

Tolonen Aki

# MAALAAMON SUUNNITTELU JA NYKYAIKAISTAMINEN



Insinööri (AMK),

kone- ja tuotantotek-  
niikka

Kevät 2015



KAJAANIN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



## TIIVISTELMÄ

**Tekijä(t):** Tolonen Aki

**Työn nimi:** Maalaamon suunnittelu ja nykyaikaistaminen

**Tutkintonimike:** Insinööri (AMK), kone- ja tuotantotekniikka

**Asiasanat:** maalaamo, nykyaikaistaminen, uudistaminen, lakiasia, suunnittelu

Opinnäytetyö tehtiin metalli- ja kaivosalan yritykselle, Ykkösmetalli Oy:lle. Aiheena oli suunnitella ja nykyaikaistaa vanha teollisuusmaalaamo. Yrityksen toimitusjohtajalta saatiin tarvittavat tiedot lähteä suunnittelemaan uusia muutoksia maalaamoon. Nykyaikaisen maalaamon rakentamiseen liittyy paljon lakiasioita, joiden mukaan maalaamoon tulevat muutokset täytyy toteuttaa. Työn suunnitteluun ei liittynyt yritykseltä monia vaatimuksia. Opinnäytetyössä selvitetään nykyisen maalaamon tilanne ja uudet tulokset.

Työn tekeminen aloitettiin aluksi tutustumalla lakisääntöihin. Seuraava vaihe oli selvittää tarvittavat laitehankinnat ja mahdolliset tilauudistukset. Opinnäytetyössä käydään läpi muutokset uuteen maalaamoon vaiheittain, jolloin päästään haluttuun lopputulokseen. Haluttuun lopputulokseen päästiin, mutta työn aiheita täytyi rajata, jotta aihe ei leviäisi liian suureksi. Lopputuloksena saatiin toimiva ja turvallinen työympäristö. Suunnittelua ja nykyaikaistamista voi jatkaa pidemmälle, jos siihen on tarvetta tulevaisuudessa.

## ABSTRACT

**Author(s):** Tolonen Aki

**Title of the Publication:** Paint shop design and modernization

**Degree Title:** Mechanical and Production Engineering

**Keywords:** paint shop, modernization, design, renovation, standards, future

This thesis was made for a metal and mining company. The company is Ykkösmetalli Oy. The purpose was to design and modernize an old industrial paint shop. The company's CEO gave the information necessary to start designing new changes in the paint shop. The construction of a modern paint shop involves a lot of legal issues, the future changes in a paint shop need to be implemented according to them. The company did not have many demands for the design work. The current situation in the paint shop and the new results are explained in this thesis.

The work was started initially by getting acquainted with the legal issues. The next step was to find out about the necessary equipment purchases and renovations. The thesis goes through the renovations in the new paint shop in stages. The desired result was achieved, but the work had to be limited in order it not to spread too widely. The end result was a functional and safe working environment. Designing and modernization can continue further, if there is a need in the future.

## ALKUSANAT

Tässä opinnäytetyössä tehtävänä oli suunnitella ja nykyaikaistaa vanhaa teollisuusmaalaustilaa metallialan yrityksen käyttöön Kajaanissa. Uusiin maalaamoihin on vuodesta 2003 eteenpäin tullut paljon uusia lakeja, direktiivejä ja standardeja, joiden pohjalta täytyi lähteä tutkimaan maalaamolle sopivinta ratkaisua.

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	1
2 YRITYS .....	2
3 TEOLLISUUSMAALAAMO .....	3
3.1 Yleistietoa.....	3
3.2 ATEX-direktiivit, standardit ja räjähdysvaaralliset tilat .....	4
3.2.1 Ketä ATEX koskee? .....	5
3.2.2 EX-laitteet ja laiteluokitukset .....	7
3.2.3 Työnantajan/ toiminnanharjoittajan velvollisuudet .....	10
3.2.4 Räjähdyksen ja muiden vaarojen estäminen ja suojautuminen .....	11
3.2.5 Tilaluokitukset .....	12
3.2.6 Standardien mukaiset sähköasennukset.....	14
3.2.7 Räjähdyssuojatoimenpiteet ja asiakirja .....	15
3.2.8 Valvonta, lakien voimaantulo ja maalaamoja koskevat standardit .....	17
3.3 Metallipintojen teollinen maalaus.....	18
3.4 Maalausmenetelmiä teollisessa maalauksessa.....	19
3.5 Maalaamojen laitteistoa.....	25
3.6 Maalaustilat yleisesti .....	28
3.7 Maalauslinjastot/kuljettimet .....	30
4 SOLIDWORKS .....	33
4.1 Laitteet .....	33
4.2 Osamallinnus.....	35
5 NYKYINEN MAALAAMO .....	36
5.1 Tilat .....	38
5.2 Laitteet .....	40
5.3 Valaistus.....	41
5.4 Ilmanvaihto.....	42
5.5 Maalauslinjasto ja apulaitteet .....	44
5.6 Maalaus tiloissa.....	46
6 NYKYAIKAISTAMINEN JA UUDELLEEN SUUNNITTELU .....	48

6.1 Tilojen uudelleen suunnittelu .....	49
6.2 Lattiapinnat.....	53
6.3 Seinät ja kattopinnat.....	55
6.4 Maalauslaitteet .....	59
6.5 Ilmanvaihto .....	64
6.6 Valaistus.....	66
6.7 Maalauslinjastot.....	67
6.8 Laadun tarkkailu, KAMAT-tietokortti ja räjähdysuojausasiakirja .....	68
7 LOPPUTULOKSET .....	73
LÄHTEET .....	74

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni aiheeksi valitsin kajaanilaisen metallialan yrityksen, Ykkösmetalli Oy:n, teollisuusmaalaamon suunnittelun ja nykyaikaistamisen. Yrityksellä on käytössä vanha hallirakennus maalaamona hitsaamon ja hiekkapuhalluspaikan vieressä ja kyseinen toimitila tarvitsee paremmin palvelevan tuotantotilan pinnoitettavia tuotteita varten. Maalaamon parantamisella pyrin tehostamaan ja helpottamaan tuotteiden pintakäsittelyprosessia, jolloin yritys voi taata tuotteilleen korkeamman laadun. Yrityksen maalaamossa pintakäsittelään maalattavia tuotteita enimmäkseen sähköstaattisella korkeapaineruiskumaalauksella, mutta suunnittelutyössä pyritään siihen tulokseen, että pintakäsittelyprosesseja voidaan laajentaa myös muihin maalausaloihin ja näin ollen monipuolistaa pintakäsittelytuotantoa.

Tätä opinnäytetyön ideaa lähdin työstämään toimitusjohtaja Jyrki Korkiakosken kanssa. Hän antoi työhön liittyvät kriteerit, joiden puitteissa maalaamoa täytyy lähteä kehittämään, mutta suurimmaksi osaksi sain vapaat kädet suunnitteluun. Maalaamon kehittämisestä on ollut puhe jo pidemmän aikaa, mutta sitä on lykätty siihen asti, kunnes olin suorittanut työharjoitteluni kyseisessä yrityksessä loppuun. Kehitystyössä maalaamoa tarkastellaan sisätilojen toimivuuden kannalta ja ulkotiloihin ei kiinnitetä juuri huomiota suunnittelutyössä. Eli hallirakenteiden ulkoisia muotoja ei tulla muuttamaan, paitsi jos muutoksia on tarpeellista tehdä uusien laitehankintojen takia.

Suunnittelussa ja nykyaikaistamisessa kiinnitän huomiota teollisten maalaamoiden turvallisuuteen ja käytännöllisyyteen lakien ja standardien puitteissa. Erinäiset direktiivit määrittelevät suunnittelutyössäni maalaamon tulevan käytön, ja kun vaaditut kriteerit täyttyvät, niin maalaamon laatuluokitusta on mahdollista saada nostettua korkeammaksi. Teollisuusmaalaamoa koskevat direktiivit määrittelevät tulevat laitehankinnat, jotta ne olisivat yhteensopivat tuotannon kanssa.



## 2 YRITYS

Ykkösmetalli Oy on kajaanilainen metalli- ja kaivosalan yritys, jonka toimipiste ja tuotantotilat sijaitsevat Kajaanin Petäisenniskassa. Yrityksen toimitusjohtajana toimii Jyrki Korkiakoski, ja yritys työllistää noin 15 henkilöä. Suuremmilla kunnossapitotoimilla tilaustyökeikoilla käytetään tarvittaessa vuokrahenkilöstöä lisäapuna. Ykkösmetalli on vuonna 1986 perustettu monipuolisten, viimeistelyä vaativien teräsrakenteiden osaaja sekä kunnossapidon vahva ammattilainen. Yritys yhdistää pitkän kokemuksen ja nykypäivän teknologian hyödyntämisen ja näin saavutetaan asiakkaalle paras lopputulos. Tämä korostuu erityisesti kaivannaisteollisuuden haastavassa toimintaympäristössä. Ympäristö ja turvallisuus ovat avainparempaan tulevaisuuteen. Yritys kehittää tämän vuoksi toimintojaan jatkuvasti, toimien tiukentuvien EU-normien turva- ja ympäristömääräyksien ehdoilla. Kaivannaisteollisuuden kunnossapidon lisäksi yritys hallitsee levy- ja teräsrakenteet, hiekkapuhallukset sekä maalaukset. Teollisuuden alihankintapalvelut toteutetaan ideasta varsinaiseen fyysiseen tuotteeseen.

Toimenkuvaan kuuluu myös erilaisten teräksestä valmistettujen tuotteiden sopimusvalmistus sekä yksityisille henkilöille että myös suuremmille toimijoille. Ykkösmetallin asiakaskunta on säilynyt vakaana aina yrityksen alkua ajoista lähtien, eli useat asiakkaat ovat jatkaneet aikaisempia vanhoja asiakassuhteitaan yrityksen kanssa. Kuitenkin suurimpia asiakkaita ovat kaivannaisteollisuuden ja voimala- ja teollisuuden toimijat, jotka tilaavat yritykseltä kunnossapidon palveluita ja erikoistotuotteita.

Yleisesti toimintaan kuuluvat sopimusvalmistus, yleiskonepajatoiminta, plasma- ja kaasuleikkaus, erikoiskovat tuotteet (kovakarkaistut ja kovahitsatut levyt, kovahitsauspalvelu kenttätöinä), hiekkapuhallus ja pintakäsittely sekä omana tuotteena valmistetut lämpölämpäimet ja kunnossapitotyöt kaivoksilla.

## 3 TEOLLISUUSMAALAAMO

### 3.1 Yleistietoa

Teollisuusmaalaamolla tarkoitetaan teollisuuden yritysten maalaustilaa, jossa eri teollisuuden osa-alueiden tuotteita pintakäsitellään niiden korroosion estämiseksi, pintalaadun parantamiseksi, ulkonäkösyistä, vesitiiviiksi, kemikaalitiiviiksi ja kulu- tuskestäviksi. Teollisuusmaalamoita löytyy niin suurteollisuudesta kuin pienteolli- suudesta, ja yleensä teollisuudessa juuri maalausprosessi on viimeisimpiä vai- heita ennen kuin tuote on lopullisesti valmis. Esimerkiksi teollisuusmaalaamoita ovat autoteollisuuden maalaamot, metalli- ja kaivosalan yritysten maalaamot, eril- liset pintakäsittelylaitokset, putkiteollisuuden maalaamot ja puutavaratuotteiden maalaamot.

Käsitteestä teollisuusmaalaamo tulee kaikille mieleen maalaamoprosessi, jossa pintakäsiteltävien tuotteiden tai kappaleiden määrä on suuri verrattuna esimerkiksi tavalliseen automaalaamoon, jossa tuotteita pintakäsitellään vain yksi kerrallaan. Kuitenkin myös autoteollisuus käyttää tehtaillaan valmistusvaiheessa teollisuus- maalausta, kun tarkoituksena on pintakäsitellä mahdollisimman suuri määrä tuot- teita tuotannon pyörittämiseksi. Teollisuusmaalaamon kannattavuus perustuukin juuri suuremman tuote- tai kappalemäärän jatkuvaan pintakäsittelyyn tai erilaisiin suurtuotteiden maalaamiseen, jotka vaativat erityistä tarkkuutta ja ammattitaitoa.

Teollisuusmaalaamoiden peruspiirteitä ovatkin toimintaa koskevat lait, direktiivit ja standardit, jotka määrittelevät maalaamon toiminnan ja sen, millaisia tuotteita ja kemikaaleja kyseisellä tuotantotilalla voidaan käsitellä tiloissa olevien laitteiden pohjalta.

### 3.2 ATEX-direktiivit, standardit ja räjähdysvaaralliset tilat

Räjähdysvaarallisia tiloja ja tiloissa käytössä olevia laitteita koskeva ATEX-lainsäädäntö on tullut voimaan vuonna 2003. Tässä esittelen tiloja, työskentelyä ja laitteita sitovat keskeisimmät vaatimukset. Työsuojeluviranomaiset valvovat räjähdysvaarallisia kohteita osana työturvallisuuslainsäädännön valvontaa. Jos vaarallisten kemikaalien käsittely on laajamittaista, niin tällöin TUKES valvoo kyseisten laitosten ja tuotantotilojen turvallisuutta. Näissä kohteissa TUKES valvoo myös lainsäädännön noudattamista pölyräjähdysten torjunnan osalta.

Koska tässä opinnäytetyössä suunnitellaan ja kehitetään maalaamoja, niin TUKES ei valvo maalaamon käyttöä, vaan käyttö tulee toteuttaa ATEX-säädännön mukaan koskemaan juuri maalaamon käyttöturvallisuutta. Seuraavia tekstejä on lainattu suoraan lakikirjoista, jotka määrittelevät ATEX-direktiivit.

ATEX-direktiivit:

ATEX-nimitystä käytetään Euroopan yhteisön direktiiveistä 94/9/EY (laitedirektiivi) ja 1999/92/EY (työolosuhdedirektiivi), jotka koskevat räjähdysvaarallisia tiloja, niissä työskentelyä ja niissä käytettäviä laitteita. Direktiivien tarkoituksena on suojella räjähdysvaarallisissa tiloissa työskenteleviä ihmisiä, yhtenäistää EU:n jäsenvaltioiden räjähdysvaarallisten tilojen ja niissä käytettävien koneiden ja laitteiden turvallisuusvaatimuksia sekä taata EX-laitteiden vapaa kauppa.

ATEX-laitedirektiiviin perustuvaa kansallista lainsäädäntöä on ollut olemassa jo vuodesta 1996: asetus (917/1996) ja kauppa- ja teollisuusministeriön päätös (918/1996). Lainsäädännön siirtymäaika päättyi ja velvoitteet tulivat kaikilta osiltaan voimaan 1.7.2003. Räjähdysvaarallisiin tiloihin tarkoitettuja uusia tuotteita voidaan pitää kaupan, luovuttaa toiselle tai ottaa käyttöön vain, jos ne ovat uusien määräysten mukaisia.

ATEX-työolosuhdedirektiivi koskee sellaisia tuotantolaitoksia ja työpaikkoja, joissa palavat nesteet, kaasut tai pölyt voivat aiheuttaa räjähdysvaaran. Työolosuhdedirektiivi on saatettu kansallisesti voimaan valtioneuvoston asetuksella (576/2003) 1.9.2003. Se koskee voimaantulopäivämäärästään lähtien uusia räjähdysvaarallisia tiloja sekä vanhoissa tiloissa tehtäviä muutoksia ja korjauksia. Jo olemassa olevia tiloja koskevat vaatimukset tulevat täysimääräisesti voimaan 1.7.2006. Seuraavana esitellään EX-tilojen ja laitteiden määrittelyä.

### **EX-tilat:**

- Räjähdyssuojasiasiakirja.
- Räjähdysvaaralliset pölyt huomioitu; myös pölyille tilaluokitus.

### **EX-laitteet:**

- Laittevaatimukset laajennettu koskemaan kaikkia laitteita, jotka omien mahdollisten syttymislähteiden vuoksi saattavat aiheuttaa räjähdysvaaran.
- Myös laitteiden suojausjärjestelmät kuuluvat ATEXin piiriin.

#### 3.2.1 Ketä ATEX koskee?

ATEX-työolosuhdesäädökset koskevat kaikkia niitä työnantajia, joiden työntekijät voivat joutua alttiiksi palavista nesteistä, kaasuista tai pölyistä aiheutuvalle räjähdysvaaralle. Ne koskevat ihmisiä, jotka työskentelevät EX-tiloissa ja rakentavat tai suunnittelevat EX-tiloja. Eli tässä opinnäytetyössä täytyy maalaamon suunnittelu perustua direktiivien pohjalta tehtyihin valintoihin, jotta tulevat tilat olisivat lainmukaiset ja turvalliset. ATEX-laitesäädökset koskevat laitteiden, suojausjärjestelmien ja tietyissä tapauksissa komponenttien markkinoille saattajia, kuten valmistajia, maahantuojia ja jälleenmyyjiä ja myös niitä, jotka valmistavat laitteen omaan käyttöönsä. EX-tiloja on muun muassa energian tuotannossa, metalliteollisuudessa, maalaamoteollisuudessa, lääketeollisuudessa, kemianteollisuudessa ja puuteollisuudessa sekä yleisesti palavien nesteiden kaasujen valmistuksessa, käsittelyssä ja varastoinnissa.

EX-tiloja voi olla kemianteollisuudessa, puu-, elintarvike- ja lääketeollisuudessa sekä maataloudessa. Räjähdysvaaraa voi esiintyä myös energian tuotannossa, jätevesihuollossa, kaasunjakelussa tai metallintyöstössä.

Seuraavassa taulukossa esitellään eri teollisuusalojen mahdollisia räjähdysvaarariskejä.

Taulukko 1. Eri teollisuuden aloilla esiintyvät vaaratilanteet.

Ala	Esimerkki räjähdysvaarasta
Kemianteollisuus	Kemianteollisuudessa käytetään ja valmistetaan monenlaisissa prosesseissa palavia kaasuja, nesteitä ja kiinteitä aineita. Näiden prosessien yhteydessä voi syntyä räjähdysvaarallisia seoksia.
Energiantuotanto	Palamaisesta, räjähdysvaarattomasta hiilestä voi syntyä ilmaan sekoittuneena, murskauksen ja kuivauksen aikana hiilipölyä, josta voi muodostua räjähdyskelpoisia pölyn ja ilman seoksia.
Jätevesihuolto	Käsiteltäessä jätevesiä puhdistamoissa syntyy mädätyskaasuja, joista voi muodostua räjähdyskelpoisia kaasun ja ilman seoksia.
Kaasunjakelu	Maakaasun vapautuminen ilmaan vuotojen tai muiden syiden vuoksi voi aiheuttaa räjähdyskelpoisia kaasun ja ilman seoksia.
Mekaaninen puuteollisuus	Puisia kappaleita työstettäessä syntyy puupölyä. Ne voivat muodostaa esim. suodattimissa tai siloissa räjähdyskelpoisia pölyn ja ilman seoksia.
Maalaamot	Kun maalausammiossa maalataan pintoja ruiskumaalauspistoolilla, syntyy hukkasuihku ja vapautuu liuotinhöyryjä, jotka voivat ilmaan sekoitessaan muodostaa räjähdyskelpoisia ilmaseoksia.
Metallintyöstö	Valettujen metalliosien pinnan viimeistelyn yhteydessä voi syntyä räjähdyskelpoisia metallipölyjä. Eritoten kevytmetallit.
Elintarvike ja rehuteollisuus	Viljojen käsittelystä ja varastoinnista voi syntyä räjähdyskelpoisia pölyjä.
Lääketeollisuus	Lääketeollisuudessa käytetään liottimena alkoholeja. Siinä voidaan myös käyttää pölyräjähdyskelpoisia aineita kuten maitosokeria.
Öljynjalostamot	Jalostamoissa käsiteltävät hiilivedyt ovat kaikki palavia aineita. Ympäristön lämpötilaa vastaavissa olosuhteissa ne saattavat muodostaa räjähdyskelpoisia ilmaseoksia.

