

# Planering av verkstad för Wärtsiläs Smart Technology Hub

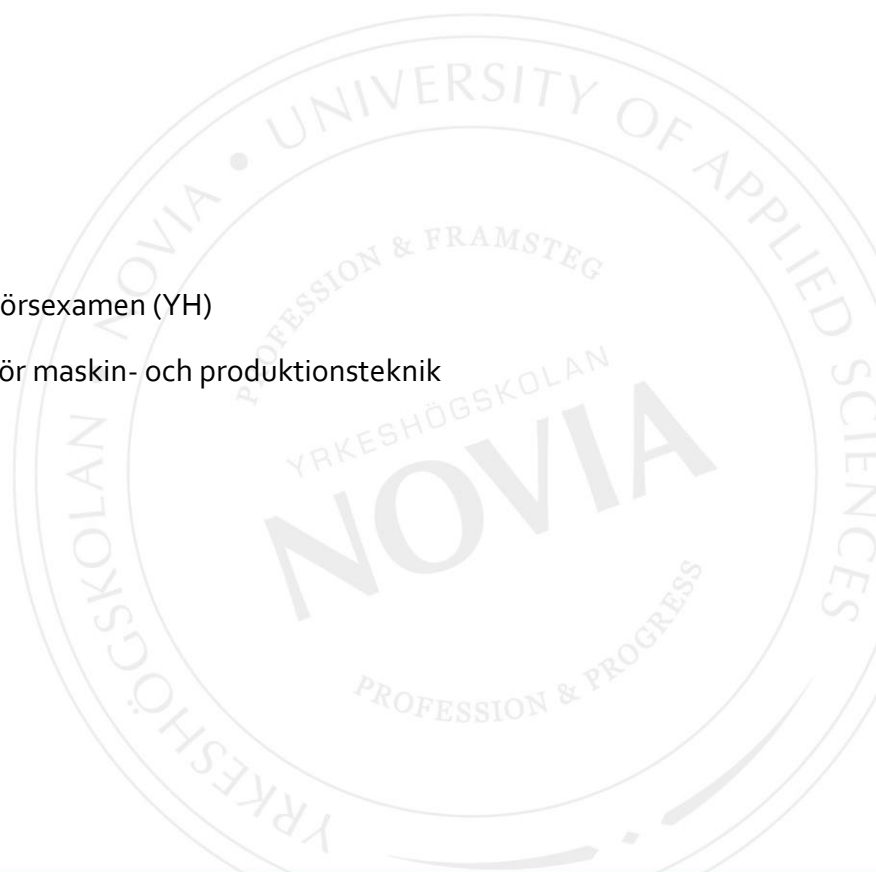
Wärtsilä Finland Oy

Simon Mitts

Examensarbete för ingenjörsexamen (YH)

Utbildningsprogrammet för maskin- och produktionsteknik

Vasa 2019



# EXAMENSARBETE

Författare: Simon Mitts

Utbildning och ort: Maskin och Produktionsteknik, Vasa

Inriktningsalternativ: Driftteknik

Handledare: Kaj Rintanen, Christer Wik

Titel: Planering av verkstad för Wärtsiläs Smart Technology Hub

---

Datum 25.4.2019 Sidantal 33

Bilagor 11

---

## Abstrakt

Detta examensarbetet utfördes i samarbete med uppdragsgivaren Wärtsilä Finland Oy. Syftet med arbetet var att planlägga en verkstad riktad till laboratoriets personal i Vasa samt övriga avdelningar som kommer till Smart Technology Hub (STH). STH kommer Wärtsilä att bygga på Vasklot i Vasa. Bygget inleds våren 2019 och ska vara färdigt år 2020. STH är en av de största investeringarna som Wärtsilä kommer att göra i Finland.

Mitt uppdrag var att planera och rita upp den bästa möjliga layouten för motorlaboratoriets verkstad och att göra en kostnadsredogörelse för de maskiner som ska införskaffas till den nya verkstaden. Layouten planerades med stöd av den litteratur som berör ämnet och med egen erfarenhet. Även åsikter och önskemål om verkstaden från motorlaboratoriets personal togs i beaktande under planeringen.

Layoutförslaget ska vägleda arkitekter och planerarna i ett tidigt stadie för att hindra stora och onödiga ombyggnader framöver. Arbetarna på motorlaboratoriet ville även ha möjlighet att påverka uppbyggnaden av verkstaden för att hitta sammankopplingar mellan olika komponenter och dess placeringar, för att få verkstaden så optimal som möjligt.

Verkstadens layout är uppdelad i tre utrymmen: Metallverkstad, tvättutrymme och inspektions- och monteringsutrymme. Den totala arean för dessa utrymmen blev 645 kvadratmeter och kostnaderna för nya investeringar uppskattas till 352 000€.

---

Språk: svenska

Nyckelord: STH, verkstad, svetsverkstad

---

# OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Simon Mitts

Koulutus ja paikkakunta: Kone- ja tuotantotekniikka, Vaasa

Suuntautumisvaihtoehto: Käyttö- ja energiatekniikka

Ohjaajat: Kaj Rintanen, Christer Wik

Nimike: Wärtsilän Smart Technology Hubin työpajan suunnittelu

---

Päivämäärä 25.4.2019 Sivumäärä 33

Liitteet 11

---

## Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö toteutettiin Wärtsilä Finland Oy:lle. Työn tarkoituksena oli suunnitella työpaja, joka on suunnattu laboratorion henkilöstölle ja muille yksiköille, jotka tulevat Smart Technology Hubiin (STH), jonka Wärtsilä rakentaa Vaskiluotoon Vaasassa. Rakentaminen alkaa keväällä 2019 ja sen on tarkoitus valmistua 2020. STH on suurimpia investointeja, jonka Wärtsilä tulee tekeemään Suomessa.

Tehtävänä oli suunnitella ja laatia paras mahdollinen ulkoasu moottorilaboratorion työpajalle ja tehdä kustannuslaskelma koneista, jotka sijoitetaan uuteen työpajaan. Suunnittelu tehtiin aiheeseen liittyvän kirjallisuuden ja oman koemuksen avulla. Myös työntekijöiden mielipiteet ja toiveet otettiin huomioon suunnittelun aikana.

Suunnitteluehdotuksen tarkoitus on aikaisessa vaiheessa ohjata arkkitehtejä ja suunnittelijoita ja täten estää suuria tarpeettomia uudelleerakentamisia tulevaisuudessa. Moottorilaboratorion työntekijät halusivat myös vaikuttaa työpajan rakentamiseen ja siihen, miten eri komponentit saadaan yhdistettyä, jotta paja olisi mahdollisimman optimaalinen.

Työpaja on jaoteltu kolmeen osaan: metallintyöstöpaja, pesutila ja tarkastus- ja asennustila. Näiden tilojen kokonaispinta-ala on 645 neliömetriä ja uusien investointien arvioidut kustannukset ovat 352 000€.

---

Kieli: ruotsi

Avainsanat: STH, työpaja, metallipaja

---

# BACHELOR'S THESIS

Author: Simon Mitts

Degree Programme: Machine and Production Technology, Vasa

Specialization: Operation and Energy Technology

Supervisor(s): Kaj Rintanen, Christer Wik

Title: Planning a Workshop to Wärtsilä's Smart Technology Hub

---

Date April 25, 2019 Number of pages 33

Appendices 11

---

## Abstract

This bachelor's thesis is made for the company Wärtsilä Finland Oy. The purpose for this work is to plan a workshop for the engine laboratory and other units that are coming to the Smart Technology Hub (STH), which is going to be built in Vaskiluoto in Vaasa. The building of the complex starts at spring 2019 and will be finished in 2020. STH will be one of the biggest investments that Wärtsilä has done in Finland.

The goal was to plan and sketch a layout that would suite the workshop for the engine laboratory and investigate the investment costs for the needs for the new workshop. The workshop was planned with support from literature that suite the subject and from my own experience. Suggestions and requests from workers were also taken into account during the planning of the workshop.

The layout was made to guide the architects and planners in an early state, to prevent big and unnecessary changes in the construction later. Workers from the engine laboratory wanted to affect the result of the workshop, to find connections between different components and the placing of equipment to make the workshop as optimal as possible.

The layout of the workshop was separated in three rooms. Metal workshop, washing area and inspection and assembly area. The total area for this space is 645 square meters and the total investment cost is 352 000€

---

Language: English

Key words: STH, Workshop, Welding workshop

---

# Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Wärtsilä Finland Oy.....	1
1.2	Syfte .....	2
1.3	Avgränsningar .....	2
1.4	Mål.....	3
1.5	Disposition .....	3
2	Teori .....	4
2.1	Arbetsmiljö .....	4
2.1.1	Ergonomi.....	4
2.1.2	Lyft.....	5
2.1.3	Arbets höjd .....	5
2.1.4	Materialhantering.....	6
2.1.5	Arbetsgolvet.....	6
2.1.6	Belysning.....	6
2.1.7	Buller .....	7
2.1.8	Vibrationer .....	7
2.2	Arbetsskydd.....	8
2.2.1	Maskinsäkerhet.....	8
2.2.2	CE-märkning.....	8
2.3	Lean Production.....	9
2.3.1	TPS.....	10
2.3.2	5S.....	11
2.3.3	5S i arbetsmiljön .....	12
3	Metod .....	14
3.1	Program .....	14
3.1.1	AutoCAD .....	14
3.1.2	Excel.....	14
3.2	Krav för verkstaden.....	15
3.3	Verkstadsplaneringens olika skeden .....	17
3.3.1	Start av projekt.....	17
3.3.2	Planeringsskedet .....	18
3.3.3	Bearbetning av slutliga layouten .....	19
3.4	Investering till verkstaden.....	21
4	Resultat .....	23
4.1	Layout .....	23
4.2	Kostnadsredogörelse för verkstaden .....	28

5	Diskussion.....	30
5.1	Resultatdiskussion.....	30
5.2	Metoddiskussion.....	30
5.3	Förslag till fortsatt planering.....	31
	Källförteckning .....	32
	Bilagor	

## Förkortningar

STH	Smart Technology Hub, Wärtsilä
CE	Conformité européenne, Europeiska Unionens hälso-, miljöoch säkerhetskrav
dB	Decibel
Hz	Hertz
EU	Europeiska unionen
EES	Europeiska ekonomiska samarbetsområdet
TPS	The Toyota Production System

# 1 Inledning

Detta examensarbete handlar om att planera en verkstad för Smart Technology Hub som görs för Wärtsilä Finland Oy. Fokus vid planeringen var att få en så effektiv verkstad som möjligt som även uppfyller alla krav för en fungerande verkstad. I examensarbetet kommer det även att finnas en redogörelse på en kostnadsberäkning för behövlig utrustning som ska investeras.

Jag har valt att göra ett examensarbete för Wärtsilä eftersom jag sedan tidigare jobbat för Wärtsilä och är således även bekant med företaget. Första gången jag bekantade mig med företaget var år 2014 då jag började som praktikant på motorlaboratoriet och sedan dess har jag jobbat där som trainee vid sidan av mina studier. Jag har lärt mig mycket om Wärtsilä under tiden jag har jobbat där, vilket jag är mycket glad över. Det var under hösten 2018 som vi började diskutera olika alternativ som skulle lämpa sig som mitt examensarbete. Vi kom överens om att jag skulle planlägga en ny verkstad till Smart Technology Hub som stod på agendan efter att Wärtsilä kom officiellt ut med nyheten om nybygget sommaren 21.08.2018 (Wärtsilä, 2018).

Jag kommer att börja med att introducera företaget och dess historia. Sedan fortsätter jag med att lyfta fram examensarbetets syfte och vilka avgränsningar som kommer att beaktas vid planeringen av verkstaden.

## 1.1 Wärtsilä Finland Oy

Wärtsilä är ett finskt företag som grundades år 1834 som ursprungligen startades som ett sågverk. Därefter har Wärtsilä gått från att vara ett sågverk och järnbruk till att tillverka dieselmotorer som nu är en av huvudprodukterna i dagens läge. Den första motorn Wärtsilä tillverkade var 1942 i Åbo. Sedan dess har Wärtsilä tillverkat olika typer av förbränningsmotorer som sålts över hela världen. (Wärtsilä, u.å.)

Wärtsilä är ett av de ledande företagen i världen som levererar kompletta avancerade teknologier och helhetslösningar för marin- och energiverksamhet. Wärtsilä hade år 2018 en nettoomsättning upp till 5,2 miljarder och över 19 000 anställda i över 80 olika länder runt om i världen. De störst anläggningarna är lokaliserade i Vasa, Finland och Trieste, Italien. (Wärtsilä, 2019)

Wärtsilä delas in i två huvudavdelningar; Energy business och Marine business. Energy business levererar kraftverk som är baserade på stora förbränningsmotorer och solceller. De erbjuder också terminaler och flytande naturgasdistributions system. Marine business är huvudsakligen fokuserad för kunder inom fartyg-, olje- och gasindustrin. (Wärtsilä, 2019)

## **1.2 Syfte**

Syfte med detta examensarbete var att planlägga en ny verkstad till Smart Technology Hub (hädanefter STH) anläggningen som ska byggas på Vasklot i Vasa. STH är den största och dyraste investeringen Wärtsilä har gjort i Finland. Budgeten för STH landar på ca 200 miljoner euro. Verkstaden kommer att fungera som en workshop för preparering för motordelar samt ombyggnad av olika motorombyggnader till testcellerna som kommer att finnas i STH. Detta kommer vara ett sådant utrymme där man till exempel kan tillverka specialverktyg eller modifiera motordelar som behövs för att vidareutveckla förbränningsmotorerna. Jag kommer även att göra en kostnadsberäkning på hur mycket verkstaden kommer att kosta med diverse maskiner och tillbehör.

En utmaning med detta examensarbete var att själva planeringen av Smart Technology Hub är i ett så tidigt skede. Efter att Wärtsilä kom ut med nyheten om STH-bygget i augusti 2018 har det blivit många ändringar gällande bygget under tiden planeringen hållit på. Detta examensarbete kommer endast att vara en riktlinje för den slutgiltiga planläggningen för verkstaden till STH.

## **1.3 Avgränsningar**

Examensarbetet avgränsades till att endast planera in en verkstad för testcellerna som laboratoriet och övrig personal ska dela på, i och med att Smart Technology Hub är i ett sådant tidigt skede gällande planeringar och ritningar. Är det mycket som kommer att ändras under loppet av examensarbetet, verkstaden ska planeras samt även hålla koll på vart resterande av avdelningar flyttas för att göra verkstaden så effektivt som möjligt. Laboratoriet har flera avdelningar som bör höra ihop med varandra men för att avgränsa arbetet valde vi att planera enbart en verkstad som består av en svetsverkstad, tvättutrymme och ett inspektions- och monteringsutrymme.



