

Juha Pylkkönen

Jauhemaalauslinjaston käyttöönoton suunnittelu

Opinnäytetyö

Kevät 2018

SeAMK Tekniikka

Konetekniikan tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Konetekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Auto- ja työkonetekniikka

Tekijä: Juha Pylkkönen

Työn nimi: Jauhemaalauslinjaston käyttöönoton suunnittelu

Ohjaaja: Kimmo Kitinoja

Vuosi: 2018

Sivumäärä: 41

Liitteiden lukumäärä: 1

Työssä suunniteltiin KM-Tek Fin Oy:n jauhemaalauslinjastolle toimiva layout, joka hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti lattiapinta-alaa. Samalla selvitettiin maalauksen prosessin toimintaa ja yrityksen laadunhallintaa.

Jauhemaalauksella luokitellaan räjähdysvaaralliseksi tilaksi, jolloin maalaustilaa suunniteltaessa on otettava turvallisuus huomioon. Työssä myös perehdyttiin siihen, mitä jauhemaalauksen prosessina pitää sisällään ja todettiin, että yritykselle jauhemaalauksen on parempi vaihtoehto, kuin märkämaalaus. Tuleva jauhemaalauslaitteisto käytiin kokonaisuutena läpi, ja se sisältää ruiskutuslaitteiston, maalauskaapin ja uunin. Laadunhallintaa varten tutustuttiin standardeihin ja dokumentointiin, joilla saadaan maalauksen laatu varmistettua.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin toimiva layoutsuunnitelma ja laitteisto on todettu tarkoituksenmukaiseksi yrityksen käyttöön. Laadun hallintaan ja varmistamiseen on nyt tiedossa vaatimukset ja standardit, joilla täytetään asiakkaiden vaatimukset.

Avainsanat: atex, esikäsitteily, jauhemaalauksen, jauhemaalauksella, layout

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical Engineering

Specialisation: Automotive and Work Machine Engineering

Author: Juha Pylkkönen

Title of thesis: Planning the Commissioning of a Powder Coating Line

Supervisor: Kimmo Kitinoja

Year: 2018

Number of pages: 41

Number of appendices: 1

The goal of this thesis was to design the layout of KM-Tek Fin Oy's powder coating line utilizing the floor area as efficiently as possible. At the same time, the painting process and the company's quality management were studied.

The powder coating area is classified as a potentially explosive space. Thus, when designing the painting area, safety must be taken into account. The thesis also studied the powder painting process, and found out that for the KM-Tek Fin Oy powder coating is a better option than wet painting. The upcoming powder painting equipment includes spray equipment, a paint cabinet, and a furnace, and they were all studied thoroughly. The standards and documentation related to quality management were introduced in the thesis as they are needed for ensuring the quality of the painting.

As the result of this thesis, a functional layout plan was obtained and the studied equipment was found to be appropriate for the company. People at KM-Tek Fin Oy now know the requirements and standards related to quality management and assurance, and the company is thus able to meet the customers' requirements.

Keywords: atex, pretreatment, powder coating, powder paint, layout

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 JOHDANTO.....	8
1.1 Yritysesittely.....	8
1.2 Työn kuvaus.....	9
1.3 Työn tavoite.....	9
2 JAUHEMAALAUUS.....	10
2.1 Jauhe- ja märkämaalauksen vertailu.....	10
2.1.1 Jauhemaalauksen edut.....	11
2.1.2 Jauhemaalauksen haitat.....	11
2.2 JAUHEMAALIT.....	12
2.2.1 Epoksijauhemaali.....	12
2.2.2 Polyesterijauhemaali.....	13
2.2.3 Epoksi-polyesterijauhemaali.....	13
2.2.4 Antibakteerijauhemaali.....	13
2.2.5 Antigraffitijauhemaali.....	13
2.2.6 Muut jauhemaalityypit.....	14
2.3 Kappaleiden esikäsittely.....	14
2.3.1 Suihkupuhdistus.....	15
2.3.2 Puhdistus käsi- ja konetyökaluilla.....	15
2.3.3 Kemiallinen esikäsittely.....	15
2.3.4 Konversiokäsittely.....	16
2.4 MAALAUSTILAN TURVALLISUUS.....	17
2.4.1 ATEX.....	17
2.4.2 ATEX-tilojen luokittelu.....	17
2.4.3 Laitteiden luokittelu.....	19
2.4.4 Työturvallisuus jauhemaalauksessa.....	19

3	MAALAUSSLAITTEISTOT	20
3.1	Jauhemaaluspistoolit.....	20
3.1.1	Ohjausyksikkö.....	21
3.1.2	Maalaustelakka	21
3.2	Maalauskaappi.....	22
3.3	Uuni.....	23
3.4	Layoutsuunnitelma	25
3.4.1	Maalauslinjaston tila.....	26
3.5	Toimivuuden kannattavuus arviointi	27
3.5.1	Uunin sähkönkulutus.....	27
3.5.2	Jauheen takaisinkierrätys.....	28
3.6	Huolto ja ylläpito.....	28
3.6.1	Jauhepistoolin huolto	29
3.6.2	Maalauskaapin huolto	29
4	LAADUNHALLINTA	30
4.1	Laatusuunnitelmat.....	31
4.2	Laadunvarmistuksen kohteet	32
4.2.1	Henkilöstö	32
4.2.2	Teräsrakenne.....	33
4.2.3	Esikäsittelyt	33
4.2.4	Olosuhteet.....	34
4.2.5	Maalausmenetelmät ja välineet.....	35
4.2.6	Maalaustyö.....	35
4.2.7	Maalipinnan tarkastus	35
4.2.8	Tarkastajan toimintatapa.....	36
5	YHTEENVETO.....	37
	LÄHTEET	38
	LIITTEET	40

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1 Yrityksen logo. (KM-Tek Fin Oy, [viitattu 28.3.2018].).....	8
Kuva 2. Jauhepistooli PEM-X1. (Wagner 2017, [viitattu 28.3.2018].).....	20
Kuva 3. Ohjausyksikkö EPG-Sprint X. (Wagner Industri 2017, [viitattu 28.3.2018].)	21
Kuva 4. Maalaustelakka. (Wagner Industri 2017, [viitattu 28.3.2018].)	22
Kuva 5. Wagner ID-mallin maalauskaappi. (Wagner Industri 2017, [viitattu 28.3.2018].).....	23
Kuva 6. Kappaleiden lämmitysuuni välivarastossa.	24
Kuvio 1. Maalaustilan layout.	26
Taulukko 1. Maalauskaapin tekniset tiedot. (Wagner Industri 2017, [viitattu 28.3.2018].).....	22
Taulukko 2. Lämmitysajat erilaisille jauhetypeille. (Metallitöiden maalaus, [viitattu 1.4.2018].).....	25
Taulukko 3. Uunin sähkönkulutustaulukko.....	27
Taulukko 4. Pölysuodattimien pääluokat. (Hengityслиitto 2018, [viitattu 20.4.2018].)	28
Taulukko 5. Huoltotaulukko. (Plasto 2014, [viitattu 28.3.2018].)	29
Taulukko 6. Maalauksen onnistumiseen vaikuttavat tekijät (Teknos 2013, [viitattu 28.3.2018].).....	30

Käytetyt termit ja lyhenteet

ATEX	Atmosphères explosibles
Ex	Explosive, räjähtävä
Ex-tila	Räjähdysvaarallinen tila
Ex-laite	Räjähdysvaarallisessa tilassa käytettä laite tai suojausjärjestelmä.
Erittely	Tekninen asiakirja, jossa esitetään kaikki työlle annettavat vaatimukset.
Esikäsitteily	Maalattavan pinnan puhdistusta sekä maalattavalle pinnalle ennen maalausta suoritettava toimenpide.
Kastepiste	Lämpötila, jossa ilmassa oleva kosteus tiivistyy kiinteälle pinnalle.
Hiekkapuhallus	Suihkupuhdistuksessa käytetty termi, jossa puhallusmateriaalina käytetään hiekkaa. Termiä käytetään yleensä puhuttaessa suihkupuhdistuksesta yleensä.

1 JOHDANTO

1.1 Yritysesittely

Opinnäytetyön tilaajana toimii karstulalainen KM-Tek Fin Oy -niminen konepaja, joka työllistää noin kymmenisen työntekijää. Sen juuret ulottuvat 1970-luvulta nykypäivään ja ohjaksissa on kolmas sukupolvi. Yritys on erikoistunut vaativiin levy- ja rautarakennetöihin. Pääasiassa käytetään ruostumattomia ja haponkestäviä materiaaleja, joista valmistetaan alihankkijana säiliöitä ja altaita erilaisiin käyttötarkoituksiin. Tuotevalikoimaan kuuluu myös esimerkiksi puhdistilatuotteita, joita valmistetaan erityisemmin apteekkien ja sairaaloiden käyttöön. Puhdistilatuotteista menee noin 50 prosenttia vientiin ja päämarkkina-alue on Eurooppa. Yritys on ottanut huomioon laadun ja ympäristön tuotannossaan ja toimiikin sertifioidujen EN1090-1, ISO 9001 laatu- ja ISO 14001 ympäristöjärjestelmän mukaisesti. Yritys tekee myös yhteistyötä puolustusvoimien kanssa. (KM-Tek Fin Oy, [viitattu 28.3.2018].)



Kuva 1 Yrityksen logo. (KM-Tek Fin Oy, [viitattu 28.3.2018].)

