



CHALMERS

Lean-effektivisering & layoutplanering för ett monteringsföretag

En studie av produktionen hos Westmatic

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Maskinteknik

Holger Johansson & Jacob Lövstedt

INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI OCH MATERIALVETENSKAP

EXAMENSARBETE IMSX20

Lean-effektivisering & layoutplanering för ett monteringsföretag

En studie av produktionen hos Westmatic

HOGLER JOHANSSON
JACOB LÖVSTEDT

INDUSTRI OCH MATERIALVETENSKAP
Avdelning för produktionssystem
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2020

Lean-effektivisering & layoutplanering för ett monteringsföretag
En studie av produktionen hos Westmatic

HOLGER JOHANSSON
JACOB LÖVSTEDT

© Holger Johansson & Jacob Lövestedt, 2020

Handledare: Torbjörn Ylipää, Industri och materialvetenskap
Handledare: Anders Adolfsson, Westmatic AB
Examinator: Björn Johansson, Industri och materialvetenskap

Examensarbete IMSX20
Institutionen för industri och materialvetenskap
Avdelningen för produktionssystem
Chalmers University of Technology
SE-412 96 Gothenburg
Telephone +46 31 772 1000

Förord

Denna rapport är resultatet av examensarbetet utför av Holger Johansson och Jacob Lövestedt på högskoleingenjörsprogrammet i maskinteknik vid institutionen för industri och materialvetenskap på Chalmers tekniska högskola. Arbetets huvudfokus har legat på att analysera den befintliga produktionen hos Westmatic AB i Arvika och med hjälp av systematisk plananläggning och diverse lean-principer försöka förbättra såväl flöde som arbetsmiljö.

Vi vill tacka vår handledare Anders Adolfsson på Westmatic som alltid stöttat oss och engagerat sig i vårt arbete under hela våren samt alla medarbetare på Westmatic som hjälpt oss under arbetets gång. Vi vill också tacka Torbjörn Ylipää som varit vår handledare på Chalmers som alltid varit ett bollplank och kommit med värdefull feedback. Ett tack till Hans Svensson & Jan Bogren på Acoem AB för värdefulla diskussioner om hur deras lean-resa såg ut och vad effekterna blev. Till sist vill vi ge ett stort tack till vår examinator Björn Johansson.

Göteborg, juni 2020.



Holger Johansson



Jacob Lövestedt

Gothenburg, Sweden 2020

Improvement of lean & layout planning for an assembling company
A study of the production at Westmatic

HOLGER JOHANSSON
JACOB LÖVSTEDT

Department of Industrial and material science
Chalmers University of Technology

Abstract

This project has been carried out at Westmatic AB, a company with headquarters in Arvika, which manufactures large washes for e.g. trains and buses. The purpose of the work has been to analyse the production as it is today and based on it develop a theoretically good layout with regard to the internal flow and minimization of waste. During the work, not only has the flow improved but with the help from lean production and it's 14 principles many more aspects of the production have improved. 5s have been implemented bring give order and structure to the workplace. The focus has also been on developing instructions since this didn't exist in today's production and daily control has investigated to involve the operators more.

The work resulted in a new layout proposal where the focus is on reduced movement of both staff and materials. The new layout follows the principles of 5S and many of the 7+1 wastes have been improved. Using the theory behind the creation of simple instructions for assembly, a proposal on how Westmatic can develop instructions for primarily the pre-assembly of a number of underlying articles has been made and a suggestion on how daily control can be implemented in the daily work. With this the level of standardised work has increased and a more stabile foundation for continuous improvements has been created.

This report is written in swedish.

Keywords: *Layout planning, lean, 5s, instructions, daily control, standardization & assembly*

Göteborg, Sverige 2020

Lean-effektivisering & layoutplanering för ett monteringsföretag
En studie av produktionen hos Westmatic

HOLGER JOHANSSON
JACOB LÖVSTEDT

Institutionen för industri och materialvetenskap
Chalmers tekniska högskola

Sammanfattning

Westmatic AB är ett företag med huvudkontor i Arvika som tillverkar stora tvättar för exempelvis tåg och buss. Syftet med arbetet har varit att analysera dagens produktion och utifrån denna analys ta fram en teoretiskt bra layout med avseende på det interna flöde och minimering av slöserier. Under arbetet har inte enbart flödet förbättrats utan med hjälp av lean-produktion och dess 14 principer så har många fler aspekter av produktionen förbättrats. 5S har behandlats för att ge ordning och reda på arbetsplatsen. Fokus har även legat på att ta fram instruktioner då detta inte fanns i dagens produktion samt ett införande av daglig styrning för att involvera montörerna mer har undersökts.

Arbetet resulterade i ett nytt layoutförslag där fokus ligger på en minskad rörelse både av personal och material. Den nya layouten följer 5S principer och många av de 7+1 slöserierna är förbättrade. Med hjälp av teorin bakom framtagningen av enkla instruktioner för montering togs ett förslag fram på hur Westmatic kan ta fram instruktioner för främst förmonteringen av ett antal underliggande artiklar samt ett förslag på hur daglig styrning kan implementeras i det dagliga arbetet. Med detta kommer nivån av standardiserat arbete öka och en stabilare grund för ständiga förbättringar har skapats.