## **1.4 Mål**

Examensarbetets mål var att kunna vägleda för arkitekterna hur vi vill att verkstaden ska se ut. Vi vill även kunna påverka våra utrymmen i ett tidigt skede vad som ska eller behöver finnas i våra utrymmen för att undvika större och dyra omkonstruktioner när väl bygget är igång. Kostnadsberäkningen för verkstaden görs för att kontrollera om budgeten kommer att hålla för att kunna införskaffa nya maskiner som ersätter den gamla utrustningen. En redogörelse på vilka maskiner som går att ta med till nya verkstaden från den gamla ska göras för att kunna se ifall om man på så sätt kan spara in på en del kostnader.

## **1.5 Disposition**

I det första kapitlet introduceras själva examensarbete kort och även företaget som uppgiften utförs till. Även syftet och målet med uppdraget presenteras i inledningen för att ge en inblick i vad uppdraget handlar om. Examensarbetets avgränsningar redogörs också i det första kapitlet. I det andra kapitlet behandlas den teoretiska delarna. De teoretiska aspekterna tas i beaktande under själva planeringen av verkstaden vilket gör att teorin sedan kan kopplas samman med resultatet. I det tredje kapitlet presenteras tillvägagångssätten för hur arbetet har genomförts. Vilka typer av arbetssätt som har använts och hur uppgiften har utförts för att nå det slutgiltiga resultatet. I det fjärde kapitlet presenteras sedan resultatet av den slutliga layouten och kostnadsberäkningen för verkstadens maskiner och arbetsredskap. I kapitel fem diskuteras resultatet och metoden. Vad som kunde ha gjorts annorlunda och olika synpunkter på examensarbetet. Kapitlet innehåller även idéer om vidare planering av uppgiften och förslag på fortsatt arbete.

## 2 Teori

I teorin behandlas de aspekter som bör tas i beaktande vid planeringen av verkstaden till STH. Arbetsmiljön är huvudfokus i planering av verkstaden i detta projekt. Även arbetssäkerhet beaktas vid investering av maskiner och komponenter till verkstaden. Lean production beaktas även i planeringen av verkstaden och dess verktyg för att upprätthålla Lean i framtiden.

### 2.1 Arbetsmiljö

Inom industrialiseringen har förändringar i arbetsmiljön och arbete ändrats under en kort tid. I mitten av 1800-talet lades inte någon uppmärksamhet på att maskiner hade dålig skyddsutrustning och att luften inne i industrierna innehöll massor av föroreningar. På den tiden var olycksfall och sjukdomar vanliga. Även arbetstiderna var upp till 18 timmar per dag. Det var först i början av 1900-talet som arbetstagarna och arbetsgivarna började ta mer hänsyn till arbetsmiljön. I Finland lagstodgades åtta timmars arbetsdag efter att Finland blev självständigt. Utvecklingen inom industrin har bidragit till mer maskinella och automatiserade arbetsskeden som underlättar tunga arbetsskeden för arbetstagarna. (Institutet för arbetshygien, 1988, 12–13)

#### 2.1.1 Ergonomi

Ergonomi på jobbet ska beaktas för att undvika att människor sliter ut sig på lång sikt. Uttrycket ergonomi används i dagsläget mera än vad det gjordes tidigare. (Mathiassen, Munck-Ulfsfält, Nilsson & Thornblad, 2007, 7) ”Ordet ergonomi används ofta som uttryck för hur man sitter, står, lyfter och bär och hur besvär i rygg och axlar, muskler och leder hänger samman med detta.” (Mathiassen, et.al., 2007, 9). Företag och organisationer som tar hänsyn till ergonomin på deras arbetsplatser kan genom det öka lönsamheten, få högre produktivitet och bättre kvalitet. Onödigt stora kostnader som förekommer i samhället är på grund av sjukskrivningar och sjukersättningar som förekommer varje dag på grund av människor som sliter ut kroppen på arbetet. Dessutom kommer ytterligare kostnader för vård, rehabilitering och omskolningar då en människa inte längre kan jobba som normalt på grund av att deras kropp är för sliten. (Mathiassen, et.al., 2007, 12)

### 2.1.2 Lyft

För att kunna utföra ett lyft på ett säkert sätt är det viktigt att det finns tillräckligt med utrymme. Extra utrymme behövs för manuella lyft och lyft med lyftverktyg för att undvika olyckor. Största olycksfaktorn vid lyft beror oftast på att det finns föremål och/eller hinder i vägen som orsakar olyckor. Höjdskillnader vid användning av manuella redskap för bärarbeten över trösklar och i trappor är en av de vanligaste olyckorna som förekommer. För att minska olyckor vid manuella lyfta bör en ny hanteringsmetod ses över där det förekommer tunga lyft. (Mathiassen, et.al., 2007, 129) 10–15 % av arbetsolyckor som blir registrerade beror oftast av överbelastning som har uppkommit från tunga lyft med muskelkraft. Tunga lyft belastar ryggen kraftigt vid fel lyftteknik. De vanligaste orsakerna för skador vid manuella lyft:

- Lyft som utförs från för hög eller låg höjd där kroppen måste anstränga sig kraftigt, vrida sig eller böja sig.
- Halt eller ojämnt underlag ökar risken för snubbling eller halkning.
- Arbetsmiljöns temperatur kan orsaka muskelskador vid låga arbetstemperaturer samt försvårat arbete med tjocka kläder. Vid höga arbetstemperaturer ökar arbetets tyngd. (Institutet för arbetshygien, 1988, 93)

För att undvika tunga lyft kan lyftverktyg, lyftvagnar och mindre kranar med mera skaffas för att minska och avlasta tyngden för personalen. Integrering av lyftverktyg och lyftbord i en produktionslinje underlättar tunga lyft för arbetstagarna. När ett lyftverktyg konstrueras ska det inte enbart klara av att lyft tunga föremål utan det ska också vara ergonomiskt för personalen när väl lyftet utförs. (Mathiassen, et.al., 2007, 129–130)

### 2.1.3 Arbetshöjd

Arbetshöjden spelar en stor faktor hur allt utförs på en arbetsplats. En arbetshöjd som inte går att justera passar inte alla. Låg arbetshöjd kan leda till ländryggsbesvär och en hög arbetshöjd kan leda till problem i nacke och skuldra. Arbetsplatser bör sträva efter att kunna erbjuda en lämplig arbetshöjd åt sina arbetstagare oberoende deras kroppslängd. En lämplig arbetshöjd varierar mellan 80 och 140 cm beroende på arbetstagarens längd och arbetsuppgift. Det finns flera olika lösningar till hur höjdskillnader kan varieras. Lösningar för att variera höjdskillnaden kan vara till exempel lyftbord och höjda plattformar för att nå en lämplig arbetshöjd eller åtkomlighet. (Mathiassen, et.al., 2007, 134–136)

### **2.1.4 Materialhantering**

Materialhantering är oftast en stor del ut av ett arbetsmoment. Det är viktigt att planera utrymmen i god tid där materialen ska behandlas så att där finns tillräckligt med utrymme för att göra arbeten och förflyttningar lättare. Arbetsutrymmen bör därmed ha alla kriterier som arbetsplatsen ska ha som arbetshöjder, arbetsavstånd, vagnar, lyftverktyg, golvmaterial med mera. Vanligaste transportmedlet inom fabriker och industrier som förflyttas manuellt är materialvagnar. Vagnens handtagshöjd ska vara mellan 90 centimeter och en meters höjd. Arbetshöjden för på- och avplockning från vagnen ska vara i en lämplig arbetshöjd beroende på storleken på föremålen. Vagnen ska ha hjul med lågfriktion och ska även vara lättstyrd. Vid förflyttning av materialvagnen ska arbetare kunna ha en god arbetsställning utan att behöva belasta kroppen något extra. Förutsättningar till en god ergonomi vid materialhantering är att undvika att behöva lyfta ett föremål fler gånger än en gång. (Mathiassen, et.al., 2007, 141–142)

### **2.1.5 Arbetsgolvet**

Arbetsgolvet bör vara jämt och platt och även ha en lagom svikt. Golvet får inte heller vara halt. Det lönar sig inte att ha stora skillnader på hårda och mjuka golvtyper i ett arbetsområde. Det lämpar sig inte att ha för hårda golvytor ifall arbetstagaren står under en längre tid på sammaställe. Det finns flera olika möjligheter till olika typer av mattor att välja mellan när man söker efter lämpligt krav och behov vid olika arbetspunkter för att förebygga skador. Även skyddsskor går att anpassa enligt arbetsgolvet. (Mathiassen, et.al., 2007, 142)

### **2.1.6 Belysning**

Synkravet i en arbetsmiljö är mycket viktigt. Om belysningen är dåliga leder det oftast till att arbetaren går närmare föremålet vilket i sin tur leder till en dålig arbetsställning. Även när starka lampor finns till förfogande får lamporna inte heller blända arbetstagarna. Ifall om lamporna bländar kan även det leda till olämpliga arbetsställningar. För att kunna se ordentligt i en arbetsmiljö finns det olika faktorer som påverkar: synavstånd, belysningsstyrka, luminansförhållande och kontrastförhållande. Belysningen har två huvudsakliga funktioner i arbetsmiljön. Belysningen ska ge utrymmen en god karaktär samt ge en trevlig arbetsmiljö. Den ska också ge arbetarna goda synförhållanden. (Mathiassen, et.al., 2007, 142–143)

### 2.1.7 Buller

Buller är sådana ljud som människan betraktar som störande och obehagliga. Ljudnivån av bullret mäts i decibel (dB) medan höjden av ljudet bestäms av hur många svängningar ljudet gör per sekund. Sändningsfrekvenser anges i hertz (Hz) som anger hur högt ett ljud faktiskt är. Människoörat kan uppfatta olika ljud som har en frekvens mellan 20 och 20 000 hertz. Med åldern försämras förmågan att höra de högsta frekvenserna. (Institutet för arbetshygien, 1988, 65–67) Den bullerbekämpningsmetoden som använd mest och som även är en av de vanligaste metoderna är personliga hörselskydd för att skydda arbetstagarnas hörsel i arbetsmiljön där det förekommer mycket buller. Till maskiner finns det också många typer av dämpningsmaterial som dämpar bullret från maskinen. Största orsaken till varför maskiner har hög bullernivå är på grund av att vid konstruktionen av maskinen iakttas inte bullret som kan förekomma vid användning. Vanligaste bullret från maskiner beror på lager- och kugghjulsfel. Stora delar av onödigt buller går att förebygga med hjälp av förbyggandeunderhåll. (Institutet för arbetshygien, 1988, 187)

### 2.1.8 Vibrationer

Vibrationer förekommer av svängningar i fasta material när de rör på sig. Svängningarna brukar kallas för vibrationer som kan överföras till olika delar av kroppen. Styrkan av vibrationer anges i två olika former: acceleration ( $\text{m/s}^2$ ) eller decibel (dB). När kroppen blir utsatt för vibrationer kan det orsaka skador i små nervcentra i huden. Detta kan i sin tur leda till att blodkärlen drar ihop sig vilket kan ge dålig blodcirkulation i den kroppsdel som blir utsatt för vibrationer. (Institutet för arbetshygien, 1988, 67–68) I arbetslivet förekommer oftast två olika typer av vibrationer: helkroppsvibrationer och hand-arm-vibrationer. Arbetare som jobbar till exempel som maskinförare utsätts mera för helkroppsvibrationer och arbetare som jobbar mycket med handmaskiner utsätts mera för hand-arm-vibrationer. (Mathiassen, et.al., 2007, 140) De vanligaste symptomen när kroppen blir utsatt för helkroppsvibrationer är till exempel att arbetaren upplever rygg- och magsmärtor, muskelvärk, känsla av obehag, huvudvärk och trötthet. Vid hand-arm-vibrationer kan arbetaren uppleva till exempel ledvärk, värk i händer och armar, nedsatt tolerans för köld och händerna domnar. (Institutet för arbetshygien, 1988, 68) Vibrationerna kan skada kroppen snabbare när kroppen utsätts för vibrationer i samband med dålig arbetsställning. Maskiner som skakar och vibrerar ska bytas bort ifall det inte går att åtgärda problemen. Även regelbunden service på maskiner kan ge längre livslängd och ett förbyggande underhåll mot vibrationer och skakningar. (Mathiassen, et.al., 2007, 140)

## **2.2 Arbetsskydd**

Arbetsskyddslagen (738/2002) trädde i kraft 01.01.2003 som ersatte den gamla lagen om skydd i arbete som var ikraft från och med 01.01.1958. I samband med att Finland gick med i Europeiska Unionen har det lett till att Finlands grundlagar ställer mera krav på arbetsskyddet än vad det har gjorts tidigare. Den nya lagen beskriver hur säkerheten på arbetsplatser ska upprätthållas, vilket är en av de viktigaste lagarna inom arbetslivet. Arbetsskyddslagen täcker alla typer av arbetsområden. Nya arbetsskyddslagen avviker sig mycket från den gamla lagen om skydd i arbete. Lagen är mer anpassad till dagens arbetsliv som även passar stora- och småföretag och den privata och den offentliga sektorn. Bestämmelserna i arbetsskyddslagen är mer flexibla och allmänna än tidigare. (Institutet för arbetshygien, 2003, 8)

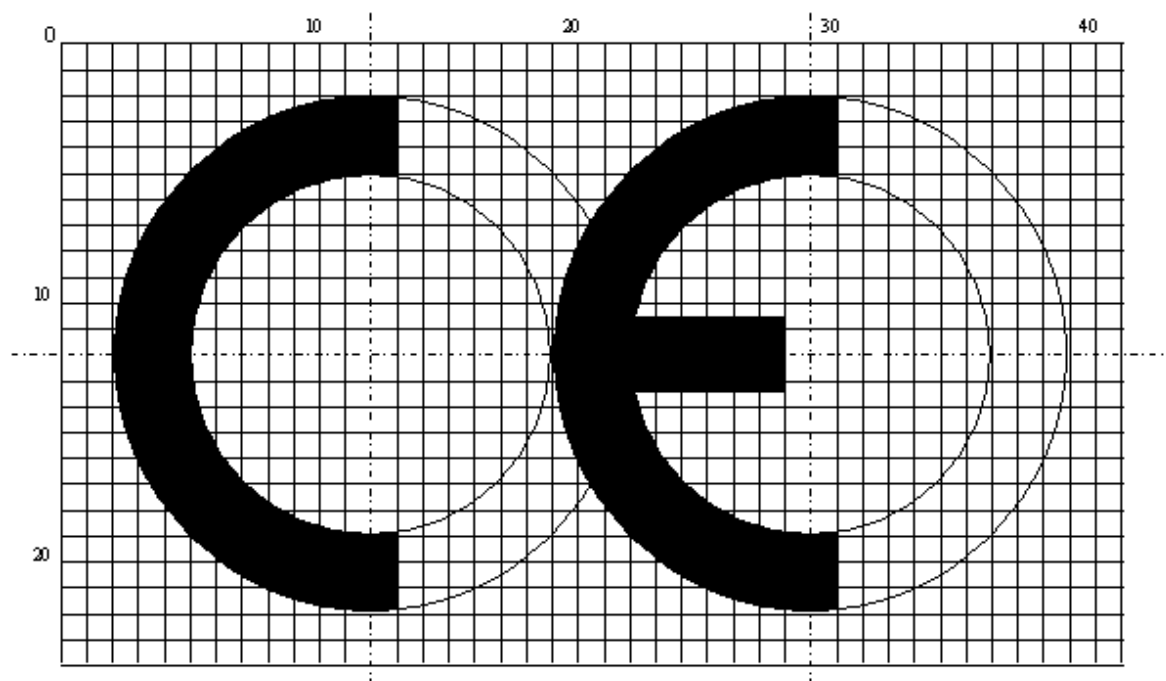
### **2.2.1 Maskinsäkerhet**

Enligt arbetsskyddslagen (738/2002) 41 § får endast maskiner, arbetsredskap och andra anordningar användas ifall det uppfyller kraven och bestämmelserna som gäller och lämpar sig till arbetsförhållande och arbetet. Maskinerna bör vara installerade korrekt och maskinerna bör ha nödvändiga märkningar och skyddsanordningar. Maskiner som används får inte heller utsätta arbetare för risker eller skador som befinner sig på arbetsplatsen. Underhåll för maskiner, arbetsredskap och andra anordningar ska skötas på behörigt sätt. Maskinerna ska utrustas med skyddsanordningar och konstruktioner för att hindra obehöriga att vistas i närheten av maskiner som har riskområden. När service-, reparations-, rengörings-, reglerings- och störningssituationer utförs på maskinen ska det säkerhetsställas att arbetstagarna inte kan utsättas för säkerhets- och hälsorisker. (Institutet för arbetshygien, 2003, 109)

