain
- mikrosuodatin.



KUVIO 6. Paineilmalaitteisto.

3.2.1 Paineilmakompressorit

Paineilmakompressoriksi kutsutaan laitteita, joka nostaa laitteeseen imettävän ja ulospuhallettavan ilman paineen vähintään kaksinkertaiseksi. Kompressorin tyyppi ja koko määräytyvät ilman käyttöpaineen [bar] ja tilavuusvirran [m³/min] mukaan. Tavanomaiset paineilmaa käyttävät teollisuuslaitteet tarvitsevat noin 5 – 10 barin paineen. (Penttinen 2009, 15.)

Peruskompressorityypit ovat pysyneet samanlaisina vuosikymmenten ajan. Yleisimmät kompressorityypit ovat mäntä- ja ruuvikompressorit. Myös kalvo- ja lamellikompressoreja on käytössä, mutta niiden käyttö maalaamoissa on harvinaista. Mäntäkompressorit olivat aikaisemmin yleisimpiä, mutta nykyään suositaan enemmän ruuvikompressoreja. Ruuvikompressorin etuina mäntäkompressoreihin on suurempi teho suhteessa laitteen kokoon nähden ja huomattavasti pienempi melutaso. (Jokinen 2010, [Viitattu 6.4.2014], 4.)



KUVIO 7. Ruuvikompressorit 270 litran paineilmasäiliöllä. (Finnkone Oy, [Viitattu 17.5.2013].)

3.2.2 Jälkijäähdytin

Paineilman jäähdytyksellä vaikutetaan käsiteltävän paineilman vesipitoisuuteen ja kastepisteeseen. Yleisin menetelmä on paineilman jäähdyttäminen heti kompressorin jälkeen ja kondensoituneen veden erottaminen paineilmasta. Nykyisin jälkijäähdytin kuuluu lähes jokaisen teollisuudessa käytettävän kompressorin vakiovarustukseen. (Tamrotor kompressorit Oy, [Viitattu 10.11.2013], 4.)

Kompressorin puristaessa ilmaa paineilmaksi ilman lämpötila muuttuu 60 – 80 asteiseksi suhteellisen kosteuden ollessa lähes 100 %. Näin ilmassa oleva vesihöyry kyetään sitomaan ilman, että vesihöyry tiivistyisi vedeksi. Vesi voidaan erotella paineilmasta ainoastaan tiivistyneessä muodossa, koska veden poistaminen höyrystyneenä on mahdotonta. Jälkijäähdytin jäähdyttää paineilman, jolloin siinä olevasta vesihöyrystä osa kondensoituu vedeksi ja voidaan poistaa järjestelmästä vedenerottimen avulla. Jälkijäähdytys voidaan toteuttaa ilma- tai vesijäähdytteisellä menetelmällä. Ilmajäähdytteistä jälkijäähdytystä käytetään ainoastaan silloin, jos jäähdytysvettä ei ole saatavilla tai sen käyttö jäähdytyksessä on epätaloudellista. (Jokinen 2010, [Viitattu 6.4.2014], 8; Tamrotor kompressorit Oy, [Viitattu 10.11.2013], 4.)

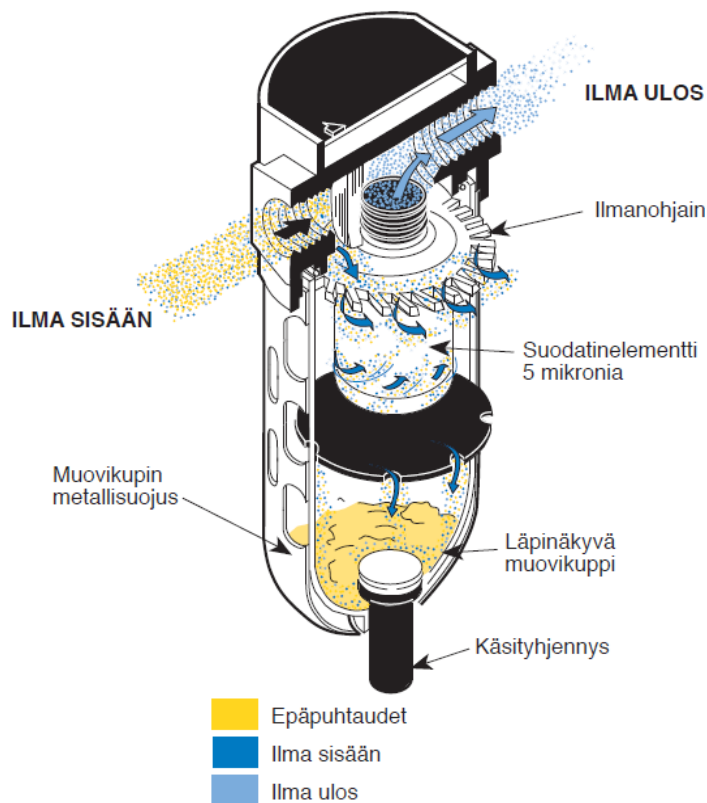


KUVIO 8. Jälkijäähdytin. (Kaeser kompressorit Oy, [Viitattu 16.5.2013].)

3.2.3 Esisuodatin (vedenerotin)

Paineilmalaitteiston häiriöttömän toiminnan varmistamiseksi on ensiarvoisen tärkeää suojella koneita ja laitteita epäpuhtauksilta. Epäpuhtaudet aiheuttavat paineilmalaitteisiin kohtuutonta kulumista sekä häiriötä tuotantoprosesseissa. Kondensoituneen veden, karkean pölyn ja ruosteen poistoon käytetään erilaisia huoltoyksiköitä, suodattimia tai keskipakois-vedenerottimia. Suodattimien suodatustehot vaihtelevat 5 – 70 µm:n välillä, mutta suodattimet eivät silti yksinään ratkaise paineilman laatuongelmaa. (Tamrotor kompressorit Oy, [Viitattu 10.11.2013], 6.)

Esisuodattimia käytetään yli 5 µm olevien likahiukkasten ja nestemäisessä muodossa olevan veden poistamiseen paineilmaasta. Esisuodatinta käytetään nimensä mukaisesti mikrosuodattimen (öljynerotussuodattimen) esisuodattimena. Toimintaperiaatteeltaan suodatin toimii siten, että märkä ja likainen ilma johdetaan syklonin avulla pyörivään liikkeeseen ja keskipakovoima johtaa veden ja suurimmat likahiukkaset reunoja pitkin kupin pohjalle. Osittain puhdistettu ilma johdetaan suodattimen läpi (KUVIO 9.). (Tecalemit Oy, [Viitattu 26.2.2013], 6.)



KUVIO 9. Esisuodattimen toiminta. (Tecalemit Oy, [Viitattu 26.2.2013], 6.)

3.2.4 Paineilmasäiliö

Varastona ja puskurina toimivalla paineilmasäiliöllä on tärkeä tehtävä paineilmajärjestelmässä. Niiden on tasattava paineilman käytön kulutushuiput ja useimmiten vielä erotettava lauhdetta paineilmasta. Tämän vuoksi paineilmasäiliön oikea sijoitus ja luotettava korroosiosuojaus ovat tärkeitä. (Kaeser kompressorit Oy, [Viitattu 3.2.2013].)

Paineilmasäiliö valitaan aina käyttötarkoituksen mukaan. Erillistä paineilmasäiliötä tarvitaan yleensä isommissa järjestelmissä ja niitä voi olla käytössä useita tarpeen mukaan. Pienemmissä järjestelmissä riittää useimmiten kompressoriin kiinteästi rakennettu paineilmasäiliö.

Uusimmissa säiliöissä on vakiovarusteena painemittari, varoventtiili, sulkuventtiili ja manuaalinen lauhteenpostin. Lisävarusteena niihin on saatavilla automaattinen lauhteenpostin, joka tyhjentää lauhteen automaattisesti eikä tuhlaa paineilmaa. Hyvä lauhteenpoisto estää säiliöön syntyvää korroosiota. (Painepiste Oy, [Viitattu 3.2.2013].)



KUVIO 10. Paineilmasäiliö. (Kaeser kompressorit Oy, [Viitattu 3.2.2013].)

3.2.5 Paineilman kuivain

Kun ilman lämpötila kohoaa kompressorin puristusvaiheessa se voi myös sitoa itseensä enemmän vesihöyryä. Kosteus tiivistyy lauhteeksi välttämättömän jäähdytysvaiheen aikana, ja lauhde erottuu paineilmasta syklonierottimessa tai painesäiliössä. Paineilma on kuitenkin yhä edelleen vesihöyrykyllästeistä. Ilman paineilman kuivausta verkostoon ja käyttökohteisiin kertyisi huomattavat määrät lauhdetta paineilman jäähtyessä. Lauhteen aiheuttamat häiriöt, tuotannon keskeytykset sekä kalliit huolto- ja korjaustoimenpiteet voidaan välttää paineilman tehokkaalla lisäkuivauksella. (Kaeser kompressorit Oy, [Viitattu 27.3.2013].)

Paineilmassa olevat vesimolekyylit adsorpoidaan kuivausaineeseen adsorptiokuivaimen avulla. Adsorptiokuivauksen avulla paineilmasta saadaan poistettua lähes kaikki vesimolekyylit. Tyypillisin kastepistealue on -25, -40 tai jopa -70 °C. Kuivauksessa kuivattavan paineilman lämpötilaa ei alenneta, joten kuivaimesta poistuvan paineilman suhteellinen kosteus on erittäin alhainen. (Tamrotor kompressorit Oy, [Viitattu 10.11.2013], 9.)

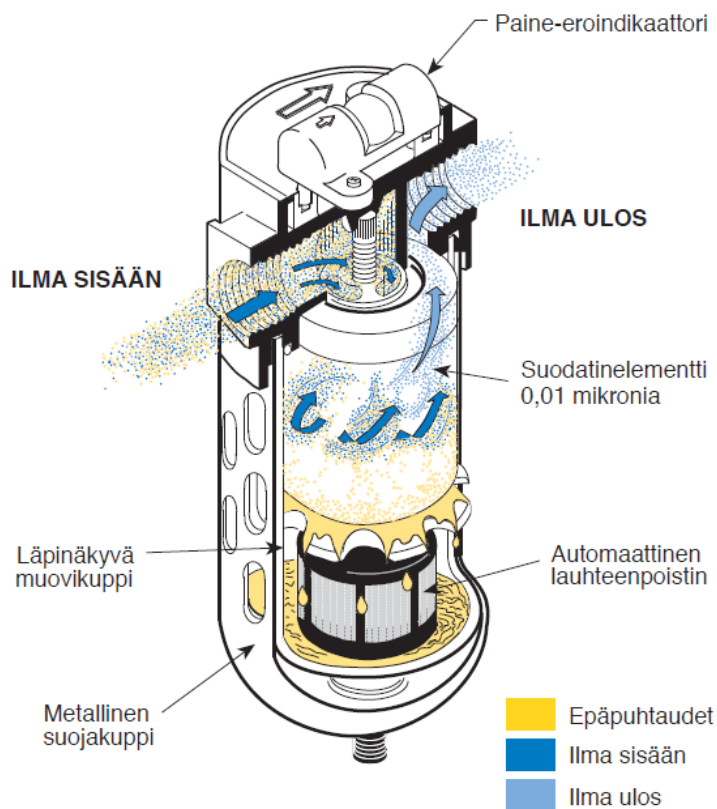


KUVIO 11. Paineilman kuivain. (Kaeser kompressorit Oy, [Viitattu 27.3.2013].)