1.2 Työn kuvaus

Tässä opinnäytetyössä perehdytään siihen, mitä jauhemaalauksella pitää sisällään. Samalla vertaillaan hieman märkämaalauksen ja jauhemaalauksen eroja. Työssä tutustutaan myös erilaisiin jauhetyyppeihin ja kuinka kappaleet tulevat esikäsittellä ennen maalausta. Jauhemaalauksena luokitellaan räjähdysvaaralliseksi tilaksi, mikä tuo omat turvallisuusnäkökohdat maalaustilalle. Yritys valmistaa paljon erilaisia tuotteita ja kappaleita, joita käytetään muualla jauhemaalauksessa. Jauhemaalauslinjaston myötä läpimenoajat pienenevät, koska tuotteita ei tarvitse enää lähettää muualle maalattavaksi ja tuote voidaan valmistaa yrityksessä alusta loppuun saman katon alla.

1.3 Työn tavoite

Tavoitteena on perehtyä jauhemaalaukseen ja yrityksen laadunhallintaa. Samalla suunnitella toimiva layout jauhemaalauslinjastolle, joka tulee yrityksen käyttöön. Yritys tavoittelee jauhemaalauslinjastolla lyhyempiä läpimenoaikoja omille tuotteille ja samalla yritys voi alkaa tarjota maalauspalvelua muille paikallisille metalliyrityksille. Paikallisella tasolla jauhemaalauslinjasto nopeuttaa muidenkin yritysten läpimenoaikoja, koska tuotteiden rahditukseen ei kulu paljoa aikaa ja tuotteet ovat nopeasti saatavilla maalauksesta. Yritykseen tuleva jauhemaalauslinjasto koostuu ruiskutuslaitteistosta, maalauskaapista ja uunista sekä näiden välille tulevista vaunuista ja kuljettimista.

2 JAUHEMAALAUUS

Jauhemaalauksesta käytetään usein eri nimityksiä, kuten pulverimaalaus, jauhepinnoitus, jauhelakkaus tai polttomaalaus (Perecolor, [viitattu 28.3.2018]). Jauhemaalauksella on ympäristöystävällinen ja kustannustehokas ratkaisu verrattuna perinteiseen märkämaalaukseen. Prosessi jakautuu kolmeen osaan: kappaleiden esikäsittelyyn, jauhemaalaukseen ja uunitusvaiheeseen. Uunituksen jälkeen kappale jäähtyy ja on heti valmis jatkojalostukseen tai lähetettäväksi asiakkaalle. (Teräsrakenneyhdistys 2015, [viitattu 20.3.2018].)

Jauhemaalauksessa maali on ruiskutusvaiheessa jauheen muodossa. Ruiskutuksessa jauhe varataan sähköisesti, jolloin jauhe pyrkii kohti maadoitettua pintaa. Ruiskutetun pinnan jälkeen kappale siirretään uuniin, jossa lämpötila saa jauheen sulamaan märäksi. Märkä pinta verkostoituu kappaleen pinnalla ja tarttuu kappaleen pintaan kiinni. Uunissa lämmityksen jälkeen kappale on jäähdyttään heti käyttövalmis. (Jokinen, Kuusela & Nikkari 2001,120.)

2.1 Jauhe- ja märkämaalauksen vertailu

Maalausmenetelmänä jauhemaalauksella eroaa märkämaalauksesta sen levitystavalla. Jauhemaalauksella pyritään saamaan jauhepilvi, josta jauhe siirtyy ja kiinnittyy maalattavaan kappaleeseen sähkövarauksen ansiosta. Perinteisellä märkäruiskutuksella maali pyritään ruiskuttamaan kohtisuoraan maalattavaan pintaan. Jauhemaalauksella on enemmän etuja kuin märkämaalauksella, joten jauhemaalauksella on yleistynyt merkittävästi teollisuudessa. (Jokinen, Kuusela & Nikkari 2001,120-121.)

Jauhemaalauksen jatkuva kehitystyö ja maalilaadut ovat parantaneet sen kilpailukykyä entisestään. Nykyisin jauhemaalauksella on monin paikoin ylivoimainen märkämaalaukseen verrattuna. Jauhemaalauksen voittokulku alkoi vasta 1980-luvulla kehittyneiden maalien, ruiskutus- ja korkeajännitetekniikan ansiosta (Perecolor, [viitattu 28.3.2018].)

2.1.1 Jauhemaalauksen edut

Kertaalleen ruiskutettu maali voidaan kerätä talteen ja käyttää uudestaan. Maalin voi kerätä uudestaan käyttöön, vaikka seuraavana päivänä. Tämä pienentää maalihukkaa verrattuna märkemaalauksessa ohiruiskutetulle maalille. Jauhemaalauksella on kannattavin ratkaisu suurivolyymisille kappalemäärille, koska se on nopea ja edullinen maalaustapa. Jauhemaalauksella saadaan mekaanista ja kemiallista kulutusta kestävä pinta. Kemiallinen kestävyys saadaan heti maalauksen jälkeen, toisin kuin märkemaalauksella. Kemikaalien ja liuottimien kestävyys saadaan epoksijauheella, mutta myös muutkin jauhetypit kestävät hyvin kemikaaleja. (Jokinen, Kuusela & Nikkari 2001,120-121.)

Jauhemaalattun kappaleen pinta kestää jäähtyttyään enemmän iskuja ja naarmuja kuin märkemaalattun. Kappaleiden läpimenoaika on pienempi kuin märkemaalauksen menetelmällä. Jauhemaalauksella jauhe pääsee paremmin vaikeisiin paikkoihin, joihin märkemaalauksella ei pääse. Laitteet ovat varmatoimisia ja niiden huoltokustannukset ovat hyvin pienet. Maalauksessa ei synny liuotinpäästöjä ja tämä menetelmä on myös paloturvallinen ratkaisu. (Jokinen, Kuusela & Nikkari 2001,120-121.)

2.1.2 Jauhemaalauksen haitat

Pienellä jauhemaalimäärällä maalin kilohinta on suurempi kuin ison määrän. Erikoiset värisävyt pieninä määrinä nostavat myöskin kustannuksia. Värinvaihto on työlästä jauhemaalauksessa. Jos jauhe otetaan talteenottolaitteista talteen, pitää suodattimetkin vaihtaa. Vaihdon yhteydessä työ helpottuu, jos eri värivaihtoehdoille on omat vaihtosuodattimet, mutta ylimääräisistä suodattimista aiheutuu lisäkustannuksia. (Jokinen, Kuusela & Nikkari 2001,122.)

Korroosion kestokyky voi olla jauhemaalauksessa puutteellisempi kuin märkemaalauksessa, jauhemaalauksessa maalataan yleensä yksi kerros. Puutteellisesti esikäsitelty tai huokoisen kappaleen takia maalipinnalle voi syntyä huokoinen pinta, josta ilma pääsee kosketuksiin kappaleen pinnan kanssa. Tämä aiheuttaa ruostumista maalikalvon alla. Korjausmaalauksella on hankalampaa kuin märkemaalaukseen

verrattuna. Jauhemaalauksella ei saavuteta yhtä suurta maalausnopeutta kuin märkämaalauksella. Jauhemaalattu pinta tarvitsee uunin, jonka energian kulutus on suuri johtuen sen suuresta uunituslämpötiloista. Uunin lämpötila vaaditaan noin 200 asteeseen. Kappaletta lämmitetään uunissa noin 10-25 minuuttia. Uunin energiankulutus kasvaa suureksi, jos uunia käytetään vain pieniin maalauseriin. (Jokinen, Kuusela & Nikkari 2001,122.)

2.2 JAUHEMAALIT

Yleisimmät Suomessa käytetyt jauhemaalit ovat epoksi-, polyesteri- tai epoksi-polyesteriseosteiset jauheet. Jauhemaalit koostuvat sideaineesta, kovetteesta, pigmentteistä, täyteaineista ja lisäaineista. Kappaleeseen maalattu pinta alkaa uunissa reagoida lämmön johdosta, jolloin sideaine ja kovete alkavat reagoida keskenään. Lisäämällä erilaisia lisäaineita jauheeseen saadaan esimerkiksi korroosionkestokykyä, tasoitettavuutta, kulutuksenkestävyyttä ja ruiskutettavuutta. (Jokinen, Kuusela & Nikkari 2001,123.)

2.2.1 Epoksijauhemaalit

Epoksijauheella on erittäin hyvät mekaaniset ominaisuudet, joita ovat esimerkiksi iskun- ja kulutuskestävyys sekä liuotin- ja kemikaalikestävyys. Epoksijauhetta suositellaan käytettäväksi sisäkäyttöön meneville tuotteille, sillä maali liituuntuu ulkoikäkäytössä. Liituuntuminen tarkoitetaan maalipinnan kiillon menetystä, joka tapahtuu maalipinnan pinnassa, joten se ei heikennä suojauskykyä. Jauheella on herkkä vaikutus värimuutoksille, jos polttoaika on liian pitkä tai polttolämpötila on liian korkea. (Jokinen, Kuusela & Nikkari 2001,123.)

2.2.2 Polyesterijauhemaali

Saatavilla on myös polyesterijauhetta, jolla liitumistaipumus on vähäistä. Polyesterijauhemaali soveltuu hyvin käytettäväksi ulkokäyttöön, koska maali ei liitunnun ulkokäytössä. Polyesteri ei täysin vastaa kemikaalien ja liottimien kestävyydeltä epoksijauhetta, mutta suojaus on kuitenkin tarpeeksi riittävä. Mekaaninen kestävyys on epoksijauheen tasolla, eikä polyesterijauhe kellastu helposti liiallisesta uunituksesta. (Jokinen, Kuusela & Nikkari 2001,124.)