### **2.2.2 CE-märkning**

Produkter som tillverkas och säljs inom EU-länder ska uppfylla EU:s direktiv och förordningar. Produkter som har CE-märkning försäkras om att produkten uppfyller kraven som ställts och kan därmed göra att produkten kan röra sig fritt inom EES-områden. Exempel på produkter som bör vara CE-märkta är: elektriska installationer, gasanordningar, hissar, leksaker, maskiner, mätinstrument, personliga skyddsutrustning och vissa byggprodukter. Alla produkter som har fått godkänt till CE-märkning ska ha CE-märkets symbol på produkten. Om CE-märkningen inte finns med eller att inte märkningen stämmer överens med kraven kan produkten tas bort från marknaden. CE-märkningens symbol kan variera i storlek beroende på storleken av

produkten men får inte ändra utformningen av själva ”CE” märket (se figur 1). Minsta storleken på CE symbolen måste minst var 5mm högt. Missbrukar man CE-märkningen är det straffbart enligt lagen om CE-märkningsförfärd (187/2010). (TUKES, 2019.)



Figur 1 CE-märkning (Tukes, 2019)

## 2.3 Lean Production

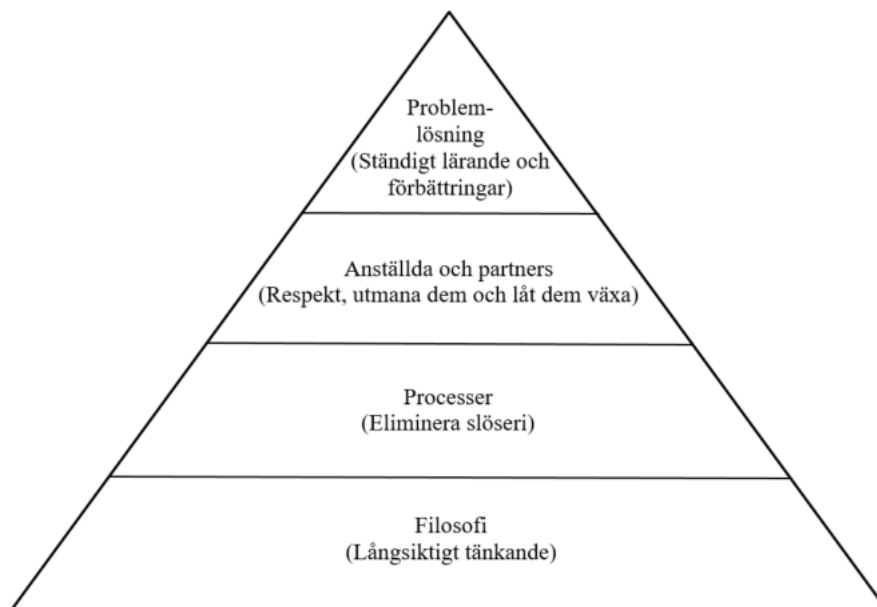
Det var de japanska Toyota tillverkarna som utvecklade Lean Production på åttiotalet som inspirerade hela världen med deras verksamhetsfilosofiska tänkande inom industrivärlden. Toyota var mycket framgångsrikt inom biltillverkningen gällande hög produktkvalitet och pålitlighet. Lean ses som ett arbetsverktyg som är i själva verket är ett tänkesätt att utveckla verksamheten genom att ständigt sträva till förbättringar. Lean tankesättet är mycket vanligt i dagens läge inom industrin och offentliga sektorn. Tanken med Lean är att förbättra sammanhållning på arbetsplatser och med kunderna genom att: ständigt förbättra, ge respekt för människan och att ständigt lära organisationen att utvecklas. (Liker, 2009, 20–24) Det finns olika typer av hjälpmedel inom Lean som till exempel 5S-modellen som gör det enklare att organisera och standardisera inom organisationer (Braun & Kessiakoff, 2011, 31).

### 2.3.1 TPS

The Toyota Production System är ett mycket unikt och framgångsrikt system som större företag använder sig av i dagsläget. Grundaren för TPS var Taiichi Ohno från Japan som var en innovatör till Toyota Motor Corporation där han införde TPS för första gången. (Liker, 2009, 15–25)

*”Det enda vi gör är att titta hur lång tid som går från det ögonblick då kunden ger oss en order till den punkt då vi får in pengarna. Den tid förkortar vi genom att ta bort det som inte tillför något värde (Ohno 1988).”* (Liker, 2009, 25)

TPS är generellt indelat i fyra grupper så kallade ”4P-modellen”: Philosophy (filosofi), Process (processer), People/Partners (anställda och partners) och Problem solving (problemlösning) (se figur 2). (Liker, 2009, 23)



**Figur 2 "4P-modellen" The Toyota Production System**

Filosofin handlar om långsiktigt tänkande, vad är det som är viktigt inom företaget och vad är rätt för kunden inte bara just nu utan även i framtiden. Ända från högsta ledningen är det viktigt att fokusera på att förbättra relationen till samhället och kunden. För att uppnå det behövs det ständigt läras organisationen att anpassa sig enligt förändringar som sker i omgivningen och hålla samman produktiviteten. För att uppnå hög kvalitet av låga kostnader med hög



säkerhetsmarginal och arbetsmoral krävs långsiktigt tänkande på de beslut som kommer att tas. (Liker, 2009, 98–113)

Att välja rätt process leder till ett bra resultat. Flöde är en av de viktigaste delarna i en process som kan uppge hög arbetsvilja och låga kostnader. Arbetsmoralen mellan arbetstagarna förbättras när rätt process används. Kunderna ska styra efterfrågan för att undvika onödiga överproduktioner. Enstycksflödet anses vara det bästa valet när typ av process väljs. Utifrån enstycksflödet förebyggs onödiga väntetider till exempel inom produktioner där det går att undvika masslagringar som kan förorsaka väntetider som kostar organisationer massor med pengar. Om processen för onödiga steg ändras gör det processen så effektiv som möjligt. (Liker, 2009, 115–196)

Anställda och partners ska ständigt utvecklas för att skapa goda sammanhållningar. Utvecklas personalen behövs det inte heller köpas in personal med den kunskapen. En ledare inom organisationen ska kunna utföra sina uppgifter men även ha goda personalledaregenskaper. Genom att lära ut organisationens filosofi till alla enskilda individer och teamarbetare gör det lättare att upprätthålla goda resultat och att alla strävar till gemensamma mål. (Liker, 2009, 267–296)

Problemlösning är något som är väldigt viktigt i en organisation för att ständigt kunna göra förbättringar. När problem uppstår ska arbetarna själva gå och se efter vad problemet är för att få en bättre uppfattning om problemet och för att kunna göra rätt beslut för åtgärderna. Det är bra att ständigt analysera och samla in data för att kunna förhindra problem framöver eller i god tid. (Liker, 2009, 267–296)

### 2.3.2 5S

På sjuttio- och åttiotalet besökte amerikanerna Toyota fabriken i Japan. Första reaktionerna amerikanerna fick när de såg fabriken för första gången var att de överraskades över hur rent och organiserat det var. Japanerna hade byggt upp ett verktyg för att ta första steget mot ”Lean production” som de kallade för 5S-programmet. På japanska står 5S för: seiri (sortera), seiton (strukturera), seiso (städa), seiketsu (standardisera) och shitsuke (skapa en vana/självdisciplin). 5S är endast ett verktyg som hjälper till processen när organisationer införskaffar Lean. Med hjälp av detta program kan olika typer av problem elimineras. Till exempel oreda på arbetsplatser som före kommer när det inte finns någon struktur i arbetssättet. Det finns även risk för olyckor ifall oordning förekommer på arbetsplatser. Ordning gör det enklare att utföra

ett arbete om verktyg och artiklar har ett helt eget ställe. Att placera verktyg och artiklar på specifika ställen gör det även enklare att hitta dem snabbt vilket i sin tur minimerar på ödslad tid som förekommer vid sökning av artiklar vid oreda. (Liker, 2009, 187)

### 2.3.3 5S i arbetsmiljön

- *Sortera*: Saker som inte mera används ska kastas bort eller föras bort i förvar. Vanligtvis tänker folk att detta kommer att behövas framöver. Egentligen kommer det endast att vara i vägen på arbetsplatsen eller hindrar att kunna investera i nya saker på grund av det saknas utrymme. En bra vana är att uppmana arbetarna att se över sin egna arbetsytor efter saker som inte behövs eller användas mera. Sakerna ska slängas ifall de inte behövs och resterande saker som används mer sällan ska sorteras undan för att förbättra arbetsmiljön. I samband med att sortera gör det lättare att lägga märke till saker som har brister och därmed behöver bytas ut före skador eller olyckor sker. (Prevent, 2016, 11–12)
- *Städa*: Ordning och renlighet på arbetsplatser ger mer arbetsmoral och arbetspersonal trivs bättre på sin arbetsplats när det är städad. Arbetarna bör städa vid den arbetsyta eller maskin de jobbar vid. Städningen ska klargöras för arbetarna för hur ofta och när de ska städa för att alla ska ha samma ”städnivå”. Man kan även utreda varför det blir smutsigt eller stökigt vilket gör det möjligt att lösa problemen. I samband med städning minimeras olyckor och mindre material och artiklar kan förhindras att tappa bort. (Prevent, 2016, 17–18)
- *Strukturerar*: Att strukturera kan vara till exempel märkning av verktyg som ska finnas på en speciell plats. Detta är en utmärkt lösning till att strukturera saker i arbetsmiljön. Det blir lättare för arbetarna att organisera saker vilket i sin tur gör det lättare att återlämna verktyg och artiklar till rätt plats efter användning eller i samband med städning. Det bör inte bara vara verktyg som har en egen plats, utan även stora rörliga föremål bör ha en egen plats. Genom att rita eller markera på golvet var något ska vara, gör det enkelt att hitta föremålets egna plats vilket kan underlätta vid städning. (Prevent, 2016, 14–15)
- *Standardiserar*: Det är viktigt att upprätthålla 5S:en genom att införa checklistor och bilagor som anvisar hur det ska se ut eller hur saker ska utföras vid en arbetspunkt. På

så sätt gör det enklare för arbetare att upprätthållas systemet för att enklare kunna hålla det städat och hålla underhållet på ett löpande band. Standarderna kan ändras med tiden och därmed är det viktigt att alla arbetstagare är informerade hela tiden vilka standarder det är som gäller på arbetsplatsen. Det går ständigt att förbättra arbetsplatsen genom att införa nya standarder och idéer som kan hjälpa att upprätthålla 5S-metoden och att utveckla den framöver. (Prevent, 2016, 20–21)

- *Skapa själv disciplin:* Att skapa vanor på arbetsplatser är mycket viktigt. Genom att bestämma vissa tidpunkter i veckan när saker och ting ska utföras eller vardaglig städning före arbetarna åker hem är goda vanor. Goda vanor hjälper arbetarna att upprätthålla 5S-metoden på arbetsplatsen. Till exempel ska personalen lära sig att meddela om brister i arbetet eller i utrustningen för att kunna möjliggöra förbättringar och för att kunna eliminera brister på arbetsplatsen. Även avdelningschefer och högre uppsatta personer bör kunna lyssna på arbetarna och ta emot den information arbetstagarna ger. Genom att utse en person på arbetsplatsen som håller lite extra koll på dessa 5S:en kan till exempel hjälpa att upprätthålla standarderna på arbetsplatsen. (Prevent, 2016, 22–24)

## **3 Metod**

I det här kapitlet går jag igenom vilka program jag använt under min planering, krav för verkstaden som hade nämnts och hur verkstadsplaneringen framskridit i olika skeden och hur jag gått tillväga vid kostnadsberäkningen av bland annat maskiner och arbetsredskap till STH.

### **3.1 Program**

Jag har använt mig i huvudsak av AutoCAD när jag har ritat och planerat verkstaden. AutoCAD har varit det bästa hjälpmedlet i detta examensarbete. Microsoft Excel har jag också använt mig av under en stor del av arbetet, t.ex. då jag har redogjort maskinernas dimensioner, kostnader och hur mycket maskiner och arbetsredskap som behövs i verkstaden. Excel har gjort det lättare ha kontroll på läget när arbetet framskridit.

#### **3.1.1 AutoCAD**

AutoCAD är ett hjälpmedel inom design för 2D- och 3D-ritningar. Programmet är ett mjukvaruprogram, vilket också är ett så kallat CAD-program som står för "Computer-Aided Design". Första versionen släpptes år 1982 som nu är ett av de rekommenderade ritprogrammen. Programmet säljs av Autodesk som stöder Microsoft Windows och Macintosh. AutoCAD används dagligen av arkitekter, elektriker, ingenjörer och konstruktörer med mera för att kunna rita och designa ritningar i 2D och 3D. AutoCAD:s standard filformat för ritningar är: DWG, ASCII och DXF filer. Programmet finns tillgängligt för Mac OS- och Microsoft Windows operativsystem 32bit och 64bit versioner. (Autodesk Inc. 2017; Illikainen 2006, 7)

#### **3.1.2 Excel**

Microsofts mjukvaruprogram Excel har varit till stor hjälp när det kommer till att kalkylera ihop kostnader och göra fullständiga listor som lätt gått att redigera i efterhand. Listorna i Excel har till huvudsak hjälpt mig att hålla koll på information om maskiner och komponenter. Tabellerna har gjort informationen lättillgängligt och det har varit enkelt att kunna ta fram den information som behövts. Till exempel då jag har ritat in en maskin i ritprogrammet har jag behövt få veta maskinens dimension, och då har tabellerna hjälpt mig enormt mycket eftersom den har varit uppdaterad vartefter. Kostnadsberäkningarna har också varit mycket smidigare att göra då jag fått använda mig av Excels räknefunktioner. Cellerna och kolumnerna ser till att alla talen blir

medräknade fastän tal eller värden skulle bli tillagda i ett senare skede. Då jag räknat maskiner och arbetsredskapskostnader har offerterna kommit in i olika omgångar och då har räknefunktionen uppdaterat listorna vartefter att jag lagt in nya värden.