3.2.6 Mikro-suodatin (öljynerotin)

Öljysumun partikkelikoko riippuu kompressorissa käytetyn voiteluöljyn viskositeetista, öljyn tyypistä sekä kompressorin ja jälkijäähdyttimen jälkeisestä paineilman lämpötilasta. Kompressorista paineilmaan kulkeutunut voiteluöljy on hapettunutta ja happamoitunutta ja sisältää paineilmaputkistosta irronneita kiinteitä epäpuhtauksia. Tämän vuoksi tehokas öljynerotus on tärkeää vaikka käyttökohteiden vaatimaan paineilmaan lisättäisiinkin sumuvoiteluainetta. Öljysumu koostuu 0,15 - 0,45 µm:n partikkeleista. (Tamrotor kompressorit Oy, [Viitattu 10.11.2013], 6.)

Normaaleja kompressorioiljyjä käytettäessä öljyn jäännösmäärä mikro-suodattimen jälkeen on korkeintaan 0,01 µm lämpötilan ollessa 21 °C ja paineen 7 bar. Mikro-suodattimet soveltuvat hyvin ruiskumaalauslaitteiden suojaamiseen, koska niillä on hyvä öljyn, pienhiukkasten ja veden erottelukyky. Parhaimpaan tulokseen päästään käytettäessä vedenerottimia mikro-suodattimen esisuodattimena. (Tecalemit Oy, [Viitattu 26.2.2013], 6.)



KUVIO 12. Mikro-suodatin toiminta. (Tecalemit Oy, 6.)

4 MAALAAMON SUUNNITTELU

Maalaamon huolellinen suunnittelu on rakentamisen tärkein vaihe. Kurikan Sedun tapauksessa tilaa ei ole käytettävissä loputtomasti, joten pohjaratkaisua ja laitteiston sijoittelua on mietittävä tarkkaan. Suunnittelu on hyvä aloittaa tutkimalla erilaisia layout-vaihtoehtoja, joita on lukuisia. Lisäksi maalauslaitteisiin, työkaluihin ja laitteiden kokoon on kiinnitettävä erityistä huomiota, ettei tilasta tule liian ahdas tehokkaaseen työskentelyyn.

4.1 Layout-suunnittelu

Layoutilla tarkoitetaan yleisesti tuotantoon kuuluvien osakokonaisuuksien sijaintia niille varatussa tilassa. Näitä ovat esimerkiksi laitteistot, linjastot, koneet, varastopaikat ja kulkureitit. Layout-suunnittelulla tarkoitetaan näiden tuotantoon liittyvien osien sijoittelua ja järjestelmän suunnittelua. Suunnittelussa tuotantotilat tulee järjestellä siten, että materiaalin sijoittelu on selkeää ja työvälineiden sekä tavaroiden liikuttelu on mahdollisimman vähäistä. (Lapinleimu ym. 1997, 309.)

Maalaamon työpisteiden, varastojen ja kulkureittien järjestely on aikaa vievä ja haastava tehtävä. Raskaiden rakenteiden, varastohyllyjen, maalauslaitteistojen ja muiden komponenttien siirtelystä aiheutuu ylimääräistä työtä ja kustannuksia, joten layout on suunniteltava kerralla toimivaksi. Layout-suunnittelulla on tärkeä rooli maalaustilojen käyttöä ajateltaessa. Layoutit voidaan jakaa neljään eri tyyppiin (Slack ym. 2004, 205.)

- kiinteäasemainen layout
- funktionaalinen layout
- solu-layout
- tuotantolinja-layout.

Kiinteäasemaisen layoutin periaatteena on, että tuote on koko valmistumisensa ajan paikoillaan. Sen sijaan materiaalit, työntekijät ja työkoneisto liikkuvat tuotteen ympärillä. Tämä layout-tyyppi soveltuu parhaiten kappaleille, jotka ovat vaikeasti liikutettavia tai liian painavia siirrettäviksi. Esimerkkejä tällaiseen layout-tyyppiin

ovat talonrakennus, telakkateollisuus ja automaattiset varastointijärjestelmät. (Slack ym, 2004, 206.)

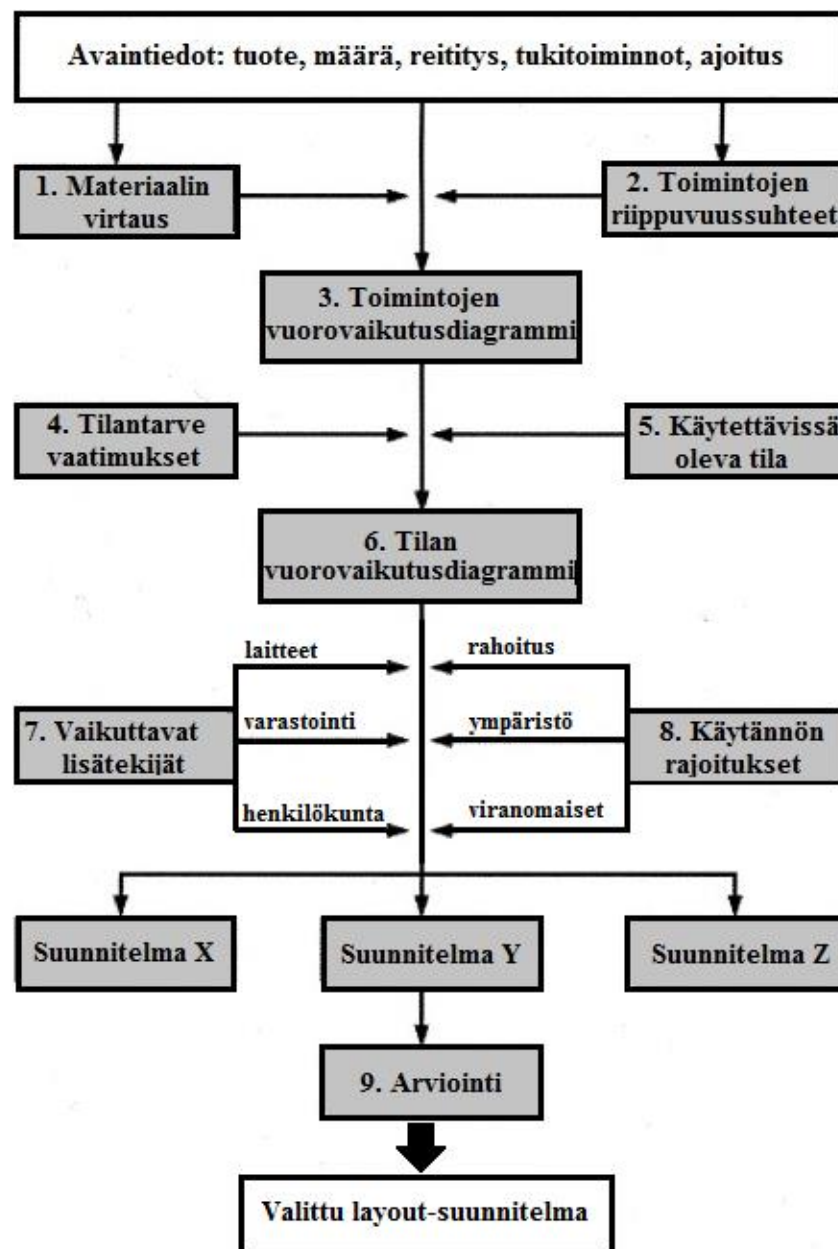
Funktionaalissa layoutissa samankaltaiset toiminnot ja työvaiheet on kerätty yhtenäisiksi ryhmiksi. Tuotteelle määritetään työnvaiheketjut, joissa tuote ohjataan prosessin läpi. Tuote kulkee ketjun läpi ja jalostuu matkan varrella useassa eri työpisteessä. Esimerkiksi leikkaus, pesu, hitsaus ja maalaus laitetaan omaan vaiheketjuunsa. Heikkoja puolia tässä toimintatavassa ovat huono ohjattavuus, ketjun pitkät läpäisyajat ja monimutkaisuus ja keskeneräisen tuotannon osuus voi kasvaa suureksi. (Slack ym. 2004, 208; Lapinleimu ym. 1997, 79 – 80.)

Solu-layout koostuu pienistä itsenäisistä valmistusyksiköistä, joita kutsutaan soluiksi. Tarkoituksena on, että jokainen solu pystyy valmistamaan tuotteen, osan tai osakokoonpanon mahdollisimman valmiiksi. Solulla on omat koneet, tavarankäsittelylaitteet, työntekijät ja oma toiminta-alue. Jokainen solun työntekijä vastaa itse omasta työnlaadusta ja työnjaosta. Solussa työskentelevien työntekijöiden tulee olla oma-aloitteisia, että toiminta olisi riittävän tehokasta. Solumallinen tuotanto mahdollistaa kustannustehokkaan ja joustavan tuotannon. Esimerkiksi solusta voidaan ottaa vaikka kokoonpanotehtaan osavalmistussolu, joka valmistaa esikoottuja mittaristoja, ohjausyksiköitä ja istuimia työkoneiden ohjaamoihin. (Slack ym. 2004, 210–212; Lapinleimu ym. 1997, 85–88.)

Tuotantolinja-layout on suunniteltu tuotteille, jossa kaikilla tuotteilla työnkulku on sama. Tämä tarkoittaa, että materiaalivirta kulkee ennalta suunniteltua reittiä pitkin, kunnes tuote on valmis toimitettavaksi eteenpäin. Jokainen tuotantolinja on yleensä suunniteltu valmistamaan vain tiettyä suurempaa tuotetta, joten menetelmä on tehokas ja kustannuksiltaan suhteellisen alhainen. Tuotantolinja-layout on kuitenkin altis häiriöille ja ongelmatilanteen sattuessa koko linjasto saattaa pysähtyä ja lisäksi eri tuotevaihtoehtojen määrä on rajoitettua. (Slack ym. 2004, 212–213.)