Nyckelord: *Layoutplanering, lean, 5s, instruktioner, daglig styrning, standardisering & montering*

Innehåll

Begrepp och förklaringar	i
Lista över figurer & tabeller	ii
1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	1
1.3 Avgränsningar	1
1.4 Etik	1
1.5 Precisering av frågeställningen	2
2 Teoretisk referensram	3
2.1 Systematisk lokalplanläggning	3
2.2 Förenklad Systematisk Lokalplanering	3
2.3 Värdeflödesanalys	4
2.4 Diskret eventsimulering	5
2.5 Toyotas 14 principer för Lean	5
2.6 5S	7
2.6.1 Allmänt om 5S	7
2.6.2 Varför 5S	8
2.7 7+1 slöserierna	8
2.8 Instruktioner/DFIP	9
2.9 Standardiserat arbetssätt	10
2.10 Daglig styrning	11
3 Metod	13
3.1 Datainsamling	13
3.1.1 Litteraturstudie	13
3.1.2 Halvstrukturerade intervjuer	13
3.1.3 Sekundärdata	13
3.1.4 Observationer	14
3.2 Reflektion av metoder	14
3.3 Validitet och reliabilitet	14
3.4 Etik	15
3.5 Tillvägagångssätt	15
3.5.1 Steg 1	15
3.5.2 Steg 2	15
3.5.3 Steg 3	16
3.5.4 Steg 4	16
3.5.5 Steg 5	16
3.5.6 Steg 6	16
3.6 Övergripande Gantt-schema	16
4 Genomförande	17
4.1 Val av metod	17

4.2	Framtagning av alternativa planlösningar med FSLP	18
4.3	Alternativa planlösningar	19
4.3.1	Alternativ A	19
4.3.2	Alternativ B	19
4.3.3	Alternativ C	20
4.4	Vägning av alternativa planlösningar	20
4.5	Detaljutformning av vald planlösning	20
5	Nulägesanalys	22
5.1	Kartläggning av nuläge	22
5.2	Analys av slöserier	23
5.3	Spagettidiagram	23
5.4	Resultat av intervju på Westmatic	24
6	Analys & diskussion	25
6.1	Framtidsbeskrivning	25
6.1.1	Implementering av 5S	25
6.1.2	Skapandet av dedikerade arbetsytor	27
6.1.3	Instruktioner	27
6.1.4	Visualisering och struktur av monteringen	28
6.1.5	Detaljutformning av vald planlösning	29
6.2	För- och nackdelar med den valda planlösningen	30
6.2.1	Fördelar	30
6.2.2	Nackdelar	31
6.2.3	Reducering av de 7+1 slöserierna	31
6.3	Måluppfyllnad av frågeställningen	33
6.4	Ytterligare möjligheter	34
7	Slutsats	35

Referenser

Bilagor

Bilaga 1	Överskådligt Gantt-schema
Bilaga 2	Intervjuformulär del 1
Bilaga 3	Intervjuformulär del 2
Bilaga 4	Relationsschema
Bilaga 5	Utrymmeskrav och servicebehov
Bilaga 6	Sambandsdiagram
Bilaga 7	Värderingsschema
Bilaga 8	Planlösning A
Bilaga 9	Planlösning B
Bilaga 10	Planlösning C
Bilaga 11	Spagettidiagram
Bilaga 12	Detaljutformning av planlösning C
Bilaga 13	Exempel på upphängning av verktygstavla

Begrepp och förklaringar

- **5S**- Lean-verktyg bestående av fem steg för att få ordning på arbetsplatsen.
- **7+1 Slöserierna** - Olika faktorer som klassas som slöserier i Lean Production
- **Spagettidiagram** - Diagram som visar montörernas rörelse under produktion.
- **Systematisk Lokalplanläggning (SLP)** - Verktyg för att ta arrangera en arbetsplats genom att placera funktioner med hög frekvens och logiska relationer nära varandra.
- **Förenklad Systematisk Lokalplanläggning (FSLP)** - En förenklad version av SLP
- **Beläggning** - Den tiden produktionen har att tillgå.
- **Daglig styrning** - Visuellt styrningsmetod som grundar sig i dagliga möten produktionsledare har med sina medarbetare innan arbetsdagen börjar.
- **MTTR** - Mean Time To Repair
- **MTBF** - Mean Time Between Failures
- **DFIP** - Design Principles for Information Presentation
- **MES** - Manufacturing Execution System
- **Avvikelse** - Ett resultat eller en händelse som avviker från standarden.
- **Flöde** - Den helhet som omfattar alla processer och aktiviteter som en produkt passerar innan det blir en färdig produkt
- **Balanserat flöde** - Flöde som är jämnt fördelat mellan alla resurser
- **Flaskhals** - En resurs med lägre kapacitet än kundbehov
- **Mellanlager** - Ett odefinierat lager mellan processer i ett flöde
- **Standard** - Överenskommet just nu bästa dokumenterat sätt.