### **3.2 Krav för verkstaden**

Verkstaden bör ha samma komponenter som i den nuvarande verkstaden för att man ska kunna utföra likadana arbetsuppgifter som i den nuvarande motorlaboratoriets verkstad. Därmed bör alla komponenter som tillhör nuvarande verkstaden ingå i den nya layouten i verkstaden för STH. Det finns ytterligare krav och önskemål på saker som kunde vara bättre i den nya verkstaden som planeras.

Ett krav är att dörrarna bör vara i den större storleken för att göra materialhanteringen enklare. I den nuvarande verkstaden är en del dörrar alltför smala i motorlaboratoriet. De smala dörrarna gör olika arbetsmoment svåra, till exempel när man ska förflytta en tung komponent på en lastpall genom en dörr som är allt för smal försvårar det arbetet avsevärt. Av egen erfarenhet och även åsikter från arbetare som jobbar i verkstaden har jag därmed tagit detta i beaktande som en av de viktigaste aspekterna vid planeringen.

Utrymmen ska vara indelade i olika områden för att förhindra onödig nedsmutsning och för att koncentrera olika typer av arbetsuppgifter i olika delar av området. Kraven var att planera en layout där det finns utrymme som är indelade i "Dirty room" och "Clean room". I "Dirty room" utförs arbete som medför damm och smuts, till exempel metallverkstaden som avger mycket smuts från olika typer av maskiner. Att dela in metallverkstaden i ett skilt utrymme gör även att oljud från olika typer av maskiner som används i detta område avgränsas från andra utrymmen och avdelningar. Metallverkstaden bör också ha ett skilt rum där det utförs arbeten som medför extra mycket damm och föroreningar som till exempel vid svetsning och slipning. Det utrymmet bör ha extra bra ventilation och det ska finnas tillgång till punktutsug. På så sätt slipper man att utsätta andra medarbetare för farliga föroreningar och således är det även lättare att hålla rent utrymmen. Clean room är det område där man ska kunna arbeta med olika typer av arbetsuppgifter där man inte påverkas av föroreningar. I detta utrymme ska alla motorkomponenter plockas isär och monteras vid olika typer av inspektioner och därmed vore det bra om oljud och föroreningar i luften utesluts från detta område. Det ska vara ett sådant utrymme där man kan arbeta med olika typer av arbetsuppgifter utan att behöva bli påverkad av omgivningen alltför mycket.

Verkstaden bör också ha lyftverktyg för att kunna lyfta olika motorkomponenter. Ett krav var att lyftverktygen skulle planeras in i layouten och att lyftkapaciteten skulle uppskattas enligt utrymmen och behovet av lyftkapaciteten vid den arbetspunkten. De tyngsta komponenter som lyfts väger som mest cirka 1200 kg. Det finns dock undantag när lyftkapaciteten bör vara högre, däremot förekommer dessa undantag sällan.

Materialhanteringen skulle ses över ifall om det skulle finnas bättre lösningar till verkstaden än vad som finns i det nuvarande motorlaboratoriet. Den nuvarande verkstaden som används är i två våningar. Material förs dagligen mellan våningarna med hjälp av en hiss, vilket inte är den bästa lösningen. Därmed ska planeringen helst göras med en enplanslösning för att slippa opraktiska lösningar så som hissar.

Råmaterialshyllan för metallprofiler och metallrör med mera ska planeras in på ett mer optimalt ställe i metallverkstaden än vad den är belägen i den nuvarande verkstaden. Det som används för tillfället är en mycket dålig lösning med tanke på ergonomin. Problemet är att arbetarna måste lyfta tunga metallprofiler långa sträckor för att kunna såga dem i önskad längd. Därför bör det göras en bättre lösning till metallverkstaden för STH genom att placera hylla på ett bättre ställe. Hyllans placering och innehåll ska vara lättillgängligt för arbetarna.

Ett av de viktigaste kraven för verkstaden var att det ska finnas en tvätthörna. I tvätthörnan ska det finnas möjlighet till att tvätta motorkomponenter med mera. Tanken med tvätthörnan är att arbetare ska kunna tvätta med högtryckstvätt eller någon annan typ av tvättmaskin utan att de ska behöva vara rädda för att något i omgivningen kommer till skada eller förstörs.

Förvaring var en mycket viktig del som skulle beaktas vid planeringen av verkstaden. Det finns en hel del motorkomponenter och verktyg som behöver ha ett skilt förvaringsutrymme. Lastpallshyllor och skåp skulle det finnas gott om för att kunna förvara det som finns i den nuvarande i verkstaden. En karuselhylla skulle också införskaffas för att spara på utrymme och den skulle även ersätta den gamla som finns i den nuvarande verkstaden.

Arbetshöjderna ska också planeras på ett sådant sätt så att de lämpar sig till de arbeten som ska utföras vid de olika arbetsområdena. Golvet ska helst vara platt överallt för att förhindra ändringar av golvet vid till exempel flyttning av maskiner eller omplacering av komponenter.

### 3.3 Verkstadsplaneringens olika skeden

Planeringen av verkstaden inledde jag med att se igenom vad som skulle med till STH från det nuvarande motorlaboratoriet på träskgatan, Vasa. Därefter kunde jag planera en verkstad vartefter planeringen av STH-bygget framskred. Layout förslagen som planerades skulle lämpa sig för motorlaboratoriets- och övrig personal som kommer att befinna sig i STH. Vid slutet av planeringen bearbetade jag det område som vi hade fått tillgång till för verkstaden där den slutliga layouten skulle klargöras.

#### 3.3.1 Start av projekt

Vid starten av planeringen för motorlaboratoriets verkstad var vi i kontakt med planerarna som skulle planlägga STH. Däremot kunde vi snabbt konstatera att det inte fanns några planer inritade för en verkstad. Därmed fick jag som uppdrag att ta reda på vad allt vi behöver och hur mycket utrymme vi skulle behöva till verkstaden i STH. En layout på detta skulle redogöras för att vi skulle kunna få utrymme till vår avdelning i själva planritningen. Det var även vid detta skedet som tanken på att skriva ett examensarbete om planeringen av verkstaden fick sin början.

Då jag började planerandet började jag med att gå runt i den nuvarande verkstaden på laboratoriet för att få en uppfattning om vad allt som hör till själva verkstaden. Samtidigt gjorde jag en lista på allt vad vi skulle tänka oss behöva i den nya verkstaden. Jag tog även mått på alla maskiner för att få en förståelse för hur mycket rum de tar och hur mycket rum det behövs runt maskinerna för att de ska var fullt opererbara och funktionsdugliga. Till exempel hade en förvaringshylla för lastpallar en dimension på 3,0 x 1,2 m, vilket inte tar så mycket rum i sig. Men det man måste tänka på är att det behövs mer utrymme för att kunna förflytta sig mot hyllan med till exempel en gaffeltruck. Om hyllans storlek är 3,0 x 1,2 m behövs det en golvyta på åtminstone 3,0 x 3,7 m för att hyllan ska ens kunna användas. Jag gick igenom varje maskin, skåp och bord med mera för att redogöra för den eventuella golvytan som behövdes för respektive pryl.

I samband med att jag gick runt i verkstaden gjorde jag en bedömning över de maskiner som vi kommer att behöva på STH, i vilket skick de var och åldern på maskinerna. Jag gjorde en bedömning för maskinerna och deras säkerhetsutrustning och även ifall det skulle gå att ta med dem till STH eller inte. De maskiner som var gamla och slitna och som inte hade CE-märkningar bestämde jag att skulle ersättas med nya maskiner till STH. Även övriga komponenter som ska införskaffas eller ersätta andra komponenter sattes till på listan. Hela listan på komponenterna

som ska investeras gjorde jag i Excel i samband med kostnadsberäkningen som redogörs i resultatdelen. Jag tog även arbetshöjder i beaktande i samband med rundvandringen i den befintliga verkstaden för att se att alla arbetsytor har en lämplig arbetshöjd och att de är ergonomiska för arbetarna. Ergonomin och hälsosamma arbetsställningar är viktigt att tänka på vid investeringen av nya maskiner och komponenter.

### **3.3.2 Planeringsskedet**

Efter att jag hade min Excel-fil med alla maskiner och dimensioner, hade jag allt vad jag behövde för att kunna påbörja planerandet på riktigt. Jag började med att rita upp i AutoCAD hur en optimal verkstad skulle se ut för oss i stora drag. Jag gjorde även en enkel fyrkant enligt de mått jag hade uppskattat att vi behövde med samtliga extra kvadratmeter att röra sig på. Därefter kunde jag placera in maskinerna och komponenterna på ett så optimalt sätt som möjligt för att de skulle bilda en logisk helhet med varandra. Även nya maskiner som det hade varit tal om planerades in i ritningen för att få alla de kvadratmeter som behövdes för en funktionell verkstad.

Den första layouten jag planerade och ritade var två utrymmen för två olika verkstäder. Den ena verkstaden var en metallverkstad som skulle vara 240 kvadratmeter och den andra verkstaden var en inspektion- och monteringsverkstaden som skulle vara 900 kvadratmeter. Utrymmena planerades inte enbart på basen av hur mycket golvyta vi skulle behöva utan även med tanke på framtida utrymmesbehov. I ett väldigt tidigt skede av planeringen var det oklart hur och var vi skulle förvara alla komponenter som vi behöver ha tillgång till i verkstäderna. I den nuvarande verkstaden som finns i motorlaboratoriet förvaras många komponenter på lastpallar i hyllor. Det finns cirka 196 hyllplatser för lastpallar i motorlaboratoriet som är hela tiden fyllda. En stor del av komponenterna måste skickas bort till ett annat lager för att förhindra att lastpallarna tar upp all golvyta, vilket är ett av de största problemen i den nuvarande verkstaden. Utrymmesbristen är ett mycket stort problem som jag försöker förebygga genom att planera och göra inspektion- och monteringsverkstaden relativt stor så att det finns bättre möjligheter för förvaring. Detta med tanke på att verkstaden kommer att användas i stort sätt av alla som jobbar under samma tak på STH.



I den första layouten skulle jag även planlägga in andra utrymmen som fanns i den nuvarande motorlaboratoriet. Min del var alltså att planera en metallverkstad och en inspektions- och monteringsverkstad. De övriga utrymmen som jag planerade in i den första layouten var för att få en sammanhållning mellan avdelningarna som bör vara relativt när varandra. De olika avdelningarna hade egna önskemål som jag tog i beaktande och sammanställde därefter en layout enligt bästa förmåga.

Efter att första layouten av verkstaden för motorlaboratoriet hade blivit presenterad kunde arkitekterna kolla igenom layouten som jag hade planerat (se bilaga 1 och 2). Utgående från dem kunde de sedan ge oss ett utrymme i STH som vi skulle kunna använd oss av. Ändringar i layouten gjordes vartefter att vi hade fått in vårt utrymme i ritningen. Nya ritningar på STH kom in varje vecka där utrymmen kunde variera vartefter helheten av STH fick sin struktur. Olika versioner av layouten för verkstaden kan som bollades fram och tillbaka mellan arkitekterna (se bilaga 3–11).

### **3.3.3 Bearbetning av slutliga layouten**

Layouten för svetsverkstaden och inspektion- och monteringsverkstaden kunde göras efter att vi fick en version av de befintliga utrymmen vi hade fått tillgång till i STH av arkitekterna. Som tidigare nämnts ändrades ritningarna hela tiden. Vi bestämde oss för att jag skulle göra en sista layout över den ritning som vi fick 7.3.2019 som hade varit en längre tid oförändrad storleksmässigt. Så att jag skulle ha möjlighet att utföra mitt examensarbete i tid. Placeringen för maskinerna och komponenterna kunde ritas in i ritningen genom att använda de dimensioner på maskinerna som jag hade mått på sedan tidigare och mått på de nya maskinerna vi skulle investera i fick jag i samband med offertförfrågningarna som jag skickat ut.

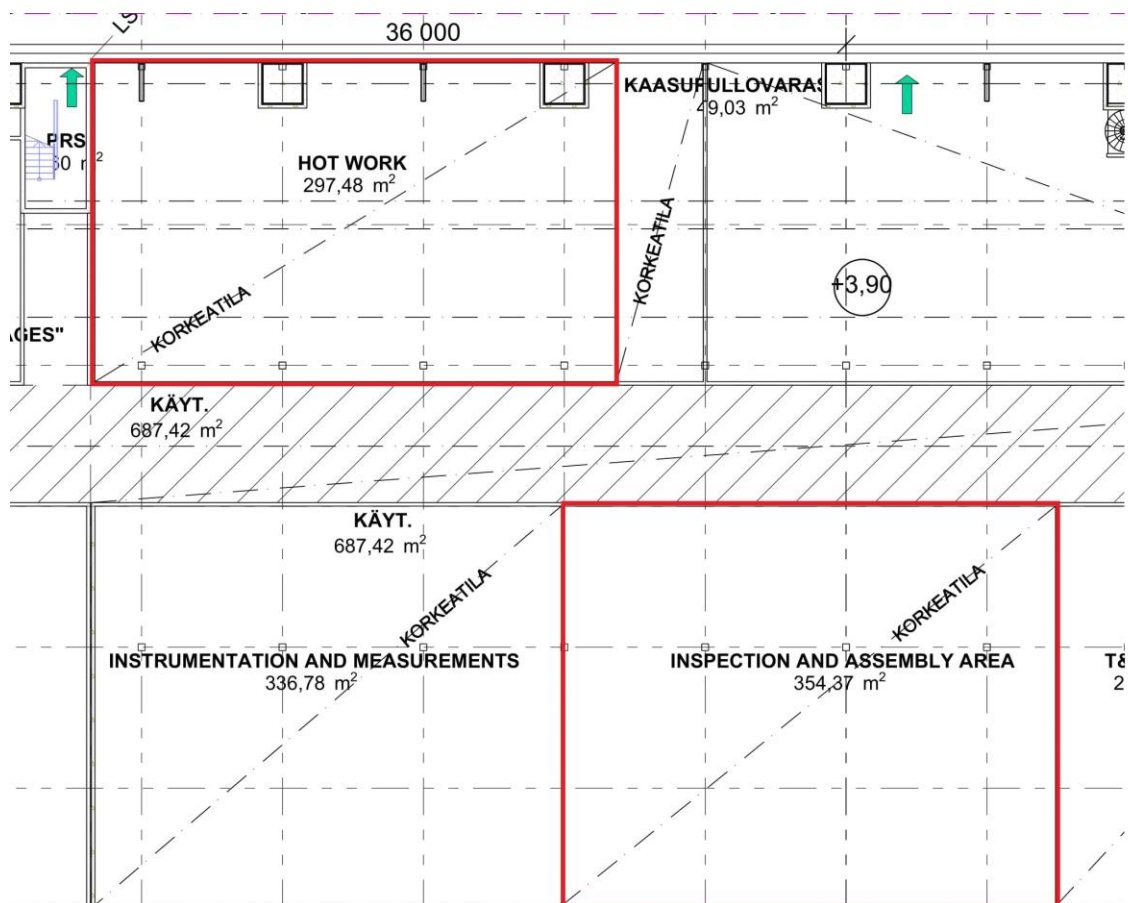
Placeringen av maskinerna gjordes enligt hur de skulle fungera mest optimalt med varandra. Tanken var att alla maskintyper som hade någon sammankoppling till de arbeten som utförs dagligen, ska var lättillgängliga till varandra utan att behöva förflyttas till ett annat utrymme.