2.2.3 Epoksi-polyesterijauhemaali

Tällä jauhetypillä on pyritty saamaan molempien jauheiden hyvät ominaisuudet. Epoksi-polyesterijauhetta käytetään yleisesti muita jauheita eniten. Jauheella saadaan liituumainen vähäisemmäksi kuin pelkällä epoksimaalilla. Tällöin myös mekaaninen kestävyys heikkenee. Jauheessa käytettävillä pigmenteillä on hyvin suuri vaikutus maalin ulkokestävyyteen. (Jokinen, Kuusela & Nikkari 2001,124.)

2.2.4 Antibakteerijauhemaali

Antibakteerimaalilla saadaan parannettua hygieniatasoa. Yleisimmät käyttökohteet maalilla ovat sairaalat, keittiöt ja tutkimustilat. Maalilla on antibakteerinen ominaisuus, jonka ansiosta kappaleen pinta tappaa siinä olevat mikrobit ja bakteerit. Kuitenkaan maali ei poista siivouksen tarvetta ja se toimii pinnan ollessaan puhdas. Tarkempia tietoja jauheesta löytyy valmistajien todistuksista, joista selviää, minkä standardien mukaan ne ovat testatut. (Perecolor, [viitattu 28.3.2018].)

2.2.5 Antigraffitijauhemaali

Antigraffitimaali on uretaanimaali, jonka maalattu pinta on muita pintoja kovempaa ja tiiviimpää. Siksi maalia käytetään kohteissa, joissa halutaan helpottaa mahdollisen lian puhdistamista. Pinnoitetta saa myös lakkana, jolloin pohjavärin voi tehdä polyesterimaalilla. (Perecolor, [viitattu 28.3.2018].)

2.2.6 Muut jauhemaalityypit

On myös olemassa muitakin jauhemaalityyppejä, joita voidaan tarvittaessa käyttää, jos maalaukselta edellytetään joitakin erikoisominaisuuksia. Esimerkkejä ovat polyuretaani ja sinkkijauhemaalii. Ominaisuuksiltaan polyuretaani on polyesterin kaltainen, mutta polyuretaanin ominaisuuksia voidaan muokata laajemmin. Polyuretaanin hinta on korkea, mikä rajoittaa sen käyttöä. Sinkkijauhemaaliiä käytetään pääasiassa pohjamaalina, jonka päälle voidaan ruiskuttaa polyesterijauhemaaliiä. Tällöin tuotteelle saadaan erinomainen korroosionsuojakestävyys. Sinkkijauhetta käytetään mm. teräsrakenteisiin, aitoihin tai säiliöihin. (Jokinen, Kuusela & Nikkari 2001,124.)

2.3 Kappaleiden esikäsittely

Esikäsittely on yksi tärkeimmistä asioista ruiskutuksen ohella. Käsittely vaikuttaa kappaleen elinikään ja laatuun. Jauhemaalauksessa jauhe tarvitsee puhtaan pinnan, jossa ei saa esiintyä epäpuhtauksia, kuten rasvaa tai ruostetta. Jopa 50-70 % maalausvaurioista johtuvat huonosta esikäsittelystä. Maalattavien pintojen mekaanista esikäsittelyä ja maalaamista haittaavat epäpuhtaudet poistetaan standardin ISO 12944-4 mukaisin lian- ja rasvapoistomenetelmin. Konepajoilla yleisesti käytetään liuotin-, emulsio- tai alkalista rasvanpoistopesua. (Tikkurila, [viitattu 25.8.2018].) Esikäsittelyn erilaisista tavoista kerrotaan standardeissa ISO 8504 osissa 1-3 ja ISO 12944-4. Esikäsittelyn asteen ja laatuaste valitaan suoritettavan maalaustavan mukaan. (Teknos 2013. [viitattu 28.3.2018].)

2.3.1 Suihkupuhdistus

Kappaleiden pinnan puhdistamiseen on hyvä käyttää suihkupuhdistusta. Teräs- ja valurautakappaleiden tehokkain tapa on suihkupuhdistaa osat valssihilseestä ja ruosteesta. Puhdistustapaa merkitään lyhenteellä ”Sa”, joka tarkoittaa mekaanista pinnanpuhdistusta, jossa epäpuhtaudet puhdistetaan raesuihkulla. Suihkupuhdistamalla saadaan myös kestopintainen, alumiinin tai vanhan maalikerroksen pinnat puhdistettua ennen maalausta. Suihkupuhdistuksen jälkeen jauhemaali tarttuu hyvin kappaleen pintaan kiinni. Ulkokäyttöön menevien kappaleiden jauhepintojen pitäisi olla riittävän paksu, koska korroosionestokyky paranee. Esilämmitetylle kappaleelle saadaan ennen jauheen ruiskuttamista suihkupuhdistetulle kappaleelle suuri jauhepaksuus ja parempi ruosteenestokyky. Korroosionestokykyä voidaan lisätä suihkupuhdistuksen jälkeen maalamalla kappale jauhemaalilla alustaksi sopivalla märkämaalilla tai käyttämällä sinkkipölyjauhemaalilla. (Jokinen, Kuusela & Nikkari 2001,122-124.) Standardi SFS-ISO 8501-1 määrittelee suihkupuhdistuksen vaadittavan vaatimusasteen mukaan (Teräsrakenneyhdistys 2015, [viitattu 20.3.2018]).

2.3.2 Puhdistus käsi- ja konetyökaluilla

Puhdistus voidaan suorittaa käsityökaluilla tai vaihtoehtoisesti koneellisesti harjalla tai hiomalla. Menetelmiä suoritettaessa valitulla tavalla saadaan haluttu puhdistusaste standardin SFS-ISO 8501-1 mukaisesti. Käsi- ja konetyökaluilla puhdistustapaa käytetään tyypillisesti pinnoilla, joita ei pysty muilla menetelmillä puhdistamaan. Hiontaa käytetään yleensä silloin, kun puhdistettava pinta ei kestä suihkupuhdistusta tai hiomisella puhdistetaan vähäisiä hapettumia. Hiomalla voidaan myös karhentaa kappaleen pinta, jolloin maalin tartuntakyky paranee. (Teräsrakenneyhdistys 2015, [viitattu 20.3.2018].)

2.3.3 Kemiallinen esikäsitely

Kemiallista käsittelyä käytetään alumiinin, ruostumattoman teräksen ja kylmävalssatun teräksen tai sinkitetyn teräksen esikäsitelyinä. Kemiallisella käsittelyllä saadaan poistettua suojaöljyt ja rasvat kappaleiden pinnalta. Myös pienet hapettumat,

hiilipölyt, metallilastut ja irtoliat saadaan pois. Tällä menetelmällä ei saada poistettua valssihilsettä, laserleikkauksessa syntynyttä oksidia tai pahoja hapettumia. Silloin joudutaan käyttää mekaanisia puhdistusmenetelmiä. Kemiallista esikäsitteilyä käytetään yleisesti harvoin, koska pesun jälkeen seuraa lähes aina konversiokäsittely. Pelkkää pesua käytetään silloin, kun kappaleen pinnalla on rasvaa tai suojaöljyä, joita mekaaninen puhdistus ei poista. Kemiallisia esikäsitteilyitä ovat pelkkä pinnan pesu, rautafosfatointi, sinkkifosfatointi, zirkonium-pinnoite, silaani-pinnoite tai harvoin käytetty passivointi. Passivoinnissa nykyään käytetään kylpyjä, jotka eivät sisällä kromia ja näin ovat työturvallisuuden ja ympäristön kannalta entistä parempia vaihtoehtoja. Kuitenkin nykyään on käytössä vielä kromipitoisia kylpyjä. Passivoinnilla saadaan parannettua pinnan kiiltoa, estettyä valkoruosteen syntymisen ja parannettua maalin tartuntaa pinnoitteeseen. Pinnoitteet hidastavat korroosiota maalikalvon alla. (Teräsrakenneyhdistys 2015, [viitattu 20.3.2018].)

2.3.4 Konversiokäsittely

Konversiokäsittelyistä rauta- ja sinkkifosfatointi soveltuvat käytettäväksi teräspinnoille. Rauta- ja sinkkifosfatoinnit ovat yleisimpiä fosfatointitapoja. Käsittely soveltuu parhaiten pääasiassa kylmävalssatuille ohutlevytuotteille, kuten jauhemaalauksen esikäsitteilynä. Fosfanoinnilla muodostetaan maalattavalle pinnalle kiinteästi tarttuva ohut hienokiteinen pinta, joka soveltuu hyvin maalausalustaksi. Se parantaa maalikalvon tarttuvuutta kappaleen pintaan ja antaa korroosion kestävyttä. (Teräsrakenneyhdistys 2015, [viitattu 20.3.2018].)

Rautafosfatointia hyödynnetään yleensä sisäkäyttöön tuleville tuotteille, ja sinkkifosfatointia käytetään ulkokäyttöön tarkoitetuille tuotteille. Sinkkifosfatoinnin ruosteenestokyky on paljon parempi kuin rautafosfatoinnin. Rautafosfatointia voi myös hyödyntää ulkokäyttöön tulevien tuotteiden esikäsitteilymenetelmänä, jos maalaus-käsittely on hyvä, eikä siltä vaadita hyvää korroosionkestokykyä. Fosfatoinnin jälkeen voidaan myös käyttää passivointia, joka parantaa fosfatoitujen pintojen korroosion kestävyttä. (Jokinen, Kuusela & Nikkari 2001,41-44.)