Figurer

2.1	Likers 4P-modell	5
2.2	5S-processen	7
2.3	Styrprocessen för ett företag	11
2.4	Tavla över daglig styrning, från[6]	12
3.1	Modell över planerad datainsamling	13
4.1	Sambandsdiagram	18
5.1	Nuvarande huvudproduktionsyta	23
5.2	Nuvarande oanvänd produktionsyta	23
5.3	Spagettidiagram nuläge	24
6.1	Exempel på verktygstavla enligt 5S	25
6.2	Arbetsbänk före 5S	26
6.3	Arbetsbänk efter 5S	26
6.4	Detaljutformning av planlösning C	30

Tabeller

1	Funktioner i produktionen	19
2	Funktioner i detaljutformningen	30

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Westmatic AB utvecklar, tillverkar, säljer och serverar automattvåtanläggningar för tunga fordon som bussar, lastbilar, tåg och entreprenadmaskiner. Westmatic säljer sina produkter på den globala marknaden och har två tillverkande enheter, en i Arvika där koncernens huvudkontor ligger och en i Buffalo, USA. Företaget befinner sig i en expansiv fas och utökar nu sin produktionsyta i Arvikafabriken. Under de kommande två åren så förväntas produktionen öka med 100%. Att bara utöka produktionsytan är inte tillräckligt, en ny layout med ett effektivare flöde kommer krävas för att möta upp mot det ökade behovet. Utnyttjandegraden av dagens produktionskapacitet ligger mellan 70 och 80 procent. Det är känt att det finns flaskhalsar i flödet och att logistiken har brister. Produktionen ska vara ett rent montage, men idag tillverkas en del mindre artiklar efter behov i produktion.

1.2 Syfte

Syftet med uppdraget är att arbeta fram en för verksamheten bättre planerad layout och ett stabilare flöde som resulterar i en bättre och mer välplanerad produktion.

1.3 Avgränsningar

Uppdraget avgränsas till att inte innefatta praktiskt arbete med produktstrukturer, produktkostnader, payback-kalkyler, att lägga ut tillverkning/förmontage, materialförsörjning, inköp av produktionsutrustning och verktyg samt externa transporter. Arbetet avgränsas även till att endast behandla produktionen och inte övriga funktioner hos Westmatic.

1.4 Etik

I detta arbete anser gruppen inte att det finns några direkta etiska dilemman. Personer kommer att påverkas av slutresultatet men på ett positivt sätt. Om detta projekt realiserar anses de ha positiva effekter för företaget genom såväl en bättre arbetsmiljö som ett effektivare arbete vilket kan leda till en utökning av produktionen och därmed fler jobb-möjligheter. Detta är även den huvudsakliga anledningen till varför arbetet över huvud taget skall utföras. Den studie som här utförts är endast till för att skapa en förståelse för hur en layoutförändring och lean-effektivisering kan gå till. Ingen skuld eller ära kommer att läggas på enskilda anställda utan arbetet avser att granska helheten av produktionen. De bilder som är tagna från produktionen är övergripande och visar därmed inga detaljer från produktionen, detta för att undvika publicering av känslig information.

1.5 Precisering av frågeställningen

Nedan följer en lista med påståenden vilka ska besvaras under arbetets gång:

- Är det möjligt genom att lägga ut tillverkning av smådetaljer på underleverantörer säkerställa en fullgod kvalitet på inkommande material och frigöra kapacitet i produktionen?
- Går det genom förmontage mot lager av underliggande komponenter som ingår i flera produkter, minska ledtiderna samt få en högre utnyttjandegrad av tillgänglig kapacitet?
- Är det möjligt att genom skapandet av arbetsytor till specifika montage där allt material samt alla verktyg som behövs finns tillgängligt, minska slöseriet med onödiga rörelser, transporter & väntan? Och samtidigt höja kvalitén på utfört arbete då risken för att montören använder fel material elimineras?
- Går det genom en förbättrad layout och ett bättre flöde eliminera större flaskhalsar samt höja utnyttjandet av ytan? Och kommer detta tillsammans med övriga förbättringar att resultera i en bättre planerad produktion?

2 Teoretisk referensram

För att uppnå en bättre planerad produktion har olika principer och verktyg använts. De olika verktygen kommer från bland annat Systematisk Lokalplanläggning, 5S, slöserier enligt lean och olika layoutlösningar.

2.1 Systematisk lokalplanläggning

Systematisk lokalplanläggning, förkortat SLP är en systematisk metod för att ta fram en bra layout baserat på de förutsättningar som finns. SLP kan delas in i fyra faser [12], första faser: Plats. Här bestäms på vilken plats den nya layouten ska vara. Den andra faser är en generellt övergripande layout, här etableras de generella layouter, detta genererar en uppskattning av hur mycket plats som krävs, vilka relationer som finns och en konfiguration av de större områdena. Den tredje faser är att ta fram en detaljerad layout plan. Här beskrivs alla delar och all utrustning i detalj. Den sista faser är att installera detta. Det görs genom att exempelvis söka tillstånd för planen och göra de nödvändiga förflyttningarna av utrustning. I dessa faser finns det många olika tekniker och teorier vilka används för att uppnå en så bra layout som möjligt med de förutsättningar som finns.

2.2 Förenklad Systematisk Lokalplanering

Förenklad systematisk lokalplanering, FSLP, är en metod framtagen av Richard Muther och John D Wheeler på 60-talet och är en förenkling av SLP. FSLP kan delas upp i 6 olika steg där det första är att kartlägga nuläget. Här skapas ett Sambandsdiagram där önskvärd närhet mellan funktioner i förhållande till varandra värderas. Detta görs inför kommande steg där det är viktigt att veta hur relationen mellan de olika funktionerna bör vara[13].