### 3.2.2 EX-laitteet ja laiteluokitukset

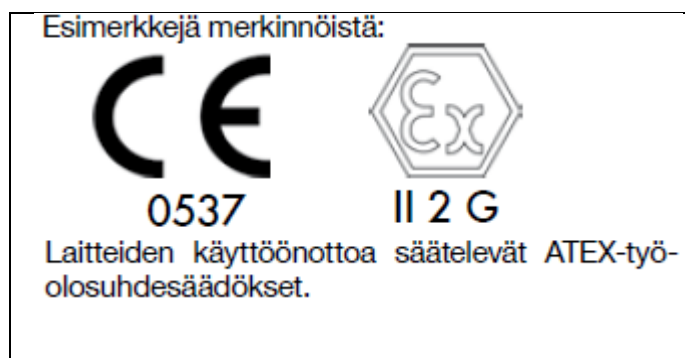
ATEX-laitesäädösten vaatimukset koskevat EX-tiloissa käytettäväksi tarkoitettuja laitteita (kuten koneita), laitteista rakennettuja laitekoonpanoja, suojausjärjestelmiä sekä laitteiden ja suojausjärjestelmien turvallisen toiminnan kannalta tarpeellisia turva-, säätö- ja ohjauslaitteita sekä komponentteja. Näitä ovat esimerkiksi:

- sähkölaitteet ja -komponentit
- pumput
- vaihteistot
- pumppu/moottoriyhdistelmät
- pneumaattiset laitteet
- trukit
- polttomoottorit.

EX-laitteiden tulee täyttää säädöksissä määritellyt olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset. Olennaiset turvallisuusvaatimukset voidaan täyttää noudattamalla laitteen suunnittelussa ja rakentamisessa yhdenmukaistetuissa standardeissa kuvattavia suunnittelu- ja rakenneperiaatteita sekä testausmenettelyjä. Laitesuunnittelussa sovellettavien rakenneperiaatteiden (ns. suojausrakenteet) perusstandardit ovat EN 13463-1 (mekaaniset laitteet) ja EN 50014 (sähkölaitteet). EX-tiloissa käytettäväksi tarkoitettuja laitteita ja järjestelmiä voidaan 1.7.2003 lähtien valmistaa ja myydä vain, jos ne täyttävät ATEX-laitesäädösten vaatimukset. Vanhoja vaatimustenmukaisia laitteita voidaan kuitenkin pitää kaupan, mikäli laite on saatettu markkinoille viimeistään 30.6.2003. Kuvissa merkintöjä työolosuhteisiin.

Laitevaatimuksia ovat mm:

- laiteryhmä- ja laiteluokkakohtaiset olennaiset turvallisuusvaatimukset
- vaatimustenmukaisuuden arviointi
- EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus
- CE-merkintä ja erityinen Ex-merkintä
- laiteryhmää ja -luokkaa kuvaava merkintä.



Kuva 1. Esimerkkejä työolosuhdemerkinnöistä. [1]

Laitteet jaetaan ryhmiin I ja II. Ryhmän I laitteet on tarkoitettu sellaisiin kaivoksiin ja niiden maanpäällisiin osiin, joissa räjähdysvaara perustuu kaivoskaasuun (metaani) ja/tai pölyyn. Ryhmään II kuuluvat muissa paikoissa käytettäväksi tarkoitetut laitteet. Ryhmän I laitteet jaetaan kahteen laiteluokkaan (M1 ja M2), ja ryhmän II laitteet jaetaan kolmeen eri laiteluokkaan (1, 2 ja 3) sen mukaan, miten suurta turvallisuustasoa niiltä vaaditaan. Tämä puolestaan vaikuttaa siihen, millaiseen tilaan kyseisen laitteen voi sijoittaa. Laiteluokasta riippuu myös, millaisia menettelyjä valmistajan tai muun markkinoille saattajan on noudatettava vaatimustenmukaisuuden osoittamiseksi ja CE-merkinnän kiinnittämiseksi.

Taulukko 2. Laiteluokkamerkinnät ja turvallisuustasot.

Laiteluokka 1 ja M1= erittäin korkea turvallisuustaso
Laiteluokka 2 ja M2= korkea turvallisuustaso
Laiteluokka 3= normaali turvallisuustaso

Laitevaatimukset ja vaatimusten arvioinnin tekee laitteen valmistaja tai markkinoille saattaja. Laiteluokille sovellettavat vaatimustenmukaisuudet on kuvattu laitesäädöksissä. Arviointimenettelyissä on mukana ilmoitettu laitos, jonka tulee täyttää säädöksissä esitetyt vaatimukset ja joka on saanut toimintaoikeuden jonkin jäsenmaan kansalliselta viranomaiselta. Komissio pitää yllä luetteloa ilmoitetuista laitoksista. Luettelo ATEX-direktiivin mukaisista ilmoitetuista laitoksista sekä näiden pätevyysalueista löytyy osoitteesta <http://www.europa.eu.int/comm/>. Suomessa VTT Tuotteet ja tuotanto toimii ilmoitettuna laitoksena sähkölaitteiden ja -komponenttien osalta. Muille kuin sähkölaitteille ei Suomessa ole vielä ilmoitettua laitosta, vaan laitevalmistajien on tarvittaessa turvauduttava muiden jäsenmaiden ilmoitettujen laitosten apuun.

**Laiteluokka 1 ja M1:** EY-tyyppitarkastus ja joko ATEX-hyväksytyt tuotannon laadunvarmistus tai ilmoitetun laitoksen tekemä tuotekohtainen tarkastus.

**Laiteluokka 2 ja M2:** Sähkölaitteille ja polttomoottoreille vaaditaan EY-tyyppitarkastus ja joko ATEX-hyväksytyt tuotteiden laadunvarmistus tai ATEX-hyväksytyt tyyppimukaisuuden varmistus. Muiden laiteluokan 2 ja M2 laitteiden osalta on noudatettava valmistuksen sisäistä tarkastusta ja toimitettava laitetta koskevat tekniset asiakirjat ilmoitetulle laitokselle.

**Laiteluokka 3:** Valmistuksen sisäinen tarkastus, jossa valmistaja tai muu markkinoille saattaja huolehtii itse vaatimustenmukaisuuden osoittamisesta. Kaikissa laiteluokissa voidaan vaihtoehtoisesti soveltaa tuotekohtaista tarkastusta, jossa ilmoitettu laitos tarkastaa ja hyväksyy jokaisen valmistetun yksittäisen laitteen erikseen.

Laitevalinnoista vastaa työnantaja, toiminnanharjoittaja, laitteistojen suunnittelijat ja rakentajat tilaluokitusten ja räjähdysvaaraa aiheuttavien aineiden perusteella. Laitteet ja suojaukset on siis valittava tiloihin ATEX-laitesäädöksissä määriteltyjen luokkien mukaisesti. Luokitelluissa tiloissa on pakko käyttää laitteita, jos ne voivat altistua kaasulle, höyrylle, nesteelle, sumulle tai pölylle. Valinnoissa otetaan aina huomioon tietyn vaaran esiintymisen todennäköisyys. EX-laitteissa olevista merkinnöistä käy ilmi, mihin laiteluokkaan laite sijoittuu. Näissäkin valinnoissa täytyy



huomioida varmuuskertoimet, että laitteen luokitus ei jää alimitoitetuksi, jolloin sen käyttö voi aiheuttaa vaaratilanteen. Ehdoton määrittely on, että missä tahansa laiteluokituksessa oleva laite ei saa aiheuttaa käytön aikana kipinöintiä, staattisia purkauksia, ionisoivaa säteilyä, ultraääni purkausta, adiabaattista puristusta, paineiskuja ja sähkömagneettisia aaltoja. Seuraavassa taulukossa käsitellään tilaluokissa vaadittavia laiteluokituksia.

Taulukko 3. Tilaluokissa käytettävät laiteluokitukset.

Oikea laite oikeaan tilaan.
Kussakin tilassa käytetään vain sinne sopivia laitteita ja suojausjärjestelmiä:
Tilaluokassa 0 tai 20 käytetään laiteluokan 1 laitteita.
Tilaluokassa 1 tai 21 käytetään laiteluokan 1 tai 2 laitteita.
Tilaluokassa 2 tai 22 käytetään laiteluokan 1, 2 tai 3 laitteita.

### 3.2.3 Työnantajan/ toiminnanharjoittajan velvollisuudet

Työnantajilla ja toiminnanharjoittajilla on paljon velvollisuuksia, joilla ehkäistään räjähdysvaaraa ja suojellaan työntekijöitä. Niihin kuuluvat räjähdysvaaran estäminen, räjähdysvaaran olemassa olon selvitys, altistuminen haitallisille aineille, laitevalinnat, työntekijöiden perehdyttäminen ja räjähdysvaarasuojasasiakirjan laatiminen. Työ- ja tuotantoprosesseja on syytä arvioida kokonaisvaltaisesti, ja tärkeimpiä osa-alueita ovat:

- käytössä olevat työvälineet, koneet ja laitteet
- rakenteet ja rakennukset
- käytettävät aineet
- työskentely- ja prosessiolosuhteet sekä

- näiden mahdolliset keskinäiset ja työympäristöstä johtuvat yhteisvaikutukset.

Arvioinnit on tehtävä aina jokaisen toimintaprosessin ja käyttövaihtoehdon osalta erikseen, eikä yhtä arviota pidetä pelkästään yleispätevänä. Käytössä olevien tai uusien laitteiden arvioinnissa on otettava huomioon mm. seuraavia toimintakuntovaihtoehtoja:

- tavanomaiset toimintaolosuhteet, mukaan lukien kunnossapitotyöt
- käyttöönotto ja käytöstä poistaminen
- toimintahäiriöt ja ennakoitavissa olevat vikatilat sekä
- kohtuudella ennakoitavissa oleva virheellinen käyttö.

Vaaroja arvioitaessa on selvitettävä, onko prosesseissa mukana miten paljon palavia tai syttyviä aineita, eli käytetäänkö raaka- tai lisäaineena vähintään yhtä palavaa ainetta tai syntyykö sellaista jäännös-, väli- tai lopputuotteena tai toiminnallisen häiriön seurauksena. Maalaamon tapauksessa kyseinen aine on yhtenä tekijänä maalin ohentimena käytettävä liuotin, joka prosessissa muuttuu sumuksi ja kaasuksi ja voi näin ollen altistaa tilat räjähdysvaaralle suurempina pitoisuuksina. Tuotantotiloissa arvioidaan sen käytön perusteella, kuinka pitkiä aikoja haitallinen räjähdysvaaran aiheuttava ilmaseos voi esiintyä. Huomioitavaa on myös tilat, jotka kulkuyhteyksien tai aukkojen kautta voivat olla yhteyksissä räjähdysvaaran sisältäviin tiloihin. Tärkeää on, että tämän kaltaiset kulkeutumisreitit voidaan maalaa-  
morakenteiden muuttamisella estää.

### 3.2.4 Räjähdysten ja muiden vaarojen estäminen ja suojautuminen

Vaarallisten ilmaseosten syntyminen voidaan estää monilla erilaisilla toimintatavoilla tai laitteilla. Yksinkertaisin tapa olisi vähentää helposti syttyvien ja palavien aineiden käyttöä. Kaasut, pölyt ja sumu ovat räjähdyskelpoisia vain, jos niiden pitoisuudet nousevat tiettyjen raja-arvojen välille, jolloin ne muodostavat suurimman räjähdysvaaran. Toimintaympäristö on mahdollista saada pysymään räjähdysar-

vojen ulkopuolella. Vaarallisen ilmaseoksen syntyminen voidaan välttää reagoimattomilla inerttiaineilla ja tehokkaalla ilmanvaihto- ja korvausilmajärjestelmällä. Inerttiaineiden käyttöä kutsutaan inertoinniksi.

Jotta vaarallisia ilmaseossyntyymiä ja niiden syttymisiä ei tapahtuisi, on laitteistot valittava ja suunniteltava siten, että valituissa toimintaympäristöissä ei syntyisi mainittavia vuotoja. Samalla on huolehdittava jatkuvasta laitteiston huollosta, jota toteuttavat oma henkilöstö tai ulkopuolinen huoltoon erikoistunut toimija. Tarvittaessa vaarallisten kaasu- ja ilmaseosten tarkkailuun ja henkilöstön suojeluun voidaan hankkia kaasunilmaisin. Maalaamoteollisuudessa pölykertymät voivat osaltaan aiheuttaa leimahdus- ja räjähdysvaaran, ja näiden estämiseksi onkin tärkeätä säilyttää maalaamotilojen puhtaus tasaisilla puhdistustoimenpiteillä.

Teollisessa maalauksessa ei aina voida estää räjähdyskelpoisen ilmaseoksen syntymistä, jolloin ensisijainen toimenpide on estää seoksen syttyminen. Syttymislähteiden eristäminen ja avotulen ja liekin käyttö tiloissa tulisi estää. Vaarojen estämisessä on otettava huomioon vaarojen esiintymisen todennäköisyys, tilaluokitus ja laitevalinnat. Kun maalaamoissa esiintyy herkästi reagoivia ilmaseoksia, niin toimet joilla voidaan vaikuttaa turvallisuuteen, liittyvät maalaamon rakenteisiin, joita taas ovat:

- räjähdystenkestävä rakennustapa
- räjähdyspaineen alentaminen
- räjähdysten vaimentaminen
- liekkien ja räjähdysten leviämisen estäminen.

### 3.2.5 Tilaluokitukset

EX-tila on tila, jossa voi mahdollisesti esiintyä vaaraa aiheuttaa räjähdyskelpoista ilmaseosta hetkellisesti tai jatkuvasti. EX-tilat täytyy teollisen maalaamon suunnitteluvaiheessa luokitella tarvittavaan tilaluokkaan. Tilaluokkaa valittaessa täytyy suunnitteluvaiheessa arvioida tuotantotilojen käyttö käytettävillä laitteistoilla ja

käytön määrän mukaan. Tilaluokat jaotellaan todennäköisyyden mukaan eri vyöhykkeisiin. Tilaluokituksesta löytyy ohjeita standardeissa SFS-EN 60079–10 ja 50281-3 sekä SFS-käsikirjassa 59. Taulukossa alapuolella käsitellään tilaluokissa määriteltyjä vaaran aiheuttajia.

Taulukko 4. Tilaluokissa olevia vaaran aiheuttajia.

Tilaluokka 0	Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa olevan palavan aineen muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai usein.
Tilaluokka 20	Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai usein.
Tilaluokka 1	Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa oleva palavan aineen muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti.
Tilaluokka 21	Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti.
Tilaluokka 2	Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa olevan palavan aineen muodostaman räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintyminen normaalitoiminnassa on epätodennäköistä ja se kestää esiintyessään vain lyhyen ajan.
Tilaluokka 22	Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostaman räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintyminen normaalitoiminnassa on epätodennäköistä ja se kestää esiintyessään vain lyhyen ajan.

### 3.2.6 Standardien mukaiset sähköasennukset

Turvallisuusvaatimukset sähkölaitteistoille on esitetty erillisessä KTM:n (kauppa- ja teollisuusministeriö) päätöksessä sähkölaitteistojen turvallisuudesta ja asennuksista (1193/1999). Tuotantotilan turvallisuusvaatimukset täyttyvät, kun sähköasennukset on tehty viranomaisten vahvistaman luettelon standardeja noudattaen. Luettelo sähköasennuksien standardeista löytyy Tukesin S10-ohjeesta, joka vastaa päätöstä 1193/1999. Nämä sähköasennuksia, sähkölaitteita ja räjähdysvaarallisia tiloja koskevat standardit ovat:

- Standardisarja SFS 6000 (2012) Pienjännitesähköasennukset, jonka yksittäiset standardit on lueteltu liitteessä 1.
- SFS 6001 (2001) + A1 (2005) + A2 (2009) Suurjännitesähköasennukset
- SFS-EN 60079–14 (2009) Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 14: Sähköasennusten suunnittelu, laitevalinta ja asentaminen [korvaa standardin SFS-EN 60079–14 (2003)]
- SFS-käsikirja 604-2 (2009) Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 2: Sähköasennukset, tarkastukset ja huolto.

Maalaamotilojen sähköasennuksia saa tehdä ja sähkölaitteita korjata ja huoltaa, jos tekijällä on oikeus kyseessä olevien töiden tekemiseen. Sähkötöiden tekemiseen pätevyysvaatimukset on esitetty KTM:n päätöksessä (516/1996) sähköalan töistä. Sähkölaitteiston rakentajan täytyy tehdä laitteistoille käyttöönottotarkastus ennen laitteiston varsinaista käyttöönottoa ja laatia tarkastuksesta laitteiston haltijalle käyttöönottotarkastuspöytäkirja.

Pienehköjä asennuksia lukuun ottamatta uusille laitteistoille tulee myös tehdä varmennustarkastus sähköurakoitsijan toimesta. Sähkölaitteiston haltijan on huolehdittava käytössä olevan laitteistonsa turvallisuudesta räjähdysvaarallisessa tilassa mm. poistamalla havaitut puutteet ja viat välittömästi. Turvallisuutta laitteille parannetaan määräaikaistarkastuksilla. Tarkastukset tekee valtuutettu henkilö tai erillinen laitos. Huollosta, tarkastuksista ja kunnossapidosta on säädetty erikseen KTM:n päätöksessä (517/1996).

### 3.2.7 Räjähdyssuojatoimenpiteet ja asiakirja

Tuotantotiloissa kuten maalamoilla, joissa on mahdollinen räjähdysvaara, tulee työntekijöiden turvallisuuden ja terveyden suojelemiseksi ryhtyä räjähdysuojausta koskeviin toimenpiteisiin. Työnantaja laatii työntekijöille kirjalliset ohjeet ja opastaa räjähdysuoja-asioissa. Alla luetellut räjähdysuojatoimenpiteet ovat suoria lainauksia ATEX-kirjasta kohdasta *räjähdyssuojaustoimenpiteet*.

- Vapautuneet palavat aineet on johdettava pois tai ne on tehtävä vaarattomiksi.
- Staattisen sähköön purkauksiin on kiinnitettävä huomiota, sillä ne saattavat aiheuttaa syttymisvaaran.
- Työntekijöitä on varoitettava ennen räjähdysvaarallisten olosuhteiden syntymistä optisin merkein tai äänimerkein ja työntekijöiden poistuminen alueelta on varmistettava.
- Vaarallisista tiloista on oltava hätäpoistumisteitä ja ne on pidettävä kunnossa.
- Ennen kuin räjähdysvaarallisia tiloja otetaan käyttöön, on pätevän henkilön tarkastettava niiden räjähdysturvallisuus. Lisäksi sähkölaitteistoille on tehtävä sähköturvallisuuksäädösten edellyttämät tarkastukset.
- Tarvittaessa laitoksella tulee varautua sähkökatkojen aiheuttamiin vaaroihin. Automaatiojärjestelmien virhetoimintojen varalta ne on voitava ohittaa käsikäyttöisesti, mikäli tämä ei vaaranna turvallisuutta. Häätöpysäytysjärjestelmää käytettäessä on kerääntynyt energia purettava mahdollisimman nopeasti ja turvallisesti.

Toiminnan harjoittajan on laadittava räjähdysuojausasiakirja. Siinä esitetään vaaran arvioinnin tulokset ja tekniset suojaustoimenpiteet kyseiselle tuotantotilalle. Asiakirja täytyy laatia ennen kuin tuotantotila otetaan varsinaiseen tuotantokäyttöön. Räjähdyssuoja-asiakirjan tehtävä on antaa yleiskuva vaaran arvioinnin tuloksista ja laitosta koskevista teknisistä suojaustoimenpiteistä. Asiakirja täytyy aina tarkistaa ja päivittää uudelleen, kun tuotantotiloihin tehdään jonkinlaisia muutoksia, jos ne liittyvät tiloihin, laitteisiin, työvälaineisiin ja toimitilan laajennuksiin. Ennalta olevia vaaran arviointeja voidaan aina liittää räjähdysuoja-asiakirjaan. Jos

yrietyksessä on useita laitoksia, on räjähdys-suoja-asiakirja syytä jakaa yleiseen osioon ja jokaiselle laitokselle juuri sitä toimenkuvaa koskevaan osioon. Räjähdyssuoja-asiakirjassa esitetään seuraavia asioita (suoria lainauksia ATEX-kirjasta):

- Räjähdyssuorallisten tilojen toiminnasta vastuussa olevien henkilöiden nimet sekä tiloissa työskentelevien työntekijöiden määrä.
- Pohjapiirustus, josta käyvät ilmi poistumistiet.
- Toimintojen kuvaus (räjähdysvaaran kannalta tärkeät tiedot).
- Tiedot tilojen siivouksesta ja ilmanvaihdosta.
- Kuvaus räjähdyskelpoisen ilmaseoksen aiheuttavista aineista ja olosuhteista, joissa räjähdyskelpoisia ilmaseoksia muodostuu.
- Luettelo laitteista ja työvälineistä, jotka voivat toimia sytytyslähteinä.
- Riskin arviointien tulokset sekä menettelytapa, jota räjähdysvaarojen tunnistamisessa on käytetty. Selvitys siitä, missä vaarallisia räjähdyskelpoisia ilmaseoksia voi esiintyä ja mitä laitteita näissä tiloissa on. Riskien arvioinnissa on huomioitava mm. alas- ja ylösajot, tilojen ja laitteiden puhdistaminen ja muutostilanteet.
- Räjähdyssuorallisten tilojen luokittelu (luokituskuvina tai tekstinä).
- Selvitys toteutetuista räjähdys-suojaustoimenpiteistä. Suojaustoimenpiteet jaetaan teknisiin ja organisatorisiin toimenpiteisiin. Tekniset toimenpiteet voidaan jakaa ennalta ehkäiseviin (räjähdyskelpoisten ilmaseosten välttäminen ja syttymislähteiden välttäminen), rakenteellisiin ja prosessiohjaukseen liittyviin toimenpiteisiin. Organisatorisista toimenpiteistä esitetään mm. työhjeet, työntekijöiden pätevyys, työntekijöiden koulutus, työvälineiden käyttö, suojavaatetuksen käytön valvonta, työlupajärjestelmä, kunnossapito ja laitteiden tarkastusmenettelyt sekä räjähdysvaorallisten tilojen merkintä.
- Luettelo useissa eri paikoissa käytettävistä työvälineistä, jotka on hyväksytty käytettäväksi räjähdysvaorallisissa tiloissa.