2.4 MAALAUSTILAN TURVALLISUUS

Maalaustilaa suunniteltaessa on otettava turvallisuus huomioon, sillä jauhemaa-
lauslinjasto luokitellaan räjähdysvaaralliseksi tilaksi. Maalaustilaa suunniteltaessa
käytetään standardia SFS-3358, jossa kerrotaan räjähdysvaaran selvittämiseen ja
arviointiin, tilaluokituksiin, räjähdystiloissa käytettävien laitteiden valitsemiseen,
maalaamon sijoittamiseen ja rakenteisiin ja räjähdys suojausasiakirjan laatimiseen.
SFS-3358:aa ei kuitenkaan sovelleta, jos maalausta suoritetaan käsin sivellin- ja
telamaalaustoimintaa. Sitä ei myöskään sovelleta pienimittaiseen maalauksiin, ku-
ten vähäisiin korjausmaalauksiin, jos toiminnassa vaaran ja riskienarvioinnin perus-
teella maalauksesta ei aiheudu standardissa ilmoitettua räjähdysvaaraa. (Tukes
2015, [viitattu 28.3.2018].)

2.4.1 ATEX

ATEX-nimitystä käytetään Euroopan yhteisön direktiiveistä 94/9/EY ja 1999/92/EY.
Nämä direktiivit koskevat räjähdysvaarallisia tiloja, joissa työskennellään ja käyte-
tään erilaisia laitteita. Direktiivi 94/9/EY on laitedirektiivi ja 1999/92/EY on työolo-
suhdedirektiivi. Direktiivien tarkoituksena on suojella ATEX-tiloissa työskentelevää
henkilökuntaa sekä yhtenäistää EU:n jäsenvaltioiden räjähdysvaarallisten tilojen,
koneiden ja laitteiden turvallisuusvaatimuksia sekä samalla myös taata Ex-laitteiden
vapaa kauppa. Tuotantolaitoksia, joissa syttyvät nesteet, kaasut tai vaikkapa pölyt
voivat aiheuttaa räjähdysvaaran, koskee ATEX-työolosuhdedirektiivi. (Tukes 2015,
[viitattu 28.3.2018].)

2.4.2 ATEX-tilojen luokittelu

Ex-tilalla tarkoitetaan tilaa, jossa voi esiintyä räjähdyskelpoista ilmaseosta. Tällöin
toimenpiteet työntekijöiden suojaamiseksi räjähdysvaaralta ovat tarpeen. Suojatoi-
menpiteiden laajuuden määräytymisperusteena käytetään olemassa olevien Ex-ti-
lojen luokittelua vaarallisten räjähdyskelpoisten ilmaseosten esiintymistodennäköi-
syyden mukaisiin vyöhykkeisiin. Jauhemaalaustila kuuluu tilaluokkaan 22. (Tukes
2015, [viitattu 28.3.2018].)

– Tilaluokka 0

Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa olevan palavan aineen muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy jatkuvasti, pitkä- aikaisesti tai usein (Tukes 2015).

– Tilaluokka 1

Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa oleva palavan aineen muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti (Tukes 2015).

– 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 (Tukes 2015).

– Tilaluokka 20

Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy jatkuvasti, pitkä- aikaisesti tai usein (Tukes 2015).

– Tilaluokka 21

Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti (Tukes 2015).

– Tilaluokka 22

Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostaman räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintyminen normaalitoiminnassa on epätodennäköistä ja se kestää esiintyessään vain lyhyen ajan (Tukes 2015).

2.4.3 Laitteiden luokittelu

Aikaisemmin mainituissa tiloissa käytetään vain sinne sopivia laitteita ja suojausjärjestelmiä. Perusvaatimukset esitetään asetuksessa 576/2003. Luokitelluissa tiloissa on käytettävä niihin kuuluvia laitteita, jotka soveltuvat kaasulle, höyrylle, sumulle tai pölylle. Laittevalinta tehdään siten, ettei laitteen korkein pintalämpötila saavuta minäkään sen vaikutuspiirissä olevan kaasun, höyryn tai muun syttyvän aineen syttymislämpötilaa. Laite ei myöskään saa aiheuttaa kipinöintiä, joka voi sytyttää räjähdyskelpoisen ilmaseoksen. Kussakin tiloissa käytetään vain sinne sopivia laitteita ja suojausjärjestelmiä:

- Tilaluokassa 0 tai 20 laiteluokan 1 laitteita
- Tilaluokassa 1 tai 21 laiteluokan 1 tai 2 laitteita
- Tilaluokassa 2 tai 22 laiteluokan 1, 2 tai 3 laitteita (Tukes 2015).

2.4.4 Työturvallisuus jauhemaalaustyössä

Jauhemaalaus on märkämaalaukseen verrattuna työturvallisempi maalaustapa. Kuitenkin jauhemaalaukseen liittyy omat riskinsä ja haittansa. Käytettävä hieno jauhepöly, jonka partikkelikoko on alle 5 µm, voi tunkeutua hengitysilman mukana syvälle keuhkorakkuloihin, joista se ei poistu enää. Siksi maalauksessa on käytettävä korkealuokkaisia pölysuojaimia. Hienojakoista jauhepölyä muodostuu enemmän, kun jauhetta kierrätetään. (Jokinen, Kuusela & Nikkari 2001,133-134.)

Jauhemaalien sideaineet voivat olla herkistäviä päästessään ihokosketukseen tai hengitettäessä pölyä elimistöön. Epoksijauhemaali on herkistävää henkilöille, joilla on epoksiallergia. Sähköiskun vaara pitää huomioida työssä, sillä jauhemaalaustyötä suorittavan henkilön on käytettävä sähköä johtavia käsineitä ja jalkineita, jolloin varaus poistuu maalarista. (Jokinen, Kuusela & Nikkari 2001,133-134.)

3 MAALAUSLAITTEISTOT

Jauhemaalaukselinjasto vaatii toimiakseen ruiskutuslaitteen, jauhemaaluspistoolin, maalauskaapin, uunin ja erilaisia vaunuja tai kuljettimia yksiköiden välille. Yritys saa maalauslaitteistot uuden osakkaan myötä käyttöönsä ja maalauksen liiketoiminta siirtyy KM-Tekin käyttöön.

3.1 Jauhemaaluspistoolit

Maalauslinjaston ruiskutuslaskinina käytetään Wagner-in pem-x1-jauhepistoolia. Pem-x1 on kevyt jauhepistooli, jonka paino on 490 grammaa. Kuitenkin rakenteesta on tehty kestävä. Pistooli on suunniteltu gramman tarkkuudella tasapainoiseksi, mikä tarkoittaa pistoolin olevan joustava liikkeissään ja ei aiheuta käden väsymistä. Pistoolissa on hyödynnetty erilaista suutinratkaisua, joka tuottaa täydellisen jauhe-sumun ja parantaa viimeistelyn laatua. Liukurenkaan avulla litteän sumutuksen voi helposti säätää erilaisille pinnoille sopivaksi. (Wagner Industri 2017, [viitattu 28.3.2018].)



Kuva 2. Jauhepistooli PEM-X1. (Wagner 2017, [viitattu 28.3.2018].)

3.1.1 Ohjausyksikkö

PEM-X1-jauhemaaluspistooli on varustettu EPG-Sprint X -ohjausyksiköllä. Ohjausyksikköä on helppo käsitellä ja siinä on maksimaalimen tarkkuus säätöpiirin ansiosta. Laite on monipuolinen, siihen voi esimerkiksi tallentaa 50 erilaista pinnoitusohjelmaa, mikä nopeuttaa huomattavasti maalausta, jolloin laatu pysyy samana. Laitteen koko on 270 x 260 x 136 mm ja painoa laitteelta on 4,6 kg. (Wagner Industri 2017, [viitattu 28.3.2018].)



Kuva 3. Ohjausyksikkö EPG-Sprint X. (Wagner Industri 2017, [viitattu 28.3.2018].)

3.1.2 Maalaustelakka

Jauhemaaluspistoolille ja ohjausyksikölle saa lisävarusteena maalaustelakan, jossa kaikki maalaukseen tarvittavat komponentit ovat samassa paketissa. Maalaustelakalla saadaan esimerkiksi nopea värinvaihto tai siirreltävyys paikasta toiseen. (Wagner Industri, 2017, [viitattu 28.3.2018].)



Kuva 4. Maalaustelakka. (Wagner Industri 2017, [viitattu 28.3.2018].)

3.2 Maalauskaappi

Maalauskaappina yrityksessä tullaan käyttämään myöskin Wagnerin valmistamaa ID-mallisarjan maalauskaappia, joka on suunniteltu erityisesti pienten ja suurien erien pinnoittamiseen sarjatuotantona.

Taulukko 1. Maalauskaapin tekniset tiedot. (Wagner Industri 2017, [viitattu 28.3.2018].)

Tulojännite	220 - 380 V
Nimellisteho, käyttömoottori	2,20 kW
Tulotaajuus	50 Hz
Suodattimen pinta-ala	30 m ² , 322,9 ft ²
Suodattimien määrä	3
Ilman tilavuus	4000 m ³ / h
Ilman kulutus	20 m ³ /h



Kuva 5. Wagner ID-mallin maalauskaappi. (Wagner Industri 2017, [viitattu 28.3.2018].)

3.3 Uuni

Pulveroinnin jälkeen maalauslinjaston lopussa on kappaleiden uunitusvaihe. Tehoa uunilta löytyy noin 55 kW. Uunin suuaukon leveys on 1520 mm ja korkeus 2200 mm. Uunin syvyys on 2850 mm. Uunin koko on sopiva yritykselle, koska suurin maalattava puhdastilatuote mahtuu uunin sisälle hyvin ja sisälle myös mahtuu useampi pieni kappale yhtä aikaa. Uunin ollessa päällä siitä saadaan ylimääräinen lämmitysenergia talteen. Ylimääräinen lämmitysenergia tullaankin liittämään yrityksessä hallin lämmitysverkkoon. Näin uunin lämmitysenergiaa ei päästetä hukkaan.