El-gaffeltruckar och el-handpumpar planerades in i layouten efter att jag hade begärt offert på lyftverktygen. Även dörrarna planerades i större dimensioner för att det ska fungera enkelt med materialhanteringen. Dörrarna skulle helst vara av lyftdörrar om det var möjligt för att undvika trösklar och att behöva ha dörrar som öppnas in mot ett utrymme för det tar extra utrymme. Golvet planerade jag att skulle vara platt över hela verkstaden för att arbetarna skulle ha

möjlighet till att röra sig fritt med lyftverktygen och således skulle arbetarna inte behöva använda sin egen muskelkraft till att lyfta tunga komponenter.

Maskiner som medför mycket buller och vibrationer vid användning försökte jag placera i metallverkstaden. Detta för att jag ville koncentrera alla maskiner som kräver specialskyddsutrustning vid användning på ett och samma ställe. Placerar sig dessa maskiner nära varandra, blir enbart de arbetare som är vid maskinerna utsatta för bullret/vibrationerna. Skulle maskinerna i sin tur vara placerade runt om i hela verkstaden skulle alla utsättas för buller och vibrationer. Jag försökte således ta alla arbetare i beaktande och utsätta så få arbetare som möjligt för konstant buller/vibrationer.

Ritningen som jag hade fått 7.3.2019 var den version jag har beslutat att göra som min sista layout till STH, vilket också skulle bli resultatet för detta examensarbete fastän arbetet framskrider efter denna sista layout. De utrymmen vi hade fått tillgång till enligt ritningen 7.3.2019 har varit för en längre tid oförändrat. Dessa utrymmen har vi fått använda oss av som är markerade med röd ram som kan ses vid figuren nedanför (Figur 3).



Figur 3 Tillgång av utrymmen för verkstaden i STH 7.3.2019

Det bestämdes tillsammans med andra arbetare på Wärtsilä att utrymmet vi fått skulle delas in i tre utrymmen: metallverkstad, tvätt utrymme och inspektion- monteringsverkstad. I metallverkstaden koncentrerades allt arbete som medför buller och damm för att kunna hålla det inom ett och samma utrymme för att minska på olämpliga arbetsmiljöer för resterande arbetare. Tvätt utrymmet bestämdes att det skulle få ett helt skilt utrymme där det ska finnas möjlighet till att rengöra olika typer av komponenter för att undvika att annan utrustning utsätts för fukt och smuts som kommer under tvättning. Inspektion- monteringsverkstaden är det utrymme där alla komponenterna med tillhörande motorer ska kunna utföra inspektioner och motorförberedelser före de åker vidare till testcellerna. Detta utrymme kommer också fungera som ett lagringsutrymme för olika typer av komponenter och som ett allmänt lager för till exempel skruvar, packningar, specialverktyg med mera.

I det här skedet kunde jag flytta in all de komponenter och maskiner som jag hade ritat in i de tidigare layouterna. Jag överförde således dem till denna ritning. Den slutliga layouten kunde därefter byggas upp enligt bästa förmåga. Till layouten hade det blivit bestämt att vi skulle ha tre skilda områden med tanke på vilket arbete som ska utföras i de olika verkstäderna.

### **3.4 Investering till verkstaden**

Maskinerna och komponenterna som införskaffas till verkstaden listades upp i Excel för att det skulle vara enklare att fylla i kostnaderna varefter att jag fick offerter på utrustningen. Listan delade jag upp i tre delar: metallverkstad, tvättutrymme och inspektions- och monteringsverkstad. Efter att alla offerter hade kommit in kunde jag fastställa den slutliga kostnaden för STH. Kostnaderna är i detta fall för maskiner och tillbehör som bör förnyas. Mycket av det som finns i det nuvarande motorlaboratoriet följer med till den nya verkstaden för att kunna sänka på kostnaderna. Tillbehör som ska följa med till STH är till exempel handverktyg, mätutrustningar och övriga komponenter som behövs och är i gott skick. I princip är det bara skåp och hyllor som förnyas på grund av att de inte fungerar som de ska eller för att de har fått skador. Däremot sparas hyllornas innehåll och flyttas över till nya skåp och hyllor i STH. I resultatet presenteras listan på komponenter som ska förnyas och de slutgiltiga kostnaderna för komponenterna.

Nedanför kan man se ett exempel på hur listan är uppbyggd för de olika komponenter som ska investeras i till STH (se tabell 1 nedanför). Listan innehåller information om vad det är för sorts komponent och till vilken del av verkstaden den hör. Tabellen nedanför visar endast en liten del av den kompletta listan som finns i resultat delen. Listan är uppbyggd på ett väldigt enkelt sätt så att alla ska ha en möjlighet att förstå vilka komponenter som kommer att behövas investeras till verkstaden. Listan fungera på följande sätt: överst på listan står det till vilken del av verkstaden komponenterna hör till. Sedan förklaras det vilken typ av komponent det är och nästa kolumn redogör vilken modell och typ det är frågan om. Även dimensionerna på komponenterna är listade med längden x bredden x höjden. Här följer ett exempel på den första komponenten i tabellen som är en komponent som tillhör svetsverkstaden. Komponentens MIG welding machine Pulse är en MIG (Metal Inert Gas) svetsmaskin med pulsfunktion. Modellen är Kemppi, FastMig M Synergic och har dimensionerna 590 x 230 x 430 mm.

**Tabell 1 Exempellista på olika maskiner som ska investeras.**

<b>Welding Workshop</b>	<b>Model and Type</b>	<b>Size (Lenght x width x height) [mm]</b>
MIG Welding machine Pulse	Kemppi FastMig M Synergic	590x230x430
MIG Welding machine	Kempact 253A	623x579x1070
Stick welding machine	Kemppi Master S400	570x270x340
Plasma cutter	ESAB Cutmaster 100 6,1m SL100	305x381x762
TIG Welding machine	Kemppi MasterTig ACDC 3500W	690x260x870
Vertical Beltgrinder	Grit GKS 75	1000x400x500
Horizontal Beltgrinder	Grit GX 75	1000x400x500

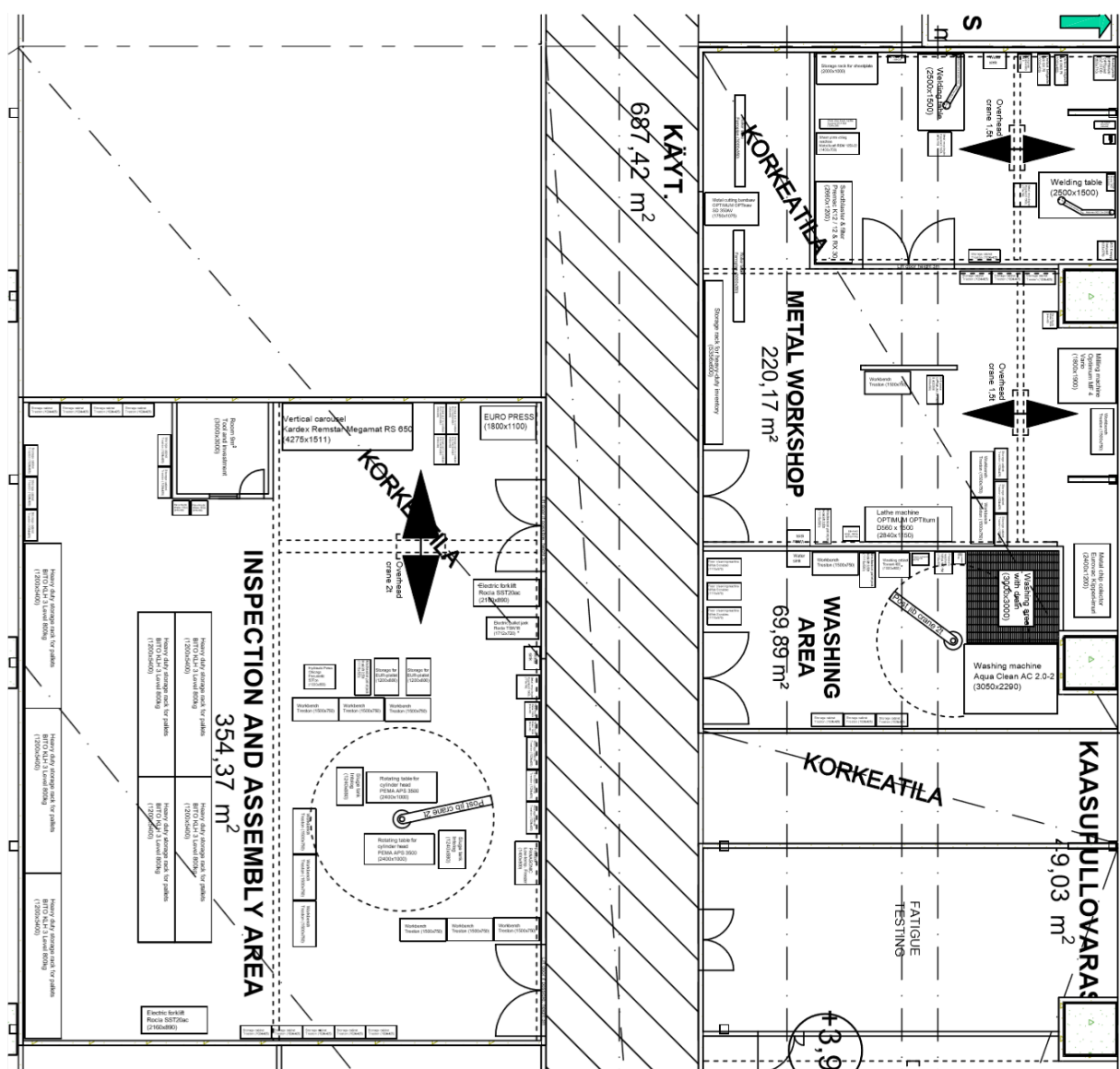
Jag har också gjort hyperlänkar till de olika komponenter som är listade för att göra det enklare för de interna arbetarna som antingen var intresserade av att se mer information om komponenten eller som helt enkelt inte förstod vad det var för typ av komponent. Med hjälp av hyperlänkarna kunde arbetarna således klicka sig vidare till komponentens sida för att få en klarare bild av vad det var för komponent det var frågan om. Efter att offerterna hade kommit kunde jag fylla på tabellen ytterligare. Till exempel hur många av varje komponent vi behöver och vad komponenten kostar för att kunna räkna ihop den totala summan för investeringskostnaderna. Detta kunde sedan redogöras senare i uppgiften för att kunna söka efter en budget som skulle passa investeringskostnaderna.

## 4 Resultat

I resultatet presenteras den slutliga versionen av layouten av verkstaden, som jag hade till uppgift att planera. Kostnadsberäkningen redogör för kostnaderna för verkstaden i detta skede av planeringen.

### 4.1 Layout

Nedanför presenteras det slutliga förslaget för layouten i figur 4 för verkstaden enligt de utrymmen vi hade tillgång till utgående från ritningen vi fick 7.3.2019.



Figur 4 Helhetsbild av layouten för verkstaden i gemensamma utrymmen i STH.

Slutliga layouten för metallverkstaden och tvättutrymmet kan ses i figur fem. Layouten över metallverkstaden med alla diverse komponenter är inritade för att kunna ha en fungerande metallverkstad. Metallverkstaden har ett skilt utrymme för arbeten som svetsning, slipning och blästring. Detta för att hindra att föroreningar sprids i hela metallverkstaden. I det avskilda utrymmet har man tillgång till alla typer av svetsmaskiner och slipmaskiner för att kunna utföra olika typer av arbeten. Även en traverskran med en lyftkapacitet på 1,5 ton är inplanerad i utrymmet för att kunna lyfta tunga föremål till svetsbordet eller till blästerskåpet. Utrymmet är även utsedd med punktutsug vid svetsborden för att kunna ta bort föroreningar som förekommer vid olika typer av arbeten. Utrymmet ska också ha bra ljudisolering för att dämpa och hindra ljud från att sprida sig till övriga utrymmen.

I den resterande metallverkstaden finns det inplanerat en fräs, en svarv, en metallbandsåg, en pelarborrmaskin och övriga förvaringsutrymmen som skåp för diverse tillbehör och maskiner. En traverskran med en lyftkapacitet på 1,5 ton som går över stora delar av metallverkstaden är också inplanerad. En materialhylla där metallprofiler med mera finns är inplanerad nära intill metallbandsågen som är utrustad med rullbord som ska ge extra stöd vid användning. Metallbandsågen i kombination med rullbordet och materialhyllan gör det lättillgängligt att kapa olika typer av metallprofiler och rör till önskad längd. Utan att arbetarna behöver använda sin egen muskelkraft vid förflyttning av material. Förbättringar med denna layout av metallverkstaden är att det är mycket lättare med materialhanteringen i jämförelse med den nuvarande metallverkstaden. Det är lättare att röra sig utrymmesmässigt och arbetarna har god tillgång till lyftverktyg vid behov för bättre och säkrare arbetsmiljö. I tvättutrymmet finns det en tvätthörna som även önskades av de interna arbetarna. I utrymmet finns det möjlighet till att tvätta vad som helst med högtryckstvätt. Tvätthörnan är utrustad med oljeavskiljning med mera för att arbetarna inte ska behöva oroa sig för vart oljor och dylikt hamnar efter att de tvättat. I tvättutrymmet finns det olika typer av tvättmaskiner: allt från deltvättar, ultraljudstvättar, golvttvättmaskiner till stortvättmaskiner som täcker alla typer av tvättbehov som behöver göras. Även en pelarkran med en lyftkapacitet på 2 ton finns inplanerad intill tvätthörnan och tvättmaskinen. Detta för att göra det enklare att förflytta tunga komponenter antingen i utrymmet eller in till tvättmaskinen.