- Selvitys siitä, kuka vastaa turvallisuustoimenpiteiden toteuttamisesta ja kuka räjähdys-suojausasiakirjan päivittämisestä.

### 3.2.8 Valvonta, lakien voimaantulo ja maalaamoa koskevat standardit

Työsuojeluviranomaiset valvovat asetusten noudattamista osana työturvallisuuslainsäädännön valvontaa. Laitoksessa, jossa käsitellään palavia nesteitä ja kaasuja, valvonta hoidetaan räjähdysvaarallisista aineista annetun lain perusteella. Tukes valvoo näitä laitoksia, joissa vaarallisten kemikaalien käsittely on laajamittaista. Määräaikaistarkastuksilla huomioidaan uusien lainsäädäntöjen aiheuttamat vaatimukset.

Olemassa olevien vanhojen EX-tilojen on tullut olla asetusten mukaiset viimeistään 1.7.2006, jolloin myös räjähdys-suojasiakirja on täytynyt olla ja uusien tilojen on täytynyt olla 1.9.2003. EX-tiloissa (kuva 2) käytettäville työvälineille ja laitteille, jotka eivät ole uusien laitesäädösten mukaisia, tulee tehdä riskien arviointi, jossa todetaan, että laitteiden käyttö on edelleen turvallista. Jos vanhemmat laitteet on todettu sellaisiksi, että ne eivät aiheuta vaaraa, niin laitteita voi käyttää ja asentaa uuteen toimintaympäristöön.

Standardeja, joiden pohjalta maalaamon suunnittelua lähdetään toteuttamaan:

SFS-EN 60079–10 Räjähdyksivaarallisten tilojen sähkölaitteet. Osa 10: Räjähdyksivaarallisten tilojen luokittelu.

SFS-käsikirja 59 Räjähdyksivaarallisten tilojen luokittelu. Palavat nesteet ja kaasut.

SFS-EN 1127-1 Räjähdyksivaaralliset tilat. Räjähdyksen esto ja suojaus. Osa 1: Peruskäsitteet ja menetelmät.

SFS-EN 13463 Räjähdyksivaarallisten tilojen muut kuin sähkölaitteet. Osa 1: Perusmenetelmät ja vaatimukset.

SFS-EN 50014 Räjähdyksivaarallisten tilojen sähkölaitteet. Yleiset vaatimukset.



SFS-EN 50281-1-2 Pölyräjähdysvaarallisten tilojen sähkölaitteet. Osa 1 – 2: Koteloinnilla suojatut sähkölaitteet. Valinta, asennus ja huolto.

SFS-EN 60079–14 Räjähdysvaarallisten tilojen sähkölaitteet. Osa 14: Räjähdysvaarallisten tilojen sähköasennukset (Ei koske kaivoksia). [1 s. 4–15].



Varoitusmerkki on kolmion muotoinen ja siinä on mustat kirjaimet, keltainen tausta ja musta reunus. Keltaisen osuuden on peitettävä ainakin 50 prosenttia merkin alasta.

Kuva 2. Varoitusmerkki, joka ilmoittaa kyseessä olevan EX-tilan. [1]

### 3.3 Metallipintojen teollinen maalaus

Metallipintojen teollisella maalauksella tarkoitetaan metallisten tuotteiden pintakäsittelyä, jolla halutaan saada metalliselle tuotteelle hyvä erilaisia haittoja estävä suojakerros. Erityyppisille metalleille voidaan valita useita eri maalaustyyppkejä ja laatuja, riippuen maalattavan tuotteen lopullisesta käytöstä. Teollisella maalauksella on siis päätehtävänä suojata pintoja ympäristön aiheuttamilta rasituksilta ja antaa pinnalle esimerkiksi asiakasta miellyttävä ulkonäkö (väri tai kesto). Maalausjärjestelmä muotoutuu maalattavan pinnan esikäsitteystä eli puhdistuksesta aina puhdistetun pinnan lopulliseen maalaukseen. Pinnan maalausjärjestelmään saattaa kuulua useita erilaatuisia maaleja, joita levitetään kohteen pinnalle useita kerroksia oikean maalipinnan paksuuden saavuttamiseksi. Maalaus voi olla joko nestemäistä märkämaalausta tai jauhemaista pulverimaalausta. Yleensä tärkein maalauksen peruste on hallita metallin korroosiota. Korroosio on sähkökemiallista tai kemiallista, ja niiden ilmeneminen johtuu osareaktioista.

Tärkeimpiä ominaisuuksia, joita metallipintojen teollisella maalauksella haetaan, ovat:

- Maalin tehtävänä suojata tuotteen pintaa erilaisten ympäristöjen syövyttäviltä ominaisuuksilta.
- Jos tuote tarvitsee käyttöä ajatellen ja lopputuloksen kannalta hyvän ulkonäön.
- Tuotteelle ominaista värisävyä, jos halutaan esimerkiksi kiinnittää sillä huomiota tai sen käyttö vaatii tunnusomaisen väriytyksen (esimerkiksi metalliset varoituspuomit).
- Jos maalauksella halutaan saada muita aineita hylkivä pinta (esimerkiksi veden tai kemikaalien kestävyys).
- Halutaan saada mekaanista eli kulutusrasitusta kestävä pinnoite.
- Jos tuotteelle tarvitaan kiiltävä tai matta pinta.

### 3.4 Maalausmenetelmiä teollisessa maalauksessa

Tuotteiden maalipinnoitteen lopputulos riippuu monista eri tekijöistä teollisen maalauksen prosessin aikana. Yleensä maalausmenetelmä on yrityksillä tietynlainen, mutta maalaus voidaan myös valita tapauskohtaisesti oikeanlaisen ja halutun tuloksen varmistamiseksi. Lopputulokseen vaikuttavia tekijöitä ovat:

- käytetty maali
- maalin levitystapa tuotteen/kappaleen pinnalle
- maalausympäristön olosuhteet (lämpötila, ilmankosteus, maalaustilojen puhtaus)
- maalikerrosten paksuus

- pohjatyöt kappaleelle eli onko maalattava aihio puhdas tai onko suoritettu pohjamaalaus
- maalattavan tuotteen/kappaleen koko ja muoto
- teollisen maalaajan maalauskokemus.

### **Maalin sively**

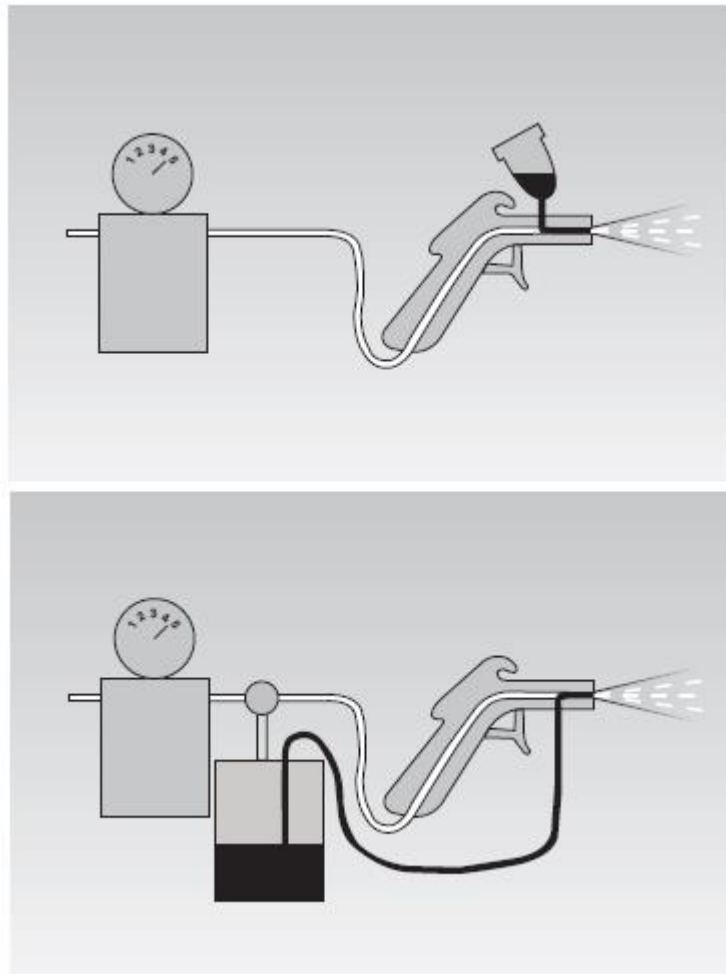
Maalin sivelyä siveltimellä käytetään teollisessa maalauksessa yleisesti huolto- ja korjausmaalauksessa, kun maalausta ei ole mahdollista toteuttaa ruiskutuksella. Sively maali tunkeutuu hyvin esimerkiksi ruosteiseen pintaan. Yleensä sivelyä käytetään myös katvepaikkojen ulko- ja sisäkulmien vahvistusmaalaukseen.

### **Telaus**

Telausta maalaustoimena käytetään teollisessa maalauksessa yleensä vähiten, sillä telalla metallipinnoille levitettävät maalit tahtovat muodostaa epätasaisen pinnan vaahtoamisen takia. Sinkkipitoisten pohjamaalien levityksessä tasaiselle pinnalle telaus kuitenkin soveltuu hyvin.

### **Sivuilmaruiskutus**

Sivuilmaruiskutus teollisessa maalauksessa jaetaan kahteen ryhmään, joko imu- tai painesyöttöiseen ruiskutukseen. Maaliastia on asennettu ruiskupistoolin ylä- tai alapuolelle. Ruiskupistoolin suuttimet on muotoiltu imusyöttöisessä siten, että suuttimen eteen muodostuu alipaine, joka imee maalia astiasta. Maalin määrä on verrannollinen ruiskun läpi syötetyn ilman määrään, johon vaikuttaa ainesuuttimen koko ja maalin viskositeetti. Painesyöttöisessä maali pakotetaan ruiskuun paineastialla tai pumpulla. Tässä laitteessa maalia ja hajotusilmaa voidaan säätää toisistaan riippumatta. Teollisessa maalauksessa juuri painesyöttöistä ruiskua käytetään eniten. Alhaalla kuvissa esitellään kahta erilaista ruiskumaalaustyyppiä.



Kuva 3. Ylempi ruisku on yläpuolisella kannulla varustettu imusyöttöinen sivuilmaruisku ja alempi ruisku on painesyöttöinen sivuilmaruisku. [9]

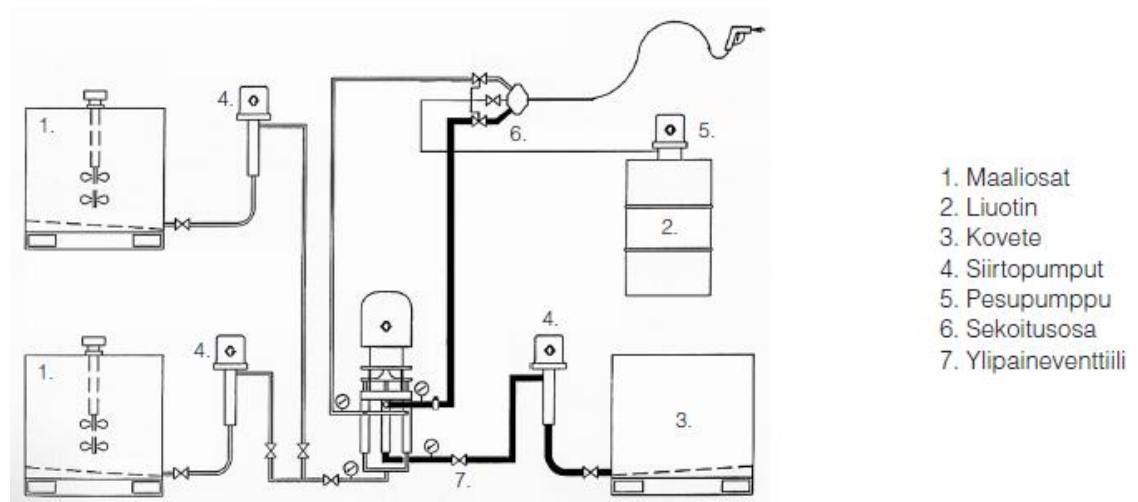
### Suurpainemaalaukset

Suurpaineruiskutuksessa maali syötetään paineen kestävästä letkusta pitkän suuren paineen avulla maalauspuoliin. Maali pakotetaan kovametallisen suuttimen läpi, ja tällöin ilmanvastuksen ja syntyvän paine-eron vaikutuksesta maali hajoaa sumuksi. Paine luodaan järjestelmään erillisellä pumppuyksiköllä. Paineilmaa ei käytetä tässä maalauksessa lainkaan maalin sumuksi hajottamiseen, joten tätä kutsutaan ilmattomaksi maalauksen menetelmäksi.

Suurpaineruiskusta on kehittynyt myös nopeasti yleistynyt kaksikomponenttinen suurpaineruiskumaalaus. Näissä laitteissa vältytään ainehukalta, koska maali,

liuotin ja kovete ovat jokainen eri astioissa suljettuina. Yleensä tätä maalausta käytettäessä maalit ovat ulkoilmassa niin sitkeitä, jotta niiden käyttö on mahdollista vain suljetusta astiasta.

Ilma-avusteisessa suurpaineruiskutuksessa hyödynnetään sekä suurpainetta että perinteistä ilmaruiskutusmenetelmää. Tavallista ilmanpainetta käytetään hajotusilmana maaliviuhkan eli maaliumun säätämiseen. Kuvassa 4 esitellään suurpaineruiskun laitteistoa.



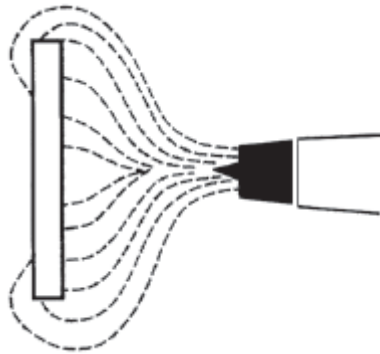
Kuva 4. Kaksikomponentti-suurpaineruiskun perusrakenne. [9]

### Sähköstaattinen ruiskumaalaus

Sähköstaattisessa ruiskumaalauksessa ruiskutettava materiaali varataan sähköisesti pistoolin kärjessä. (Kuva 5). Maalattava kappale täytyy maadoittaa erillisellä maadoituskaapelilla. Näin saadaan aikaan eripariset navat. Sähköstaattisessa maalauksessa etuna on pienempi ohiruiskutuksen määrä sekä kappaleen ympärimaalaus. Staattisuutta voidaan hyödyntää sivuilmaruiskutuksessa ja suurpaine-maalauksessa. Sähköstaattista maalausta ei yleensä suoriteta liuottimilla, joissa on erittäin suuri syttymisvaara. Sähköstaattisen maalauksen vaatimuksia ovat:

- riittävän suuri jännite-ero
- keveät maalipisarot
- maalipisaran hidas nopeus

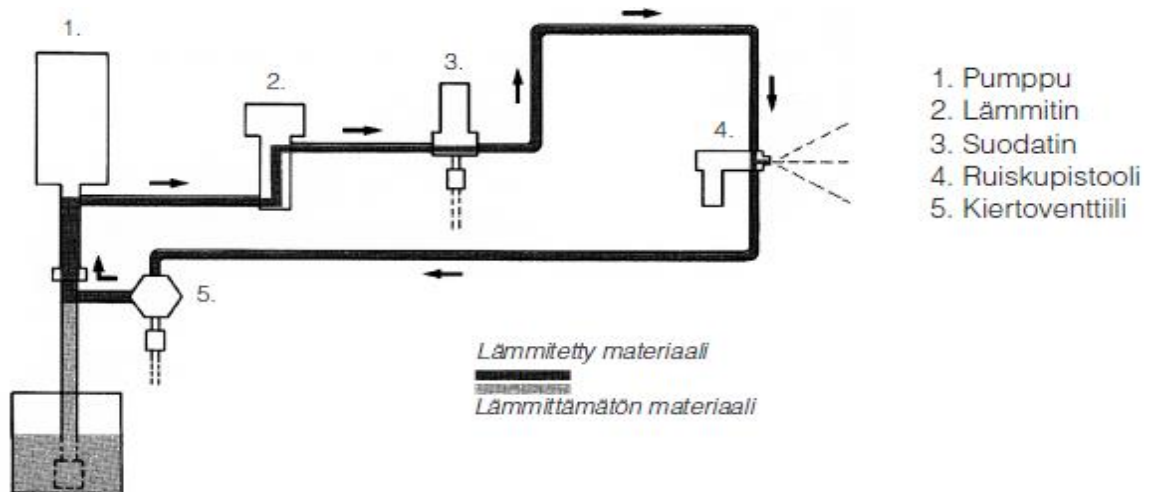
- sopiva ilman kosteus
- maalattavan kappaleen sähkön johtavuus
- maalin sisäinen vastus
- sopivan muotoinen kappale.



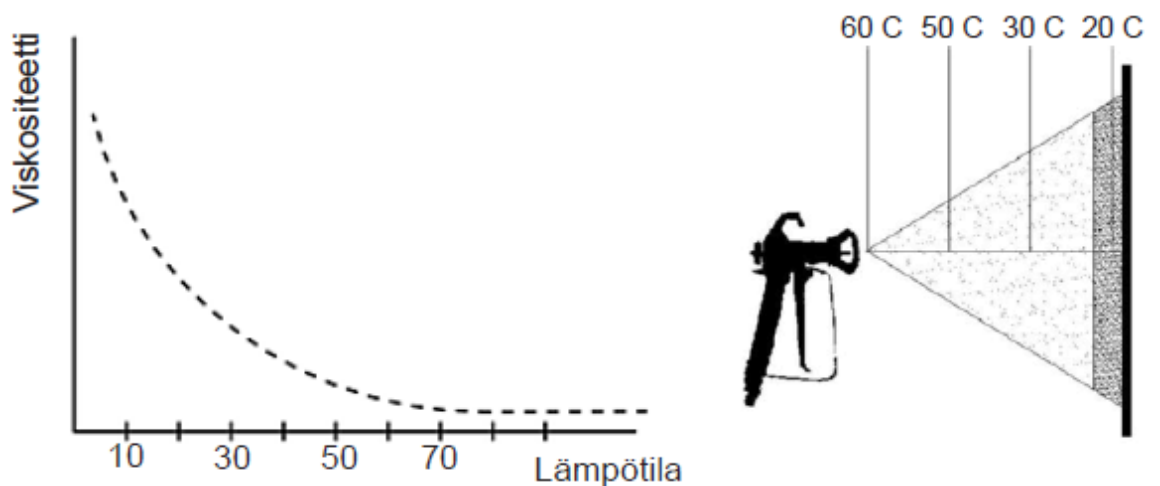
Kuva 5. Sähköstaattinen maaliruiskutus. [9]

### **Kuumasuurpaineruiskutus**

Kuumasuurpaineruiskutuksen toimintaperiaate on sama kuin tavallisessa suurpaineruiskutuksessa, mutta ruiskutettava materiaali lämmitetään erillisellä lämmitysyksiköllä ennen ruiskutuspuistolille johtamista. (Kuva 6). Lämmityksen tarkoitus on tässä tilanteessa alentaa maalin viskositeettia, joka vähentää ruiskutus- ja ohennuspaineen tarvetta ja näin ollen saadaan parannettua hyötysuhdetta. Yleisimmät ruiskutusmateriaalin lämpötilat ovat välillä 30–90 °C. (Kuva 7). Seuraavassa kuvassa esitellään kuumaruiskutuksen periaatetta.