Layoutin valitsemiseen ei ole olemassa yhtä oikeaa kriteeriä, ohjetta tai vaihtoehtoa ja kaikki layout-tyypit eivät välttämättä yksittäisinä sovellu yrityksen toimintaan. Tyyllillisesti eri layoutit menevät osittain päällekkäin ja parhaimpaan

lopputulokseen päästään yhdistelemällä ja räätälöimällä yritykselle oma individuaalinen vaihtoehto. Suunnitteluvaiheessa voidaan käyttää apuna kuviossa 13 näkyvää SLP-kaaviota (Systematic Layout Planning), joka on Richard Mutherin (1973) kehittämä layout-suunnittelumalli. Menetelmässä edetään vaihe kerrallaan, kunnes layout-suunnitelma on valmis. Suunnitelmassa on otettu huomioon layout-suunnittelun tärkeimmät asiat, joiden avulla toimiva layout on helpompi suunnitella.



KUVIO 13. Systemaattinen layout-suunnittelumalli. (Muther 1973, 2-2.)

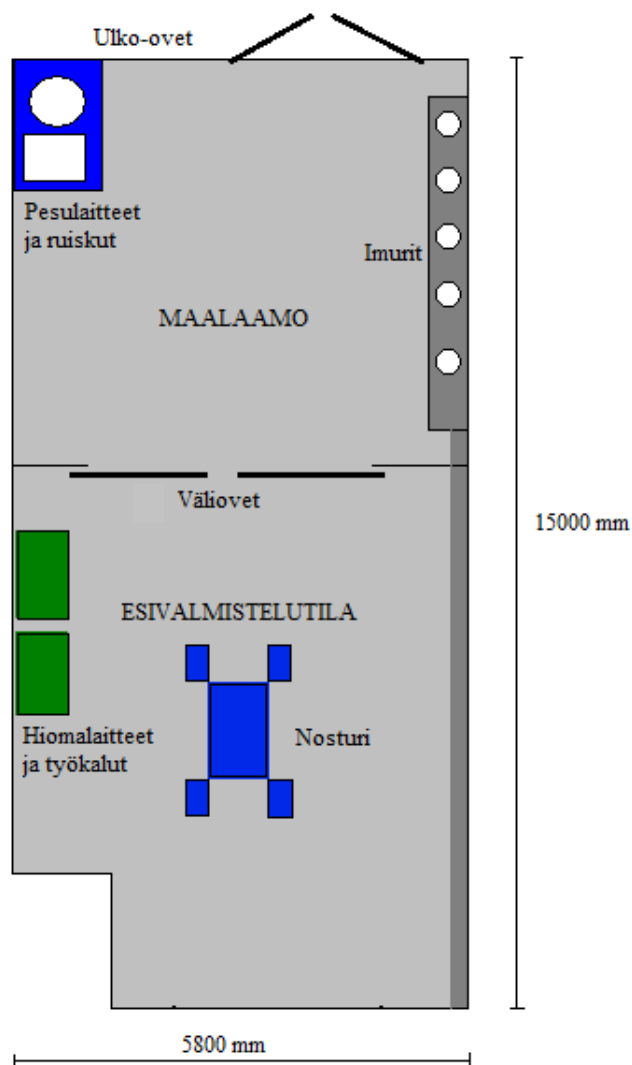
Suunnitteleminen aloitetaan keräämällä avaintietoja. Avaintiedoiksi Muther (1973) määrittelee tuotteen, määrän, reitityksen, tukitoiminnot ja ajoituksen. Nämä tiedot tulee analysoida huolellisesti, että kaikki layoutiin vaikuttavat tekijät huomioitaisiin ja ymmärrettäisiin. (Muther 1973, 2-1.)

Ensimmäinen varsinainen askel Mutherin (1973) SLP-kaaviossa on materiaalivirtauksien tarkastelu. Materiaalivirtauksien merkitystä voidaan pitää usein tärkeimpänä tekijänä layoutia suunniteltaessa, koska materiaalin turha liikuttaminen on aina haitaksi tehokkaalle tuotantolinjalle. Materiaalivirtauksen ja tuotannon erilaisten toimintojen riippuvuussuhdetta tarkastelemalla luodaan pohja toimintojen vuorovaikutusdiagrammille. Toimintojen riippuvuussuhde tarkoittaa eri linjastojen, työkalujen ja työvälineiden riippuvaisuutta toisistaan. Tämän perusteella voidaan päätellä, miten tilat ja toiminnot tulee sijoittaa parhaan mahdollisen toimivuuden kannalta. (Muther 1973, 2-3.)

Seuraava askel on tilantarpeen ja käytettävissä olevan tilan määrittelemineen. Tilantarvetta määritellessä on syytä aloittaa yksittäisen työpisteen laitekokonaisuudesta ja edetä siitä huolellisesti koko osaston tasolle. Tilantarpeen suunnittelussa on syytä ottaa huomioon useita seikkoja. Näitä voivat olla esimerkiksi tavaroiden ja laitteiden siirtelemiseen sekä koneiden huoltoon tai säätämiseen tarvittava tila. Lisäksi on huomioitava työntekijöiden kulkuväylien riittävä leveys. Käytettävissä oleva tila rajoittaa usein layoutin toteutusta ja yleensä päädytään jonkinlaiseen kompromissiratkaisuun. (Muther 1973, 2-3; Harju ym. 1986, 104–106.)

Layout-suunnitelmassa on hyvä ottaa huomioon myös vaikuttavat lisätekiijät ja käytännön rajoitukset, että suunnitelma olisi mahdollisimman todenmukainen. Lisätekiijöinä ja rajoituksina voidaan pitää esimerkiksi tuotteisiin liittyviä lainsäädäntöjä, tuotteisiin mahdollisesti tulevia lisäoptioita ja yrityksen rahatilanteeseen liittyviä rajoituksia. Seuraavaksi käydään syntyneet ideat läpi ja karsitaan toteuttamiskelvottomat suunnitelmat pois joukosta. Lopulta ideoiden joukosta saadaan muutama layoutvaihtoehto, joita ruvetaan arvioimaan tarkemmin. Jäljelle jääneistä ideoista parhaimmaksi osoittautunut vaihtoehto valitaan toteutettavaksi. (Muther 1973, 2-3.)

Maalaamoa suunnitellessa yleisin layout-malli on funktionaalinen layout. Kurikan Sedun tapauksessa funktionaalinen layout ei toteudu kuitenkaan aivan kaavan mukaisesti. Tilan puutteen vuoksi auto ei kulje järjestelmällisesti ketjun läpi vaan se tuodaan ulko-ovesta sisään suoraan maalaamon puolelle, josta se viedään läpi esivalmistelutilaan. Esivalmistelutilassa autoon tehdään tarvittavat valmistelut maalausta varten, jonka jälkeen auto viedään maalaamon puolelle maalattavaksi. Maalauksen jälkeen auton käsitellyt pinnat kuivataan maalaamon puolella ja auto kulkee takaisin esivalmistelutilaan viimeistelyä varten. Auto kulkee maalaamon ja esivalmistelutilan välillä useita kertoja ja ei tästä syystä täytä tavallisen funktionaalisen layoutin kaavaa. Kuten edellä mainittiin, ei ole olemassa yhtä ja ainoaa oikeaa layout-vaihtoehtoa, vaan layout on usein räätälöitävä tilanteen mukaisesti. (KUVIO 14.)



KUVIO 14. Layout.

4.2 Paineilmaverkon suunnittelu

Paineilmajärjestelmän rakentamisen suurimmat säästöt tai tappiot tehdään jo suunnitteluvaiheessa. Suunnittelussa kannattaa ensin selvittää, minkätyyppinen paineilmaverkosto ratkaisu on kohteeseen soveltuva. Paras keino on ottaa yhteyttä laitetoimittajaan ja pohtia heidän kanssaan, minkätyyppinen ratkaisu soveltuu parhaiten maalaamo-olosuhteisiin. Suunnittelemisen tulee aloittaa arvioimalla paineilman käyttökohde, ilman kulutusmäärä ja ilman puhtausvaatimus. Tämän perusteella voidaan tehdä arvio sopivasta paineverkon puhdistusasteesta ja laatuluokituksesta. (Sarlin Oy Ab, [Viitattu 25.3.2014].)

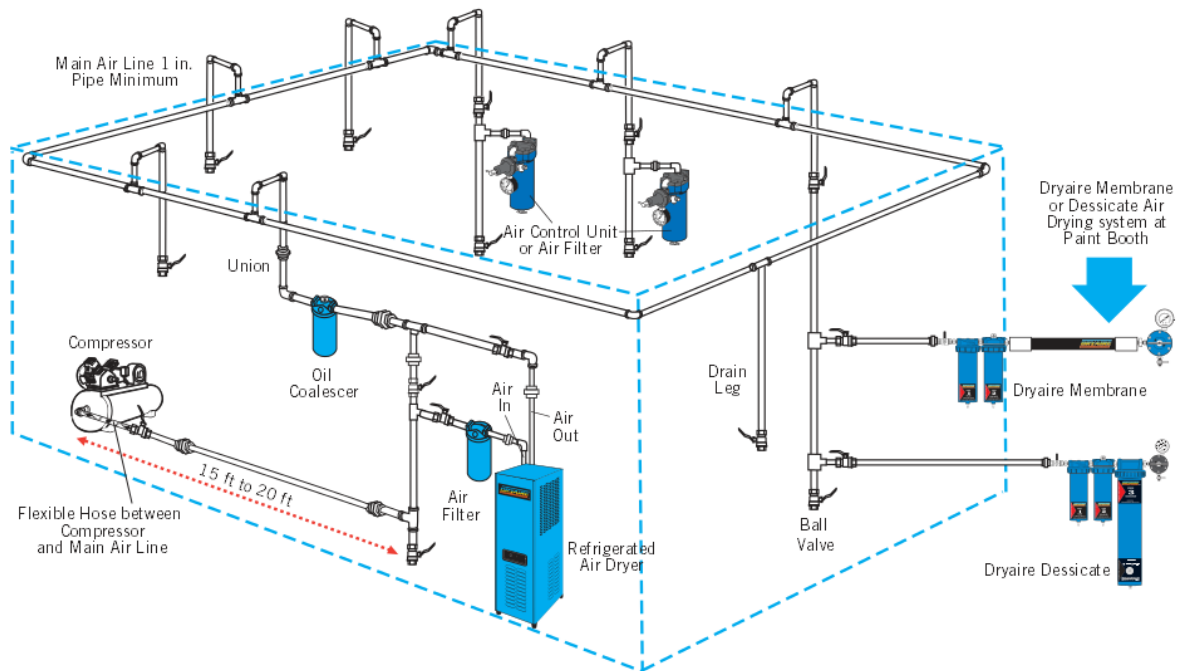
Paineilmaputkisto, jota kutsutaan monesti myös paineilmaverkostoksi, on erittäin tärkeä osa toimivaa paineilman tuotantolinjaa. Koska paineilma sisältää aina jonkin verran kosteutta, on tärkeää suunnitella paineilmaputkisto sellaisista materiaaleista, jotka kestävät korroosiota. Mikäli putkisto pääsee ruostumaan, on seurauksena usein tuotantolinjaston seisahtuminen ja työkalujen suuri kuluminen tai jopa rikkoutuminen. (Painepiste Oy, [Viitattu 2.3.2013].)