Nästa steg var att fastställa funktionskraven. Här återanvänds de funktioner från föregående steg men de specifika kraven fastställs även för varje funktion, area, service osv. Här används en blankett, utrymmeskrav och servicebehov[13]. Detta görs för att kunna ta ställning till de olika kraven vardera funktion har för att kunna ta fram en så bra lokalplanering som möjligt. Det tredje steget blir att skissa funktionernas samband. Här används en symbol för varje funktion och sedan dras linjer med olika bredder mellan symbolerna för att visa värderingen av önskad närhet. Fyra streck sätts mellan de funktionen där närheten var väldigt viktig, tre där det var ganska viktigt, två sträck där det var viktigt och ett streck där den var likvärdig. Ett vågigt streck sattes där närhet ej var önskvärt.

Enligt Muther & Wheeler[13], bör diagrammet ritas om efter varje ny relationsgrad läggs in för att minimera oordning och för att ge så bra resultat som möjligt. Nästa steg blir att rita huvudplaner. I detta steg används den information och de relationer som i föregående steg tagits fram för att ta fram flera olika alternativa layouter. Det femte steget blir att värdera de olika alternativen för att sedan välja det som anses vara mest lämpligt. Här tas alla faktorer och överväganden fram. Faktorerna ges en vikt som motsvarande dess relativa betydelse för lösningens effektivitet[13]. De olika lösningarna värderas sedan med hänsyn till dessa faktorer. Det sista steget blir att detaljutföra den valda planlösningen. Här ritas allt av betydelse in noggrant och detaljerat. Varför detta steg utförs är för att dra nytta av de tidigare stegen som har genomarbetats innan. Denna detaljplan kommer nu innehålla tillräckligt mycket uppgifter för att Westmatic ska kunna genomföra detta

projekt. Det är även viktigt att det är så detaljerat som möjligt, så att det inte blir något som missuppfattas.

Genomförandet av detta steg handlar i stora drag om att tillämpa namn för de olika funktionerna och placera in dem på tänk yta på ritningen. I utförandet skall även särskilda utrustningar, maskiner och all utrustning visualiseras på ritningen. Andra saker som ska finnas med på ritningen när den är klar är projektets namn, företagets namn samt namn på dem som utfört ritningen.

2.3 Värdeflödesanalys

Genom att göra en värdeflödesanalys skapas en tydlig bild över var förbättringar behövs för att verksamhetens som analyseras ska kunna ge ett högre värde till kunden på ett effektivt sätt[19]. I en värdeflödesanalys tydliggörs även informations- och materialflöden inom produktionen. Syftet med värdeflödesanalys är att hitta och bota rotorsaken till ett slöseri. Det första steget är att kartlägga det nuvarande läget. Detta görs genom att utgå ifrån slutprodukten och alla de olika moment som krävs för att skapa slutprodukten tas fram. De ledtider som finns för varje moment antecknas likväl som de lagerstorlekar som finns mellan varje moment. Utifrån detta kan den värdeadderande tiden för varje moment räknas ut. Utöver detta så ritas även flödet av information upp för att tydliggöra detta samt visa på exempelvis hur ofta leveranser etc. anländer. När detta är gjort så delas aktiviteterna in i tre kategorier: Värdeskapande, icke värdeskapande men nödvändiga och icke värdeskapande och möjliga att eliminera[19].

Den första åtgärden efter att analysen är gjord är att ta bort de aktiviteter som hamnade i kategori tre. När detta är utfört analyseras den andra kategorin enligt leans principer. Här kollar det exempelvis på kontinuerligt flöde, dragande system och kundorderstyrt system för att hitta aktiviteter att eliminera. Med ett kontinuerligt flöde menas alla produkter är i rörelse hela tiden. De stopp som ger upphov till onödig väntetid anses vara slöseri och bör således elimineras. Ett dragande system innebär att produktionen startas uppströms först då de nedströms efterfrågar produkter. Detta är även känt som kanban[9]. Och att produktionen är kundorderstyrd innebär att takten bestäms av marknadens efterfrågan. När analysen av det nuvarande läget är gjort skapas en ritning över det framtida läget och till sist görs en arbetsplan för hur det åtgärder som bestämts ska utföras.

2.4 Diskret eventsimulering

Definition av simulering är enligt Banks[1], (egen översättning)

Simulering är en kopia av en verklig process eller ett system över tid. Simulering involverar generering av en konstgjord historia från systemet och observationer av den konstgjorda historien för att dra slutsatser om driftsegenskaperna för det som systemet representerar. Simulering är en oundgänglig metodik för problemlösning av många verkliga problem. Simulering används för att beskriva och analysera beteendet hos ett system, ställa "vad om-frågor om systemet och hjälpa till i utformningen av verkliga system. Både befintliga och konceptuella system kan modelleras med simulering.

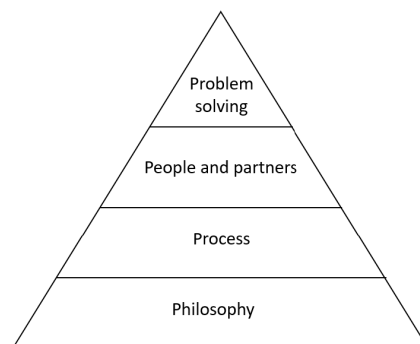
För att visa hur den nuvarande produktionen ser ut kan det utföras en diskret eventsimulering. Det innebär att med hjälp av ett datorprogram, gör en kopia av produktionen där det sedan förs in all relevant data och sedan görs en simulering under en bestämd tid.