Kuva 6. Kuumaruiskutuksen periaatekuva. [9]



Kuva 7. Maalin viskositeetin aleneminen lämmön vaikutuksesta ja maalin jäähtyminen ruiskupistoolista lähdön jälkeen kohdepinnalle. [9]

### Kastomaalaus

Kastomaalauksessa maalattavat kappaleet upotetaan maalialtaaseen ja nostetaan heti sen jälkeen kuivumaan. Näissä teollisen maalauksen tuotteissa valumat ovat yleisiä eikä niitä voida välttää. Kastomaalauksen maalit ovat yleensä aina vesiohenteisia. Kastomaalauksella saadaan kappaleelle paksu maalikerros kulumista vastaan.

## Jauhe- eli pulverimaalaus

Jauhemaalaus vaatii laitteiden osalta märkämaalin maalauslaitteista poikkeavat jauheen siirto- ja levityslaitteet. Jauhemaalien kovettumiseen tarvitaan aina kappaleen uunitus 150–200 °C:n lämmössä. Jauhemaalauksessa käytetään myös sähköistä varaamista. Ohiruiskutettua jauhetta voidaan käyttää uudelleen. Investointikustannuksilta jauhemaalaus on kalleinta. Jauheen liikuttamiseen maalauspistoolille käytetään erillistä jauhepumpua.

### 3.5 Maalaamojen laitteistoa

Teollisten maalaamoiden laitteistorakenteisiin vaikuttavat maalaamon käyttö eli minkälaista maalaustoimintaa tuotetaan, millaisia tuotteita maalataan, mitä vaatimuksia maalattavat kappaleet sisältävät, minkälaisia maaleja maalaamossa käytetään ja minkälaisia maalaustekniikoita käytetään. Maalaamotilat sisältävät paljon muutakin kuin pelkät maalaustilat, sillä maalaamot koostuvat moninaisista tilayksiköistä, jotka on yhdistetty toimivaksi yhteiseksi kokonaisuudeksi eli maalaamotuotantotilaksi. Yleinen teollisuusmaalaamo koostuu:

- esikäsitelytilasta, jossa maalaukseen tulevat tuotteet esikäsitellään eli puhdistetaan maalausta varten
- esimaalaustilasta, jossa tuotteet pohjamaalataan ennen varsinaista maalausta
- pääsääntöisestä maalaustilasta, minne tuotteet viedään pohjamaalauksen jälkeen, jossa tuotteet maalataan niiden käyttötarkoituksen ja vaatimusten mukaan
- kuivauskammioista tai kuivausuunista, jossa tuotteet kuivavat maalauksen jälkeen tarvittavan ajan



- viimeistelyalueesta, jonne tuotteet viedään uunituksen tai kuivamisen jälkeen, jossa niiden laatu tarkastetaan, tehdään maalikalvon paksuuden mitaukset tai tarvittavat jälkipuhdistukset ja pinnan viimeistelyt, mm. kiillotukset
- sekoitustilasta, missä maalit, kovetteet ja lakat sekoitetaan tarpeen mukaan ja suoritetaan maalin annostelut maalauslaitteisiin maalaustavan mukaan
- varastotilasta missä säilytään maalaustarvikkeita, suojausvälineitä ja tarvittavia apuvälineitä, joita ei säilytetä maalaamotiloissa
- laitehuoneesta, jossa sijaitsevat maalaamon lämmittämiseen, ilmanvaihtoon, paineilmaan ja valaistukseen tarvittavat laitteet.

Teollisuusmaalaamoille on yleistä, että sähkökäyttöiset laitteet on useasti korvattu paineilmatoimisilla laitteilla niiden paremman paloturvallisuuden vuoksi. Jos verrataan käyttöikää sähkökäyttöisten ja paineilmakäyttöisten laitteiden välillä, niin paineilmakäyttöiset ovat huomattavasti pitkäikäisempiä. Monet maalaamon laitteistoista eivät voisi edes toimia kunnolla ilman paineilmaa, kuten maalausruiskut. Sähkökäyttöisiäkin maalauslaitteita käytetään, mutta niillä tuotettava laatu ei ole kovinkaan hyvä. Tavallisia teollisuusmaalaamon paineilmalaitteita ovat:

- hiomakoneet
- paineilmapuhalluspillit
- erilaiset suihkupuhdistuslaitteet
- jauhemaalaus-, hajotusilma- ja suurpaineruiskut
- jauhemaalauskaapit
- ruuvikompressorit
- joissain maalaamoissa paineilmatoiminen puhalluslaitteisto ilmanvaihdolle.

Maalaamodirektiivit ja standardit määrittelevät maalaamoon sijoitettavat laitteet, eli niiden täytyy olla lainmukaisia ja toimivuudeltaan juuri räjähdysvaarallisiin tiloihin sopivia. Yleisesti teollisuusmaalaamo sisältää seuraavia laitteita:

- lämmitysjärjestelmäyksikkö, tilojen lämmittämiseksi
- puhallusyksikkö ilmanvaihdolle, täytyy sisältää myös puhdistusyksikön, jotta ilmasta olevat epäpuhtaudet, pölyt ja kaasut saadaan eroteltua
- maalauslinjasto, joka voi olla kuljetin katossa tai lattiassa
- maalausuuni, erillinen lämmitettävä kaappi tai huone, jossa lämpötila on huomattavasti korkeampi kuin muualla maalaamossa ja siellä maalatut tuotteet ”uunitetaan”, jos niiden maalilaatu on sellaista, joka tarvitsee kuivukseen todella korkean alkulämpötilan
- ratakiskovaunu, suuremmille kappaleille, joiden liikuttelu vaatii raskaamman apulaitteen tai kelkan.
- mittalaitteita maalin, kovetteen, kiihdyttimen, ohentimen ja lakan annosteluun
- mittalaitteita maalipinnan laadun ja paksuuden tarkkailuun
- suuremmat teollisuusmaalaamot sisältävät myös maalausrobotteja, jotka maalaavat kappaleita tuotantolinjalla
- maalaushenkilöstölle maalaustiloissa on monesti kiinteät paineilmahengityslaitteet, jotta työntekijät eivät altistuisi haitallisille aineille.

Maalaamolaitteistoihin kuuluvat myös erilaiset apulaitteet, jotta maalaus sujuisi helpommin ja maalattujen kappaleiden liikuttelu olisi esimerkiksi helpompaa. Tämän kaltaisia apulaitteita ovat erilaiset nostolaitteet, jos esimerkiksi raskaampien kappaleiden liikuttelu maalaustiloissa on hankalaa ilman apulaitteistoa. Teollisessa maalauksessa yleisiä apulaitteita ovat myös erilaiset maalin sekoittimet, jotka suuremmissa tuotantolaitoksissa pitävät sekoittamalla maalin jatkuvasti juoksevana.

### 3.6 Maalaustilat yleisesti

Teollisuusmaalaamon tiloja koskevat tietyntylaiset vaatimukset, joiden on täyttyävä ennen kuin tuotantoa voidaan alkaa tuotantotiloissa harjoittaa. Yksityisiä henkilöitä vaatimukset eivät koske, jos henkilö ei harjoita maalausta ansiotuloinaan.

Seuraavat vaatimukset tulee täyttyä, että maalaustila on oikeanlainen:

- Riittävä ilmanvaihto koko tuotantotiloihin.
- Riittävä lämpötila ilmanvaihdosta riippumatta.
- Ilmanvaihdon täytyy olla niin kliinisesti puhdas, jotta ilmanvaihto ei aiheuta maalattavien tuotteiden roskaantumista.
- Maalisumu ei saa kulkeutua maalaamon ulkopuolelle ilmanvaihdon matkassa.
- Teollisen maalaamon valaistus täytyy olla riittävä, jotta maalauksen tarkkailu voidaan suorittaa yrityksen laatuluokituksen mukaisesti ja maalausjäljestä tulisi hyvä.
- Maalaamo täytyy olla eristetty palovaaraa aiheuttavista tiloista ja laitteista.
- Maalaamon olisi syytä olla hieman alipaineinen jokaiselta tilaltaan.
- Maalattavien kappaleiden koko ja määrä määrittelevät tuotantoon käytettävät tilat, eli tilojen täytyy olla tuotantoon sen mukaiset, että työskentely on turvallista ja joustavaa.
- Pienemmille kappaleille olisi syytä hankkia maalauskaapit, koska ne eivät tarvitse isoa erillistä tilaa.

Teollisuusmaalaustiloissa käytetään pääsääntöisesti kahta erilaista erotuskaappijärjestelmää pienempien kappaleiden maalaamiseen. Kaapit ovat märkäerotuskaappi tai kuivaerotuskaappi. Niissä pienet tuotteet maalataan ja kummassakin kaapistossa ylimääräinen maali kerätään maalauksesta talteen ongelmajätteeksi.

Kuivaerotuskaapissa hyötysuhde on hieman märkäerotusta huonompi, koska kuivaerotuksessa joudutaan vaihtamaan jatkuvasti suodattimia. Märkäerotuskaapissa pölyävä maali poistuu veden mukana pois ja näin ollen laitteistossa on yksi kuluerä vähemmän.

Märkäerotuskaapin ominaisuuksia ovat:

- Erittäin hyvä maaliumun erotuskyky eli ylimääräisen maalin poisto.
- Pölyn pääseminen työtilaan estyy melkein täysin.
- Jos maalia pääsee kuitenkin kertymään työtilaan, niin se saadaan poistettua kesken työvaiheen.
- Ylimääräisen maalin saostus ongelmajätteeksi vaatii erillistä sakkautumisainetta.
- Märkäerotus on huomattavasti kalliimpi ja monimutkaisempi kuin kuivaerotus.

Kuivaerotuskaapin ominaisuuksia ovat:

- Huomattavasti yksinkertaisempi rakenne.
- Edullisempi kuin märkäerotuskaappi.
- Käytettävät suodattimet eivät ole ongelmajätettä.
- Suodattimia joudutaan vaihtamaan hyvinkin usein, mutta tämä riippuu maalaus määrästä.
- Käytetyt suodattimet pölyävät ja näin päästävät maalaustilaan epäpuhtautta, joka vaikuttaa maalauksen laatuun.
- Likaiset suodattimet nostavat maalaustilan painetta, koska korvattava ilma ei pääse poistumaan likaisten suodattimien kautta. Tätä ongelmaa ei ole märkämaalauskaapissa.

- Ylimääräisen maaliumun erotuskyky on märkäerotuskaappia huomponpi.

Pienempään teollisuusmaalaamoon olisikin suotavaa hankkia kustannuksiltaan halvempi kuivaerotuskaappi. Märkäerotuskaapin hankinta olisikin vasta kannattavaa, jos tuotantoa olisi huomattavasti enemmän.

### 3.7 Maalauslinjastot/kuljettimet

Teollisuusmaalaamoissa käytetään paljon erilaisia maalauslinjastoja ja maalaus-kuljettimia, joilla mahdollistetaan suurempienkin tuotantoerien valmistus, jolloin maalattavien kappaleiden hinta ja valmistuskustannukset saada alemmas. Maalauslinjaston tai kuljetinlaitteiston hankinta tulee kalliiksi pienemmälle maalausyri-tykselle. Perinteisiä maalaamoissa käytettäviä kuljettimia ovat kiskokuljetin (kuva 8), ketjukuljetin, maalausvaunu ja maalausnosturi.

Kiskokuljettimen ominaisuuksia ovat:

- Edulliset rakennuskustannukset.
- Yksinkertainen rakenne.
- Helppohuoltoinen.
- Maalattavia kappaleita voidaan liikutella molempiin suuntiin.
- Yleensä kiskokuljetinta käytetään pieniin maalaustarpeisiin ja pieniin tuotantomääriin.

Yksiraiteiset ketjukuljettimet kuljettavat ketjuun ripustettuja erikokoisia ja-painoisia tuotteita, määrättyllä etäisyydellä toisistaan ja kiinnitettynä erityisillä kiinnittimillä. Ketjukuljettimia on mahdollistaa asentaa hyvinkin vaativiin kohteisiin, radan voi so-vittaa erilaisilla vertikaalisilla ja horisontaalisilla ratkaisulla hyvin ahtaisiin tiloihin. Yksiraiteinen ketjukuljetinjärjestelmä koostuu metallisesta kiskosta, joka kulkee kaksitasoisen ketjun sisällä ja on ohjattu lineaarisen tai pyörällisen ajoyksikön

avulla. Ketjun nopeus voidaan säätää joko mekaanisesti tai sähköisesti. Vaaka-suoraan tai pystysuoraan liikkumiseen käytetään mukautettuja käyriä, jotka on valmistettu asiakkaan tarpeiden mukaan tietyissä kulmissa tai leveyksissä. Erilaisten rataosuuksien käyttö yksinkertaistaa ketjun käytön sillä välin, kun ketjun kireys säädetään ruuvilla, jousilla tai paineilmajärjestelmillä. Yksiraiteinen ketjukuljetin voidaan varustaa koukuilla tai hyllyillä, jotka ovat sovitettavissa erilaisiin kappaleiden kuljettamiseen. Muiden lisävarusteiden kuten automaattinen voitelu ja laajenemissauman käyttö on suositeltavaa, koska ne mahdollistavat kiskojen laajentamisen tarvittaessa.

Ketjukuljettimen ominaisuuksia ovat:

- Maalattavia kappaleita liikutellaan erillisen vetomoottorin avulla.
- Ketjukuljetintyyppinä on erilaisia, mm. jatkuvatoiminen, jossa kappaleet kulkevat linjastolla automatiikan ohjauksella, jaksoissa ajettava, jolloin maalattavia kappaleita liikutellaan jaksoittain tiettyjen työvaiheiden välissä, ja käsin ajettava, jolloin kappaleiden liikkeitä ohjataan pelkästään manuaalisesti.
- Power and Free - kuljettimissa kappaleet voidaan pysäyttää eri työvaiheiden välillä tai esimerkiksi tarkastusta varten ilman että muut maalattavat kappaleet pysähtyvät.
- Power and Free - kuljetin on kalliimpi kuin tavallinen ketjukuljetin, mutta tällä saadaan tuotantoon joustavuutta.
- Yleensä ketjukuljetinta käytetään, kun kappaleita maalataan suuren sarjatuotantona.

Maalausvaunun ominaisuuksia ovat:

- Voidaan käyttää erikokoisten kappaleiden maalaamiseen.
- Käytetään yleensä suuremmille ja raskaimmille kappaleille.

- Maalausvaunun käyttö yleensä jättää maalattavan kappaleen alapuolelta maalaamatta.
- Maalausvaununlinjaston rakentaminen ja kustannukset ovat edulliset.
- Yleensä maalausvaununlinjaston kiskot on tehty ratakiskosta.

Maalausnosturin ominaisuuksia ovat:

- Käytetään yksittäisille maalattaville kappaleille.
- Maalausnostureiden käyttö ei ole kovin yleistä.
- Maalausnosturit ovat melko kalliita. [10, s. 19–31], [14].



Kuva 8. Kiskokuljetin ja maalauslinjasto.[18]

## 4 SOLIDWORKS

SolidWorks on 3D-suunnitteluohjelmisto, joka sisältää tilavuus- ja pintamallinnustyökaluja erilaisten mekaanisten laitteiden tai yksittäisten kappaleiden suunnitteluun. Ohjelmistoa valmistaa ranskalainen Dassault Systemes. Ohjelmistoon on saatavissa paljon erilaisia lisäosia, joilla voidaan laskea mm. kappaleiden kestävyksiä ja käyttäytymistä valmiina tuotteina.

Ohjelma toimii siten, että sillä voidaan tehdä kolmenlaisia perustietoja; osia, kokoonpanoja sekä valmistuspiirroksia. Nämä ovat toisiinsa sidoksissa, jolloin muutettaessa osaa kokoonpanossa myös osatiedosto muuttuu sekä sen piirustus muuttuu, tai päinvastoin. Osien tai kokoonpanojen mittoja voidaan myös linkittää niin, että toista osaa muutettaessa muut kappaleet seuraavat muutetun kappaleen mittoja. Mittoja on myös mahdollista linkittää Excel-taulukkolaskentaohjelmaan. On myös mahdollista tehdä samasta osasta monta eri "versiota" eli niin sanottuja konfiguraatioita, joilla pyritään helpottamaan suunnittelijan työtä.

Mallinnus aloitetaan yleensä piirtämällä kaksiulotteinen kuva kappaleesta X,Y- tasolle (tai vaihtoehtoisesti XZ/YZ- tai muulle aputasolle), jonka jälkeen syntyneestä "skitsistä" tehdään pyörähdyskappale tai se pursotetaan kolmanteen suuntaan. On myös mahdollista "sketchata" 3-ulotteinen hahmotelma halutusta kappaleesta, jos tämä vaikuttaa järkevämmältä, esimerkiksi jos kyseessä on jokin taivutettu putkirakenne.

### 4.1 Laitteet

Tässä opinnäytetyössä suunniteltavia laitteita uutta maalaamoja varten ei ollut monta kappaletta, vaan suunnittelua tarvittiin lattiaan tulevan maalausvaunulinjaston mallintamiseen. Mallinnettavia osia oli yhteensä 4 kappaletta, joista tein kokoonpanopiirustuksen. Tärkein oli suunnitella tämä maalausvaunukokonaisuus, koska kyseistä laitteistoa ei löydy valmiiksi markkinoilta ja kyseessä oleva metallialan yritys voi valmistaa maalausvaunulinjaston itse. Osia suunnittelussa olivat ra-

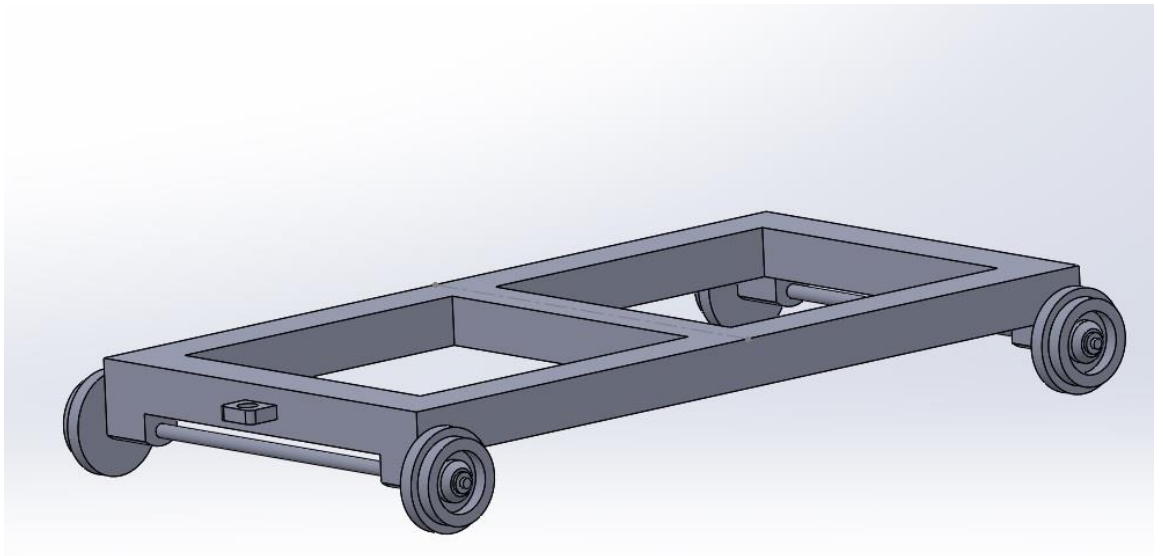


takisko, kiskopyörä, vaunun akseli ja vaunun runkorakenne. Kyseisistä kappaleista on myös mittapiirustukset valmistusta varten. Kappaleet tehdään tavallisesta rakenneteräksestä, jotta rakenne olisi mahdollisimman tukeva suurempia maalattavia kappaleita varten. Kokoonpanon täytyy olla mahdollisimman yksinkertainen ja halpa rakentaa. Vaunun voimanlähteenä toimii vaijeritoiminen sähkömoottori, jolla vaunua voidaan liikuttaa kumpaankin suuntaan maalaushallissa.