**Figur 5 Slutliga versionen för metallverkstad och tvättutrymme.**

Den slutliga versionen av inspektions- och monteringsutrymmet för detta examensarbete redogörs i figur 6. Inspektions- och monteringsutrymmen är planerade så att det ska vara lätt att montera ihop och isär topplock med diverse olika komponenter. I utrymmet finns det tillgång till två topplocksvändare som roterar topplocken i önskad riktning och höjd för att ge en så god arbetsergonomi som möjligt. Bredvid topplocksvändarna finns det en pelarkran med en lyftkapacitet på 2 ton för att lyfta upp topplocken till topplocksvändaren. Det finns också inplanerad en traverskran med en lyftkapacitet på 2 ton som har en stor räckvidd över utrymme. Många arbetsbänkar finns inplanerade runt om topplocksvändarna vilket ger möjlighet till att olika arbetsuppgifter kan utföras där. En vertikal hyllkarusell finns inplanerad för att ersätta den gamla som finns i det nuvarande i motorlaboratoriet. Inplanerade förvaringslösningar är bland annat materialskåp, lastpallshyllor och en vertikal hyllkarusell. I detta utrymme ska också finnas alla övriga komponenter som behövs till motorlaboratoriets arbetsuppgifter.





## 4.2 Kostnadsredogörelse för verkstaden

I tabellerna nedanför redogörs vilka komponenter som ska investeras till den nya verkstaden. Komponenterna är baserade på den slutliga layouten som presenterades tidigare i resultatet. Komponenterna finns inritade i layouten för att veta hur mycket av varje komponent som behövs och för att kunna se helheten av layouten (se figur 5 och 6). I tabellen redogörs också hur mycket komponenterna skulle kosta och den totala kostnaden för den investering som bör göras.

Den slutliga summan för metallverkstadens kostnader för alla komponenter som behöver investeras blev totalt 102 885,76 €. Till tvättutrymmet skulle det behöva investeras verktyg och maskiner för sammanlagt 87 046,41 € och till inspektions- och monteringsutrymmet skulle det behöva investeras komponenter för 161 718,29€. De totala investeringskostnaderna för de tre ovannämnda utrymmens alla komponenterna blir sammanlagt att kosta närmare 351 650,46 €.

**Tabell 2 Investering och kostnadsredogörelse över komponenter som ska förnyas till verkstaden.**

### Investment To Smart Thechnology Hub Workshop

Welding Workshop	Model and Type	Size (Lenght x width x height) [mm]	Netto price [€]	Total needed [Pcs]	Total price [€]
MIG Welding machine Pulse	Sampep Welding W 3000	590x230x430	2000,00	1	2000,00
MIG Welding machine	Sampep 2100	623x579x1070	1790,00	1	1790,00
Stick welding machine	Sampep Welder 4000	570x270x340	2000,00	1	2000,00
Plasma cutter	Good Cutter 200 A, Jet 3.000	305x381x762	2000,00	1	2000,00
TIG Welding machine	Sampep Welding W 2000	690x260x870	1000,00	1	1000,00
Vertical Beltgrinder	Jet 300 T5	1000x400x500	700,00	1	700,00
Horizontal Beltgrinder	Jet 300 T5	1000x400x500	1100,00	1	1100,00
Benchgrinder	Wendtsch 800 2000	440x600x1120	2070,00	1	2070,00
Benchgrinder	Wendtsch 800 2000	800x710x1300	1790,00	1	1790,00
Drill press	Wendtsch 800 2000	935x530x2280	4000,00	1	4000,00
Angle grinder	Wendtsch 800 2000	-	11,30	3	33,90
Angle grinder	Wendtsch 800 2000	-	165,00	2	330,00
Metal storage rack for Heavy-Duty inventory	WTS 1 x 100kg	5356x600x1980	800,00	1	800,00
Metal cutting bandsaw	Wendtsch 800 2000	1750x1075x1420	7340,00	1	7340,00
Metal cabinet storage	Truckee Workshop 1000	1024x425x2000	670,00	7	4720,00
Workbench	Truckee Workshop 1	1500x750	2070,00	1	2070,00
Workbench with tool rack	Truckee Workshop 1	1500x750	2070,00	2	4140,00
Sheet plate rolling machine	Wendtsch 800 2000	1400x700x1160	1600,00	1	1600,00
Metal chip collector	Truckee Workshop 1000	2400x1200x2500	3000,00	1	3000,00
Sandblasting cabinet + Filter	Truckee 800 2000	1200x2660x1840	7750,00	1	7750,00
Metal recycling bin	Wendtsch 800 2000	770x760x580	370,00	2	740,00
Recycling bin	Wendtsch 800 2000	544x480x1055	110,00	2	220,00
Electric cable reel	Wendtsch 800 2000	-	40,00	8	320,00
Roller table	Truckee	3000x350x700	1100,00	2	2200,00
Air/Water hose reel	Truckee 800 2000	-	160,00	8	1280,00
Fume extractor (Only hose)	Truckee 800 2000	Ø160 x 5000	1100,00	2	2200,00
Welding table	-	2500x1500x800	4000,00	2	8000,00
					€102 885,76

Washing Area	Model and Type	Size (Lenght x width x height) [mm]	Netto price [€]	Total needed [Pcs]	Total price [€]
Washing machine	Aqua Clean AC 2.0-2	3050x2290x3390	595,00	1	595,00
Ultrasonic washing machine	ForSonic M120	540x400x390	6096,40	1	6096,40
Floor cleaning machine	Norlik Scrubtec 343.2	1115x570x1050	4239,90	3	12719,70
Pressure washer	Norlik MC DM 200/1050	735x570x1020	1784,00	1	1784,00
Mechanical pallet jack	Hakon 2.50	1150x520	341,20	1	341,20
Workbench with tool rack	Treston Workshop 4	1500x750	2271,45	2	4542,90
Metal cabinet storage	Treston W34407001	1024x425x2000	675,11	3	2025,33
					€87 046,41

Assembly and Inspection Area	Model and Type	Size (Lenght x width x height) [mm]	Netto price [€]	Total needed [Pcs]	Total price [€]
Rotating tabel for cylinder head	PEMA APS 3500	2300x1000x1400	19500,00	1	19500,00
Metal cabinet storage	Treston W34407001	1024x425x2000	675,11	17	11476,87
Storage rack for small parts	Eltra Lauttkuhly 2	1000x400x2000	576,75	4	2307,00
Workbench	Treston Workshop 3	1500x750	1076,80	3	3230,40
Workbench with tool rack	Treston Workshop 4	1500x750	2271,45	6	13628,70
Electric pallet jack	Racle TSW18	1712x720x1372	4811,00	1	4811,00
Mechanical pallet jack	Hakon 2.50	1150x520	341,20	1	341,20
Electric forklift	Racle ST20ac	2160x890x27010	10600,00	2	21200,00
Heavy duty storage rack for pallets	BTD KLM 3 level 800kg	1200x5400x4000	830,05	7	5810,35
Vertical carousel	Kordis Remstar Wagoner W-400	4275x1511x6935	15000,00	1	15000,00
Metal recycling bin	Kippkorh 150,0 L	770x760x580	379,33	1	379,33
Recycling bin	Weber 140 Liter	544x480x1055	56,93	2	113,86
Electric cable reel	Brennenstuhl 16+2m	-	60,00	10	600,00
Air-/Water hose reel	Nederman H30, 800430	-	174,25	8	1394,00
Hydraulic press (50 ton)	Chicago Pneumatic CPN500 50T	1030x800x1830	3146,38	1	3146,38
Fume extractor (Only hose)	Nederman NEX MD 5m	Ø160 x 5000	1295,30	2	2590,60
					€161 718,29
The total investment cost					€351 650,46

## 5 Diskussion

I diskussionen behandlas bland annat vad som kunde ha gjorts annorlunda i resultatet och metoden. Jag ger även förslag till vad som kunde tänkas göras framöver i planeringen av verkstaden.

### 5.1 Resultatdiskussion

Examensarbetet var en mycket intressant uppgift jag fick utföra för Wärtsilä Finland Oy. Delar av arbetet kändes det ändå som att jag hade kunnat erbjuda något till själva planeringen av Smart Technology Hub även fast examensarbete blev klart i ett sådant tidigt skede. Planeringen av STH som fortgår ännu efter att detta examensarbete slutförts. Tiden var allt för kort när det kommer till planeringen av verkstaden. Möjligheterna att planera mera i detalj skulle vara möjligt ifall man skulle ha ett utrymme som skulle vara det samma hela tiden utan större förändringar. Det kommer att vara intressant att se i framtiden hur den slutliga verkstaden kommer att se ut. Det kommer också vara intressant att se hur pass mycket av mitt arbete som kommer att tas med i färdigställningen och eventuellt få möjlighet att jobba med planeringen tills bygget är färdigt ställt.

### 5.2 Metoddiskussion

Examensarbetet gick inte alltid så smidigt som jag hade väntat. Största frustreringarna var när jag hade begärt ett visst antal kvadratmetrar som vi skulle behöva till vår avdelning och även redogjort för att allt utrymme som begärdes faktiskt skulle används. Även redogörelse av layouten för utrymmen ledde till att våra utrymmen minskades ner vartefter att nya ritningar visades på ritbordet. Detta arbetet var mycket tidskrävande när man kunde ge ett förslag på en layout och därefter fick man vänta allt från en vecka upp till en månad för att få en ny uppdatering vad som har ändrat och vad mitt nästa steg är i layout planeringen.

AutoCAD hade jag stor nytta av när ritningarna ändrades då kunde jag flytta över alla komponenter som jag hade med i tidigare versioner av layouten genom att gruppera varje komponent. Som gjorde det möjligt att flytta runt komponenten med samma dimensioner och information som var mycket smidigt när man planerade layouten för komponenterna. Genom att flytta runt på komponenterna fram och tillbaka kunde man till slut hitta en bra placering och att platsen för komponenten fungerade så optimalt som möjligt.

Det skulle säkert funnits andra sätt att utföra denna uppgift men detta var mitt sätt att utföra den och jag är helt nöjd med hur jag gick tillväga med uppgiften och hur jag utförde den. Bilder från den nuvarande verkstaden var inte möjligt på grund av att det är förbjudet att fotografera i motorlaboratoriet för att skydda information som inte får offentliggöras. Bilderna skulle ha kunnat förklarat bättre vissa önskemål och vilka problem som finns med den nuvarande verkstaden.

### **5.3 Förslag till fortsatt planering**

Arbetet är långt ifrån färdigt när det kommer till att planera verkstaden för motorlaboratoriet. När det blir fastställt vilka utrymmen som vi kommer att få använda oss av, vet vi först då vad vi har att utgå ifrån. Till de utrymmen behöver man ännu planera in lyftverktygen som ska redogöras före man fastställer pelarnas uppbyggnad och tjockleken av golvet som ska gjutas för att kunna ha möjlighet att installera t.ex. lyfttraverser, lyftkranar i betongpelare eller pelarsvängkranar. I själva byggnadens pelare eller i golvet för att undvika onödig omkonstruktion efter att byggnaden är färdigställt. Möjligheten att återanvända gamla lyftverktyg som finns för nuvarande installerade i motorlaboratorium. För att bespara in på kostnaderna bör man göra en redogörelse efter man har fastställt hur många kranar och vilken typ av kranar man behöver för att kunna ta reda på ifall det är möjligt att modifiera om en gammal kran till verkstaden och om det lönar sig.

Belysningen ska också planeras in så att man får ett behagligt arbetsljus i hela verkstad samt att det finns extra bra belysning där det behövs. Ventilationen för utrymmen ska också planeras in så att man får ett lämpligt luftflöde beroende på utrymme. Likaså med ventilationsutsug ska planeras in för de punkter där det behövs utsug vid slipning eller risk för farliga ångor och damm.

Lean är något som självklart ska införas i STH för att upprätthålla systemet och för att ständigt kunna förbättra arbetet i verkstaden. Företaget har redan implementerat 6S-modellen som också ska beaktas när allt är färdigställt att man kan upprätthålla 6S även i STH framöver. Vatten och avlopp ska också redogöras var det kommer att behövas mera exakt för den slutliga versionen av verkstaden.

## Källförteckning

Autodesk Inc. 2017. Hämtat 13.02.2019 från <https://www.autodesk.fi/products>

Aro, T., Ahmavaara, P. & Rahi, A. 1988. *Grundkurs i arbetarskydd*. Helsingfors: Institutet för arbetshygien: Arbetarsskyddscentralen 1988.

Braun, P., Kessiakoff, R. 2011. *Introduktion till lean: Grundläggande tanke- och arbetssätt*. Malmö: Liber.

Illikainen, Kimmo. 2006. *AutoCAD 2006*. Jyväskylä: Docendo.

Liker, J.K. 2009. *The Toyota Way: Lean för världsklass*. Malmö: Liber.

Mathiassen, S., Munck-Ulfsfält, U., Nilsson, B. & Thornblad, H. 2007. *Ergonomi för ett gott arbete*. Stockholm: Prevent.

Prevent. 2016. *Effektivare med 5S-metoden*. Ödeshög, Danagård LiTHO. Hämtad 7.3.2019 från [http://www.prevent.se/arbetsmiljoarbete/verksamhetsutveckling/5s\\_och\\_arbetsmiljo/](http://www.prevent.se/arbetsmiljoarbete/verksamhetsutveckling/5s_och_arbetsmiljo/)

Tukes. *Ce-märkning*. Hämtad 5.3.2019 från <https://tukes.fi/sv/produkter-och-tjanster/ce-markning>

Ullakonoja, V. 2003. *Arbetarskyddslagen: Tillämpningsguiden*. Helsingfors: Institutet för arbetshygien 2003.