Första steget är att bygga om fabriken i datorn. Detta görs genom att använda all den info och de ritningar som finns för att göra en så korrekt modell som möjligt. När detta är gjort skapar man de olika processerna som finns. I dessa processer förs data in för hur lång processtid, cykeltid, MTBF, MTTR, osv. den har. När detta är gjort väljs en simuleringstid. Detta är hur lång tid produktionen ska köras. Efter att simuleringen är färdig fås data ut som visar hur varje process ser ut, denna data används sedan för att ta reda på var eventuella flaskhalsar finns. Utöver data så ger simuleringen även en bra överskådlig bild av hur produktionsytan ser ut och hur maskiner får plats.

2.5 Toyotas 14 principer för Lean

Grunden till lean production kommer från Toyota i Japan och beskrivs i boken Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer (2004) av Jeffrey K. Liker[9]. Detta visualiserar Liker med sin 4P-modell. Modellen handlar om hur det skapas hållbarhet och konkurrenskraftighet. Liker[9], menar att detta kan visualiseras i en pyramid i fyra delar:

- Långsiktigt tänkande (Philosophy)
- Rätt process kommer producera rätt resultat (Processes)
- Addera värde till organisationen genom att utveckla dina medarbetare (People and partners)
- Kontinuerligt lösa grundproblemen driver en lärande organisation (Problem solving)



Figur 2.1: Likers 4P-modell

Namnet 4P-modellen kommer ifrån att dessa fyra delar alla börjar på P.

För att på ett enkelt och överskådligt sätt visa dessa principer summerade Liker detta i 14

grundläggande principer för lean. Dessa är[9]:

1. Besluten ska baseras på långsiktigt tänkande, även om det sker på bekostnad av kortsiktiga ekonomiska mål.
2. Skapa flöden som för problemen upp till ytan
3. Låt efterfrågan styra och undvik överproduktion
4. Jämna ut arbetsbelastningen
5. Skapa en kultur där processerna stoppas för att lösa problem, så att det blir rätt kvalité från början
6. Lägga standardiserat arbetssätt som grund till ständiga förbättringar och personalens delaktighet
7. Använd visuell styrning, så att inga problem förblir dolda
8. Använd bara väl beprövad teknik och metodik som stöder medarbetarna och processerna
9. Utveckla ledare som verkligen förstår arbetet, företagets filosofi och lär ut den till andra.
10. Utveckla enastående människor och team som följer företagets filosofi
11. Respektera det utökade nätverket av leverantörer genom att utmana dem och hjälpa dem bli bättre
12. Gå och se med egna ögon för att verkligen förstå situationen (Genchi genbutsu)
13. Fatta beslut långsamt och i samförstånd, överväg noga samtliga alternativ, verkställ sedan snabbt
14. Bli en lärande organisation genom att oförtröttligt reflektera (hansei) och ständigt förbättra (kaizen)

I detta arbete kommer inte alla 14 principer behandlas utan endast de som gruppen anser tillför till förbättringen av Westmatics produktion som detta arbete avser samt håller sig inom avgränsningarna.

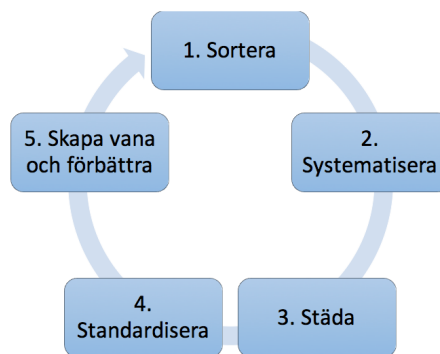
2.6 5S

2.6.1 Allmänt om 5S

5S ingår i den 7:e principen som Liker[9], utvecklades hos Toyota. Metoden har 5 steg och är en effektiv och enkel metod för att ta bort slöserier samt förbättring av skötsel på arbetsplatsen[9].

De fem stegen i 5S är:

1. Sortera (Seri)
2. Systematisera (Setion)
3. Städa (Sesio)
4. Standardisera (Seiketsu)
5. Skapa vana och förbättra (Shitsuke)



Figur 2.2: 5S-processen

Första momentet: Sortera. Detta steg är till för att separera det nödvändiga från det onödiga. Produktionen går då igenom och vad som är nödvändigt eller nödvändigt ses över. Därefter markeras de saker som inte är nödvändiga för produktionen. Efter det är gjort tas allt det onödiga bort för att se över det nödvändiga för produktionen och ser så det fungerar och är säkert, är det inte det så markeras även detta.

Andra momentet: Strukturera. Med detta steg menas att var sak har sin plats. Beslut om exempelvis ett verktyg ska ha en bestämd och säker plats i produktionen tas och detta visualiseras sedan. Detta görs till en standard för vart verktyget ifråga ska vara när det inte används. Detta steg avser att det ska vara lätt att hitta saker, säkerhet, ergonomiska principer samt att det skall vara lätt att se avvikelser.