Kappaleiden suunnittelun aloitin arvioimalla maalattavien kappaleiden kokoa, ja tämän pohjalta aloin luoda tarvittavia mittoja. Mallinnettavien kappaleiden tulisi kestää yli 2000 kg:n kuorma. Tätä varten ylimitoitin maalausvaunun huomattavasti, jotta se varmasti kestäisi tarvittaessa myös raskaampien maalattavien kappaleiden liikuttelun. Aluksi hahmottelin rataiskkon valmiiden mallien pohjalta. Seuraavaksi luonnostelin rataiskkolle sopivan kokoisen kiskopyörän. Sekä rataiskko että kiskopyörä voidaan tilata valmiina tuotteina saksalaiselta raidetarvikkeita valmistavalta yritykseltä, mutta niihin joudutaan tekemään pieniä muutoksia ennen asennusta. Maalausvaununlinjaston yhteispituudeksi tulisivat hallin päästä päähän noin 25 metriä. Silloin maalattavat kappaleet voidaan helposti nostaa maalausvaunun kyytiin jo pihalla, joten tuotteiden liikuttelu helpottuu. Ennen suuremmat ja raskaat maalattavat kappaleet täytyi tuoda sisälle erikseen pyöräkoneella tai kurottajalla. Myös kappaleiden liikuttelu tapahtui ennen maalaushallissa pyöräkoneella, eli kappaleiden maalaus saattoi keskeytyä kappaleiden liikuttelun ajaksi. Maalausvaunun avulla kappaleita voidaan liikuttaa ilman, että tuotanto kärsisi. Suunniteltua kiskorakennetta vaunulle ei tarvitse suojata maalauksen ajaksi, sillä irtonainen maalipöly ei tartu tiukkaan, vaan sen poistaminen onnistuu harjauksella.

## 4.2 Osamallinnus

Tärkeänä suunnittelukohtana uuden maalaamon suunnittelussa oli suunnitella raskaille maalattaville kappaleille helppo ja yksinkertainen kuljetusmenetelmä maalaamohallissa. Kyseisellä maalaamovaunulla (kuva 9) säästetään aikaa sekä kustannuksia, koska maalattavia kappaleita ei tarvitse enää tuoda sisälle kurottajalla, vaan tuotteet voidaan nostella kyytiin jo ulkopuolella. Myös maalattavien tuotteiden liikuttelu maalausprosessin aikana maalaamossa on helpompaa.



Kuva 9. Kuvassa mallinnettu maalausvaunu raskaille kappaleille, joka kulkee maalaamossa ratakiskoa pitkin.

## 5 NYKYINEN MAALAAMO

Nykyinen vanha maalaamorakennus on otettu käyttöön Ykkösmetalli Oy:n perustamisen aikoihin vuonna 1986. Hallissa yritys on maalannut omia metalli- ja kaisalan tuotteitaan, mutta myös asiakkaiden omia tuotteita tilaustyönä ja maalaustavan mukaan. Maalattavat tuotteet ovat olleet veneitä, työkoneita, metallituotteita, autosia ja erilaisia hyötytarvikkeita.

Nykyinen vanha tuotantotila ei palvele enää maalausprosessia nykyaikaisissa puitteissa. Laadun parantamisen takia tärkeää olisikin, että tilat uudistetaan kaikilta osa-alueiltaan, jolloin maalaustoimet saadaan nykyaikaistettua, nopeutettua ja yksinkertaistettua. Näin autetaan maalarin työpanosta. Tällä hetkellä suurimmat ongelmat maalaamossa ovat pölisevä maali, himmeä valaistus ja maalattavien kappaleiden liikuttelu. Näihin ja muihin pieniin ongelmiin ratkaisu löytyy yksinkertaisesti uudistamalla radikaalisti maalaamon laitteistoa.

Nykyisiin maalaamotiloihin ei ole luotu räjähdyssuojasiasiakirjaa, joka vaaditaan nykyään kaikilta uusilta ja uudelleen suunnitelluilta maalaamo rakennuksilta ja maalaamotiloilta. Uudessa suunnittelussa maalaamolle valitaan tilaluokitus standardien mukaan ja maalaamotiloihin hankitaan räjähdysturvalliset ja nykyaikaisemmat laitteet.

Tiloihin täytyy myös valita sopivat laiteparit, jotka toimiessaan keskenään eivät aiheuta tuotantotiloissa vaaraa. Jos laiteparit eivät sovi yhteen keskenään, altistaa se maalaustilat syttymisvaaralle, kipinöinti- tai pölynkertymisvaaralle sähkölaitteisiin.

Suojavarusteet (kuva 10) nykyisessä maalaamossa ovat tällä hetkellä oikeanlaiset. Suojavarusteet vaaditaan kaikilta maalaamossa työskenteleviltä työntekijöiltä tai siellä maalausprosessin aikana oleskelevilta. Ilman suojavarusteita henkilöstö altistuu maalausprosessin aikana käytetyille kemikaaleille, esimerkiksi ohentimelle, kovetteelle ja kiihdyttimelle, sekä ilmassa olevalle maalauspölylle. Seuraavissa kuvissa on esimerkki suojavarusteista ja kuva maalaamon pihalta.



Kuva 10. Työntekijöiden käyttämä raitisilmamaskijärjestelmä.[11]



Kuva 11. Vanha maalaamorakennus etupuolelta.

## 5.1 Tilat

Maalaushallin tilat muodostuvat suorakaiteen muotoisesta maalaustilasta (kuva 14), pienestä maalinsekoitusnurkkauksesta, kahdesta maalaustarvikehuoneesta ja konehuoneesta.

Polttoöljylämmitin ja ilmanvaihtoon tarkoitettu imuilmayksikköpuhallin sijaitsevat konehuoneessa. Lattia maalaushallissa on vain betonipinnoitteinen, joka aiheuttaa huomattavaa ylimääräistä pölinää, joka taas voi vaikuttaa maalattavien tuotteiden pinnanlaatuun ja lopputulokseen. Pahimmillaan ylimääräinen pöly voi pilata maalausprosessin kokonaan ja maalaus täytyy toteuttaa uudestaan, mistä aiheutuu ylimääräisiä tuotantokuluja.

Lattiapinta maalaamossa käsittää pari lattiakaivoa, joiden tarkoitus on helpottaa lattiapesuja maalaustöiden jälkeen. Betonipinta ei ole suora (kuva 12) eivätkä laskut vietä tarpeeksi kohti lattiakaivoja, jotta huuhtelussa tuleva vesi poistuisi riittävästi.



Kuva 12. Kuvassa nähtävissä nykyinen lattiapinta ja sen epätasaisuudet, jotka aiheuttavat lattian pölisemistä ja estävät puhdistukseen käytettävien vesien pääsyn lattiakaivoon.





Kuva 13. Kuvassa hallissa oleva lattiakaivo, joka lattian epätasaisuuksien vuoksi ei kerää poistettavia likavesiä.

Seinäpinnat maalaamossa ovat kipsilevypäällysteiset ja suojattu muovilla. Pelkkä tasainen levypinta ei tarpeeksi estä maalia tarttumasta seiniin ja alkamasta muodostaa pölykertymiä. Pölyä joudutaan poistamaan harjauksella tai paineilmalla. Muutkin seinät maalaamorakennuksessa ovat kipsilevypäällysteiset.



Kuva 14. Nykyinen maalaamotila Ykkösmetallilla.

## 5.2 Laitteet

Maalaamolaitteet toimivat pääasiallisesti paineilmalla vanhassa maalaamossa, mutta jonkin verran on käytössä myös sähkölaitteita, mm. hiomalaitteet. Ilmanpoistojärjestelmä on sähkötoiminen imuilmayksikkö, joka ei ole kovinkaan tehokas poistamaan maalaamosta pölyä ja kaasua. Hallin lämmitysjärjestelmä sijaitsee maalaamon konehuoneessa, joka toimii polttoöljyllä ja on toiminnaltaan kohtalaisen tehokas, mutta lämmitysteho ei välttämättä riitä kovilla pakkasilla tasaisesti joka paikkaan maalaamorakennuksessa.

Maalaustekniikkana maalaamossa on käytetty sähköstaattista ruiskumaalausjärjestelmää metallikappaleille ja muille maalattaville tuotteille sivuilmaruiskutustekniikkaa. Maalaamosta on poistettu jonkin verran erilaisia maalaukseen ja maalausprosessiin liittyviä paineilmlaitteita, jotta ne voidaan korvata uusilla tuotteilla. Muutenkin maalaustarvikkeiden säilyttäminen tulisi tapahtua varastotiloissa laitteiden kestävyuden ja toimivuuden takaamiseksi. Sekoitustilassa (kuva 15), olevat maalin sekoituslaitteet ovat huonokuntoisia, koska niitä ei ole säilytetty asianmukaisesti. Maalausaineiden sekoittamista varten tärkeää olisikin hankkia uudempiä sekoitustarvikkeita.



Kuva 15. Kuvassa näkyvä maalinsekoitukseen tarkoitettu syvennys, jossa oikeassa pohjapiirustuksessa on sekoitushuone.

### 5.3 Valaistus

Nykyisessä maalaamotilassa valaistus on toteutettu vanhanaikaisilla loisteputkivalaisimilla, joiden sähkönkulutus on huomattavan suuri, niiden käyttöikä ei ole kovinkaan pitkä ja valaistusteho on kohtalaisen heikko (kuva 16). Loisteputkivalaistuksen ongelma on maalausprosessissa se, että niiden heikko valoteho voi vääristää maalattavien kappaleiden värisävyä, jolloin maalattavasta tuotteesta ei saada aina oikean sävyistä. Jokin kohta voi jäädä myös maalaamatta. Tavallinen loisteputkivalaistus tuottaa hukkalämpöä, joka voi räjähdysvaarallisissa tiloissa, kuten maalaamossa tässä tapauksessa, aiheuttaa kipinöintiä ja näin ollen pöly- ja kaasuräjähdysvaaran.

Työskentely heikossa valaistuksessa altistaa työntekijät työvirheille maalausprosessissa, koska silmät väsyvät helpommin huonossa valossa. Maalaamossa valaistuksen tulisi olla moninkertaisesti tehokkaampi kuin muissa teollisuuden tiloissa. (Vertaa hitsaamo). Työskentelytiloissa tärkeää olisi myös valaisimien säännöllinen puhdistus ja huolto. Valaisimet sijaitsevat hallissa seinillä ja katossa, mutta koska työskentelytilassa pinnat ovat tummia, valoteho heikkenee entisestään. Työskentelytiloissa ei ole tarkkaan maalaukseen soveltuvia kohdevalaisimia.



Kuva 16. Kuvassa maalaamon valaistusta seinillä.



## 5.4 Ilmanvaihto

Maalaamohallissa ilmanvaihto toteutetaan koneellisella imuilmapoistopuhaltimella. Lämmitetty ja puhdas ilma kulkeutuu halliin tuloputkistoa pitkin ja tuloputkienpäät sijaitsevat katonrajassa maalaamohallissa (kuva 17), kun taas poistoputket sijaitsevat vastakkaisella seinustalla hallissa lattian rajassa (kuva 18). Poistoilmanmoottorit sijaitsevat hallin ulkopuolella takaseinustalla, ja niitä on kaksi (kuva 19). Ilmanvaihtolaitteisto on toteutettu kyseisessä maalaamossa väärällä tavalla, sillä järjestelmän täytyisi toimia toisinpäin. Puhdasilma täytyisi tuoda hallin lattia-atasolta maalaamoon, kun taas poistettava ilma täytyisi poistaa maalaamohallin katossa olevista poistoventtiileistä.

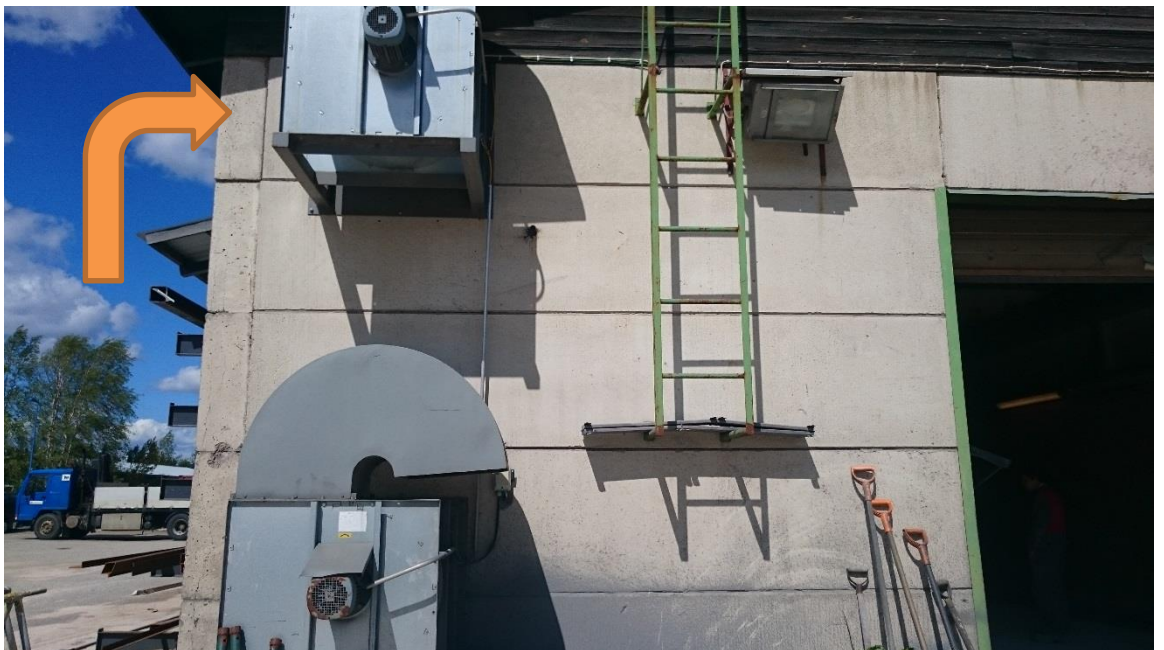
Nykyisessä maalaamossa oleva ilmavaihtojärjestelmä aiheuttaa maalipölyn ja sumun laskeutumisen maalattavien tuotteiden päälle maalausprosessin ja kuivamisen aikana, koska ylhäältä tuleva paineistettu ilma painaa pöykerrosta kohti lattianrajaa. Poistoilmaventtiileiden sijoittelu aiheuttaa tällä hetkellä maalipölyn kulkeutumisen maalaamohallissa yhdelle seinustalle, kun oikea tilanne olisi, että maalipöly poistuisi tasaisesti pois joka kohdasta maalaushallia.



Kuva 17. Kuvassa maalaamohalliin tulevan tuloilmaputken venttiili, joita on tasaisin välein koko maalaamohallin seinustalla.



Kuva 18. Kuvassa näkyvä suodatinpalkki on maalaamotilan poistoilmajärjestelmä. Poistoilmajärjestelmä sijaitsee vastakkaisella seinustalla tuloilmaan nähden.



Kuva 19. Kuvassa näkyvät poistoilman moottorit. Ylempi moottori (osoitettu nuolella) imee poistettavaa ilmaa maalaushallin toisesta päästä, kun taas alempi poistoilmamoottori imee poistettavaa ilmaa kuvassa näkyvästä päädyistä.

## 5.5 Maalauslinjasto ja apulaitteet

Maalauslinjastona käytetään maalaushallin sivustalla olevaa kiskokuljetinrivistöä. Sen avulla maalattavia ja maalattuja tuotteita voidaan liikutella hallissa seuraavaksi maalattavien tuotteiden tieltä (kuva 20). Maalattavat ja maalatut kappaleet liikutellaan käsivoimin kiskoja pitkin. Kiskoilla olevia kappaleita ei voi liikutella sivuttaissuunnassa, esimerkiksi maalattuja ja kuivuneita kappaleita ei voida siirtää keskeneräisten maalattavien kappaleiden seasta pois. Tuotteet täytyy poistaa tiettyssä järjestyksissä. Kiskojärjestelmään olisi helppo rakentaa sivuttaissiirtoja varten olevat kiskot, mikä helpottaisi kiskojen tyhjentämistä.



Kuva 20. Hallin katossa sijaitsevat neliosaiset kiskot.

Maalaamotiloissa apulaitteina käytetään erilaisia maalauspukkeja (kuva 21). Maalauspuikit ovat maalausta varten aputelineitä, joita voidaan tarvittaessa rakennella itse lisää erikokoisille ja- muotoisille maalattaville kappaleille. Maalaustiloissa ei ole tällä hetkellä nostamiseen tarvittavia apulaitteita, joten työntekijät joutuvat itse nostelemaan raskaitakin kappaleita maalaustelineisiin.





Kuva 21. Kuvassa maalaukseen apuna käytettäviä maalauspukkeja ja telineitä.



Kuva 22. Kuivuvia maalattuja kappaleita nykyisellä kiskokuljettimella.

## 5.6 Maalaus tiloissa

Maalaukseen tulevat tuotteet tulevat yleensä maalaushalliin hallin takapuolelta, ja ne esikäsitellään samassa tilassa, missä ne myös maalataan niille tarkoitetuilla väreillä (kuva 25). Maalaamohallissa ei ole esikäsitteilylle erillistä esikäsitteilytilaa, kuten monissa muissa teollisuusmaalaamoissa on. Vaarana on, että maalauksen esikäsitteily menee pilalle, koska kaikki maalaustoiminta tapahtuu samassa tilassa.

Maalattavat tuotteet puhdistetaan aluksi erilaisilla liuotinaineilla, kuten tinnerillä. Tämän jälkeen tuotteelle suoritetaan pohjamaalaus tarpeeksi monta kertaa, jotta tuotteen pohjapinta saadaan halutunlaiseksi. Pohjamaalatut tuotteet kuivuvat samassa tilassa, missä niille suoritettava lopullinen maalaus tapahtuu (kuva 23). Tilanne taas voi aiheuttaa sen, että eri maalausvaiheista lähtevä maalipöly tarttuu kuivumassa oleviin tuotteisiin, ja näin pilaa niiden pohjamaalauksen. Pohjamaalatut ja kuivuneet tuotteet maalataan samoilla paikoilla, jossa esikäsitteily ja pohjamaalaus on tehty. Lopullisesti maalatut tuotteet kuivuvat niiden alkuperäisillä paikoilla ja ovat altistuneita koko käsittelyn ja kaikkien työskentelyvaiheiden ajan maalauspölylle ja epäpuhtauksille.



Kuva 23. Maalattavana oleva pyöräkone, jolle esikäsitteily ja pohjamaalaus on tehty samassa tilassa.





Kuva 24. Maalauslaitteita.



Kuva 25. Maalaustilat kokonaisuudessaan.

## 6 NYKYAIKAISTAMINEN JA UUELLEEN SUUNNITTELU

Uudelleen suunnittelua lähdin toteuttamaan standardien ja ATEX-direktiivien pohjalta. Heti aluksi tärkeimmäksi lähtökohdaksi tuli valita uudelle maalaamotilalle uusi tilaluokitus eli luokka, johon laitteet ja toiminta pohjautuu. Tilaluokitus tarkoittaa maalaamotilan luokitusta, jossa kerrotaan räjähdysvaaraa aiheuttavien pölyn ja ilmaseosten yleisyys. Uuden maalaamon tilaluokituksiksi tuli toiminnan pohjalta tilaluokka 1, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa oleva palavan aineen muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti. Seuraavana on taulukko, jossa esitetty maalaamoon valittu tilaluokka.

Taulukko 6. Uuteen maalaamoon valitsin tilaluokituksen 1.