Paineilmaverkko koostuu paineilman jakelupisteistä ja kiinteästä putkistosta. Putkisto tulee suunnitella huolellisesti, sillä jokainen liitoskohta, jakeluputki ja huoltoyksikkö lisäävät paineen hävikkiä. Paineilmaverkoston mitoituksen tulisi aina perustua huolelliseen laskelmaan. Lähtökohdaksi otetaan maksimissaan 1 barin paineenpudotus kompressorin ja paineilman käyttökohteen välillä. (Kaeser kompressorit Oy, [Viitattu 2.2.2013].)

Maalaamon paineilmaverkostoa suunnitellessa on tärkeää, että paineilmaverkko ei ole alimitoitettu. Alimitoitettu paineilmaverkosto voi aiheuttaa suuria paineen vaihteluja ja täten maalauksen laatu kärsii. Ylimitoitettu paineilmaverkko on kallis, mutta se kykenee tasaamaan paine-eroja toimimalla painesäiliönä. (Jokinen 2010, 11.)

Ennen maalaamon rakentamista samassa tilassa on ollut auto-kuljetustekniikan tekninen opetustila. Opetustilassa on koulutettu ajoneuvoasentajia ja siitä syystä tilassa on jo valmiiksi paineilman jakoputket. Paineilmaverkkoa suunnitellessa

todettiin, että jo olemassa oleva kompressor kykenee antamaan riittävän suuren paineen sekä maalaamolle että esivalmistelutilalle.



KUVIO 15. Esimerkki paineilmaverkosta. (Graco Inc, [Viitattu 2.3.2013].)

4.3 Esivalmistelutila

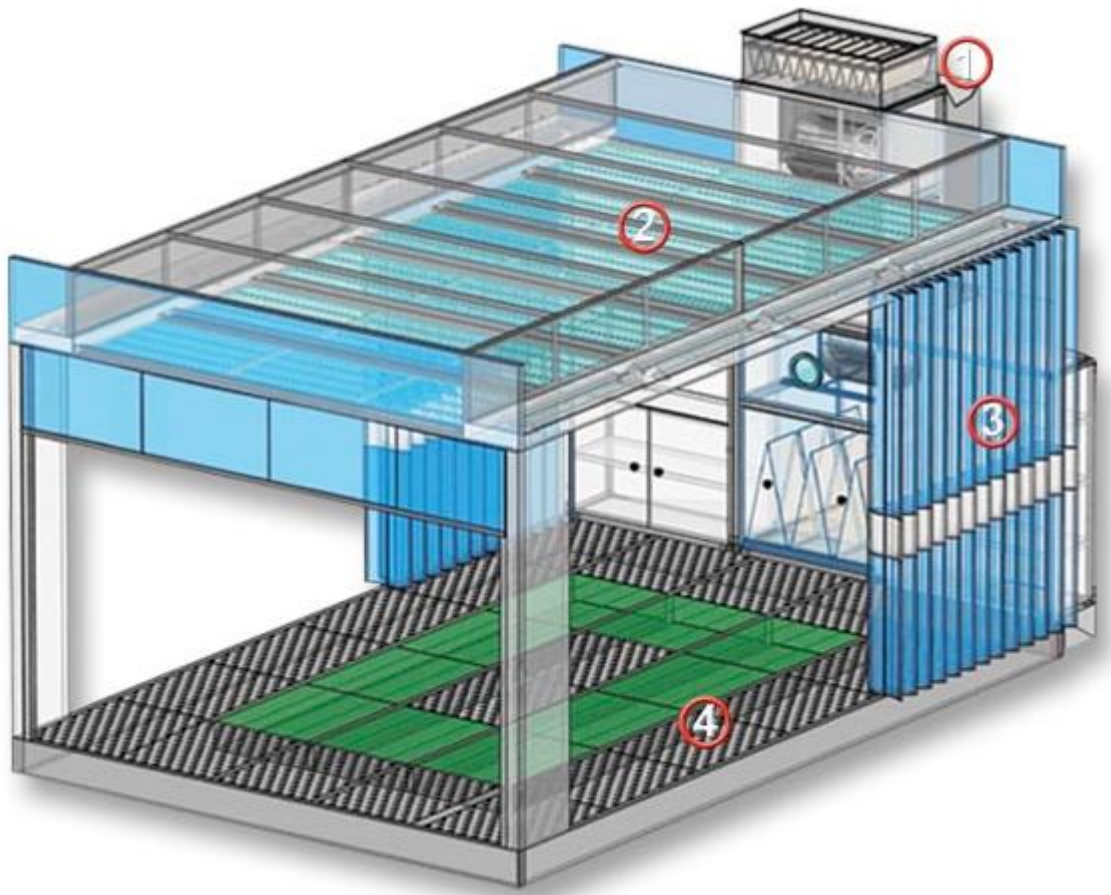
Maalaamon suunnittelun yhtenä tärkeänä osuutena on suunnitella esivalmistelutila. Maalauksen huolellinen esivalmistelu on koko maalausprojektin tärkein osuus. Esivalmistelutilassa maalattavat pinnat valmistellaan maalausta varten hiomalla ja kittaamalla. Pintojen esivalmistelun jälkeen peitellään ne pinnat, joihin maaliumua ei haluta.

Esivalmistelutiloja valmistavia yrityksiä on lukuisia ja yksi niistä on Italialainen FAF Impianti. FAF Impianti on keskittynyt ainoastaan tuottamaan toimivia maalausammioita ja esivalmistelutiloja sekä teollisuuteen että henkilöautomaalaukseen. FAF Impiantin tiloihin on saatavana erilaisia rakenteellisia ratkaisuja. Lattia, katto ja seinä on mahdollista varustaa imujärjestelmällä, joka imee ylimääräisen maalipölyn pois ja tilan ilma pysyy korkealaatuisena ja puhtaana. Tila voidaan rajata PVC-verhoilla, jotka voidaan asentaa horisontaalisesti tai pystysuuntaisesti. Verhoilla tila voidaan eristää

muusta tilasta ja näin pölyhiukkasten leviäminen saadaan estettyä. (Ykkösväri Oy, [Viitattu 22.3.2014].)

Seuraavassa kuvassa (KUVIO 16) on yksi esimerkki FAF Impiantin tarjoamista esivalmistelutiloista. Kuvaan on numeroitu tilan eri komponentit:

1. Ilmanvaihto
2. Katto varustettu suodattimella, jonka kuidut on tahmakäsitelty
3. Verhot: Liekin kestävää PVC-materiaalia. 1/3 verhoista on läpinäkyvää.
4. Lattia: Ritiäpintalattia, jonka alla suodattimet, jotka pysäyttävät suurimmat maalihiukkaset. (Ykkösväri Oy, [Viitattu 22.3.2014].)



KUVIO 16. Esivalmistelutila. (Ykkösväri Oy, [Viitattu 22.3.2014].)

Suurin osa Kurikan ammattioppilaitoksen maalauksista on ajoneuvojen paikkamaalauksia. Tästä syystä esivalmistelutilaan on asennettava ajoneuvonostin. Nostimen käyttö tulee tärkeään rooliin siinä vaiheessa, kun

autosta pitää ruveta riisumaan sellaisia osia pois, jotka haittaavat maalin leviämistä oikeisiin paikkoihin. Ajoneuvonostimen lisäksi tilan seiniin asennetaan työkalukaapit ja paineilmaletkukelat.

4.4 Maalaustila

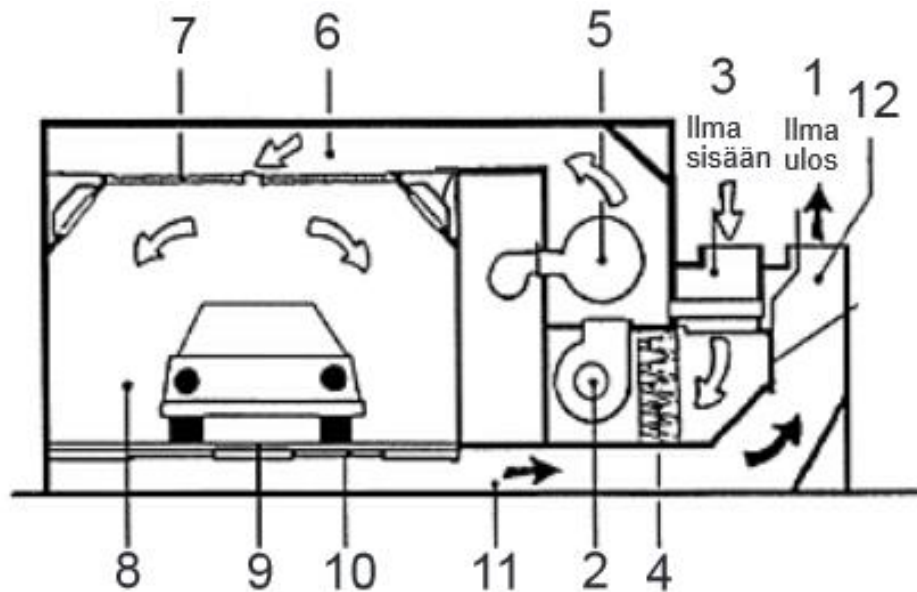
Hyvin toimiva automaalaamo on muutakin kuin laitteisto ja työkalut. Suunnittelun lähtökohdista on oltava maalaustöiden läpimenon sujuvuus ja mahdollisimman suuri työteho. Työtila ja -pisteet laitteineen on sijoitettava ja mitoitettava oikein, jotta työt voidaan suorittaa tehokkaasti ilman turhia odotusaikoja tai edestakaista liikennettä. Edestakaista liikettä ei tule, jos maalauksen huolellinen esikäsittely onnistuu toivotulla tavalla. (Suomen Työkalu Oy, [Viitattu 6.4.2014].)

Nykyaikaisilla maalausammio- ja kuivausratkaisuilla voidaan lyhentää esikäsittelyn ja maalausvaiheen työaika jopa 50 – 70 %. Laadukkailla ja nykyaikaisilla laitteilla saavutetaan ajan säästön lisäksi myös merkittäviä säästöjä energiakustannuksissa. Tästä syystä maalaamon kannattavuus ja kilpailukyky paranevat huomattavasti. (Suomen Työkalu Oy, [Viitattu 6.4.2014].)

Maalaustilan suunnittelussa on kiinnitettävä suurta huomiota riittävään ilmanvaihtoon. Ilmanvaihdon tulee olla sellainen, että se ei aiheuta maalausten roskaantumista ja poistettava ilma ei saa kuljettaa maaliumua maalaamon ulkopuolelle. Ilmanvaihdon tehokkuus on kuitenkin optimoitava siten, että maalaamon lämpötila pysyy riittävän suurena. (Jokinen 2010, [Viitattu 6.4.2014], 12.)