Tredje momentet: Städa. Här eftersträvas renlighet och det är då viktigt att komma igång med en städning som är regelbunden. Även här skapas en standard som säger vad som ska städas, hur ofta det ska städas och vad som är rätt städning. Detta kan göras med hjälp av exempelvis checklistor. Här är syftet att se städningen som en besiktning. Varför det blir stökigt undersöks och även hur det kan förebygga att det inte blir stökigt.

Fjärde momentet: Standardisera. Detta steg avser att standardisera de tre första stegen. Här ses det till att de stegen som har gjorts innan upprätthålls. Det är grundläggande att visualiseringen är viktigt för det fjärde steget i 5S. Detta görs med hjälp av exempelvis bilder som visar hur det ska se ut i det normaltillståndet när allt är i sin ordning, checklistor samt markeringar som visar på vart saker ska vara. Exempel på frågor som finns i detta steg är vilka verktyg skall finnas här, vart ska verktygen finnas och vart ska ett använt verktyg placeras.

Femte momentet: Skapa vana och förbättra. Här skapas engagemang och disciplin för att uppnå en mer stabil arbetsyta. Mycket av detta steg handlar om uthållighet då det görs

uppföljningar regelbundet på detta 5S system, följer standarder och regler. Utan en god disciplin samt inställning i detta system så kommer det inte att fungera.

De tre första stegen skapar ett normaltillstånd varpå de två sista stegen är till för att förbättra och upprätthålla systemet.

2.6.2 Varför 5S

5S är som sagt ett effektivt och enkelt tillvägagångssätt att få en mer strukturerad och trevligare arbetsmiljö. Detta visar Gupta & Chandna[5], i en artikel om hur en implementering av 5S påverkar ett tillverkande företag. Deras undersökning visade att en implementering av 5S ledde till att organisationen såg ökad produktivitet och minimalt slöseri på arbetsplatsen. Borttagandet av onödiga verktyg och artiklar ansågs vara två av framgångsfaktorerna till den ökade produktiviteten. Men egentligen gynnar 5S på många mer stadier. Tack vare att arbetsmiljön blir trevligare så skapas en mer ändamålsenlig organiserad arbetsplats, där det både sparas utrymme och tid. Arbetet mer effektivare och medarbetarna känner att de får mer inflytande i arbetsplatsen därav kan de anställda känna att deras delaktighet blir större.

2.7 7+1 slöserierna

Hjärtat i The Toyota Way är att eliminera slöserier. Enligt Liker så har de flesta processerna 90% slöserier och 10% värdeadderande arbete[9]. Detta tas även upp detta i den andra lean principen och Liker menar att det finns 7+1 slöserier[9]. Dessa är:

- Överproduktion

Att producera artiklar som det inte finns någon order för och som då genererar onödiga personal- och lagerhållningskostnader anses vara ett slöseri.

- Väntan

Att behöva vänta på att en automatiserad process, nästa steg, verktyg, delar, etc. är inte bra. Detta gäller även för när maskiner är nere eller när det uppstår flaskhalsar.

- Lager

Att ha för stora lager med råvaror, bearbetat material och färdiga produkter som ger upphov till längre ledtider, skadade varor, transporter och lagerkostnader. Lager gömmer även problem som exempelvis obalans i produktionen.

- Onödiga transporter

Att behöva transportera material i arbete långa sträckor inom produktionen genererar inget värde.

- Överflödiga rörelser (personal eller råvaror)

All rörelse de anställda behöver göra som inte adderar värde som att leta efter verktyg är ett slöseri. All gång ingår även här.

- Kassation & omarbete

Produktion som ger felaktiga delar som inte går att använda eller som behöver rättas till.

- Överarbete (ej värdeskapande)

Att bearbeta mer än nödvändigt eller att ha en process som är ineffektiv ger inget värde till slutprodukten.

- Outnyttjad kreativitet

Genom att inte engagera och lyssna på de anställda så förloras kreativitet, tid, idéer och möjligheter för lärdom.

Alla dessa gör att produktionen blir ineffektiv och mindre lönsam. Den absolut värsta av dessa är överproduktion då den leder till många av de andra slöserierna så som onödiga transporter, väntan och lager. Både onödiga rörelser och onödiga transporter är två väldigt vanliga slöserier som kan minimeras med hjälp av en bra lokalplanering. Även Womack & Jones[24], menar att en eliminering av dessa slöserier är viktigt. De beskriver där hur ett företag ska tänka för att arbeta enligt lean. De beskriver även vikten av att ha en plan innan införandet av lean påbörjas.

2.8 Instruktioner/DFIP

DFIP, Design Principles for Information Presentation, är en process som kom fram under ett experiment där hur förbindelsen var mellan känslor, taktid och instruktioner under montering av LEGO studerades[11]. Syftet med experimentet var att skilja på de kognitiva processerna som är aktiva, vilken syn operatörerna fick på situationen samt hur den i sin tur influerade operatörerna och till sist så skulle även information introduceras för att ge support till kognitivt kunnande och avgränsningar. Ur detta experiment kom det fram att DFIP-processen består av sex steg [11]:

1. Välj en arbetsuppgift på arbetsplatsen.
2. Identifiera och stödja aktiva kognitiva processer i varje deluppgift.
3. Analysera uppgifter baserat på hur operatören uppfattar arbetsmiljö.
4. Analysera uppgifter beroende på kognitiva begränsningar.
5. Analysera uppgifter beroende på individuella skillnader och behov.
6. Analysera uppgifter beroende på placeringen av informationsinnehåll och transportör.