Tilaluokka 1	Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa oleva palavan aineen muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti.
--------------	---

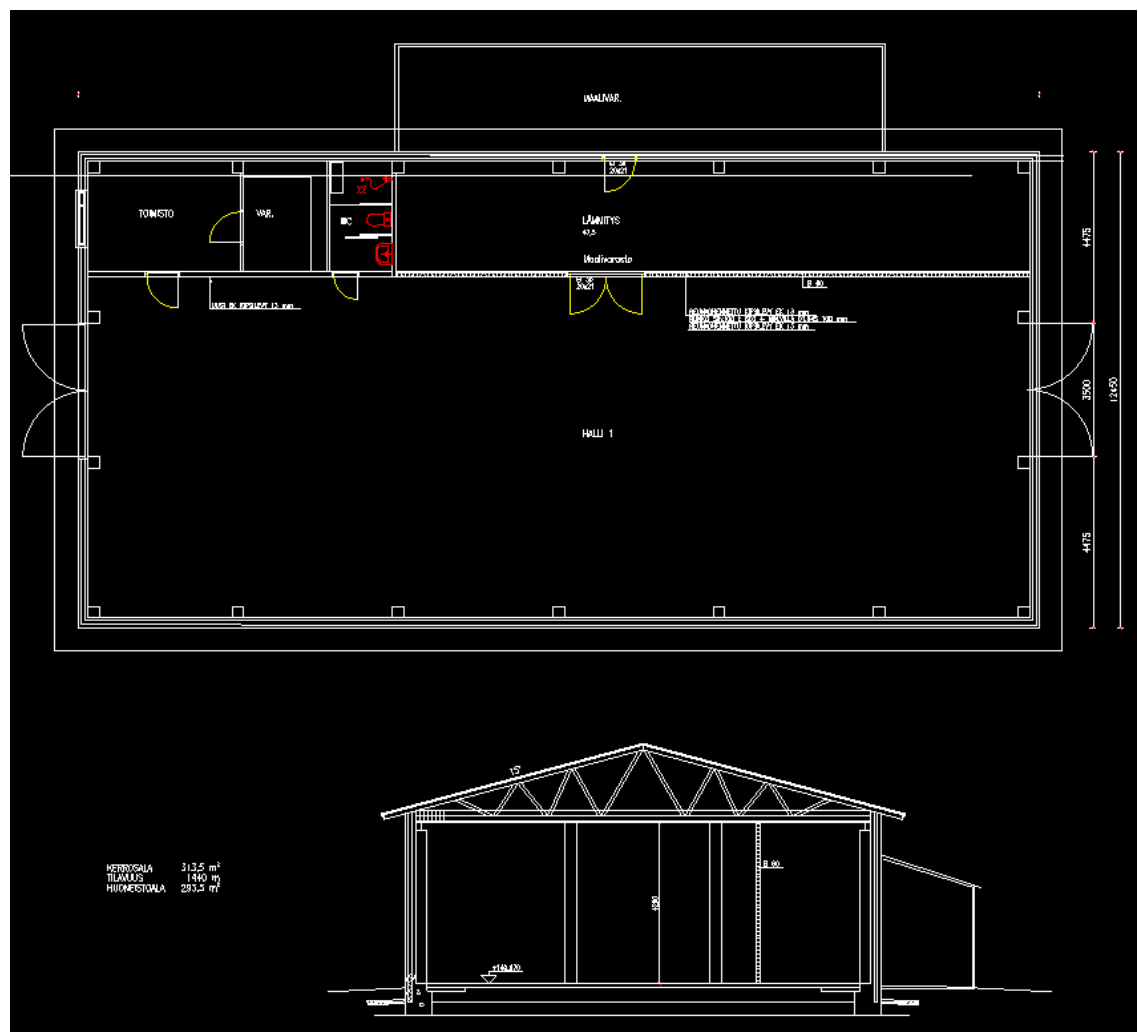
Suunnitellessani laitteistovalintoja uuteen maalaamoon tutustuin räjähdysvaarallisten tilojen laiteluokitukseen sekä suosituksiin. Niiden pohjalta pystyin valitsemaan maalaamoon oikeanlaiset laitteistot.

Tutustuin jo työharjoittelussani Ykkösmetalli Oy:n maalaamotiloihin. Minun oli yksinkertaisempi lähteä suunnittelemaan uusia maalaamotiloja nykyaikaisten laitevalintojen, tilojen, valaistuksen, ilmanvaihdon, työturvallisuuden ja tuotannon suhteen.

## 6.1 Tilojen uudelleen suunnittelu

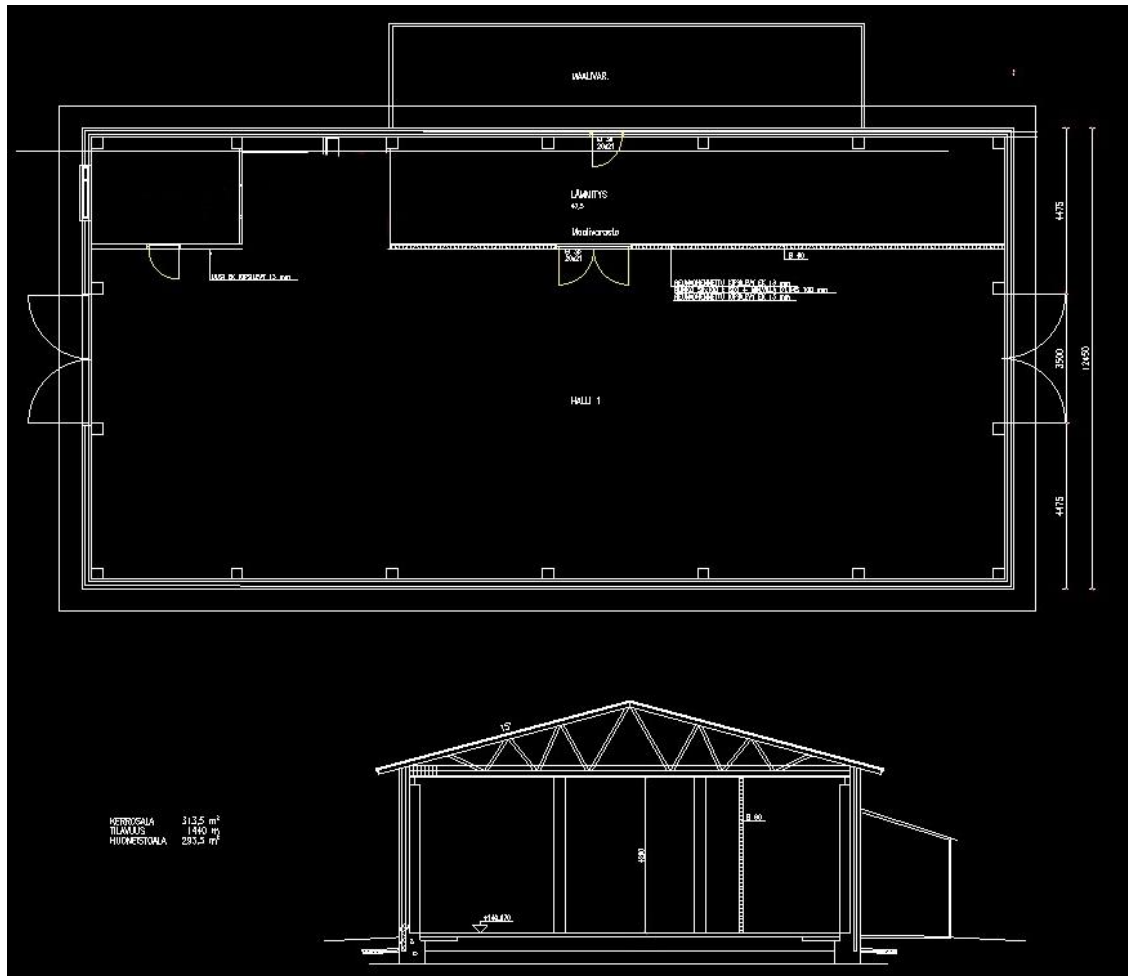
Nykyisestä maalaamohallista on olemassa vanhat (kuva 26) pohjapiirustukset, jotka poikkeavat tämänhetkisestä hallirakennuksesta. Eli nykyistä hallia (kuva 27) ei ole rakennettu sisätiloiltaan alkuperäisten piirustusten pohjalta. Alkuperäisessä piirustuksessa on enemmän eristettyjä tiloja, mm. wc/peseytymistilat sekä varasto. Hallin mitat piirustuksissa ovat oikein, mutta toimiva teollisuusmaalaamo tarvitsee jaotellut osastot eri työvaiheille, jotta tuotanto ei kärsisi ja maalauksen laatua voitaisiin parantaa.

Vanhassa piirustuksessa olevia peseytymistilaa ja erillistä pienempää varastotilaa ei tarvita, koska hallirakennuksessa on muutenkin tarpeeksi varastokapasiteettia. Peseytymistilat löytyvät uudemmassa hallista hitsaamon puolelta.



Kuva 26. Alkuperäinen hallin pohjapiirustus, jossa näkyvät eri tilat.

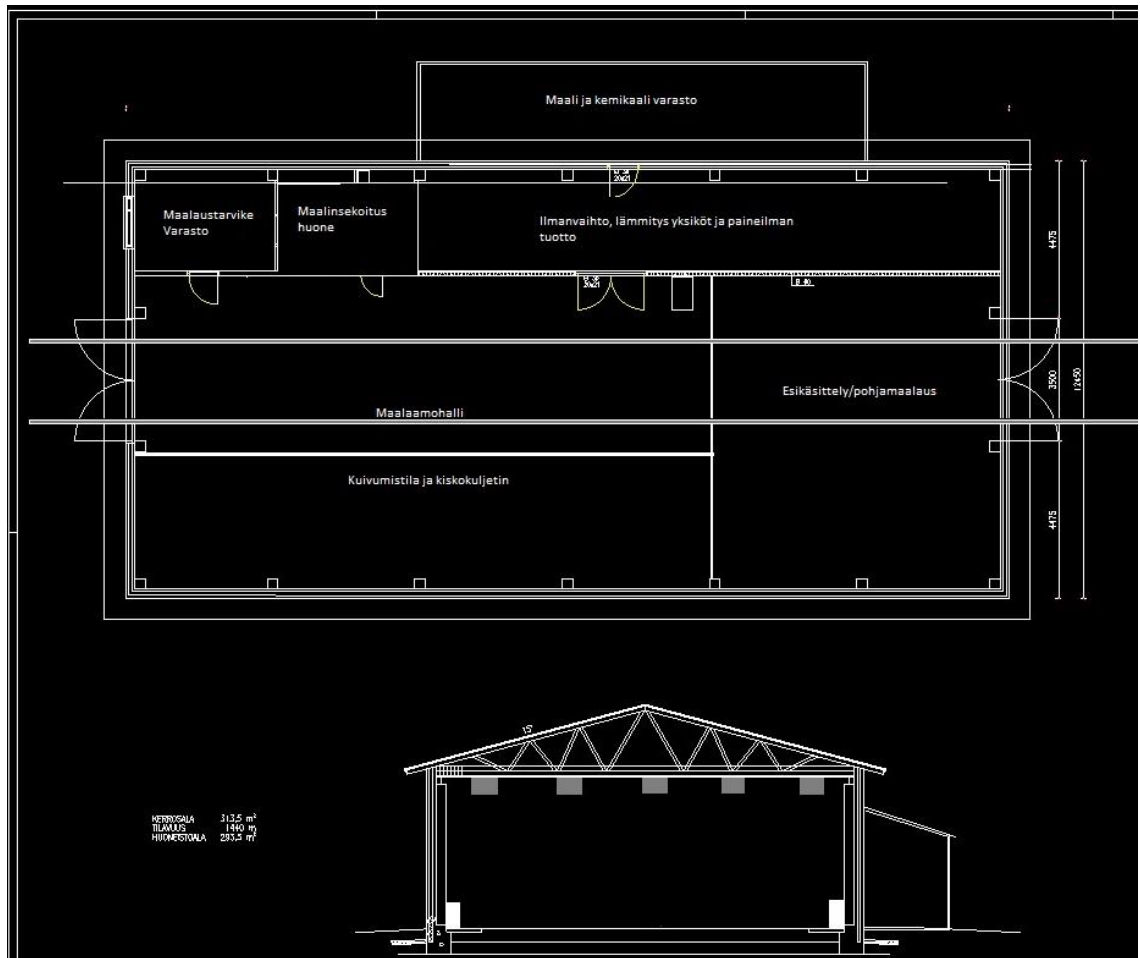




Kuva 27. Tämänhetkinen halli, joka poikkeaa alkuperäisestä suunnitelmasta.

Tämänhetkisessä maalaushallissa ei ole eriteltyjä tuotantotiloja eri maalausvaiheille (sekoitushuone, kuivaushuone, maalaustilat sekä esikäsittelytilat). Maalaamossa on tällä hetkellä yksi suurempi maalaustila, jossa kaikki maalausprosessiin kuuluvat työvaiheet toteutetaan.

Kaikkien työvaiheiden ollessa samassa tilassa maalaustilasta tulee sekava ja epäsiisti. Eristetyt tilat helpottaisivat työvaiheita sekä parantaisivat tuotteen laatua. Näin saadaan pöly- sekä kaasuräjähdyksenvaaraa vähennettyä, koska maalisumu sekä pöly eivät keräänny koko maalaamorakennuksen alueelle vaan rajoittuvat tiettyihin maalausosastoihin.



Kuva 28. Uudelleen suunniteltu maalaamohalli.

Uudessa suunnitelmassa ylimääräiset tilat (kuva 28) on otettu maalaustoimia hyödyntävään käyttöön. Nykyisin käytössä oleva tila on jaettu erillisiin maalausprosessiyksiköihin. Suurin hallitila on jaettu kolmeen osaan. Tilanimityksiä ovat: esikäsittelytila tai pohjamaalaustila, maalaamohalli sekä kuivumistila. Kaikkien näiden kolmen osaston välillä kulkeminen on tehty mahdolliseksi, sillä hallin läpi kulkevan kiskovaunun täytyy pystyä liikkumaan helposti hallin päästä päähän. Esikäsittelytila sekä maalaamohalli on eristetty toisistaan pressuovella, joka tarvittaessa voidaan siirtää edestä pois. Kiinteitä väliseiniä ei käytetä näiden kolmen eri maalausosaston välillä. Kuivatustila eristetään muista työtiloista myös pressuseinällä, jotta kuivaville maalipinnoille ei pääsisi maalaamotilasta kulkeutumaan maalipölyä.

Maali- ja kemikaalivarasto sekä laitehuone, josta löytyvät ilmanvaihto, lämmitys ja paineilman tuotto, säilyvät ennallaan. Tässä suunnitelmassa huomioin maalinsekoitustilat, jotka tulisivat alkuperäisessä piirustuksessa (kuva 26) sijainneiden peseytymistilojen paikalle. Tällä hetkellä paikalla on maalinsekoitusnurkkaus, mutta uudessa maalaamossa on varattu maalinsekoitukselle oma eristetty huone. Maalaustarvikevarasto tulee toimiston tilalle, sillä siellä tällä hetkellä säilytetään osittain maalaustarvikkeita. Uudessa pohjapiirustuksessa (kuva 28) alempaan kuvaan on muutettu ilmanvaihto toimimaan päinvastoin, kuin se on tällä hetkellä nykyisessä maalaamossa.



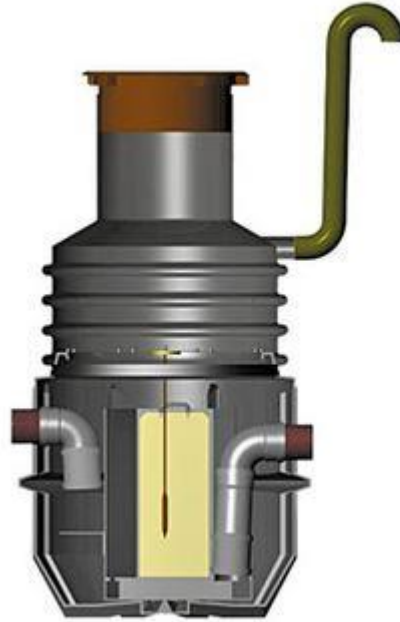
Kuva 29. Kuvassa näkyvä tämänhetkinen ”sekoitustila” ei voi olla nykyaikaisessa maalaamossa avonainen tila, vaan sen täytyy olla erillinen työskentelyhuone, jossa maalausprosessiin käytettävät kemikaalit voidaan turvallisesti yhdistää.

## 6.2 Lattiapinnat

Vanhassa maalaamossa lattiapinnat ovat käsittelemätöntä betonia, joka jo itsessään aiheuttaa pölyyntymistä sekä kerää enemmän maalipölyä kuin käsitelty betonipinta. Betonipinnat voidaan käsitellä monella eri tavalla ehkäisemään pölyyntymistä. Yleisin suojauskeino pinnalle on polyuretaaninen betonipinnoite tai epoksipohjainen betonipinnoite. Näillä pinnoitteilla tavallisen betonilattian pölyäminen saadaan loppumaan ja lattiapinnasta tulee helposti puhdistettava, esimerkiksi vedellä.

Tähän suunnitelmaan valitsin lattianpinnoitusmenetelmäksi epoksipohjaisen betonipinnoitteen, joka on halpa ratkaisu suuremman tuotantotilan lattian päällystämiseen. Tämä lattiapintaratkaisu on teollisuuteen sopiva, koska sillä on hyvä kemiallinen ja mekaaninen rasituskestävyys, pinnoite on helppo levittää, lattiapinnasta tulee nestetiivis, toisin kuin käsittelemätön betonipinta, joka imee kosteuden itseensä. Pinnasta on mahdollista tehdä myös liukumisen estävä, hiekalla tai kvartsirakeella.

Nykyiset lattiapinnat ovat kaltevuudeltaan epätasaiset. Lattialle kerääntyvä vesi ja kemikaalit eivät pääse valumaan erotuskaivoihin. Lattiat täytyykin oikoa ennen epoksipohjaisen pinnoitteen levittämistä saneerauslaastilla. Samassa lattioiden oikomisessa tehdään erotuskaivoille uudet laskut ja asennetaan kaksi ylimääräistä erotuskaivoa öljynerotuksella varustettuna (kuva 30).



Kuva 30. Mahdollinen öljynerotuskaivojärjestelmä, joka täyttää ATEX-direktiivit. [6]

Betonialusta tulee esikäsitellä mekaanisesti hiekkapuhaltamalla, sinkopuhdistuksella tai jyrsimällä sementtiliiman poistamiseksi ja tartuntakykyisen pinnan aikaansaamiseksi. Heikko betoni tulee poistaa ja pinnassa olevat viat, kuten ilmarakkulat ja huokokset tulee saada esiin.

Betoni- tai laastialusta tulee käsitellä primerillä tai tasoittaa, jotta saadaan aikaan tasainen pinta. Korkeat kohdat voidaan poistaa esim. jyrsimällä. Kaikki pöly ja irtomainen materiaali tulee täysin poistaa kaikilta pinnoilta, ennen materiaalin levittämistä. Mieluiten harjalla tai imurilla.

### 6.3 Seinät ja kattopinnat

Nykyisessä maalaamossa seinät on pinnoitettu läpinäkyvällä muovikalvopäällysteellä (kuva 31), joka kuitenkin estää maalipölyn tarttumisen seiniin. Uudemmassa maalaamotuotantotilassa seinät on päällystetty kirkkaalla muovipleksillä, joka on huomattavasti kestävämpää ja helpompihoitoista kuin pelkkä muovikalvopäällyste. Nykyaikaisessa maalaamossa seinät eivät saa olla tuotantotiloissa päällystetty muovikalvolla, koska muovikalvo on itsessään tulipalon syttyessä erittäin tulenarkaa.



Kuva 31. Kuvassa taustalla näkyvä seinä on pinnoitettu muovikalvopäällysteellä, joka ei sovellu nykyaikaisen maalaamon seinäpäällysteeksi.

Automaalaamoissa käytetään yleensä maalausammiossa ponttiliitosseiniä, mutta ponttiliitosseinät eivät kestä mm. vesipesua, joka olisi kuitenkin suotavaa teollisuusmaalaamossa. Uudessa maalaamorakennuksessa seinät voitaisiin päällystää joko kirkkaalla akryylipleksillä tai kovemmalla polykarbonaatti levyllä.

Teollisuusmaalaamo tiloihin valitsin halvemman akryylipleksipinnoitteen. Se kuitenkin ei kestä niin kovaa käyttöä kuin polykarbonaattilevy, mutta akryylipleksi on huomattavasti helpompi työstää ja taivutella erilaisiin muotoihin.

Akryylipleksi kestää kolhuja, sekä se on helppo puhdistaa tavallisella saippuavesipesulla. Akryylipleksiä käytetään useissa teollisuuden seinäsuojauksissa (kuva 32).



Kuva 32. Akryylipleksiä käytetään monissa erilaisissa suojauskohteissa.

Kattopinnot tämänhetkisessä maalaamossa on päällystetty ja eristetty huokoisella äänieristyspaneelilla, joka vaimentaa työskentelytilan melua. Huokoinen äänieristyspaneeli kerää paljon maalauspölyä ja aiheuttaa tuotantotiloissa jatkuvaa pölysyöttä ja pahimmillaan pölyräjähdysvaaran. Jatkuva pölyäminen hankaloittaa tuotantotiloissa hyvän maalaustuloksen saamista, koska tällä hetkellä katonrajassa olevat ilmansisääntulot halliin kuljettavat pölyä maalattaville pinnoille kattopaneeleista. Seuraava kuva näyttää nykyisen maalaamon sisäkaton päällysteen.





Kuva 33. Nykyisen maalaamohallin sisäkatto on päällystetty kuvassa näkyvällä äänieristyspaneelilla.