Wärtsilä, 2018. Hämtat 2.12.2018 från <https://www.wartsila.com/sth>

Wärtsilä, u.å. Hämtat 3.12.2018 från <https://www.wartsila.com/about/history>

Wärtsilä, 2019. Hämtat 13.01.2019 från <https://www.wartsila.com/about>

## Figurförteckning

Figur 1 CE-märkning (Tukes, 2019).....	9
Figur 2 "4P-modellen" The Toyota Production System.....	10
Figur 3 Tillgång av utrymmen för verkstaden i STH 7.3.2019.....	20
Figur 4 Helhetsbild av layouten för verkstaden i gemensamma utrymmen i STH.....	23
Figur 5 Slutliga versionen för metallverkstad och tvättutrymme.....	25
Figur 6 Inspektions- och monteringsverkstaden slutliga version av layouten .....	27

## Tabellförteckning

Tabell 1 Exempellista på olika maskiner som ska investeras .....	22
Tabell 2 Investering och kostnadsredogörelse över komponenter som ska förnyas till verkstaden.....	28

## **Bilagor**

Bilaga 1 Layout 1 av verkstaden med samtliga avdelningar

Bilaga 2 Layout 1 av andra våningen med samtliga avdelningar

Bilaga 3 Layout 2 av verkstaden och Instrumentation & Measurements utrymmen

Bilaga 4 Layout 3 metallverkstad och tvätt utrymme

Bilaga 5 Layout 3 Inspektion- och monteringsverkstad

Bilaga 6 Layout 4 första versionen av metallverkstad och tvättutrymme utgående från ritningen 7.3.2019

Bilaga 7 Layout 4 första versionen av inspektions- och monteringsverkstaden utgående från ritningen 7.3.2019

Bilaga 8 Helhetsbild av layout 4

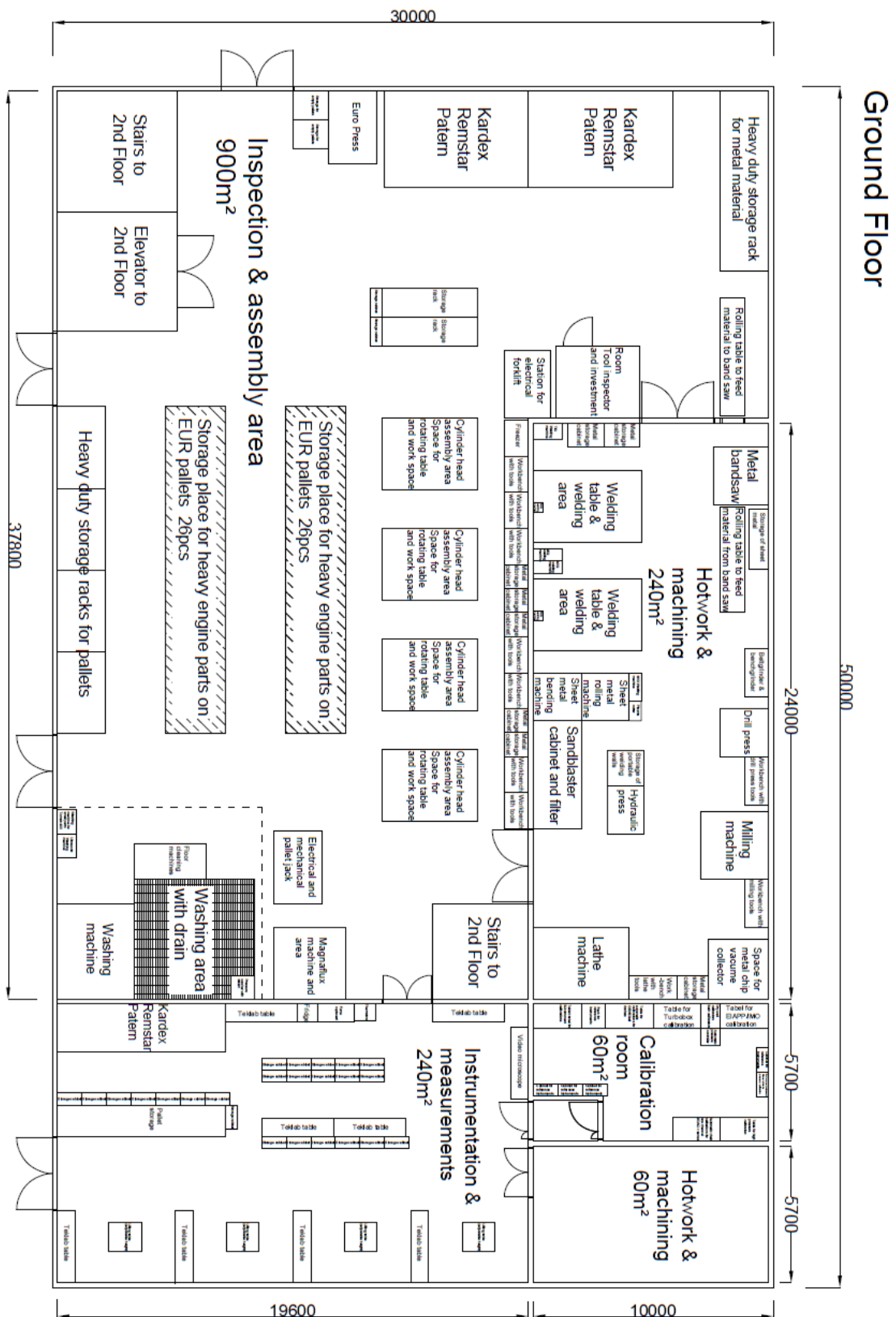
Bilaga 9 Layout 5 andra versionen av inspektions- och monteringsverkstaden utgående från ritningen 7.3.2019

Bilaga 10 Layout 5 andra versionen av metallverkstad och tvättutrymme utgående från ritningen 7.3.2019

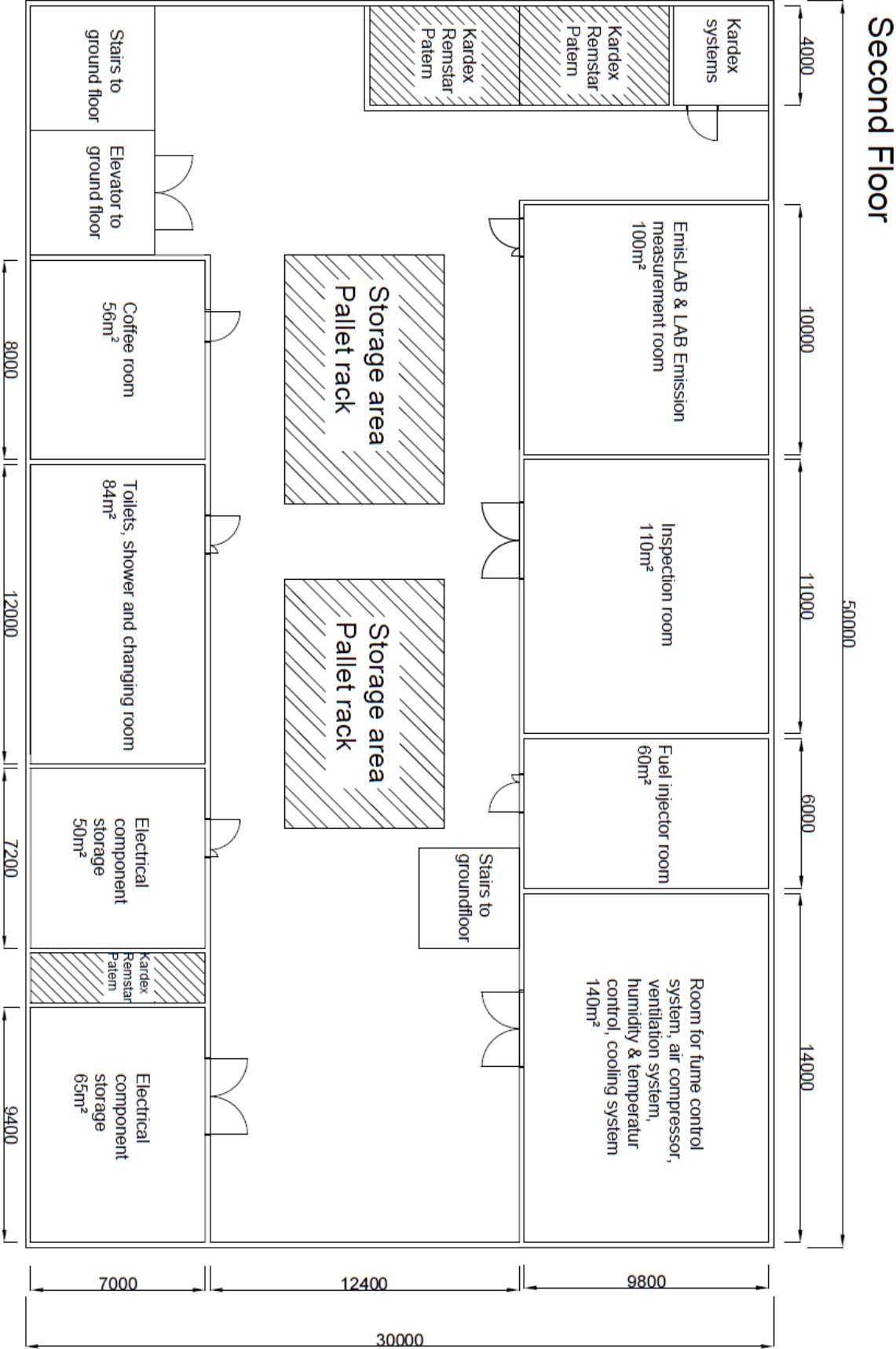
Bilaga 11 Helhetsbild av layout 5



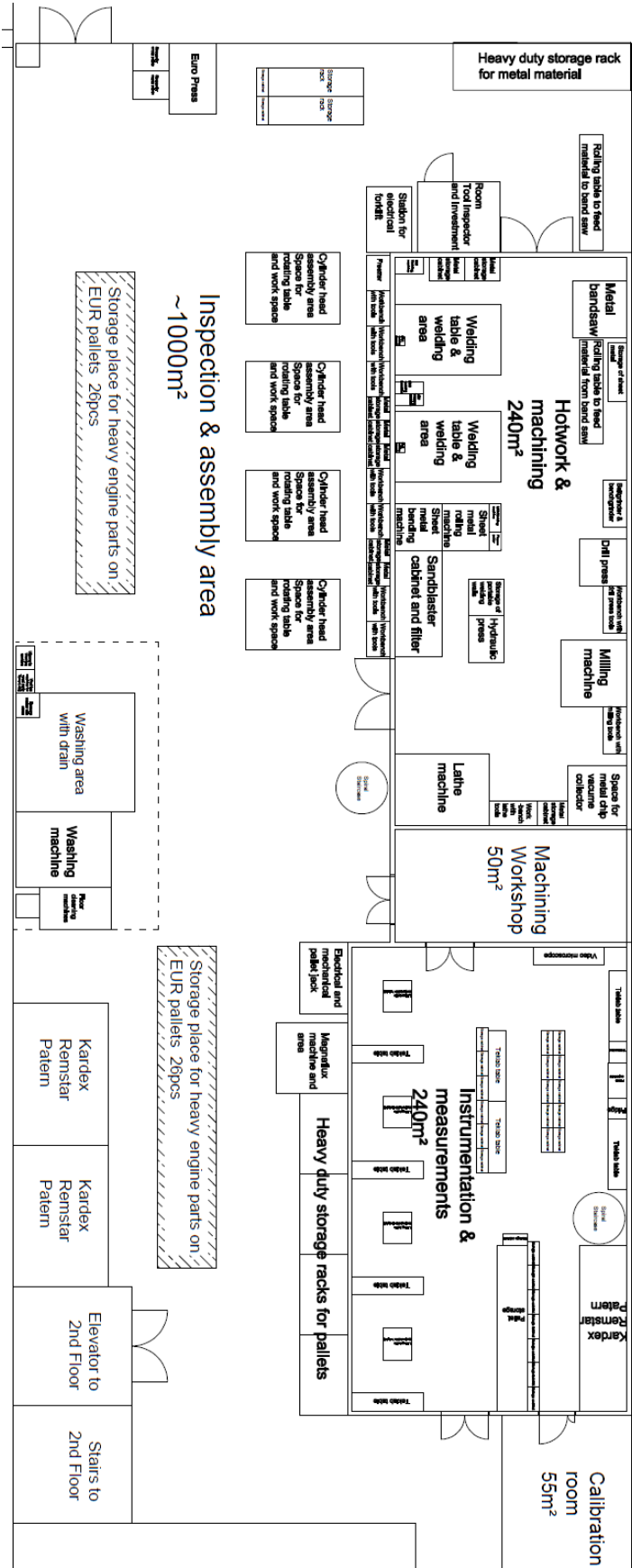
## Bilaga 1 Layout 1 av verkstaden med samtliga avdelningar



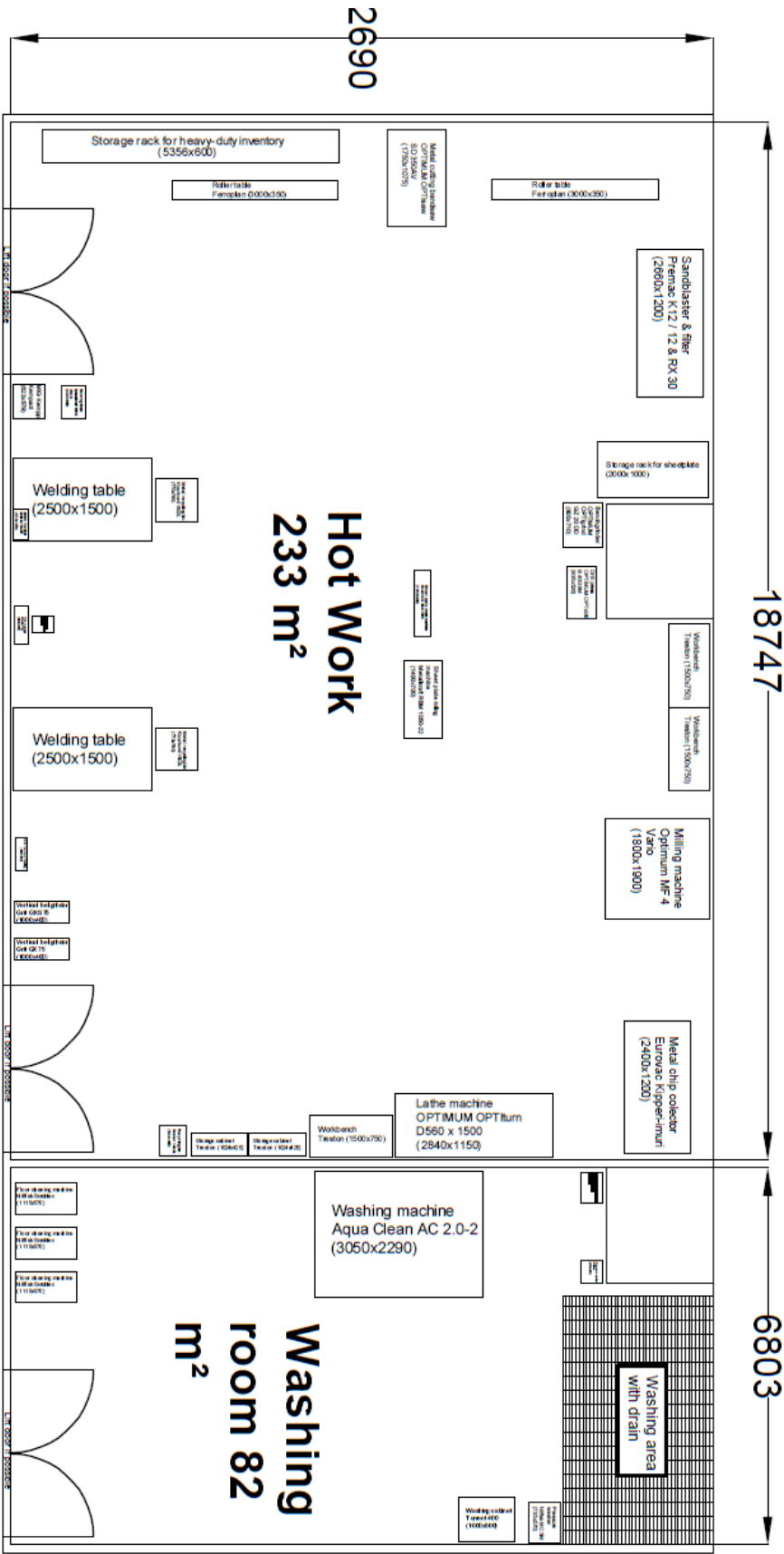
Bilaga 2 Layout 1 av andra våningen med samtliga avdelningar