Att använda instruktioner gör att det endast finns ett begränsat antal sätt en operation kan utföras på och arbetsuppgifterna kommer till slut hamna i långtidsminnet. Forskning gjord av bland annat Söderberg[22], menar att just införandet av instruktioner höjer nivån av standardisering. Detta stärks av Olhager[15], som menar att standardiserat arbete leder till högre kvalitet och lägger grunden för ständiga förbättringar.

2.9 Standardiserat arbetssätt

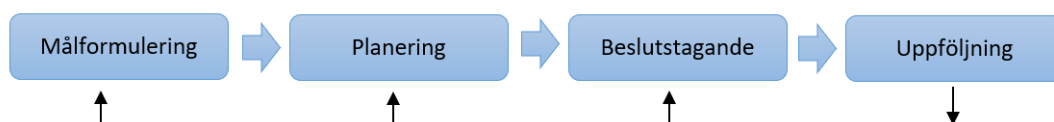
Standardiserat arbetssätt tas upp i den 12:e och i den 6:e principen i The Toyota Way och är ett arbetssätt som innebär att införa stabilitet och en grund för ständiga förbättringar[9]. Det är det just nu bästa dokumenterade arbetssättet. En standard kan sägas vara en konkret och överenskommen tillämpning av en lean-princip[18]. Det ska finnas pålitliga rutiner som minskar risken för fel och uppdatera dessa när en brist uppkommer. Det ska vara svårt att göra fel och enkelt att göra rätt. Ett exempel på hur arbetet kan bli mer standardiserat är att införa instruktioner vid de olika arbetsstationerna. En instruktion skulle göra att alla kommer att utföra arbetet på samma sätt. Det finns många olika typer av instruktioner. Exempelvis digital och visuella. Vid ett lyckat försök med en implementering av standardiserat arbetssätt kommer det medföra att medarbetarnas delaktighet ökar.

Enligt The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer har det gjorts forskning och det har konstaterats att innan det går att börja med att förbättra ett moment så måste processen stabiliseras och standardiseras[9]. Detta kommer från tidigare konstateranden om att det är omöjligt att genomföra förbättringar av processen om den inte är standardiserad.

Petersson et al. (2009)[18], menar att en standard ska vara en naturlig utgångspunkt i arbetet och standardisering är viktigt för att kunna upptäcka avvikelser, bidra till förutsägbarhet och för att skapa ett lärande.

2.10 Daglig styrning

För att på ett konkret och strukturerat sätt hålla koll företagets resurser och styra de dessa dit där de gör mest nytta så kan daglig styrning användas. Daglig styrning är en typ av visuell styrning och är en del av lean som fokuserar på simplicitet och effektivitet. Daglig styrning är som sagt ett sätt att styra resurserna ett företag har till sitt förfogande. Daglig styrning grundar sig i den styrprocess som Bruzelius & Skärvad beskriver[21], se figur 2.3. Denna styrprocess bör ett företag använda för att maximera utnyttjandet av dess resurser.



Figur 2.3: Styrprocessen för ett företag

Denna process börjar med att företaget formulerar målet för verksamheten. Dessa mål kan både vara ekonomiska och icke-ekonomiska. Här är tanken att målet ska grunda sig i företagets affärsidé.

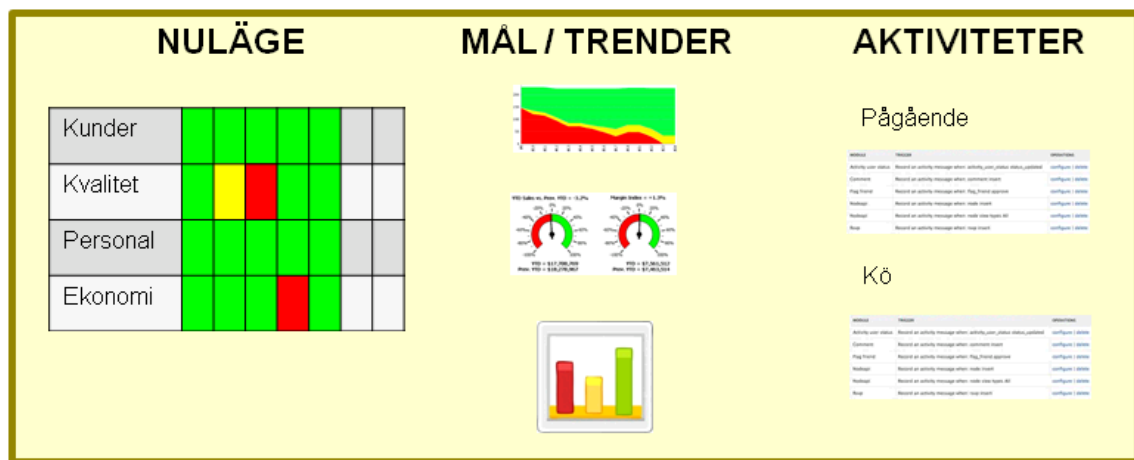
Nästa steg blir att planera hur företaget ska nå det tidigare formulerade målet. Här kan processen delas in i en operativ och en strategisk planering.

Det tredje steget kommer att vara att besluta om vilka åtgärder som krävs för att nå målet. I vilken omfattning och hur ofta beslut tas har en direkt påverkan på hur effektivt arbetet kommer att bli.