Uudemmassa maalaamossa kattopinta korvataan polyuretaaniruiskuseoksella, joka on erittäin hyvin äänieristävä ja lämmöneristävä. Polyuretaanipinnoite ei kerrytä maalauksesta syntyvää pölyä (tämä on maalaamossa tärkeää). Katon uusi sisäpinnoite takaa paremman lämmön pysyvyyden ympäri vuoden maalaamohallissa. Kattopinnan epätasaiset muodot eivät haittaa ruisku-uretaanin käyttöä, sillä se voidaan levittää hyvinkin epätasaiselle pinnalle ja se muodostaa tiiviin eristepinnan. Tämä eristystapa soveltuu hyvin vanhojen rakenteiden korjausrakentamiseen ja lisäeristämiseen.

Polyuretaaniseoksella varmistetaan vähäisempi energiankulutus kuin aikaisemalla sisäkatto on äänieristyspaneloinnilla. Ruisku-uretaanikerros on ohuempi verrattuna vanhempaan paneelikattoon, mutta sen lämmöneristävyys on parempi. Parhaimmillaan polyuretaanieristeellä lämmöneristävyys on jopa  $\lambda d = 0,025$  W/mK. Alhaalla mallikuva ruisku-uretaanin pinnasta (kuva 34).





Kuva 34. Kyseinen pinta on käsitelty polyuretaaniruiskuseoksella. [12]

## 6.4 Maalauslaitteet

Nykyisessä maalaamossa käytössä on maalausvälineenä sähköstaattinen ruiskumaalaus ja sivuilmaruiskumaalaus. Jonkin verran yritys käyttää tuotteidensa maalaukseen telamaalausta, mutta enimmäkseen maalaus tapahtuu ruiskumaalauksena. Uuteen maalaamoon käyttöön jätetään vanhat ruiskumaalaustoimintatavat, eli sähköstaattinen ruiskumaalaus ja sivuilmaruiskumaalaus. Uusina maalaustekniikoina yritys voisi ottaa käyttöön suurpainemaalauksen, kuumasuurpaineruiskumaalauksen ja kastomaalauksen.

Suurpainemaalauksessa tarvitaan kuitenkin uusia laitehankintoja, jotka aiheuttavat lisäkustannuksia. Suurpainemaalauksen laitteita yrityksellä ei ole aikaisemmin ollut käytössä. Suurpainemaalaus on osittain paineilmatonta, joten tähän maalaukseen ei tarvita teholtaan suurta ruuvikompressoria, sillä maalauslaitteissa oma pumppu tuottaa maalin liikuttamiseen tarvittavan paineen. Paineilmaa tarvitaan maalauspistoolissa olevan hajotusilman muodostamiseen.

Suurpaineruiskutuksen etuja ovat, että sillä voidaan ruiskuttaa erittäin paksuja maaleja, maalauskapasiteetti on suuri verrattuna sivuilmaruiskutukseen, maalin-siirtohyötysuhde on hyvä, käytettävä maalinohennustarve on pienempi ja käytettävä maalauspistooli on kevyt. Pistooli ei sisällä maalisäiliötä, vaan maali on erillisessä paineastiassa.

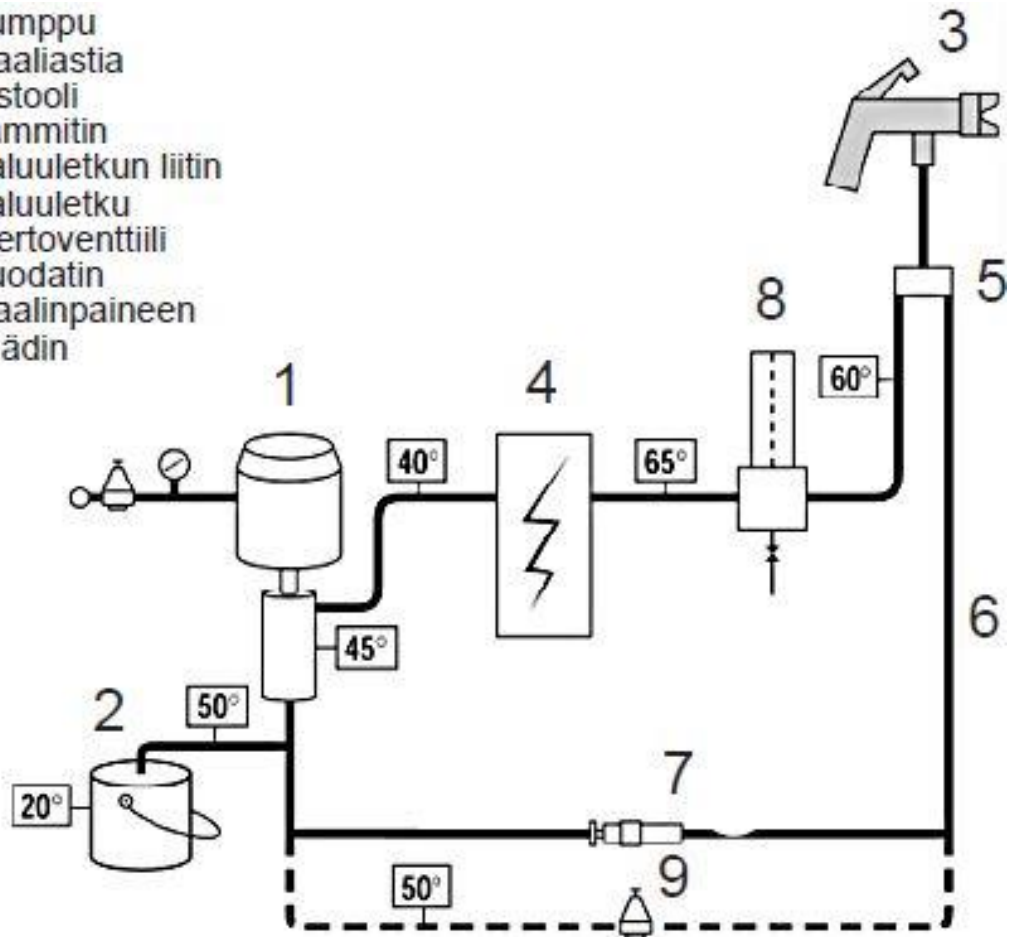
Suurpaineruiskutuksen huonoja ominaisuuksia ovat, että se ei sovellu hyvän pinnanlaadun tavoittelemiseen, pieniä maalimääriä ei voida käyttää, hankintakustannukset ovat korkeat ja maalauksen suuri paine on turvallisuusriski väärin käytettynä.

Suurpaineruiskutusta olisi suositeltavaa käyttää teollisuusmaalauksessa, kun maalauksessa on paljon tuotteita tai tuotteiden koko on suuri. Jos käytössä on viimeistelysuutin, saadaan maalipinnasta hyvä hienon maalisumun avulla. Pelkästään säätösuuttimella ei saavuteta korkealuokkaista maalipintaa.

Toisena vaihtoehtona tavallisen suurpaineruiskumaalauksen sijaan olisi ottaa käyttöön kuumasuurpaineruiskumaalaus (kuva 35), joka voidaan tehdä pienin lisävarustehankinnoin. Toimintaperiaate molemmissa on melkein sama, mutta kuumasuurpaineruiskutuksessa käytettävälle maalille hankitaan erillinen vastuksella oleva lämmitysyksikkö, joka lämmittää maalin noin 30–90 °C :seen tieteenkin riippuen käytössä olevasta maalista.

Etuna maalin kuumentamisessa on, että liuottimen kulutus on vähäisempää kuin kuumentamattomassa, maalin ruiskutus ilman ohentimia onnistuu, maalikalvo on tiiviimpi ja korkeakiiltoisempi kuin tavallisessa suurpaineruiskutuksessa, siirto-hyötysuhde paranee entisestään, maalipinta kuivuu nopeammin pölykuivaksi ja maalaus työ nopeutuu. Kuumasuurpaineruiskutus sopii melkein kaikille maalityypeille.

1. Pumppu
2. Maaliastia
3. Pistooli
4. Lämmitin
5. Paluuletkun liitin
6. Paluuletku
7. Kiertoventtiili
8. Suodatin
9. Maalinpaineen säädin



Kuva 35. Kuumasuurpaineruiskutuksen toimintaperiaate. Suurpaineruiskutuksessa kohtaa 4 ei ole ollenkaan, mutta muuten toimintaperiaate on sama. [9]

Kastomaalauksen yritys voisi ottaa käyttöönsä siksi, että pienempiä maalattavia kappaleita on paljon ja kastomaalauksen kannattavuus perustuukin siihen, että maalin menekki ei ole kovin suuri. Aluksi kastomaalaukselle täytyisi hankkia maaliallas, jonka tilavuus voisi olla noin 200 litraa. Tarvittaessa isompikin allas olisi mahdollista hankkia, jos maalattavia kappaleita on enemmän. Altaan hankinta ei ole kallista, sillä altaaksi kelpaa tavallinen puhdas muovisäiliö, jossa pohjalla on ylimääräisiä roskia varten tehty keräilyverkko. Kastomaalauksen hyviä ominaisuuksia ovat, että maali saadaan menemään kappaleesta joka paikkaan, jolloin mm. korroosion estokyky paranee, maalia ei mene hukkaan, työ on yksinkertaista ja tarvittaessa helppoa automatisoida. Kastomaalauksen pinnasta tulee tasainen. Vesiohenteisilla kastomaaleilla on hyvä työ- ja ympäristöturvallisuus.

Kastomaalauksen huonoja ominaisuuksia ovat, että maalikalvo ei ole erittäin paksu, maalikalvosta ei myöskään saada tasapaksua, pintaan voi jäädä helposti valumia, maalattavien tuotteiden suojaus on hankalaa, sillä maali tarttuu helposti myös niihin kohtiin, joihin sitä ei haluta. Kastomaalauksessa ei voida käyttää aivan kaikkia maaleja, ja aluksi maalialtaan täyttöön tarvitaan paljon maalia.

Vaikka pinnanlaadusta kastomaalauksessa ei tule tasainen, se ei haittaa teollisuuden maalattavia kappaleita. Niiden tärkein ominaisuus yleensä on korroosionkestävyys.

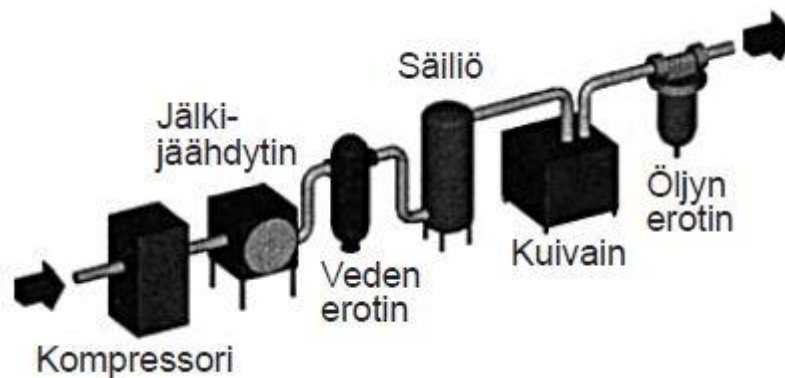
Nykyisessä maalaamossa maalausvälineille paineilmantuotto tapahtuu mäntäkompressorilla, mutta uusiin laitteisiin tarvittaisiin ruuvikompressori, jotta paineilmantuotto maalaamotyöskentelyyn pysyisi tasaisena koko työskentelyn ajan. Muutenkin uuteen maalaamoon tarvitaan paineilmaverkkoon lisähaaroituksia toisille maalaamossa tarvittaville paineilmalaitteille, kuten hiomakoneille ja puhalluspilleille. Paineilmaverkkoa voidaan tarvittaessa laajentaa tuotannon kasvaessa, jos käytössä on ruuvikompressori, sillä kyseisessä paineilmaa tuottavassa laitteessa tuottoteho on huomattavasti suurempi kuin mäntäkompressorissa.

Maalaamon eri laitteet kuluttavat hyvin erilaisia paineilmamääriä. Paineilman tarpeen määrään vaikuttaa oleellisesti käytössä olevien laitteiden ilmankulutus sekä käyttöaste maalaamotyössä. Kompressorin hankinnassa on huomioitava, että paineilman tarve saattaa olla joinakin hetkinä suurempi kuin on oletettu.

Kompressorin valinta tuotantotilaan tehdään aina tapauskohtaisesti. Maalaamoon valitsin ruuvikompressorin, koska sen hyviä ominaisuuksia ovat laitteen tehokkuus kokoon nähden, melutaso on pienempi kuin mäntäkompressorissa ja pienitehoisia ruvikompressoreita ei ole olemassa. Tyypillinen maalaamon paineilmalaitteisto rakennetaan seuraavista osista: kompressorin, jälkijäähdytin, vedenerotin, paineilmasäiliö, ilmankuivain ja öljynerotin (kuva 37). Uuteen maalaamoon kävisi hyvin Atlas Copcon tekemä ruvikompressorin (kuva 36), jossa ilmantuotto on 11,2–267,5 m<sup>3</sup>/h.

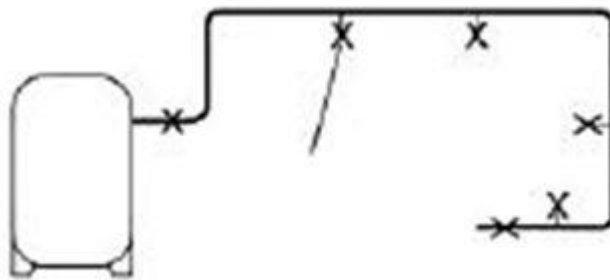


Kuva 36. Esimerkki ruvikompressorista. [14]

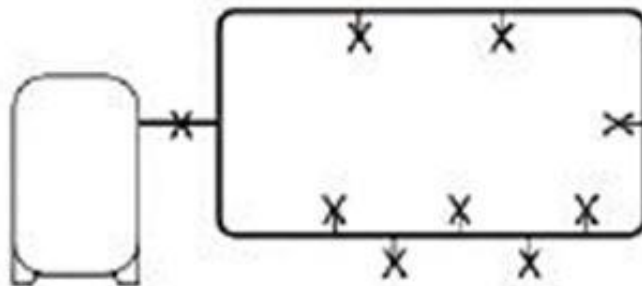


Kuva 37. Kuvassa esitellään rakennekaavio paineilman tuotosta. [9]

Nykyisessä maalaamohallissa paineilmaverkko mäntäkompressorin ympärillä on suora verkko (kuva 38), joka on verkostotyypiltään yksinkertainen. Suora verkko ei kykene tasaamaan parhaiten paine-eroja, vaan jotkin maalaamon laitteet saattavat kärsiä paineilmahäviöistä. Uuteen maalaamorakennukseenärkevin vaihtoehto on asentaa rengasverkko (kuva 39) ruuvikompressorin ympärille, jolloin kompressorin tuotolla ja yhtenäisellä paineverkolla voidaan tasata hieman paremmin paineilmaeroja. Suoraa paineilmaverkkoa ei suositella ruuvikompressorille, sillä kompressorin paineilman tuotto on huomattavasti suurempi verrattuna mäntäkompressorisiin.



Kuva 38. Kaavio suorasta paineilmaverkosta, joka on nykyisessä maalaamossa. [9]

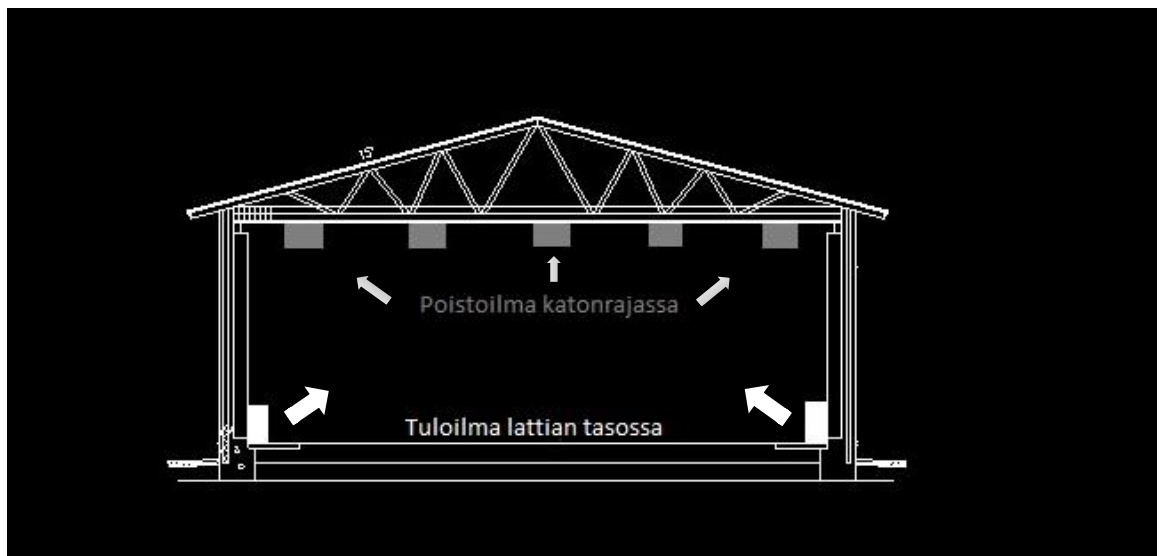


Kuva 39. Kaavio rengaspaineilmaverkosta, joka on suunniteltu uuteen maalaamoon. [9]

## 6.5 Ilmanvaihto

Nykyisessä maalaamossa ilmanvaihto on toteutettu imu- ja poistoilmapuhaltimella, josta aikaisemmin tekstissä mainittiin. Uuteen maalaamoon ilmavaihtojärjestelmä pitäisi vaihtaa erilaiseksi, jolloin puhdas ilma tulisi maalaamoon lattianrajasta, niin että tuloventtiileitä olisi hallissa lattian rajassa ympäri maalaamohallia jokaisella seinustalla.

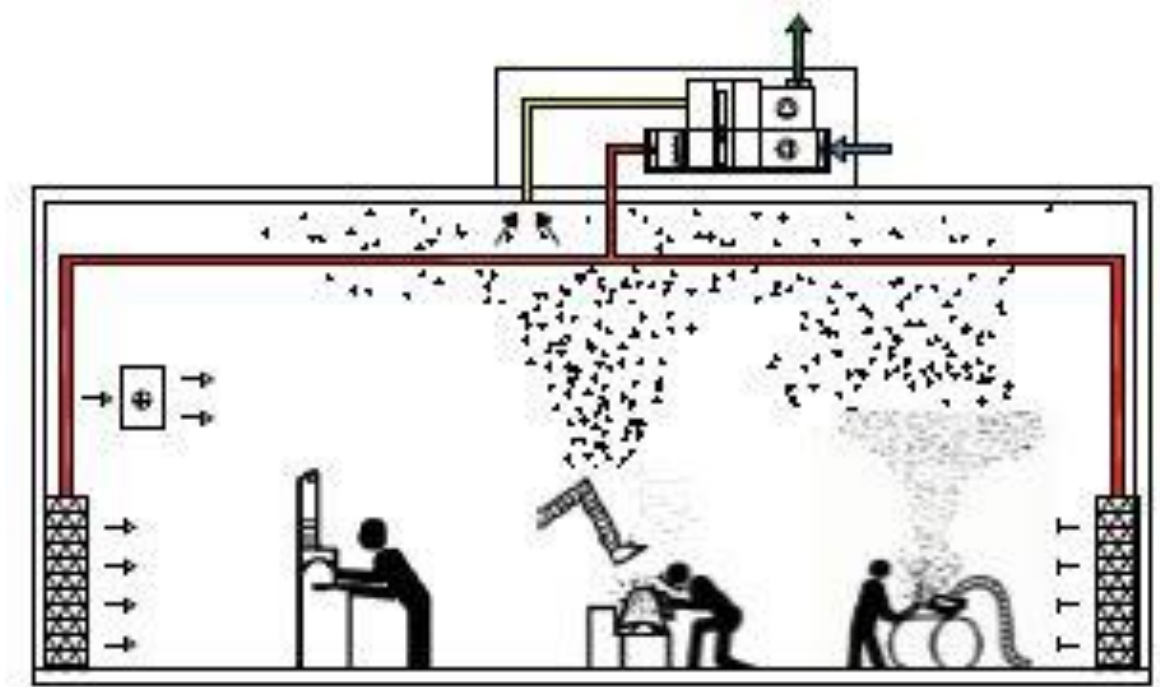
Epäpuhtauksia sisältävä ilma imettäisiin pois katonrajassa olevista poistoventtiileistä (kuva 40). Poistoilmaventtiileitä tulisi maalaamohalliin koko matkalle, jotta epäpuhtauksia sisältävä ilma poistuisi tasaisesti koko maalaamohallin matkalta.