Kuva 6. Kappaleiden lämmitysuuni välivarastossa.

Jauhemaalattujen kappaleiden uunitusaika määräytyy muutamista asioista, kuten maalin laadusta ja maalatun kappaleen materiaalipaksuudesta. Erilaisille jauhelaa-
duille ovat erisuuruiset uunitusajat. Jauheista valmistajat antavat lämpötilat uunitus-
ajoille, joista selviää esimerkiksi minimilämpötila, jossa maali muodostaa vielä kun-
nollisen maalikalvon. Yleensä lämpötila säädetään korkeammaksi, jolloin kuljetinta
voidaan ajaa riittävän nopeasti eteenpäin ja sillä saavutetaan lyhyempi läpimeno-
aika linjastolla. (Jokinen, Kuusela & Nikkari 2001,136-137.) Seuraavalla taulukolla
on kuvattu tyypillisiä arvoja uunitusajoille ja lämpötiloille.

Taulukko 2. Lämmitysajat erilaisille jauhetypeille. (Metallitöiden maalaus, [viitattu 1.4.2018].)

Maalilaatu	Polttolämpötila(°C)	Polttoaika(Min)
Epoksi	180	10
	200	5
Epoksi-polyesteri	180	15
	200	10
Polyesteri	200	18
	210	15

Taulukon arvot ovat suuntaa antavia. Tarkemmat tiedot uunitusajoista löytyvät jauheiden käyttöohjeista. Uunitettaessa jauhemaaleja on muistettava, että jauheiden valmistajat ilmoittavat polttoajat tietyssä ajassa tarkoittavat aikaa, jossa kappaleen lämpötila on sama kuin polttolämpötila. Tämän takia käytännön uunitusaika on pidempi kuin valmistajien ilmoittama uunitusaika. Maalattavien kappaleiden lämpiämisajalla tarkoitetaan aikaa, jolloin kappale on lämmennyt uunin lämpöön. Lämpiämisajan päälle on lisättävä vielä jauheen polttoaika. Maalattavan kappaleen materiaalivahvuus vaikuttaa merkittävästi uunitusaikaan. Käytännössä mitä paksumpi materiaali on kyseessä, sen hitaammin se lämpiää uunissa ja polttoaika pitenee huomattavasti. Jäähtyessään uunituksen jälkeen paksummilta kappaleilta kestää kauemmin jäähtyä. (Jokinen, Kuusela & Nikkari 2001,136-137.)

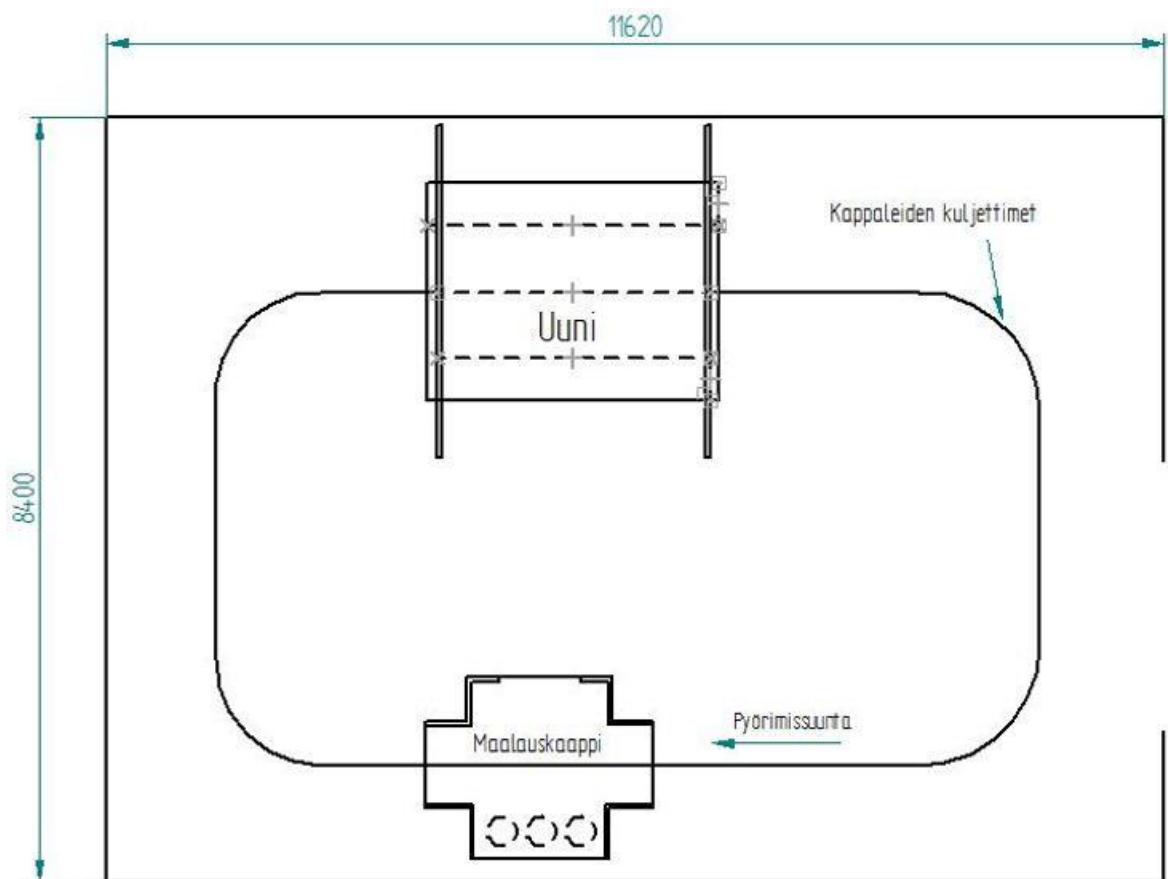
3.4 Layoutsuunnitelma

Jauhemaalaukselinjaston lähtökohtana on saada mutkattomasti toimiva linjasto. Maalauksillassa on huomioitava laitteiden ja koneiden etäisyydet, että henkilöstöllä ja tuotteilla on esteetön kulku ympärillään. Tärkein kriteeri on saada riittävästi kiskotilaa maalauskaapin ja uunin välille, jolloin linjastolla on aina pelivaraa maalausprosessissa.

3.4.1 Maalauslinjaston tila

Maalauslinjasto on tarkoitettu asentamaan suurikokoiseen peittaustilaan, jossa peitataan haponkestävää ja ruostumatonta terästä. Nykyisestä peittaus- ja hapotustilasta puolet on joutotilaa. Ylimääräistä tilaa on käytetty varastona, jossa on varastoitu erilaisia maalaustelineitä ja tyhjiä hapotusnestesäiliöitä.

Hapotustilan koko on 11620 mm x 16800 mm ja korkeutta noin 6000 mm. Tila jaetaan kahteen osaan, jolloin jauhemaalauslinjastolle jää käytettäväksi tilaksi 11620 mm x 8400 mm. Väliin asennetaan eristetty väliseinä, joka kestää peittaustilan syövyttävän vaikutuksen. Samalla väliseinä on tiivis molemmin päin, ettei hapotuksesta aiheutuvat haitat pääse maalauspuolelle ja toisin päin. Maalaustila on tilana hyvin siisti ja avara, sillä siellä ei ole paljoa laitteistoa. (Liite 1)



Kuvio 1. Maalaustilan layout.

3.5 Toimivuuden kannattavuus arviointi

Jauhemaalalaus sopii yritykselle paremmin kuin märkemaalalaus, sillä maalattavat tuotteet sisältävät paljon erilaisia muotoja, joihin jauhemaalauksella päästään paremmin käsiksi. Kappaleissa on myös yleensä muotoja, joissa on reikiä. Tällöin märkemaalattuna ohiruiskutettua maalia kuluu hukkaan enemmän. Nykyisin tuotteita on käytetty muualla maalauksessa. Joskus tuotteilla voi olla hyvinkin kiire ja tuotteiden matkustaessa maalaamolle menee arvokasta aikaa hukkaan. Linjaston myötä yrityksessä saadaan kaikki valmistettua saman katon alla alusta loppuun. Tällöin jää muutaman päivän kestävä viiveet pois tuotannosta, kun tuotetta ei tarvitse lähettää muualle maalattavaksi. Läpimenoajat pienenevät kahdesta viiteen päivään. Tuotteiden läpimenoaika nopeutuu merkittävästi yrityksessä.

3.5.1 Uunin sähkönkulutus

Jauhemaalauksessa suurin kustannus tulee uunin lämmityksessä. Uuni syö tehoa valtavasti saavuttaakseen halutun lämpötilan, mutta sen jälkeen uunin kulutus ei ole niin suurta, koska uuni on tällöin päällä vain lyhyitä jaksoja. Käyttöön otettavan uunin teho on noin 55 kW. Alla oleva taulukko on laskettu 12 snt/kWh:n hinnalla, joka on yrityksen sähkön hinta. Hinta on käytetty hinta, johon sisältyy myynti, siirto ja verot. Taulukon hinnat ovat laskettu niin, ettei uuni pidä taukoja, vaan uuni käyttää sähkötehoa jatkuvalla syötöllä. Sähköhintaa lasketaan (snt/kWh) x kulutus kWh = laitteen käyttämän sähkön kokonaishinta. (Vattenfall, [viitattu 30.3.2018].)

Taulukko 3. Uunin sähkönkulutustaulukko.