Tehokkaimmin maalaustilan ilmanvaihto voidaan järjestää tuomalla tuloilmaa lähes koko katon alalta ja sijoittamalla poistot tasaisesti lattian tasolle. Maalamoissa, joissa tuloilma tuodaan pienemmältä alalta katosta tai erillisillä tuloilmaelimeillä, on ongelmana, että ilmanvaihto sekoittaa epäpuhtauspitoisuudet kammion ilmaan. Ilmanvaihto tulisi suunnitella kuitenkin siten, että ilma virtaisi maalattavasta kappaleesta poiston suuntaan. (Työterveyslaitos 2009, 1.)

Maalattavien kappaleiden koko on ratkaisevassa asemassa valittaessa maalaamon pohjaratkaisua. Pienet kappaleet voidaan maalata maalauskaapissa ja suuremmat kappaleet vaativat maalaushallin. Yhtenä vaihtoehtona on rakentaa autonmaalaukammio. Seuraavassa kuvassa on esimerkki autonmaalaukammion toiminnasta (KUVIO 17). (Jokinen 2010, [Viitattu 6.4.2014], 12)



KUVIO 17. Autonmaalaukammio. (Jokinen 2010, [Viitattu 6.4.2014], 15.)

- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| 1. Sätöpelti | 7. Kattosuodattimet |
| 2. Tuloilmapuhallin | 8. Maalaustila |
| 3. Tuloilmakanava | 9. Ritilälattia |
| 4. Esisuodatusyksikkö | 10. Lattiasuodattimet |
| 5. Lämmönvaihdin | 11. Poistoilmakanava |
| 6. Kammion tuloilmakanava | 12. Poistoilman ulosvienti |

Autonmaalaukammion tuloilma tulee katon kautta ja poistuu lattian kautta. Tuleva ilma suodatetaan ennen maalaustilaan tuloa esisuodatinyksikössä. Sieltä ilma johdetaan lämmönvaihtimen kautta kammion tuloilmakanavaan. Tuloilmakanavasta ilma johdetaan kattosuodattimien läpi maalaustilaan. Poistuessaan ilma kulkee ritilälattian ja lattiasuodattimien läpi poistoilmakanavaan ja sieltä poistoilman ulosviennistä pihalle. (Jokinen 2010, [Viitattu 6.4.2014], 15.)

Maalaamoja suunniteltaessa todettiin jo heti alussa, että valmiin maalausammion rakentaminen sille varattuun tilaan ei olisi järkevää. Autonmaalausammion ilmastointikoneet vievät liikaa tilaa maalaamon katosta ja tämän vuoksi tilan koko ei riitä kattamaan valmiin maalausammioratkaisun asentamista kyseiseen tilaan. Maalaamo on tarkoitus rakentaa kuitenkin samoja periaatteita ja ohjeistuksia noudattaen.

Maalauksen jälkeen maalattu pinta pyritään saamaan kuivaksi mahdollisimman nopeasti. Maalin kuivumisella tarkoitetaan liuottimien haihtumista maalikalvosta, jonka jälkeen pintaan ei tartu enää pölyä. Kuivumisen jälkeen maalikalvo ei ole vielä valmis maalatun kappaleen mekaaniselle rasitukselle, vaan maalin on ensin kovettuttava. Kovettumisella tarkoitetaan maalikalvon kovettumista sellaiseksi, että maalattu kappale voidaan ottaa käyttöön ja se ei ole enää herkkä käsittelylle. (Jokinen 2010, [Viitattu 6.4.2014], 19.)

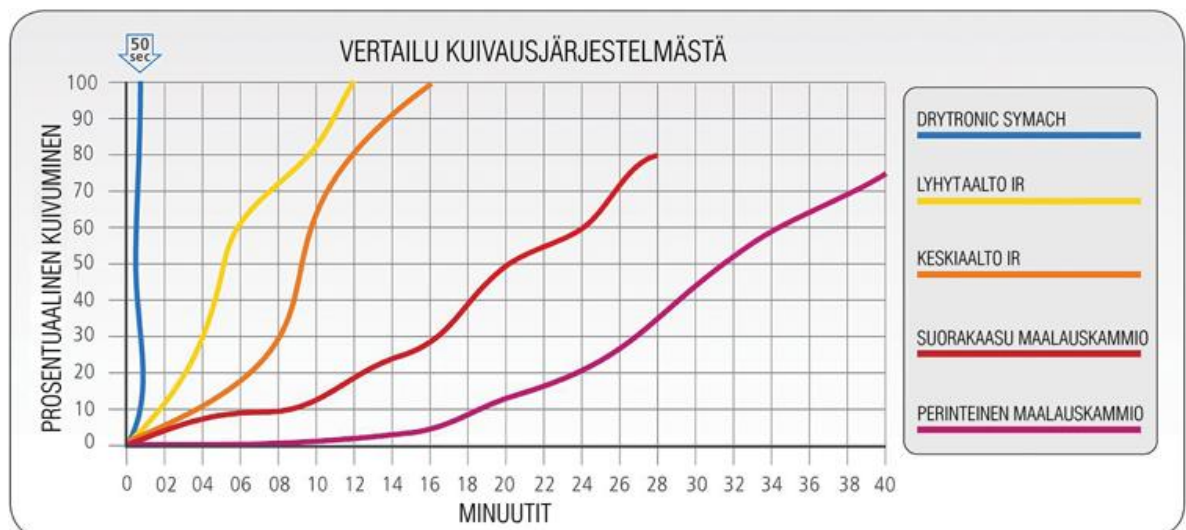
Automaalaamisessa käytetään tavallisesti märkämaaleja. Märkämaalien kuivaamisen yleisimmin käytettyjä tapoja ovat konvektionaalinen ja IR-kuivaus. Konvektionaalisella kuivauksella tarkoitetaan maalatun kappaleen kuivaamista uunissa. Uunissa sähkövastukset tai kaasupoltin kuumentavat uunissa kiertävää ilmaa, joka lämmittää kappaletta. Konvektionaalinen kuivaus sopii kaikenmuotoisille kappaleille ja se lämmittää monimuotoisiakin kappaleita tasaisesti. (Jokinen 2010, [Viitattu 6.4.2014], 20.)

IR-kuivaus eli infrapunakuivaus soveltuu hyvin vesiohenteisten maalien ja lakkojen kuivaamiseen. Prosessissa infrapunalampulla lämmitetään maalattua pintaa, jonka seurauksena vesi höyrystyy maalipinnasta pois. Veden poistututtua maalipinnasta maalin tai lakan hartsihiukkaset koskettavat toisiaan ja muodostavat kovan kalvon. (OSRAM GmbH, [Viitattu 7.4.2014].)

Maalin kuivaaminen ja maalaaminen voidaan nykyään tehdä myös osaksi samanaikaisesti. Italialaisen Symachin valmistama SPAP (Symach Paint Application Process) kuivausrobotti voidaan asentaa esivalmistelutilaan tai suoraan maalausammion kattoon tuleviin kiskoihin. Menetelmä korvaa perinteisen maalausammion kuivaustoiminnon säästäten aikaa ja energiaa. Maalari voi

halutessaan ottaa toisen auton maalaukseen samaan aikaan, kun toinen auto on kuivausrobotin kuivattavana esivalmistelutilassa. Suoraan maalausammioon asennettuna järjestelmä kuivaa esimerkiksi auton toista osaa samaan aikaan, kun maalari maalaa jo seuraavaa osuutta autosta. (Suomen Työkalu Oy, [Viitattu 1.5.2014].)

Järjestelmän valmistaja lupaa ajan säästöksi 40 %, energian säästöksi 70 % ja kuivausajan pitäisi lyhentyä jopa 80 % normaaliin menetelmään verrattuna. Energian säästö perustuu siihen, että kuivaukseen käytettävä energia ei tule sähköstä tai öljystä, vaan nestekaasusta. Nestekaasun käyttämisen etuja on myös päästöjen pienentyminen lähes nollaan. Kuviossa 18 on vertailtu eri kuivausjärjestelmien kuivausaikoja. (Suomen Työkalu Oy, [Viitattu 1.5.2014].)



KUVIO 18. Kuivausjärjestelmien kuivausaikavertailu. (Suomen Työkalu Oy, [Viitattu 1.5.2014].)

Tilanpuutteen vuoksi maalausammion rakentaminen ei onnistu ja sen vuoksi myös maalipinnan kuivaaminen konvektionaalilla menetelmällä on mahdotonta. Vaihtoehdoiksi jää lopulta SPAP-kuivaus ja IR-kuivaus. SPAP-kuivaus on vaihtoehdoista parempi, mutta järjestelmän korkeamman hinnoittelun vuoksi kuivausjärjestelmäksi valitaan IR-kuivaus. Lisäksi suurin osa maalaamossa maalattavista maalauksista ovat niin sanottuja paikkamaalauksia. Paikkamaalauksella tarkoitetaan esimerkiksi sitä, että autosta maalataan vain

tietty osa. Yleisimmät paikkamaalaukset tehdään autolle ruostevaurion korjauksen tai kolarissa rikkoutuneen osavaurion vuoksi.

4.5 Turvallisuus

Palaviin nesteisiin pohjautuvat pinnoitusmenetelmät voivat aiheuttaa palo- ja räjähdysvaaran helposti syttyvien liuotinhöyryjen vuoksi. Avonaiset maali- ja liuotinastiat sekä tuoreet maalipinnat syttyvät herkästi pienenkin kipinän vaikutuksesta. Puutteellisesti tuuletetuissa tiloissa ilmaa raskaammat liuotinhöyryt tiivistyvät helposti räjähdyskelpoiseksi seokseksi huoneen alaosaan, lattiakaivoihin ja putkikanaviin aiheuttaen palovaaran. (Tapiola 2003, 1.)

Roskat ja puhdistusrievut yhdessä maalijätteen kanssa muodostavat itsesyttymisvaaran varsinkin lakka- ja katalyyttimaaleja käytettäessä. Myös pölymäisessä muodossa olevan maalijätteen ja jauhemaaloin palo ja räjähdys ovat mahdollista. Palovaaran lisäksi maali- ja liuotinaaineet ovat terveydelle haitallisia. (Tapiola 2003, 2.)

ATEX-nimitystä (athmosphères explosibles) käytetään Euroopan yhteisön direktiiveistä 94/9EY ja 1999/92/EY, jotka koskevat räjähdysvaarallisia tiloja, niissä työskentelyä ja niissä käytettäviä laitteita. Direktiivien tarkoituksena on suojella räjähdysvaarallisissa tiloissa työskenteleviä ihmisiä ja yhdenmukaistaa EU:n jäsenvaltioiden räjähdysvaarallisten tilojen ja niissä käytettävien koneiden ja laitteiden turvallisuusvaatimuksia. ATEX-työolosuhdesäädökset koskevat kaikkia niitä työnantajia, joiden työntekijät saattavat altistua palavista nesteistä, kaasuista tai pölyistä aiheutuvalle räjähdysvaaralle. Ne koskevat myös ihmisiä, jotka työskentelevät Ex-tiloissa (räjähdysvaarallinen tila) ja rakentavat tai suunnittelevat Ex-tiloja. (Turvatekniikan keskus 2003, 4–5.)