Kuva 40. Uuden maalaamon ilmanvaihtojärjestelmästä pitäisi olla kuvan mukainen.

Uuteen maalaamoon ilmanvaihtojärjestelmäksi sopisi automaattinen ilmanvaihtokojesarja. Kyseisiä laitteita käytetään paljon hitsaamoissa ja teollisuusmaalamoissa. Ilmanjakotapana näissä laitteissa käytetään syrjäyttävää ilmanvaihtoa, jolloin huoneilmaa kylmempi tuloilma tuodaan työalueelle pienemmillä puhalluslaitteilla, kun taas poistoilmaan käytetään suurempia imuilmalaitteita. Työskentelyn aikana prosessissa syntyvät epäpuhtaudet kulkevat lämpimän ilman mukana rakennuksen yläosaan, josta ne johdetaan pois poistoilman matkassa. Työskentelytilasta poistettu epäpuhtauksia sisältävä ilma johdetaan puhdistuslaitteeseen,

jossa epäpuhtauksia sisältävä ilma puhdistetaan ja johdetaan tämän jälkeen takaisin työalueelle (kuva 41). Eli tässä järjestelmässä samaa ilmaa kierrätetään tuotantoalueella, mutta kierrätetyn ilman sekaan lisätään myös raitisilmaa ulkoa.



Kuva 41. Kuvassa on esitetty ilmankierto puhdistuslaitteen kautta. [6]

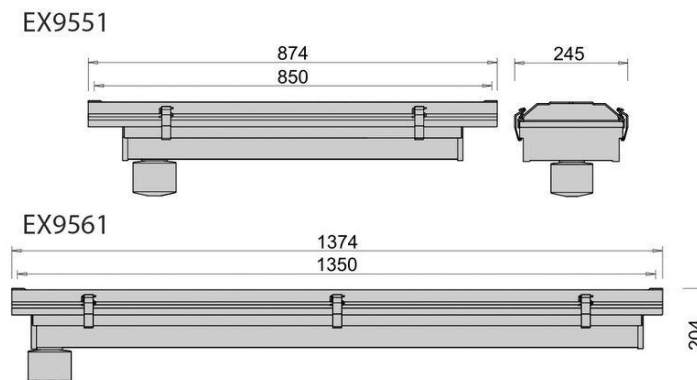
Ilmanvaihtojärjestelmiä löytyy monilta eri laitevalmistajilta. Tärkeitä ominaisuuksia uudelle maalaamon ilmanvaihtolaitteelle on, että sille löytyy tarvittaessa varaosia, uuden laitteen ostoon saa asennuspalvelun ja laitteisto on juuri sopiva kyseiseen tilaan. Laitteisto ei saa olla kyseiseen maalaamotilaan alimitoitettu, koska muuten tuotannon aikana syntyvät epäpuhtaudet eivät kulkeudu tarpeeksi tehokkaasti pois tuotantotiloista, vaan tiloihin syntyy uusia ilmanvaihto-ongelmia.



## 6.6 Valaistus

Uuteen maalaamoon järkevin vaihtoehto on asentaa tavallisten loisteputkivalaisimien tilalle tehokkaammat led-loisteputket, joissa valoteho on moninkertainen verrattuna tavallisiin loisteputkiin. Led-loisteputket eivät tuota hukkalämpöä, mikä on hyvä ominaisuus räjähdysvaarallisissa tiloissa, joissa ilmassa oleva kaasuseos saattaa herkästi reagoida lämmönlähteisiin. Led-putkilla käyttöikä on myös monia kymmeniä kertoja pidempi kuin tavallisilla loisteputkilla, mikä taas säästää kustannuksia, kun loisteputkia ei tarvitse olla vaihtamassa lyhyin väliajoin.

Uuden maalaamon laitevalinnoissa led-loisteputket maksavat tietenkin enemmän, mutta niiden hyöty tulee esille sähkönkulutuksessa ja siinä, että työskentelytiloista saadaan turvallisemmat ja valoisammat. Vuodesta 2003 tuli voimaan ATEX-lainsäädäntö, joka vaatii uusissa maalaamoissa käytettäväksi räjähdysturvallisia valaisimia. Vanhat loisteputkivalaisinrungot täytyisi korvata uusilla suodattimilla varustetuilla valaisinlaitteilla, jotka on tarkoitettu tähän kyseiseen maalaamoon tilaluokkaan 1. Esimerkkinä tähän kyseiseen maalaamotilaan voitaisiin asentaa i-valon tekemä maalaamoon suunniteltu, tilaluokan 1 täyttävä EX II 2 GD Led-loisteputkivalaisin (kuva 42). Maalaus- ja työskentelytiloihin olisi myös tärkeää asentaa muutamia työskentelyyn tarvittavia kohdevalaisimia, jotka nekin täyttäisivät tilaluokan 1 turvasuosituksen. Kohdevalaisimista olisi hyötyä, kun tarkastellaan maalattavien tuotteiden pinnanlaatua ja maalaustulosta.



Kuva 42. Kuvassa valaisinmalli, jonka saa asentaa maalaamoon tilaluokkaan 1.

[15]

## 6.7 Maalauslinjastot

Tällä hetkellä maalaamossa on käytössä kiskokuljetinlinjasto, joka ei ole automatisoitu, vaan kappaleiden liikuttelu linjastolla tapahtuu käsin. Linjaston huono puoli on, että maalattavia kappaleita ei pysty siirtelemään sivuittain linjastolla vaan ai-noastaan pitkittäissuunnassa. Jos linjastolla maalataan tuotteita, aikaisemmin maalattujen tuotteiden läheisyydessä, voi vaarana olla, että aikaisemmin maalatut tuotteet keräävät uusien tuotteiden maalauspölyä. Tämä voi vaikuttaa tuotteiden lopulliseen pinnanlaatuun. Kun halutaan maalata uusi tuote, pitäisi kuivumassa olevat tuotteet saada siirrettyä erilliseen suojattuun tilaan ja tämä tarkoittaisi kiskokuljetinlinjastoon sivuttaissiirtojen rakentamista.

Kiskokuljetin voidaan korvata Power and Free-kuljettimella, jossa maalattavilla tuotteilla on kierto linjastolla automatiikan ohjauksessa. Tuotteilla olisi tietty maalausalue, jonne ne voitaisiin ottaa syrjään maalausta varten ja tämän jälkeen vapauttaa linjastolle kulkemaan kuivausalueelle. Kuljetinlinjastolle täytyisi asentaa uunituslaite, joka lämmittäisi linjastolla kulkevia maalattuja tuotteita, jolloin niiden kuivamisaika lyhenisi. Uunituksen jälkeen esikuivatut kappaleet voitaisiin ohjata kuljetinrataa pitkin kuivatusalueelle, jossa ne saisivat kuivua tarvittavan ajan. Tässä kuljetintyyppissä on myös mahdollista antaa tuotteiden kulkea kuljetinradalla ovaalin muotoista rataa hitaalla nopeudella. Tällöin niille ei tarvitsisi varata erillistä kuivausaluetta.

Power and Free-kuljetintyyppi on melkein sama kuin ketjukuljetin, mutta ketjukuljetinta ei voida hidastaa tai pysäyttää radan eri vaiheilla. Tämä kuljetin on moniin teollisuudenaloihin hyvin muokattavissa, koska siihen on mahdollista saada asennettua erilaisia kappaleita varten olevia kiinnityslaitteita. Maalamoihin sopivat kuljettimet täytyy valita tilaluokituksen 1 mukaan. Sähkölaitteiden täytyy olla kipinöinniltä suojatut, jotta maalaamotiloissa ei aiheudu räjähdysvaaraa. Kuvassa alhaalla näkyy käytössä oleva kiskokuljetin.



Kuva 43. Kuvassa olevilla kiskoilla maalattavien kappaleiden liikuttelu onnistuu vain hallin pitkittäissuunnassa.

#### 6.8 Laadun tarkkailu, KAMAT-tietokortti ja räjähdyssuojausasiakirja

Yritys käyttää maalaamossa maalausprosessiin laaduntarkkailua, joka tarkkailee maalaustuloksesta syntyvää pinnan paksuutta, kiiltoa ja virheitä. Maalaamossa maalaaja tarkkailee maalattavan pinnan kiiltoa silmämääräisesti ja mahdollisia maalauksen aikana tapahtuneita pinnanvirheitä, mm. valumia, huokoisuutta, ros-kaisuutta ja halkeamia. Maalipinnan paksuutta mitataan mikrometrimittarilla (kuva 44), joka kertoo kyseisestä kohdasta mitattuna maalipinnan paksuuden. Maalipin- nan kerrosten paksuutta ei mitata pelkästään yhdestä kohdasta, vaan mittaus- tuloja kerätään 20 kohdasta ja nämä tulokset kirjataan maalipinnan mittauspöytä- kirjaan, jossa pinnanmittaustuloksista lasketaan maalipinnalle sen paksuuden keskiarvo. Mittauspöytäkirjaan kerätään myös maalipinnasta muut oleelliset tiedot, mm. mitä maalia on käytetty, kuinka monta maalikerrosta on maalattu, kuivumis- aika ja pinnassa mahdollisesti olevat virheet. Mittauspöytäkirjasta selviää myös, kuka tuotteen maalaajana on toiminut.

Uuteen maalaamoon olisi hyvä hankkia myös toinen mittari, jolla voidaan mitata maalipinnan kiiltoa (kuva 45). Kiiltomittauksella saataisiin selville, onko maalatusta

pinnasta saatu juuri sille haluttu ominainen kiiltävyys, jolloin taattaisiin asiakkaille paras mahdollinen maalauslaatu. Kiiltomittaukselle voitaisiin luoda samanlainen mittauspöytäkirja kuin maalikerroksen paksuuden mittaamiselle, eli otettaisiin maalatusta kohteesta useampia mittaustuloksia, joista laskettaisiin mittauspöytäkirjaan kiillon keskiarvo. Teollisuuden maalaustuotteet eivät ole monesti tarkkoja maalipinnan kiillosta, mutta yksityisasiakkaille menevät tuotteet tulisi tarkastaa kiillon suhteen. Mittareitakin on markkinoilla useilta eri valmistajilta, mutta kaikista halvimmat eivät anna kunnollisia tuloksia.



Kuva 44. Maalipinnan kerrosten mittauslaite, joka on yrityksellä jo käytössä. [17]



Kuva 45. Kyseillä mittarilla mitataan maalipinnan kiiltoa. [16]

KAMAT-tietokortti (kuva 46) on turvallisuusohje, joka tulee ottaa käyttöön kaikissa uusimmissa maalaamoissa. Ohjeistuksen on laatinut Työterveyslaitos, jolta saa apua turvallisen työympäristön suunnittelussa. Kortin lyhenne tulee sanoista kemiallisesta altistumisesta metalli- ja autoalojen työtehtävissä. Kortilla pidetään kirjaa työtehtävissä altistumisesta haitallisille aineille, mahdollisista haittavaikutuksista, terveystarkastuksista, suojarusteiden käytöstä, työtilojen turvallisuudesta ja ongelmien ehkäisemisestä. Kortissa on kattava ohjeistus työpaikoille, kuinka tietynlaiset työt täytyisi suorittaa, jotta henkilöstö ei altistuisi haitallisille aineille.

---

### Asioita, joihin työpaikalla tulee kiinnittää huomiota

- Onko työnantaja tehnyt työpaikan riskinarvioinnin ja onko se kirjallisesti saatavilla?
  - Onko työpaikalla ajan tasalla olevat käyttöturvallisuustiedotteet ja kemikaaliluettelo?
  - Onko työntekijöitä opastettu maalituotteiden turvalliseen käyttöön?
  - Käytetäänkö polyuretaanimaaleja, joiden koveteissa on isosyanaatteja?
  - Onko käytössä epoksihartseja sisältäviä maaleja?
  - Onko käytössä liuotinhenteisiä maaleja?
  - Onko maalaustöissä lisääntymisikäisiä naistyöntekijöitä (raskaana olevat: työ voi olla fyysisesti liian raskasta, altistumista raskauden aikana lisääntymisvaarallisille tai syöpävaarallisille aineille ei sallita)?
  - Altistuvatko naistyöntekijät liuotinaineille (raskaana olevat: altistumista liuottimille rajoitettu) ja tunnetaanko heidän altistumistasonsa?
  - Sisältävätkö käytetyt maalit lyijy- tai kromaattiyhdisteitä (ks. kohta "Lisätietoa; ASA-rekisteri")?
  - Onko ihon ja hengitysteiden suojauksesta huolehdittu kaikkien altistavien työvaiheiden aikana?
  - Ovatko suojaimet soveltuvia kyseessä oleville altisteille ja suojausteholtaan riittäviä?
  - Onko suojaainten säilytykselle asianmukaiset tilat?
  - Onko maalien sekoituspaikoilla kohdepoistot?
  
  - Onko palo- ja räjähdysmääräykset otettu huomioon?
  - Onko maalaustiloissa sähkölaitteet räjähdyssuojattuja ?
  - Onko VNa [576/2003](#) räjähdyskelpoisten ilmaseosten työntekijöille aiheuttaman vaaran torjunnasta otettu huomioon?
  - Onko työpaikan yleisestä järjestyksestä ja siisteydestä huolehdittu?
  - Ovatko jätteiden säilytystavat, varastointi ja hävitys asianmukaisia? Liuotin- ja vesiperusteinen jäte on kerättävä erikseen.
  - Onko [ympäristölainsäädäntö](#) otettu huomioon?
  
  - Onko työntekijöiden alkuterveystarkastus tehty (ks. kohta "Terveystarkastukset")?
  - Tiedostetaanko, että yskä ja hengenahdistus voi olla astman alkuaireita?
  - Esiintyykö työntekijöillä työhön liittyviä oireita, kuten ihottumia, hengitystieoireita tai keskushermosto-oireita?
  - Onko työpaikan ensiapuvalmiudesta huolehdittu?
- 

Kuva 46. KAMAT-kortti, jolla voidaan tarkastella työympäristöä ja henkilöstöä.

[13]

ATEX-räjähdyssuojausasiakirja otetaan käyttöön uudessa maalaamossa, koska kyseinen työtila luokitellaan tilaluokkaan 1, joka kertoo, että tilassa esiintyy satunnaisesti syttyvää ilmaseosta, kaasua, sumua ja pölyä. Uusi toimenpide laitetaan koskemaan vain omaa yritystoimintaa ja pelkästään maalaamorakennusta. Asiakirja luodaan työpaikan henkilöturvallisuuden parantamiseksi. Tärkeimmät asiat, joita asiakirjasta täytyy löytyä ovat työpaikan eli maalaamossa syttyvien nesteiden ja kaasujen tiedostaminen, räjähdysvaaraa aiheuttavien nesteiden, pölyjen ja kaasujen tunnistaminen, riskien arviointi sekä toimenpiteet räjähdysten estämiseksi ja niiltä suojautumiseksi. Paloviranomainen valvoo työpaikan toimintaa, jossa kemikaalien käsittely on vähäisempää.

Räjähdyssuojausasiakirjaan merkitään eri vaiheissa esille tulevia asioita erillisille lomakkeille. Asiakirja on lomakeluettelon tyylinen, jossa asiat esitellään taulukkomuodossa. Kohteen koko vaikuttaa oleellisesti siihen, kuinka pitkään asiakirjan laatimisessa menee. [1,3,5,6,7,8 ja 9]

## 7 LOPPUTULOKSET

Haluttuun lopputulokseen pääseminen alkoi yksinkertaisesti uusien ja vaadittujen lakipykälien selvittämisellä. Opinnäytetyöni aihe oli minulle jo ennestään tuttu työharjoitteluni ajalta. Tunsin yrityksen, opinnäytetyön kohteen ja lähtötilanteen jo ennalta. Minun oli yksinkertaista kysellä ja selvittää asioita tutusta työympäristöstä. Opinnäytetyöhöni sain muutamia vaatimuksia toimitusjohtajalta, mutta pääsääntöisesti minulla oli suunnitteluun vapaat kädet.

Opinnäytetyössä päästiin haluttuun lopputulokseen, sillä vaadittavat muutokset uuteen maalaamotilaan saatiin täyttymään. Työssä käsiteltiin eniten sisätilojen muutoksia, joilla uusi maalaamotila voidaan lähteä toteuttamaan. Laitevalintoihin kiinnitettiin osittain huomiota, mutta tulevaisuudessa laitevalinnat voivat muuttua eri palveluntarjoajien laitesaatavuuksien mukaan.

Maalaamotilat saatiin toteutettua erilaisiksi kuin lähtötilanteessa, jolloin tuotanto muuttuu turvallisemmaksi ja laadukkaammaksi. Laitevalintoja täytyy tulevaisuudessa tehdä lisää sen mukaan, kuinka paljon maalaamotilassa on tuotantoa.

Opinnäytetyötä täytyi karsia osa-alueeltaan suppeammaksi, sillä täysin uuden maalaamotilan suunnittelu vaatii pidemmän prosessiajan. Työtä on mahdollista jatkaa tulevaisuudessa käsittelemään kaikkia maalaukseen liittyviä osa-alueita, jolloin maalaustuotanto saataisiin kehitettyä nykyaikaiselle tasolle kaikilta toimiltaan.

Tämänkaltaisen suuremman tuotantotilan suunnittelu on hyvää kokemusta työelämää varten, jossa joutuu vastaamaan suurempien organisaatioiden järjestelystä. Mahdollisesti myöhemmin jatkan tämän maalaamotilan kehittämistä ja jatkosuunnittelua.



## LÄHTEET

- (1) Atex : räjähdysvaarallisten tilojen turvallisuus. [Helsinki]: Turvatekniikan keskus; 2009.
- (2) Non-binding guide to good practice for implementing the European Parliament and Council Directive 1999/92/EC on minimum requirements for improving the safety and health protection of workers potentially at risk from explosive atmospheres. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities; 2005.
- (3) Betonirakenteiden pinnat : luokitusohjeet 2003. Helsinki: Suomen betonitieto; 2003.
- (4) Calonius M, Lohtari M. Kemiallinen ja sähkökemiallinen pintakäsittely Osa 3. Osa 3. : Suomen galvanotekninen yhdistys; Helsinki.
- (5) Oyj T. Tikkurila-Teollinen maalaus, maalit pinnoitteet teollisuus pintakäsittely. 2008.
- (6) Mastervent Oy ilmanvaihtokojeet, [www.mastervent.fi/dokumentit/KRS-THR-kojeet-esite-2014.pdf](http://www.mastervent.fi/dokumentit/KRS-THR-kojeet-esite-2014.pdf)
- (7) Tuomikoski HAJ. Maalaamon suunnittelu. 2014.
- (8) Available at: [http://staha.vtt.fi/stahayhdistys/atex%20tr/Saranpaa\\_Staha-Atex\\_150508.pdf](http://staha.vtt.fi/stahayhdistys/atex%20tr/Saranpaa_Staha-Atex_150508.pdf).
- (9) Metallituote maalaus. Available at: [www03.edu.fi/oppimateriaalit/metallituotemaalaus/osa1.pdf](http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/metallituotemaalaus/osa1.pdf)
- (10) Erotuskaivojärjestelmät: <http://www.wavinlabko.fi/tuotteet/erotinjarjestelmat/oljynerottimet>
- (11) Suojavarusteet teollisuuteen: [www.tamrex.fi](http://www.tamrex.fi)
- (12) Oulun uretaanieristys.eristys ratkaisut: <http://www.oulunuretaanieristys.com/>

- (13) Työterveyslaitos: Metallimaala-us.<http://www.ttl.fi/partner/kamat/tietokortteihin/Documents/Metallinmaalaus.pdf>
- (14) AtlasCopco. <http://www.atlascopco.fi/fius/products/paineilma--ja-kaasukompressorit/1473343/1524129/>
- (15) I-valo: EX-valaisimet tiloihin. [http://www.i-valo.com/etusivu?gclid=Clqg\\_pGn88UCFej7cgodUI4ALw](http://www.i-valo.com/etusivu?gclid=Clqg_pGn88UCFej7cgodUI4ALw)
- (16) Kiiltomittarit maalaamoon. [http://www.ndt-tukku.com/product\\_catalog.php?c=111](http://www.ndt-tukku.com/product_catalog.php?c=111)
- (17) Pinnan paksuuden mittarit. <http://www.kimrok.fi/sivut/pinnanpaksuusmittarit/cem-dt-156-pinnoitteen-paksuusmittari>
- (18) AA-Tekno.Kuljetin vaihtoehdot: [kuljetin.eu](http://kuljetin.eu)