Aika	KWh	Hinta
1h	55	6,60 €
2h	110	13,20 €
3h	165	19,80 €
4h	220	26,40 €
5h	275	33,00 €
6h	330	39,60 €
7h	385	46,20 €
8h	440	52,80 €

3.5.2 Jauheen takaisinkierrätys

Maalauskaapissa on mahdollisuus jauheen takaisinkierrätykseen. Takaisinkierrätystä ei hyödynnetä, koska yrityksessä maalataan pieniä maalauseriä ja useampia väri vaihtoehtoja. Järkevintä on hyödyntää jauheen takaisinkierrätystä, jos käytössä olisi vain yksi värisävy. Pienissä maalauserissä jauhehukka on hyvin pientä, jolloin ei ole kannattavaa kierrättää jauhetta.

3.6 Huolto ja ylläpito

Ylläpito henkilökunnan pitää suorittaa huoltotoimenpiteet tasaisin aikaväleihin jauhe- maalauslaitteistoille. Toiminnanharjoittajan ja henkilöstön on tunnettava eurooppalainen standardi DIN EN 50050-2 laitteistoa käytettäessä ja huoltaessa. Huoltotoimenpiteiden yhteydessä on huomioitava terveydelle haitallinen jauhemaalipöly ja riittävä suojavarustus. (Plasto 2014, 34-36.). Hengityssuojaimet suojaavat ilman epäpuhtauksilta, kuten esimerkiksi pölyltä ja kaasuilta. Suurin osa suodattimista on tarkoitettu pelkästään pölyn suodattamiseen. Valmistajat antavat suojaimille suodattinsuosituksia eri epäpuhtauksille. Pölynsuodattimet jaetaan kolmeen pääluokkaan. Alla oheinen taulukko, jossa on pääluokat jaoteltuna ja niiden läpi menevien hiukkasten määrän mukaan. (Hengitysliitto 2018, [viitattu 20.4.2018].)

Taulukko 4. Pölynsuodattimien pääluokat. (Hengitysliitto 2018, [viitattu 20.4.2018].)

Luokka	Läpi menevien hiukkasten määrä enintään
P1	20 %
P2	6 %
P3	2% (reunavuoto otettu huomioon)

3.6.1 Jauhepistoolin huolto

Jauhepistoolin huoltovälit määritellään käyttäjän käytöstä ja tarpeesta riippuen. Vä-rinvaihdon yhteydessä kaikki jauhesyöttöjärjestelmän osat tulee puhdistaa huolelli-
sesti. Lopetettaessa jauhemaalaus pitää poistaa jauheen syöttöjärjestelmä pois jau-
hesäiliöstä. Tällä toimenpiteellä ehkäistään tukkeutumisriskiä. Työn keskeytyessä
täytyy puhaltaa paineilmaa väripistoolin ja jauheen syöttöosien läpi, jolloin ne puh-
distuvat jauhejäämistä. (Plasto 2014, 34-36.)

Taulukko 5. Huoltotaulukko. (Plasto 2014, [viitattu 28.3.2018].)

Huoltotoimenpiteet	Aikaväli	
	Vuorottain	Viikoittain
Puhdista väripistooli ja tarkista se	x	
Tarkista pistoolin asetukset	x	
Tarkista pistoolin paine	x	
Puhdista jauheletkut	x	
Tarkista maadoitus		x
Tarkista paineilman laatu		x
Tarkista pistoolin jännite		x
Tarkista jauheletkut taittumisen ja tukkeiden varalta		x

3.6.2 Maalauskaapin huolto


Maalauskaapin suodattimien ulkopintoihin kertyy ajan mittaa jauhepölyä. Tätä var-
ten maalauskaapissa on puhdistustoiminto. Se puhaltaa suodattimien sisäpuolelle
paineilmaa, joka poistaa suodattimien ulkopinnalta ylimääräisen jauheen. Suodatti-
men puhdistuksen aikavälejä voi halutessaan muuttaa, mutta normaalisti säätöihin
ei tarvitse koskea. Maalauskaappi on helppokäyttöinen ja helposti huollettavissa.
(Teh nolak 2013, 36-40.)

4 LAADUNHALLINTA

Korroosionestomaalaus kuuluu prosessiin, jossa laatua on vaikea arvioida pelkästään lopputarkastuksen yhteydessä eli valmiin maalikalvon perusteella. Tämän takia korroosionestomaalauksessa työn aikana ohjataan ja valvotaan kaikkia niitä, joilla on vaikutusta maalauksen lopputulokseen. Nykyään maalauksen tilaajat vaativat yhä useammin kirjallista tai muuta laatuodistusta maalauksen laadusta ja sen toiminnoista. (Teknos 2013, [viitattu 28.3.2018].)

Maalauksessa maalikalvon laatuun vaikuttavat monet tekijät, kuten ammattitaito ja kuinka kaikki työvaiheet suoritetaan maalausrittelyn mukaisesti. Prosessi jaetaan suunnitteluun, työn tekemiseen ja laadun varmistamiseen. Laadussa korostuu ammattitaidon ja motivoituneisuuden merkitys prosessin eri vaiheissa. (Teknos 2013, [viitattu 28.3.2018].)

Taulukko 6. Maalauksen onnistumiseen vaikuttavat tekijät (Teknos 2013, [viitattu 28.3.2018].)



Saavutettu maalausjärjestelmä
Laadunvalvontamittaukset, esim. maalikalvon paksuus, vetokoe ja muut sovitut mittaukset
Maalikalvon ominaisuudet, visuaalinen tarkastus
Korjausmaalaukset
Olosuhteet
Maalaustyö
Esikäsittely
Terästyön laatuaste
Oikea suunnittelu ja rakenne
Ammattitaitoinen ja motivoitunut henkilöstö
Suunniteltu maalausjärjestelmä

Tavoitteena laadunhallinnalle on, että maalaus on standardin SFS-EN ISO 8402 mukainen. Laadunohjaus käsittelee korroosionestomaalaukseen liittyvät prosessit, kuten aineiden, välineiden, työmenetelmien ja olosuhteiden tarkastukset. Laadunhallinta helpottuu yrityksissä, jos toimittajalla on laatujärjestelmät standardit ISO 9001 ja ISO 9002. Laadunvarmistus ja siinä huomioitavat asiat esitetään standardissa ISO 12944-7. (Teknos 2013, [viitattu 28.3.2018].)

4.1 Laatusuunnitelmat

Urakoitsijat ja toimittajat, joilla on toiminnassa laatujärjestelmä, laatii maalausprojektia varten kirjallisen laatusuunnitelman. Laatusuunnitelman tulee olla yhdenmukainen yrityksen laatujärjestelmän laadunohjaustoimenpiteiden kanssa. Urakoitsijat ja toimittajat tekevät myös selvityksen yrityksen maalaushenkilöstönsä ammattitaidon vaadittavasta tasosta. (Teknos 2013, [viitattu 28.3.2018].)

Laatusuunnitelmassa määritellään:

- kaavutettavissa olevat laatutavoitteet, kuten oikea värisävy, ulkonäöllisesti virheetön maalaus ja oikea kalvon paksuus
- vastuiden ja valtuuksien yksityiskohtainen kohdentaminen projektin eri vaiheiden aikana
- sovellettavat yksityiskohtaiset menettelyt, menetelmät ja työohjeet
- sopivat laaduntarkastusmenettelyt asianmukaisiin vaiheisiin sekä menettelyt, kuinka korjaavat toimenpiteet tehdään ja poikkeavat poistetaan
- menettely suunnitelman muutosten ja vaihdosten tekemiseksi projektin etenemisen myötä. (Teknos 2013, [viitattu 28.3.2018].)

Mikäli urakoitsijalla tai toimittajalla ei ole käytössä laatujärjestelmää, voidaan laatia tilaajan ja toimittajan välille kirjallinen laatusuunnitelma, joka noudattaa edellä mainittua laatusuunnitelmaa. Maalaustyön laaduntarkastuksen voi myös tarkastuttaa kolmannella osapuolella, esimerkiksi sertifioidulla tarkastajalla. Tarkastaja toimii toimeksiantajansa edustajana. Käytettäessä kolmatta osapuolta on tarpeen laatia erillinen sopimus, jossa määritellään laaduntarkastuksen kohteet, aika, mittausmenetelmät ja ajankohta. Sopimuksessa tulee ilmi myös, kuinka tarkastaja taltioi tekemänsä havainnot ja puutteet. (Teknos 2013, [viitattu 28.3.2018].)

4.2 Laadunvarmistuksen kohteet

Laadulla varmistetaan tuotteen tai palvelun kaikki ne piirteet ja ominaisuudet, joilla ne täyttävät asetetut tai oletetut tarpeet. Pintakäsittelyn laatuun vaikuttavat monet asiat pintakäsittelyn suorittajasta riippuen tai osittain riippumattomat asiat. Näiden tekijöiden havaituista virheistä tai puutteellisuuksista pitää pintakäsittelyn suorittajan huomauttaa tilaajalleen välittömästi kirjallisena. Alla on mainittuna riippumattomat tekijät: (Tikkurila 2009, [viitattu 28.3.2018].)

- rakenteen suunnittelu
- terästyön laatuaste
- pintakäsittelyn paikka ja ajankohta
- maalausjärjestelmät ja värisävyjen valinta
- työhön käytettävissä oleva aika ja aikataulus
- sopimusten ja määräysten epämääräisyydet ja puutteellisuudet. (Tikkurila 2009.)