ATEX-laitesäädösten vaatimukset koskevat Ex-tiloissa käytettäviksi tarkoitettuja laitteita, laitteista rakennettuja laitekokoonpanoja, suojausjärjestelmiä sekä laitteiden ja suojausjärjestelmien turvallisen toimivuuden kannalta tarpeellisia turva-, säätö- ja ohjauslaitteita sekä komponentteja. Näitä laitteita ovat esimerkiksi

sähkölaitteet ja -komponentit, pumput, vaihteistot, pumppu/moottoriyhdistelmät, pneumaattiset laitteet, trukit ja polttomoottorit. (Turvatekniikan keskus 2003, 5.)

Laitevalinnassa on huomioitava palava aine ja sen esiintymisen todennäköisyys kyseisessä tilassa. Maalaamossa palavia aineita ovat höyryt, pöly ja erilaiset nesteet. Laitevalinta on tehtävä siten, ettei laitteen korkein pintalämpötila saavuta minkään sen läheisyydessä mahdollisesti olevan höyryn, pölyn tai kaasun syttymislämpötilaa. Laite ei saa myöskään aiheuttaa kipinöitä, jotka sytyttäisivät räjähdyskelpoisen ilmaseoksen. Lisäksi on huomioitava muutkin syttymislähteet, kuten laitteeseen mahdollisesti varautunut staattinen sähkö tai laitteen tuottama säteily, ultraääni, adiabaattinen puristus, paineiskut tai sähkömagneettiset aallot. (Turvatekniikan keskus 2003, 6.)

Tiloja suunniteltaessa tulee selvittää ja ehkäistä mahdollinen räjähdysvaara. Räjähdysvaaran selvittäminen on tehtävä jokaisen työ- ja toimintaprosessin sekä laitteiston jokaisen käyttövaihtoehdon osalta erikseen. Lisäksi on arvioitava, missä mahdollinen räjähdyskelpoinen ilmaseos voi yleisimmin esiintyä ja miten pitkiä aikoja. Vaarallisten räjähdyskelpoisten ilmaseosten syntyminen voidaan estää vähentämällä tai välttämällä palavien aineiden käyttöä mahdollisuuksien mukaan. Kaasut ja pölyt ovat ilmaan sekoittuneina räjähdyskelpoisia vain, jos niiden pitoisuudet ylittävät tietyt raja-arvot. Vaaralliset pölykertymät voidaan välttää puhdistamalla työskentely- ja toimitilat säännöllisesti. (Turvatekniikan keskus 2003, 8-9.)

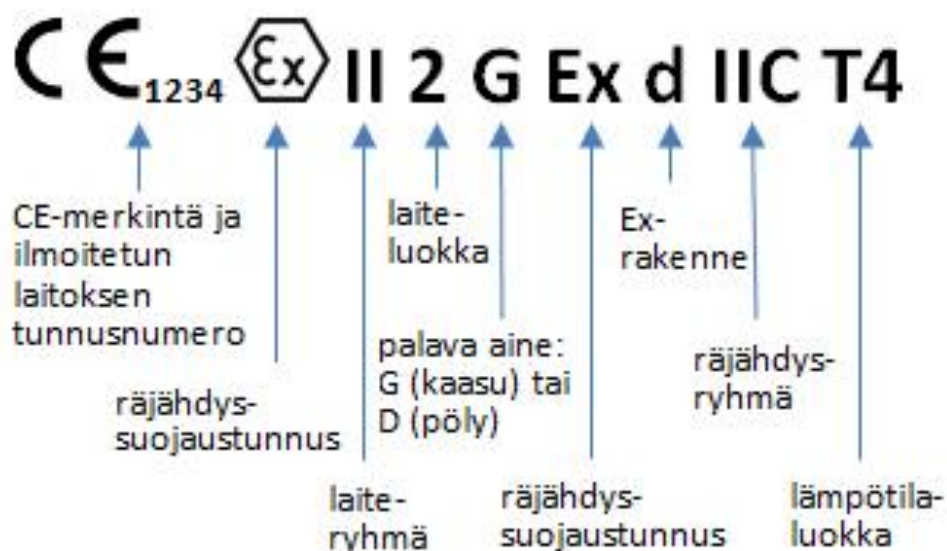
Maalaamo tai maalauspaikka on varustettava vähintään 12 kg:n ABIIIIE-luokan käsisammuttimilla. Jauhesammutin tulee olla vähintään 43A-233BC ja nestesammutin 43A.233B. Sammuttimien määrä riippuu tilan koosta. Pintalaltaan enintään 50 m²:n tilassa on oltava vähintään 1 sammutin ja jos tila on suurempi kuin 50 m², mutta pienempi kuin 100 m², sammuttimia on oltava vähintään 2 kpl. Tästä eteenpäin jokaista alkavaa 100 m²:tä kohden sammuttimia on oltava 1 kpl. Sammuttimien sijainti on merkittävä näkyvästi. (Tapiola 2003, 3.)

Maalaustilaan on järjestettävä koneellinen ilmanvaihto. Ilmanvaihdon pitää olla erillinen muiden tilojen ilmanvaihdosta ja maalauspaikassa pitää olla alipaine

ympäröiviin tiloihin nähden. Ilmanvaihto on järjestettävä siten, että ilma vaihtuu mahdollisimman tasaisesti eikä jää seisomaan mihinkään kohtaan tilaa. Ruiskumaalaushuoneen, jossa ei ole maalauskaappeja ja koppeja, ilmanvaihto on mitoitettava siten, että jokaisen käytettävän ruiskumaalauspistoolin antamaa ilmamäärää (l/min) kohden johdetaan tuloilmaa vähintään 100 m³/h. (Tapiola 2003, 2.)

Poistoilmakanavat on tehtävä palamattomista materiaaleista tiiviiksi ja sisäpinnoiltaan helposti puhdistettaviksi. Poistoilmakanavan ulostuloaukko on sijoitettava mahdollisimman turvalliseen paikkaan muihin ympäröiviin rakennusosiin nähden. Poistoilmahuuhtaimen moottorit on sijoitettava poistoilmakanavan ulkopuolelle ja juoksupyörien tulee olla valmistettu kipinöimättömästä aineesta. (Tapiola 2003, 2.)

Ex-tiloissa käytetyistä laitteista tulee löytyä tarvittavat merkinnät ja asiakirjat. CE-merkinnän lisäksi laitteisiin on kiinnitettävä erityismerkintä räjähdysuojauksesta, joka sisältää Ex-merkin sekä laitteen ryhmän, laiteluokan ja tarkoitetun käyttöympäristön osoittavat merkinnät. Kuviossa 19 on esimerkki virallisesta laitemerkinnästä. (Tukes 2012, [Viitattu 13.4.2014].)



KUVIO 19. Ex- laitteen merkinnät. (Tukes 2012, [Viitattu 13.4.2014].)

Vaaran arvioinnin tulokset ja tekniset suojaustoimenpiteet esitetään räjähdyssuojausasiakirjassa, joka toiminnanharjoittajan ja työnantajan tulee laatia. Räjähdyssuojausasiakirjassa esitetään räjähdysvaarallisten tilojen luokittelu. Toiminnanharjoittajan ja työnantajan tulee valita oikeanlaiset tilaan sopivat sähkölaitteet ja muut laitteet, jos niissä on mahdollisia syttymislähteitä, kuten staattista sähköä, kuumenevia pintoja tai mekaanisesti syntyvien kipinöiden aiheuttajia. (Turvatekniikan keskus 2003, 12.)

Räjähdyssuojausasiakirja on laadittava siitäkin huolimatta, että Kurikan Sedun maalaamosta ei rakenneta isoa kokonaisuutta ja sen käyttösuhde jää suhteellisen pieneksi. Asiakirjaa ei toimiteta viranomaisille, vaan yritys laatii sen itseään varten. Asiakirjan valvonnan suorittaa paikallinen paloviranomainen.

5 LAITTEISTOVALINNAT

Maalaamon suunnittelun seuraavassa vaiheessa ruvetaan miettimään maalaamoon tehtäviä hankintoja ja valintoja. Materiaaleja ja työkaluja hankittaessa on tarkkaan mietittävä, minkätyyppinen maalaus- ja esivalmistelulaitteisto soveltuu parhaiten opetuskäyttöön. Opetuskäytössä olevat työkalut joutuvat usein virheellisen käytön kohteeksi, joten liian kallista ja hienoa laitteistoa ei kannata hankkia. Työkalut tulee olla kuitenkin sellaisia, että niillä saadaan tarvittaessa aikaan ammattimaista työn jälkeä ja asiakkaiden turhilta reklamaatioilta vältytään.

5.1 Esivalmistelutilan työkalut

Esivalmistelutilassa tarvitaan erilaisia epäkeskohiomakoneita työstettävistä pinnoista ja materiaaleista riippuen. Epäkeskohiomakoneiden valmistajia on lukuisia, mutta niistä parhaimmaksi vaihtoehdoksi todettiin kotimaisen Mirkan valmistamat koneet. Koska kyseessä on Ex-tila, hiomakoneiden tulee olla pneumaattisesti toimivia. Hiomakoneiksi valittiin 3 erilaista Mirkan epäkeskohiomakonetta. Yksi hienoon hiontaan soveltuva malli (KUVIO 20.) ja 2 kpl yleiskäyttöön soveltuvia hiomakoneita. Kaikissa malleissa on pölynpoiston mahdollistava liitântä, joka mahdollistaa pölyttömän hiomisen.



KUVIO 20. Mirka ROS 525CV. (Oy KWH Mirka Ab 2011, [Viitattu13.4.2014].)

Esivalmistelutilan tulee olla myös siisti ja järjestelmällinen, että mahdolliset asiakkaat saavat mahdollisimman hyvän ensivaikutelman paikasta. Siitä syystä esivalmistelutilaan asennetaan työkalukaapit työkaluille ja lisäksi molemmille seinille asennetaan paineilmaletkukelat automaattikelaustoiminnolla.

Paineilmaletkujen asentaminen kelamuotoon auttaa pitämään tilan siistinä ja lisäksi työturvallisuus kasvaa, kun letkut eivät pyöri työntekijän jaloissa.

Esivalmistelutilassa auto usein riisutaan ja peitellään maalausta varten. Tästä syystä tilaan on asennettava ajoneuvonostin helpottamaan työntekoa. Esivalmisvalmistelutilan ajoneuvonostimeksi valittiin saksalainen Herkules HLS 1600. Nostimen etuna on matala rakenne, joka sallii alhaisella maavaralla olevan auton ajamisen nosturille. Lisäksi nostinta ei tarvitse asentaa tilaan kiinteästi, vaan se on vapaasti liikuteltavissa.



KUVIO 21. Herkules HLS 1600 ajoneuvonostin. (Herkules, [Viitattu 14.4.2014].)