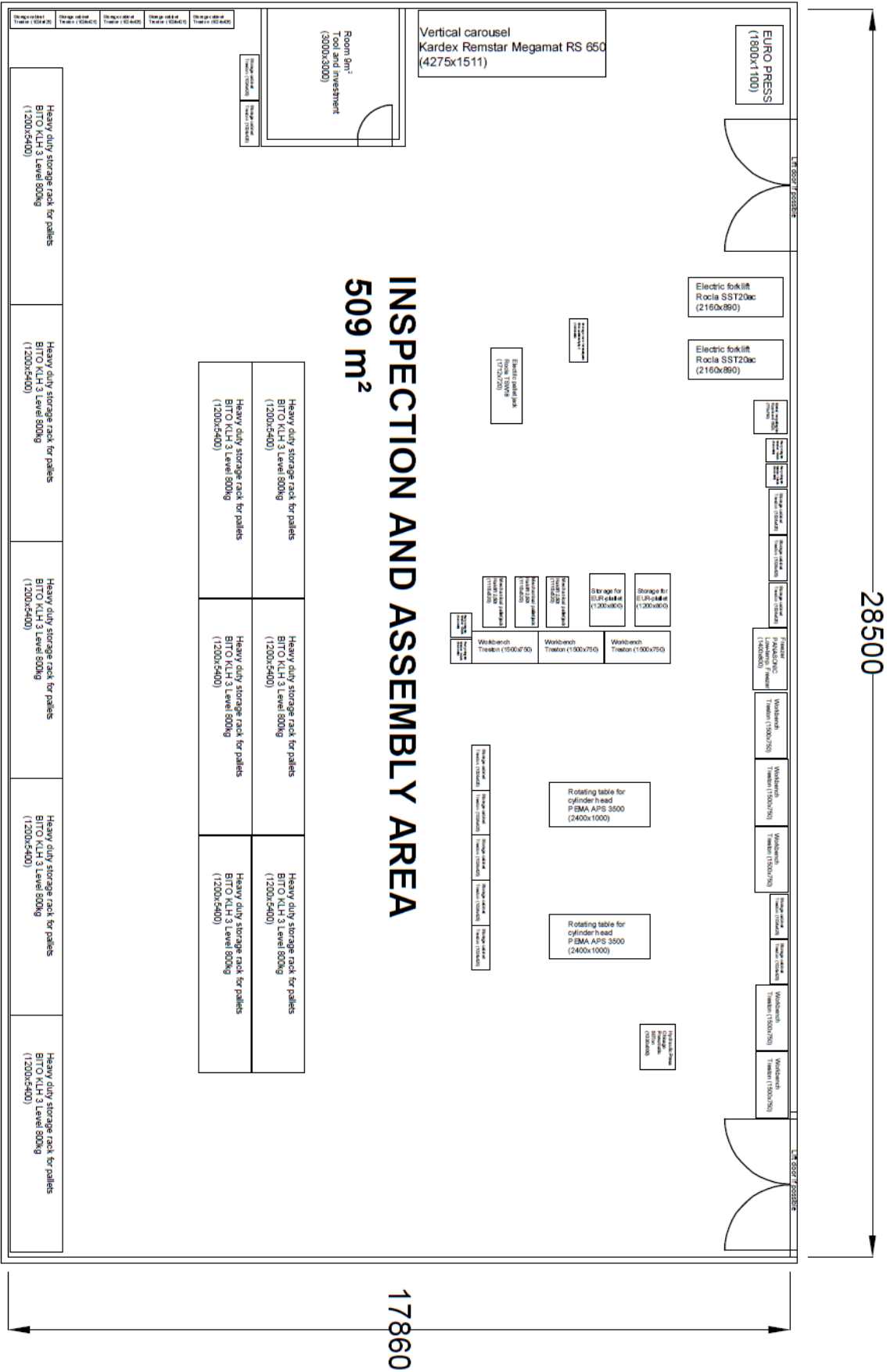
Bilaga 3 Layout 2 av verkstaden och Instrumentation & Measurements utrymmen



Bilaga 4 Layout 3 metallverkstad och tvätt utrymme

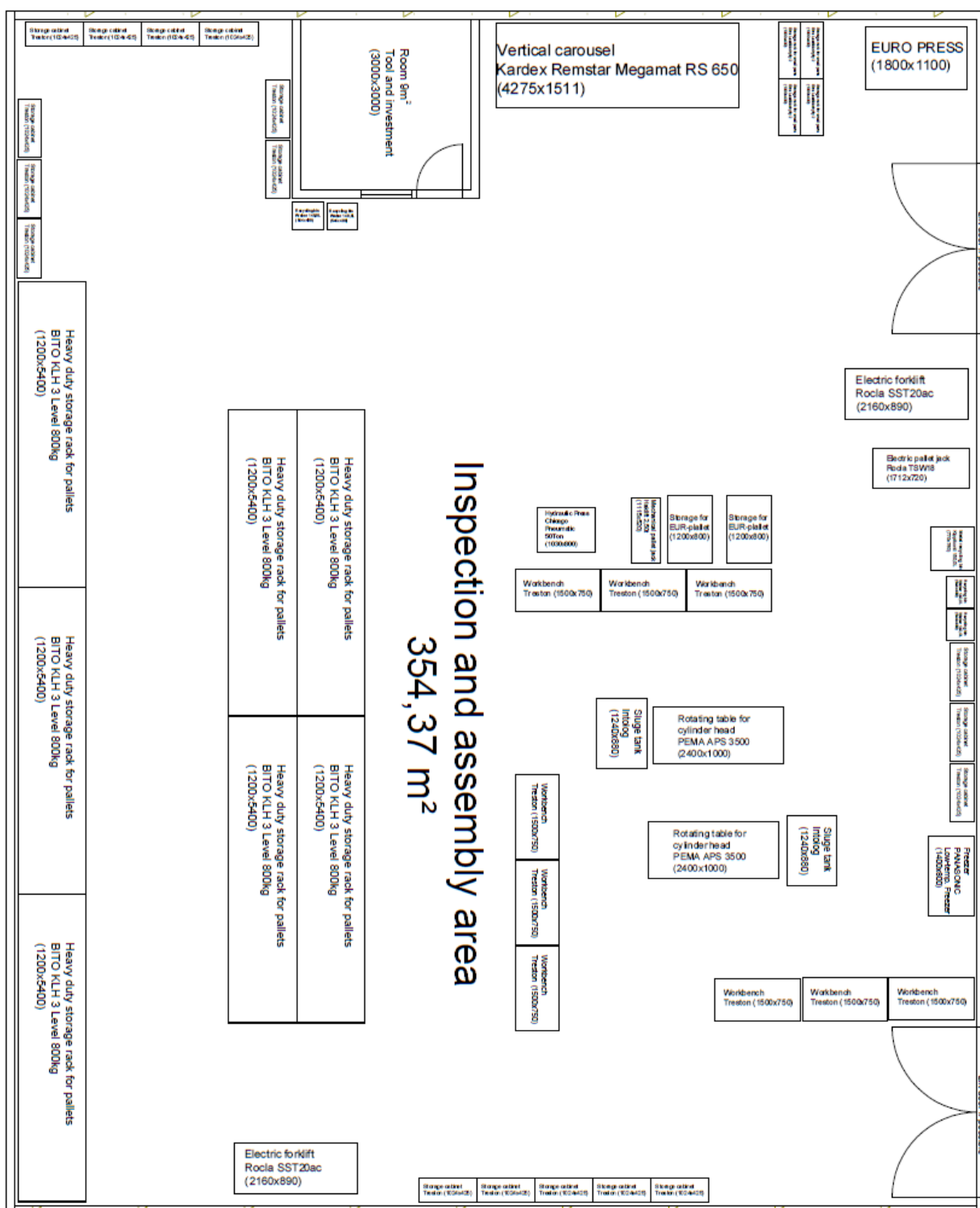


Bilaga 5 Layout 3 Inspektion- och monteringsverkstad





**7.3.2019**



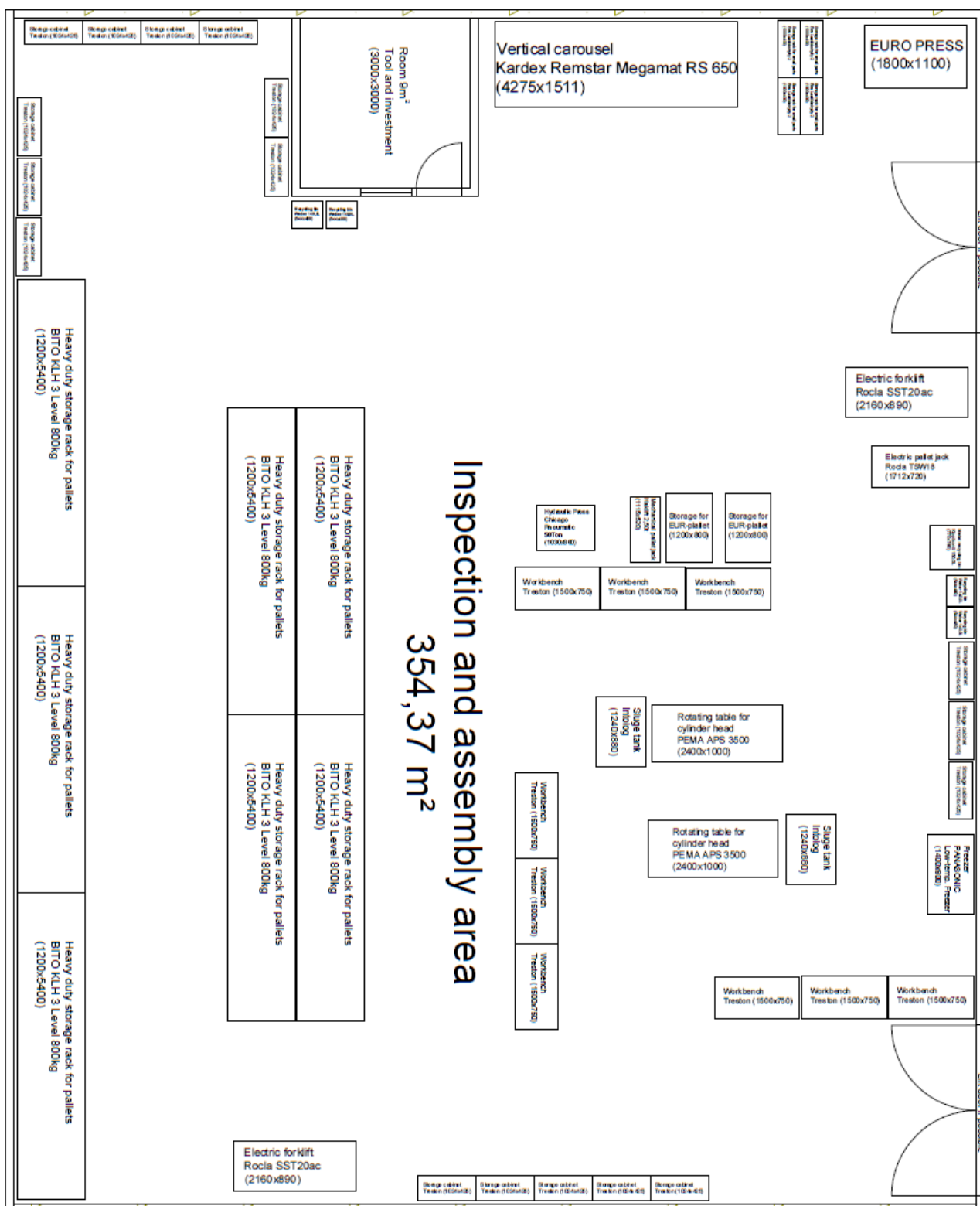
The floor plan is divided into several functional areas, each with specific equipment and dimensions:

- Material research Lab (+3,90):** 495,91 m<sup>2</sup>. This area includes a large open space for research, a storage room for heavy-duty workshop (600x600), and a storage room for heavy-duty workshop (600x600).
- Metal workshop:** 220,17 m<sup>2</sup>. This area contains two welding tables (2500x1500), a laser machine OPTIMAR COPIER (800 x 1600, Order 148), and a welding machine Aqua Clean AC 20-2 (0050x2260).
- Cleaning room:** 69,89 m<sup>2</sup>. This room is used for cleaning and maintenance.
- Käytöskäyttilä (687,42 m<sup>2</sup>):** This area is divided into two sections, each 687,42 m<sup>2</sup>. It includes a vertical carousel Kärcher Remstar Megamat RS 650 (4275x1515), a storage room for heavy-duty workshop (600x600), and a storage room for heavy-duty workshop (600x600).
- Inspection and assembly area:** 354,37 m<sup>2</sup>. This area is used for inspection and assembly. It includes a storage room for heavy-duty workshop (600x600), a storage room for heavy-duty workshop (600x600), and a storage room for heavy-duty workshop (600x600).
- INTRUMENTATION AND MEASUREMENT:** 336,78 m<sup>2</sup>. This area is used for instrumentation and measurement.

The plan also shows various other rooms and equipment, including a storage room for heavy-duty workshop (600x600), a storage room for heavy-duty workshop (600x600), and a storage room for heavy-duty workshop (600x600).



**7.3.2019**



The floor plan illustrates a comprehensive metal workshop layout. Key features include:

- Metal Workshop Area (220,17 m²):** The central workspace containing a large welding table (2500x1500), a sandblaster & filter (Premac K12 / 12 & RX 30), a lathe machine (OPTIMUM OPTimum D560 x 1500), and several workbenches.
- Washing Area (69,89 m²):** Located at the bottom right, featuring a washing machine (Aqua Clean AC 2.0-2) and a washing area with drain (3000x3000).
- Storage and Inventory:** Includes a storage rack for heavy-duty inventory (5356x800), a storage cabinet for sheetplate (2000x1000), and multiple storage cabinets for tools and materials.
- Safety and Security:** A fire alarm system (FIRE ALARM) is indicated, along with various safety signs and equipment.
- Workbenches:** Multiple workbenches are distributed throughout the shop, including one labeled "Milling machine Optimum MF 4 Vario (1800x1800)".
- Other Equipment:** Includes a grinding wheel machine, a metal chip collector, and various smaller tools and equipment.

The plan also shows entrance doors (LIFT DOOR II) and a detailed arrangement of storage units and work areas.

Bilaga 11 Helhetsbild av layout 5