4.2.1 Henkilöstö

Maalauksen suorittajalla on oltava työn edellyttämä ammattitaito. Erityistä huolellisuutta vaativa työ tulee antaa sellaiselle henkilölle, jolla on ammattikoulutus tai hyväksytty järjestön sertifiointi. Tämä edellyttää, ettei asianomaisten kesken ole tehty muita sopimuksia. Ennen maalaustyön aloittamista on hyvä pitää kokous, johon osallistuu tilaaja, toimittaja, maalinvalmistaja sekä maalaustyöntekijät. Kokouksessa voidaan käsitellä seuraavia asioita, kuten maalauserittelyä, maalaustyöselostetta ja standardeja, joita maalaustyössä noudatetaan. Toimittajan on osoitettava, että jokaisessa työvaiheessa saavutetaan määritelty laatutaso. (Teknos 2013, [viitattu 28.3.2018].)

Hyvällä työntekijällä on kunnossa olevat työvälineet, joiden kunnosta myös huolehditaan. Parhaan lopputuloksen kannalta on myös välttämätöntä, että työntekijällä on riittävät tiedot tarvittavasta laatutasosta, työvälineistä ja maaliaineista sekä niiden

käyttöominaisuuksista ja työolosuhdevaatimuksista. Tuoteselosteiden ja käyttöohjeiden tutkiminen maalaustyön suorittamisen jälkeen on myöhäistä. (Tikkurila 2009, [viitattu 28.3.2018].)

4.2.2 Teräsrakenne

Teräsrakenne tulee ennen esikäsitteilyä varmistaa, että rakenne on muotoilultaan sellainen, jonka pinta on esikäsitteilylle mahdollinen. Maalattavien pintojen tulee olla esteettömiä maalaukselle ja pinnat valaistavissa. Terästyön laatuasteesta tarkistetaan, että se on sopimuksen mukainen, esimerkiksi valssausvirheet, hitsausroiskeet tai kulmapyöristykset ovat tehty riippuen vaaditusta laatuasteesta. (Tikkurila 2009, [viitattu 28.3.2018].)

Maalaamattoman teräspintojen ruostumisaste määritellään standardin SFS-ISO 8501-1 mukaisesti. Jos toisin ei ole sovittu, voidaan hyväksyä vain ruostumisasteiden A, B tai C ruostunut pinta. Standardi ISO 12944-3 kertoo maalattavan pinnan esteettömyydestä ja pinnan valaistuksen maalaustyön vaatimusten mukaisesti. Jos teräsrakenne valmistetaan standardin ISO 12944 osan kolme mainittujen rakennevaatimusten mukaisesti, varmistetaan asia tarpeen vaatiessa. (Teknos 2013, [viitattu 28.3.2018].)

4.2.3 Esikäsitteilyt

Pinnan puhdistus tehdään maalauserittelyn mukaisesti vaadittuun esikäsitteilyasteeseen. Ruosteenpoistoa haittaavat epäpuhtaudet, kuten suolat, rasvat ja öljyt, on pestävä kappaleesta ennen teräsharjausta tai suihkupuhdistusta. Vaadittaessa sovitetaan suihkupuhdistusrakeiden tyypistä, koosta ja puhtaudesta standardin ISO 11124 ja ISO 11127 mukaisesti. Tarvittavien puhdistusvälineiden on oltava sopimuksen mukaisia ja hyväkuntoisia. Paineilmakompressorin teho on oltava riittävä ja ilman on oltava puhdasta. Ilman ja työstettävän kappaleen lämpötila on oltava puhdistustyön aikana sopimuksen mukaiset. (Teknos 2013, [viitattu 28.3.2018].)

Esikäsitteilyaste arvioidaan käyttäen standardia SFS-ISO 8501-1, ja arvioinnin tulokset kirjataan ylös. Tarpeen vaatiessa pintaprofiili arvioidaan standardin SFS-ISO 8503 mukaisesti. Ruostumisasteen C ja D olevissa pinnoissa saattaa vielä suihkupuhtauksen jälkeen olla näkymättömiä vesiliukoisia rautasuoloja, klorideja ja pölyä. Standardissa ISO 8502 esitetään menetelmät näiden epäpuhtauksien määrittämiseksi. Standardissa SFS-ISO 8501-1 ja ISO 8501-2 määritellään maalattujen pintojen esikäsitteilyasteet. Esikäsitteilyiden aikataulun on oltava sellainen, että esikäsitteily pinta maalataan mahdollisimman pian ennen sen likaantumista uudelleen. (Teknos 2013, [viitattu 28.3.2018].)

4.2.4 Olosuhteet

Esikäsitteily- ja maalaustyö tehdään maalaustyöselosteen standardien mukaisissa olosuhteissa. Esikäsitteily, maalaustyön ja maalien kuivumisen aikana olosuhteet eivät saa poiketa maalin toimittajan ilmoittamista arvoista. Tarpeen vaatiessa olosuhteet järjestetään asianmukaisesti vaatimusten mukaisiksi tai tarvittaessa työ keskeytetään, kunnes olosuhteet ovat vaatimuksen mukaiset. (Teknos 2013, [viitattu 28.3.2018].)

Pöytäkirjaan merkitään sovitussa laajuudessa seuraavat ympäristötekijät:

- ilman lämpötila
- alustan lämpötila
- ilman suhteellinen kosteus
- kastepiste
- tuuliolosuhteet
- maalin lämpötila
- valaistus
- maalaustyön läheisyydessä tapahtuva häiritsevä toiminta. (Teknos 2013, [viitattu 28.3.2018].)

4.2.5 Maalausmenetelmät ja välineet

Maalaustyötä suoritettaessa on käytettävä maalaustyöselosteessa määrättyjä työmenetelmiä ja hyväkuntoisia työvälineitä. Huonokuntoiset ja soveltamattomat työvälineet aiheuttavat ylimääräisiä lisäkustannuksia ja pahimmillaan voivat pilata lopputuloksen. Oikeanlaisilla ja hyväkuntoisilla välineillä työ edistyy nopeasti ja materiaalin menekki on vähäisempää. Minkä suuttimissa säästää, sen maaleissa menettää. (Tikkurila 2009, [viitattu 28.3.2018].)

4.2.6 Maalaustyö

Maalaustyö suoritetaan maalausselosteen ja standardin ISO 12944-7 mukaisesti. Työtä suorittavan henkilön tulee tutustua maalien tuoteselosteisiin ja käyttöturvallisuustiedotteisiin. Maalattavan pinnan tulee olla esikäsiteltynä vaadittuun esikäsitteilyasteeseen, ja kappaleen pinta ei saa ennen maalausta likaantua tai hapettua. Pinnat, jotka jäävät koottaessa piiloon, tulee maalata ennen kokoonpanoa. Maalattuja kappaleita ei saa käsitellä, ennen kuin maali on käsittelykuiva. (Teknos 2013, [viitattu 28.3.2018].)

4.2.7 Maalipinnan tarkastus

Maalin kuivattua tarkistetaan, ettei maalikalvossa ole maalaamattomia kohtia ja muita maalikalvon toimintaa heikentäviä virheitä. Valumat, kraatterit, huokokset ja halkeilut heikentävät maalikalvon toimintaa. Maalatun pinnan kiiltoasteen ja värisävyn tulee olla sopimuksen mukaisia. Sopimuksissa yleensä vaaditaan, että maalikalvon paksuus tulee mitata. Kalvonvahvuusvaatimukset esitetään nimelliskalvonpaksuutena. Kalvonpaksuudella tarkoitetaan joko yksittäisen märkä- tai kuivakalvon tai maaliyhdistelmän paksuutta. Paksuus ilmoitetaan mikrometreinä (μm) tai millimetreinä (mm). Ympäristö, maalityyppi ja suunniteltu maalauksen kestoikä määrittävät maaliyhdistelmän kalvonpaksuuden. Kalvonpaksuudet esitetään maalausstandardeissa, yhdistelmäselosteissa ja tuoteselosteissa. Standardissa SFS-EN ISO 12944-5 kohdassa 5.4 määritellään kuivakalvon nimelliskalvonpaksuus.

Kalvonmittausmenetelmät ovat tarkemmin kerrottuna standardissa ISO 2808. (Teknos 2013, [viitattu 28.3.2018].)

Maalipintaa tarkistettaessa tarkastajalla tulee olla maalauserittely, tarvittavat piirustukset, värikartat, sovellettavat standardit ja mittausvälineet. Lisäksi on oltava maalien tuoteselosteet ja käyttöturvallisuustiedotteet, sekä mittaustyövälineet, kuten kalvopaksuusmittari, lämpömittarit ja ilmankosteusmittari. Muut apuvälineet ovat taskulamppu, taipuvavartinen peili, veitsi ja suurennuslasi. (Teknos 2013, [viitattu 28.3.2018].)

4.2.8 Tarkastajan toimintatapa

Tarkastuksilla varmistetaan pintakäsittelyn lopputulos maalauserittelyissä asetettujen tavoitteiden mukainen. Maalatun maalipinnan alle on mahdotonta nähdä, mitä kaunis pinta kätkee sisäänsä. Aina kuitenkin tarkastaja ei voi olla paikalla ja tietokatkokset tai väärinkäsitykset aiheuttavat sen, ettei lopputulos ole tarkastajan toiveiden mukainen. Ennen työn alkua on hyvä keskustella työntekijöiden kanssa niistä asioista, joihin pitää kiinnittää huomiota työn onnistumisen kannalta. Esimerkiksi työltä vaadittavat laatuasteet tai kalvonpaksuudet korroosioherkissä kohdissa. Kun työntekijä tietää tarkasti, mitä vaaditaan työltä, turhat selittelyt ja korjaamiset jäävät vähemmälle. Vaikka vaatimukset ovat esitetty tarkasti ja aina ne eivät ole, joutuu tarkastaja tekemään valinnan: hyväksyäkö vai hylätä. Tarkastajan on hyvä ensin selvittää etukäteen asiat työntekijöiden kanssa. (Tikkurila 2009, [viitattu 28.3.2018].)