5.2 Maalaamon työkalut

Paineilmajärjestelmää suunnitellessa todettiin, että vanhan kompressorin teho on jo entuudestaan riittävän tehokas antamaan maalaamoon tasaisen ja hyvälaatuisen ilmanpaineen. Ainoastaan riittävään ilman suodatukseen ennen maaliruiskuille menoa kiinnitetään erityistä huomiota. Tilaan asennetaan Devilbissin valmistama suodinyksikkö, joka poistaa ilmasta ylimääräiset epäpuhtaudet, öljyn ja kosteuden (KUVIO 22).

Maaliruiskuiksi valittiin 3 kpl Devilbiss:n valmistamia yläsäiliöruiskuja. Pohjamaali ruiskuksi valittiin Devilbiss PRi Pro. Ruisku soveltuu niin liuotin- kuin vesiohenteisille pohjamaaleille ja ruiskukiteille. Pintamaaleille ruiskuksi valittiin Devilbiss GTi Pro- ja GTi-W-malliset ruiskut. GTi-W-mallinen ruisku on tarkoitettu ainoastaan vesiohenteisille maaleille kun taas GTi Pro soveltuu myös liuotinpohjaisille maaleille. Ruiskujen lisäksi maalaamoon hankittiin Devilbissin valmistama vesiohenteisten maalien paineilmakuivain.

Devilbiss:n valmistama paineilmakuivain soveltuu parhaiten pienempien maalausalojen kuivaamiseen. Laite kytketään paineilmaverkkoon ja sen läpi johdetaan paineilmaa suoraan maalattuun kohtaan. Suurempien maalauspintojen kuivaamiseen hankitaan pyörillä liikuteltava infrapunakuivain (KUVIO 23). Kuivaimessa on opastava etäisyysmittari, jolla estetään kuivaimen laittaminen liian lähelle maalattua pintaa.



KUVIO 22. Devilbiss HFRL-508 Öljyn ja kosteudenerottaja. (Devilbiss 2014, [Viitattu 14.4.2014].)



KUVIO 23. Infrapunakuivain. (Stando-Car 2014, [Viitattu 15.4.2014].)



KUVIO 24. Vasemmalta oikealle Devilbiss maaliruiskut GTi Pro, PRi Pro ja GTi-W. Ruiskujen alla maalikuivain Devilbiss DMG-501-K.

Maalauksen jälkeen maaliruiskut olisi hyvä pestä pikaisesti, ettei maali jämähä ruiskuun ja pilaa sitä. Tästä syystä maalaamoon päätettiin hankkia maaliruiskujen pesulaite. Pesulaitteeksi valittiin Dresterin 9000-TT puoliautomaattinen maaliruiskujen pesulaite. (KUVIO 24). Pesulaite soveltuu liuotin- ja vesiohenteisten

maalien pesuun. Ruiskua pestäessä se puretaan osiin ja osat asetellaan pesulokeroon huuhtelua varten. Ruiskun runko kiinnitetään pesulaitteessa olevaan telineeseen ja liitetään pesuliitäntään. Pesuliuos virtaa pesun aikana ruiskun läpi ja puhdistaa ruiskun huolellisesti. (Hedson Technologies AB 2001.)

Laitteella voidaan pestä maalausvälineitä myös manuaalisesti laitteen oikeassa reunassa olevassa pesualtaassa. Käsien pesua helpottaa laitteen alareunassa olevat jalkapainikkeet, joilla säännöstellään pesunesteen virtausta. Pesualtaassa on pesusuutin ja pesuharja, jolla peseminen hoidetaan manuaalisesti. Jalkapainikkeiden etuna on se, että molemmat kädet saadaan pidettyä vapaana pesua varten ja peseminen onnistuu tehokkaasti. Pesulaitteen avulla maalajaan kohdistuvien myrkyllisten liuottimien käsittely vähenee merkittävästi ja lisäksi pesulaitteen avulla säästetään liuotinkustannuksissa huomattavasti perinteisiin menetelmiin verrattuna. (Hedson Technologies AB 2001, [Viitattu 14.4.2014].)



KUVIO 25. Maaliruiskun pesulaite. (Hedson Technologies AB 2001, [Viitattu 14.4.2014].)

5. 3 Ilmanvaihto ja sähkölaitteet

Ilmanvaihtoa varten maalaamon puolelle vedettiin imuilmakanavat, jotka imevät ilman lattian tasolta pois maalaamosta (KUVIO 26). Imurit tarvitsevat kuitenkin runsaasti korvausilmaa maalaamoon ja jos sitä ei ole saatavilla, ilma imeytyy vääristä paikoista sisään. Tästä syystä maalaamon ja esivalmistelutilan välisen oviaukon oviin asennettiin ikkunoiden sijasta avattavat verkot. Verkot valmistettiin siten, että ne voidaan avata ja niiden väliin asennetaan vaihdettavat suodatinelementit (KUVIO 27). Tällä ratkaisulla imurit saavat riittävästi puhdasta korvausilmaa ja lisäksi maalaamo pysyy ihanteellisesti hiukan alipaineistettuna.

Tilan säästämisen vuoksi ovista tehtiin liukuovimalliset (KUVIO 28). Liukuoviratkaisun huonona puolena oleva tiivistys piti suunnitella uudelleen, ettei liikainen imuilma tule ovien välistä maalaamoon ja pilaa maalausjälkeä. Tiivis oviratkaisu estää myös maalisumun ajautumisen esivalmistelutilaan.



KUVIO 26. Ilmanvaihtolaitteisto ja valaistus.

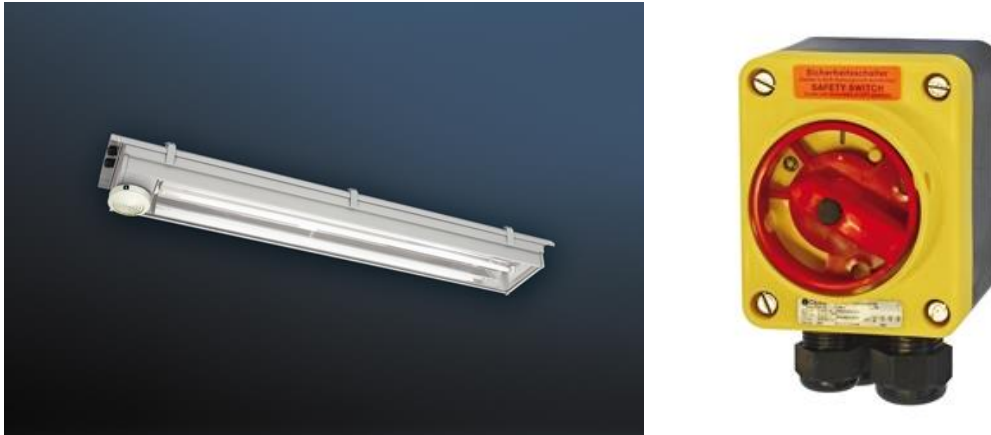


KUVIO 27. Avattava suodatinkehikko.



KUVIO 28. Liukuovet.

Maalaamossa käytettävien palavien aineiden vuoksi sähköjohdotukset, pistokkeet ja valaistus piti uusia vastaamaan Ex-määräyksiä. Esimerkiksi valonkatkaisinta painettaessa tai kytkettäessä sähkölaitetta pistorasiaan ei saa tulla pienintäkään kipinää tai sähkönpurkausta, joka voisi laukaista räjähdysmäisen tulipalon. Loisteputkivalaisimien kohdalla kaikki vanhat hohtosytyttimet piti vaihtaa kipinöimättömiin elektronisiin sytyttimiin.



KUVIO 29. Ex-luokiteltu loisteputkivalo ja valokytkin. (Malux, [Viitattu15.4.2014].)

6 POHDINTA

Opinnäytetyötä varten tehdyn selvitystyön perusteella voidaan todeta, että automaalaamon suunnitteleminen on monimutkaisempi projekti kuin osaisi kuvitella. Laitehankintoja ei voi niin vain tehdä, elleivät ne täytä Turvallisuus- ja kemikaaliviraston antamia määräyksiä. Automaalaamo suunnitellessa oli lisäksi mietittävä tarkkaan, minkätyyppinen ratkaisu soveltuu parhaiten opetuskäyttöön. Opetuskäyttöön tulevien laitteiden turvallisuuteen ja laatuun oli kiinnitettävä erityistä huomiota, ettei tapaturmia pääsisi sattumaan.

Maalaamo on ehdottomasti yksi autokorjaamon tärkeimmistä ja tuottavimmista osastoista. Tästä syystä on erittäin tärkeää, että Kurikan Sedun auton asentajat saavat mahdollisimman nykyaikaisen ja monipuolisen koulutuksen myös maalauksen ja esikäsittelyn puolelta. Monipuolinen autoalan koulutus on nykyään erittäin tärkeässä roolissa, koska autoalan osaamiselle on paljon kysyntää ja hyvin koulutetuista ammattilaisista on pulaa työmarkkinoilla.

Haastavaksi automaalaamon suunnittelemisen teki se, että aiheeseen liittyvää kirjallisuutta oli suhteellisen vähän saatavilla ja haastattelemiini automaalaritkaan eivät osanneet asiassa auttaa. Tästä syystä suuri osa opinnäytetyön lähteistä piti etsiä lukuisten eri maalausyritysten verkkosivuja hyväksikäyttäen.

Työn loppuvaiheessa kävi ilmi, että Kurikan Sedulle rakennetaan kokonaan uusi koulutuskeskus lähivuosien aikana ja vanhat rakennukset puretaan. Koulutuskeskuksen uudistuksessa voidaan kuitenkin hyödyntää valmista maalaamosuunnitelmaa.

Mielestäni onnistuin kohtalaisen hyvin täyttämään työhön asetetut tavoitteet. Kerroin työssä hiukan maalaamisesta, paineilmalaitteistosta, suunnittelusta ja maalaamon turvallisuudesta. Yhtenä huonona puolena työssäni oli työn laajuus. Työn aihe olisi pitänyt rajata tarkemmin ja keskittää enemmän tiettyyn maalaamon tai esivalmistelutilan kokonaisuuteen. Nyt työn aihepiiristä tuli suhteellisen laaja-alainen ja moni tärkeä asia jäi liian pienelle huomiolle.