5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tuloksena saatiin suunniteltua layout, joka hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti lattiapinta-alaa. (Liite 1). Työssä tuli ilmi, miten jauhemaalausprosessi toimii ja mitä se pitää sisällään. Ensin on tunnistettava maalattavan tuotteen jauhemaalain valinta, sen jälkeen kappaleiden esikäsittelyn vaiheet ja kriteerit. Tämän jälkeen on jauhemaalain levitys ja lopuksi tuotteen uunitusvaihe.

Jauhemaalauslinjaston kannattavuus osoittautui paremmaksi vaihtoehdoksi yritykselle kuin märkämaalaus. Maalattavat kappaleet sisältävät paljon vaikeita muotoja ja reikiä. Jauhemaalauksella päästään käsiksi hankaliin muotoihin ja maalauksessa ei synny ohiruiskutettua maalihukkaa kuten märkämaalauksella. Jauhemaalauslinjaston myötä yrityksen tuotteiden läpimenoajat lyhenevät, koska tuotteita ei tarvitse enää lähettää muualle maalattavaksi. Tällöin tuotteet voidaan tehdä alusta loppuun saman katon alla, ilman useiden päivien maalausviiveitä.

Maalauksen laadunhallinta on yksi tärkeä osa maalausprosessia. On tunnistettava laadun vaatimukset tuotteelle ja ylläpitää laatua. Nykyisin urakoitsijoilta ja toimittajilta vaaditaan kirjallista laatutodistusta maalauksen laadusta ja siihen vaikuttavia toiminnoista. Maalikalvon laatuun vaikuttavat monet tekijät, kuten henkilöstön ammattitaito ja teräsrakenteiden oikea esikäsittely ennen maalausta. Laadunhallinta jaetaan suunnitteluun, työn tekemiseen ja laadun varmistamiseen.

LÄHTEET

- Hengitysliitto. Ei päiväystä. Hengityssuojaimet. [Verkkosivu]. [Viitattu 20.4.2018]. Saatavana: <https://www.hengitysliitto.fi/fi/sisailma/hengityssuojaimet/ilmaa-puhdistavat-suojaimet>
- Jokinen, I., Kuusela A., & Nikkari, T. 2001. Metallituotteiden maalaus. Jyväskylä: Gummerus Oy
- KM-Tek Fin Oy. Ei päiväystä. Kotisivut. [Verkkosivu]. [Viitattu 28.3.2018]. Saatavana: <http://www.kmtek-fin.fi/>
- Perecolor. Ei päiväystä. Yleistä jauhemaalauksesta: Antibakteeri. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 28.3.2018]. Saatavana: <http://www.perecolor.fi/fi/yleista-jauhemaalauksesta.html>
- Plasto. 3.2014. Translation of the original operating manual: PEM-X1. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 28.3.2018]. Saatavana: http://www.plasto.bg/demo/uf//UM_PEM_X1_ENG_2326020.pdf
- Teh nolak. 4.2013. Translation of the original operating manual: ID Booth. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 28.3.2018]. Saatavana: http://www.tehnolak.hr/media/8493/um_id_booth_eng_3114187.pdf
- Teknos. 2013. Korroosionestomaalauksen käsikirja. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 28.3.2018]. Saatavana: https://www.teknos.com/globalassets/teknos.fi/teollisuus/downloads/fi_korroosionestomaalauksen_kasikirja_2013.pdf
- Teräsrakenneyhdistys. 4.2014. Konepajamaalauksen laatuvaatimukset ja niihin liittyvät tarkastukset. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 28.3.2018]. Saatavana: http://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/145/ae17e7d/2014_04_Konepajamaalauksen_laatuvaatimukset_ja_niihin_liittyvat.pdf
- Teräsrakenneyhdistys. 17.4.2015. Jauhemaalauksen perusteet [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 20.3.2018]. Saatavana: http://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/154/ac8d2e4/try_jauhemaalauksen_perusteet.pdf
- Tikkurila. 2009. Metallipintojen teollinen maalaus. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 28.3.2018]. Saatavana: https://www.tikkurila.fi/files/5017/Metallipintojen_teollinen_maalaus_2009.pdf

Tukes. 2015. ATEX: Räjähdyksvaarallisten tilojen turvallisuus. [Verkojulkaisu]. [Viitattu 28.3.2018]. Saatavana: http://www.tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset_aineet/esitteet_ja_opaat/ATEX_opas.pdf

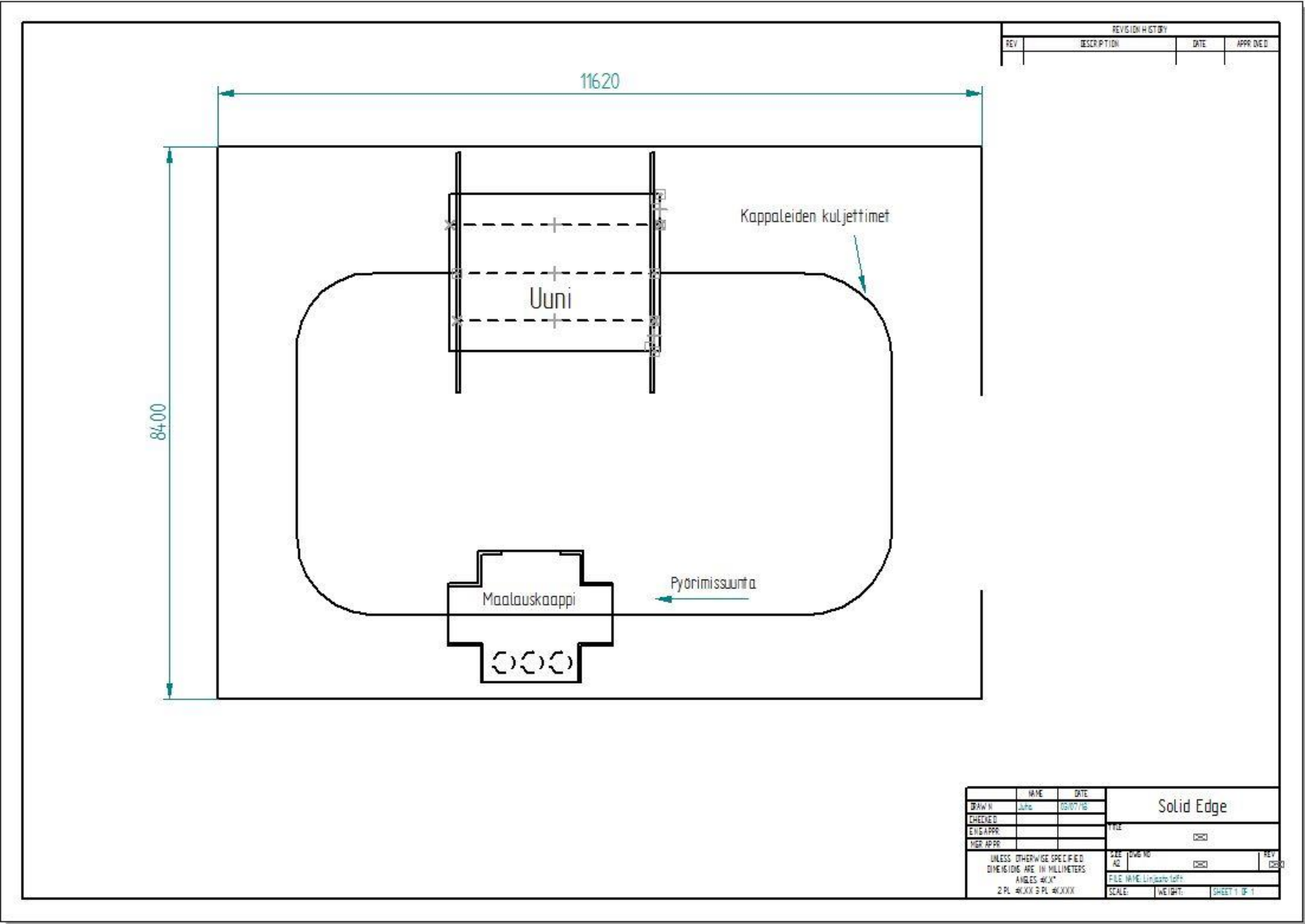
Vattenfall. Ei päiväystä. Sähkölaitteiden keskimääräinen sähkönkulutus. [Verkojulkaisu]. [Viitattu 28.3.2018]. Saatavana: <https://www.vattenfall.fi/energianeuvonta/sahkonkulutus/sahkolaitteiden-energiankulutus/>

Wagner Industri. 06.2017. Manuaalinen jauhemaalauk. [Verkojulkaisu]. [Viitattu 28.3.2018]. Saatavana: <http://wagner-industri.fi/wp-content/uploads/2017/06/Esite-Sprint-X1-suomi.pdf>

LIITTEET

Liite 1. Jauhemaalauslinjaston layout

LIITE 1 Jauhemaalauslinjaston layout



REVISION HISTORY			
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED

DRAWN	NAME	DATE	Solid Edge	
CHECKED	Juha	03/07/18	FILE	
ENG APPR			SCALE	
MGR APPR			WEIGHT	
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS ANGLES 45°			FILE NAME	LINEAR TOFF
2 PL. #XXXX 3 PL. #XXXX			SCALE	WEIGHT SHEET 1 OF 1