LÄHTEET

- Devilbiss. 2014. Centrifugal Filter-Regulator Unit. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 14.4.2014]. Saatavana: <http://www.devilbiss.com/products/air-control-equipment/filter-regulator-units/centrifugal-filter-regulator-units#LiveTabsContent2470777-It>
- Finntest Oy. 2010. Infinity paineilmaputkistot esite. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 2.3.2013]. Saatavana: <http://www.finntest.fi/images/esitteet/Infinity%20paineilmaputkistot%20web>
- Finnkone Oy. 2013. Ruuvikompressorit. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 17.5.2013]. Saatavana: <http://www.finnkone.fi/ruuvikompressorit>
- Graco Inc. Air Piping Layout. 2011. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 2.3.2013]. Saatavana: <http://www.sharpe1.com/sharpe/sharpe.nsf/Page/Air+Piping+Layout>
- Harju, A., Valpio, J., Huhtala, V. & Kilpeläinen, T. 1986. Teollisuustalous. Helsinki: VAPK-kustannus.
- Hedson Technologies AB. 2001. Drester 9000-TT. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 14.4.2014]. Saatavana: <http://www.hedsonna.com/9000TT/9000TT.pdf>
- Herkules. 2014. The paint- and bodyshop lift with increased lifting height. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 14.4.2014]. Saatavana: http://www.herkules-lift.com/index.cfm?CFID=34471778&CFTOKEN=57036335&page_id=BCA46711-3005-2ACB-CB4AD675B5735797
- Häkli, M. 1984. Ruiskumaalaus. 2.painos. Helsinki: Valtion painatuskeskus.
- Ihalainen, E., Aaltonen, K., Aromäki, M. & Sihvonen, P. 1985. Valmistustekniikka. 5.painos. Helsinki: Otatieto Oy
- Jokinen, I. 2011. Opetushallitus. Metallimaalausmenetelmän valinta. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 6.4.2014]. Saatavana: <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/metallituotemaalaus/osa1.pdf>
- Kaeser kompressorit Oy. 2013. Paineilman jälkikäsitteily. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 2.2.2013]. Saatavana: http://fi.kaeser.com/Products_and_Solutions/Compressed-air-treatment/default.asp
- Kaeser kompressorit Oy. 2013. Paineilman jälkikäsitteily. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 16.5.2013]. Saatavana: http://fi.kaeser.com/Current_Affairs/Press/press-H-ACA-L.asp

- Kaeser kompressorit Oy. 2013. Paineilmasäiliöt. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 3.2.2013]. Saatavana: <http://fi.kaeser.com/Images/P-775-FI-tcm18-7411.pdf>
- Kaeser kompressorit Oy. 2013. Adsorptiokuivaimet. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 27.3.2013]. Saatavana: <http://fi.kaeser.com/Images/P-721-FI-tcm18-6721.pdf>
- Lapinleimu, I., Kauppinen, V. & Torvinen, S. 1997. Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. Porvoo: WSOY.
- Malux Finland Oy. 2014. Valaistus. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 15.4.2014]. Saatavana: <http://www.malux.fi/>
- Muther, R. 1973. Systematic Layout Planning. Boston: Cahnern Books Inc.
- OSRAM GmbH. 2014. Maalin kuivaus. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 7.4.2014]. http://www.osram.fi/osram_fi/kaeyttoekohteet/teollisuus/maalin-kuivaus/index.jsp
- Oy KWH Mirka Ab 2011. Paineilmaiset epäkeskoihomakoneet. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 13.4.2014]. http://www.mirka.com/fi/fi/KONEET/paineilmaiset_epakeskoihomakoneet/
- Painepiste Oy. 2013. Paineilmaputkisto. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 2.3.2013]. <http://www.painepiste.fi/tuotteet.php?kat1=2&id=56&gclid=CLWiusm027UCFah3cAod2ncAgw>
- Painepiste Oy. 2013. Tuotteet. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 3.2.2013]. <http://www.painepiste.fi/tuotteet.php?kat1=2&id=57>
- Parker Hannifin Corporation. 2010. Johdanto ISO 8573 paineilman laatustandardeihin. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 12.5.2013]. Saatavana: http://www.sarlin.com/includes/file_download.asp?deptid=6651&fileid=3805&file=Johdanto%20ISO%208573%20paineilman%20laatustandardeihin.pdf&pdf=1
- Penttinen, P. 2009. Teollisuuden paineilmaenergia-analyyseissä havaittujen säästötoimenpiteiden toteutusaste ja saavutettu säästö. Teknillinen korkeakoulu, Insinööritieteiden ja arkkitehtuurin tiede-kunta. Energiatekniikanlaitos. Diplomityö. Julkaisematon.
- Sarlin Oy Ab. 2013. Kastepistetaulukko. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 12.5.2013]. Saatavana: <http://www.sarlin.com/fi/Paineilma/Tyokalupakki-/Kastepistetaulukko>
- Sarlin Oy Ab. 2013. Paineilmajärjestelmän suunnittelun perusteita. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 15.5.2013]. Saatavana: http://www.sarlin.fi/sarlin_products/ISO-85731--paineilman-laatustandardi/yhahhte4/8d099e6f-50f6-47f1-a00a-0d7af6ed010f

- Sarlin Oy Ab. 2014. Paineilmajärjestelmän suunnittelun perusteita. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 25.3.2014]. Saatavana: <http://www.sarlin.com/fi/Paineilma/Tyokalupakki-/Paineilmajarjestelman-suunnittelu,-perusteita>
- Slack, N., Chambers, N. & Johnston, R. 2004. Operations management. 4. painos. Harlow: Prentice Hall.
- Stando-Car. 2014. Infrapunakuivaimet. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 15.4.2014]. Saatavana: http://www.stando-car.fi/index.php?cPath=176_210_214
- Suomalainen, L. 2002. Paineilma-opas. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 8.5.2013]. Saatavana: <http://www.energiansaastoviikko.fi/midcom-serveattachmentguid-c365c98759f77ac231ec7f232e2e09bd/Teo-paineilma-opas-net.pdf>
- Suomen työkalu Oy. 2014. Maalaamo- / ja korjaamosuunnittelu. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 6.4.2014]. Saatavana: <http://www.suomentyokalu.fi/palvelut/maalaamo-ja-korikorjaamosuunnittelu.html>
- Suomen työkalu Oy. 2014. Maalaamo- ja korjaamosuunnittelu. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 1.5.2014]. Saatavana: <http://www.suomentyokalu.fi/verkkokauppa/korikorjaus-ja-maalaus/maalaamo/>
- Tallberg Tech Oy Ab. 2010. Ruiskumaalaus. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 26.4.2014]. Saatavana: <http://www.tallberg.fi/tallbergtech/index.php?id=100&tuoteryhma=1004>
- Tamrotor kompressorit Oy. 2013. Paineilman suodatus ja kuivaus. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 10.11.2013]. Saatavana: http://www.compressor.fi/www/media/EsitePDF/Suodatus_ja_kuivaus.pdf
- Tapiola 2003. Maalaustyöt. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 6.4.2014]. Saatavana: http://www.lahitapiola.fi/NR/rdonlyres/47316349-CFEC-4DC2-82C4-C80B399622B1/0/D20_Maalaustyot.pdf
- Tecalemit Oy. 6/2006. Wilkerson paineilman huoltolaitteet. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 26.2.2013]. Saatavana: <http://www.painepiste.fi/pdf/1174637294-Wilkerson.pdf>
- Tikkurila Oy. 2013 Metallipintojen teollinen maalaus. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 10.10.2013]. Saatavana: <http://www.digipaper.fi/coatings/33461/>
- Tukes. 2012. Lisätietoa ATEX-direktiivistä. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 13.4.2014]. Saatavana: <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/Sahkolaitteet1/Sahkolaitteiden-vaatimukset/ATEX---Rajahdysvaarallisten-tilojen-laitteet/Lisatietoa-ATEX-direktiivista/>

Turvatekniikan keskus. 2003. ATEX Räjähdyksvaarallisten tilojen turvallisuus. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 13.4.2014]. Saatavana: http://www.tukes.fi/tiedostot/vaaralliset_aineet/esitteet_ja_opaat/atex_rajahdeopas.pdf

Työterveyslaitos. 2009. Ruiskumaalaus ja lakkaus. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 6.4.2014]. Saatavana: http://www.ttl.fi/fi/malliratkaisut/riskienhallinnan_malliratkaisut/metalli_ ja_ aut_oala/Documents/Malliratkaisu_Ruiskumaalaus_ ja_ lakkaus.pdf

Ykkösväri OY. 2014. Maalauskammiot ja esivalmistelutilat. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 22.3.2014]. Saatavana: <http://www.ykkosvari.fi/maalaus.htm>

LIITE 1: Kastepistetaulukko

Lämpötila °C	Vesisisältö g/m ³	Lämpötila °C	Vesisisältö g/m ³	Lämpötila °C	Vesisisältö g/m ³	Lämpötila °C	Vesisisältö g/m ³
+100	588	+58	118	+16	13,5	-26	0,51
+99	569	+57	113	+15	12,7	-27	0,46
+98	550	+56	108	+14	12	-28	0,41
+97	532	+55	103	+13	11,3	-29	0,37
+96	514	+54	98,9	+12	10,6	-30	0,33
+95	497	+53	94,5	+11	9,96	-31	0,301
+94	480	+52	90,2	+10	9,36	-32	0,271
+93	464	+51	86,2	+9	8,74	-33	0,244
+92	448	+50	82,3	+8	8,23	-34	0,22
+91	433	+49	78,5	+7	7,73	-35	0,198
+90	418	+48	74,9	+6	7,25	-36	0,178
+89	403	+47	71,4	+5	6,79	-37	0,16
+88	389	+46	68,1	+4	6,36	-38	0,144
+87	375	+45	64,8	+3	5,95	-39	0,13
+86	362	+44	61,8	+2	5,57	-40	0,117
+85	340	+43	58,8	+1	5,21	-41	0,104
+84	337	+42	56	0	4,87	-42	0,093
+83	324	+41	53,3	-1	4,49	-43	0,083
+82	311	+40	50,7	-2	4,14	-44	0,075
+81	301	+39	48,2	-3	3,89	-45	0,067
+80	290	+38	45,6	-4	3,51	-46	0,06
+79	279	+37	43,5	-5	3,24	-47	0,054
+78	269	+36	41,3	-6	2,98	-48	0,048
+77	259	+35	39,3	-7	2,75	-49	0,043
+76	249	+34	37,2	-8	2,54	-50	0,038
+75	239	+33	35,3	-9	2,34	-51	0,034
+74	230	+32	33,5	-10	2,16	-52	0,03
+73	221	+31	31,7	-11	1,96	-53	0,027
+72	213	+30	30,1	-12	1,8	-54	0,024
+71	204	+29	28,5	-13	1,65	-55	0,021
+70	196	+28	27	-14	1,51	-56	0,019
+69	188	+27	25,5	-15	1,38	-57	0,017
+68	181	+26	24,1	-16	1,27	-58	0,015
+67	174	+25	22,8	-17	1,15	-59	0,013
+66	167	+24	21,6	-18	1,05	-60	0,011
+65	160	+23	20,4	-19	0,96	-65	0,0064
+64	153	+22	19,3	-20	0,88	-70	0,0033
+63	147	+21	18,2	-21	0,8	-75	0,0013
+62	141	+20	17,1	-22	0,73	-80	0,0006
+61	135	+19	16,2	-23	0,66	-85	0,00025
+60	129	+18	15,2	-24	0,6	-90	0,0001
+59	123	+17	14,3	-25	0,55		