Det sista steget blir då att kontrollera och säkerställa att de uppsatta målen är nådda. Denna kontroll ligger till grund för de förändringar som kommer att göras både på kort och lång sikt.

Att använda daglig styrning i en produktion är en välbeprövad metod som används i många industrier. Daglig styrning ser till att problem förs upp till ytan och inte missas. Detta genom att exempelvis börja varje morgon med ett kort möte där det går igenom vart alla ligger till och vad dagens mål är. På detta sätt vet alla vad som förväntas och gör det enklare att prioritera rätt. Det som går igenom på mötet grundar sig i information som samlats in genom exempelvis datasystem. Detta visualiseras sedan på en daglig styrningstavla som mötet centreras runt. Denna tavla grundar sig i tre områden: Nuläge (var är vi?), Mål/trender (vart ska vi?) och Aktiviteter (Hur kommer vi dit?). I figur 2.4 går det att se hur en sådan tavla kan se ut. Tavlan har tre olika områden, nuläge, mål/trender och aktiviteter. I nuläget beskrivs vart produktionen är nu, här går det att se kundordrar, kvalitetsutfall, tillgänglig personal, ekonomi med mera. I det mellersta området finns produktionens mål uppsatta samt trender som visar vart produktionen är på väg. I området längst till höger sätts de aktiviteter upp som skall göras för att nå målen. De kan delas in i pågående och köade aktiviteter. För att mäta hur produktionen ligger till i dessa olika områden finns det en del olika mätetal som kan användas. Exempelvis så går det att använda antalet avvisade produkter/artiklar för att mäta kvalitetsutfallet. Ett annat exempel är att mäta antalet levererade produkter i förhållande till antalet beställda. Detta går även

att applicera på förmonteringen där denna kan ses som en intern leverans och därför bör mätas och tas upp i den dagliga styrningen.



Var är vi?

Vart ska vi?

Hur kommer vi dit?

Figur 2.4: Tavla över daglig styrning, från[6]

Huvudsyftet med daglig styrning är att se till att leveransprocessen är balanserad, klargöra vart ansvaret ligger och att de närvarar där värdet skapas och beslut fattas samt att visualisera produktionen och fånga upp eventuella avvikelser. Positivt är även att beslutsfattarna blir mer insatta i hur verksamheten fungerar vilka de stora dagliga problemen är[18].

3 Metod

Arbetet påbörjades genom ett uppstartsmöte där uppdraget gick igenom för att säkerställa att alla hade samma bild av vad som skulle göras och för att reda ut eventuella frågetecken.

3.1 Datainsamling

I detta kapitel redogörs för arbetsgång samt metoder som använts under arbetes gång. I figur 3.1 kan en överskådlig bild av den planerade datainsamlingsprocessen ses.



Figur 3.1: Modell över planerad datainsamling

3.1.1 Litteraturstudie

Arbetet började med att en litteraturstudie utfördes. Detta för att gruppen skulle kunna göra så bra intervjuer och observationer som möjligt. I litteratursökningen ingår såväl böcker som artiklar. Dessa hämtades från Chalmers bibliotek, internet samt av gruppen ägda böcker.

3.1.2 Halvstrukturerade intervjuer

Efter den inledande litteraturstudien gjordes ett antal kvalitativa intervjuer som genomfördes tillsammans med företagets anställda i produktionen, lagret samt produktionschefen. Intervjuerna riktades främst till de tre manliga montörerna i den befintliga fabriken som utförde monteringen av de olika tvättarna samt el-montören i produktionen.

Frågorna som ställdes i intervjun var b.l.a. frågor om montörerna kände sig stressade i produktionen, om de upplevde att de ofta behövde gå och hämta material eller verktyg, vilka förändringar de helst skulle vilja se i produktionen och om de kände att de hade ordning och reda på verkstaden. Intervjuerna gick till på så vis att frågorna ställdes muntligt runt om i fabriken, på verkstadsgolvet, inne på lagret samt hos el-montören. Intervjuerna grundade sig i ett antal olika frågeställningar, se bilaga 2 och 3, men under intervjuernas gång fördes även en öppen diskussion av Westmatics produktion för att låta de som blev intervjuade att prata fritt om produktionen och på så sätt ge gruppen en så verklighetstrogen bild som möjligt. Dessa intervjuer samt de observationer som gjordes under arbetets inledande fas skapade den grund som arbetet sedan kom att baseras på.

3.1.3 Sekundärdata

När de inledande intervjuerna var gjorda och en övergripande förståelse fanns användes företagets datasystem för att få ut kvantitativ data som kom att ge en mer detaljerad bild av hur produktionen såg ut. För att sedan använda den insamlade datan på ett så bra och vetenskapligt sätt som möjligt användes den litteratursökning som gjordes i den inledande

fasen för att avgöra vilken litteratur som var relevant och som sedan kom att användas i arbetet för att applicera och utveckla det som samlats in under arbetets inledande fas. Den sekundära datan som samlades in kom från Westmatics datorsystem och bestod av tidsbeskrivning för hur lång tid montering av olika produkter tog samt vilka underliggande artiklar dessa bestod av.

3.1.4 Observationer

En av de grundläggande principerna i The Toyota Way är att gå och se med egna ögon för att verkligen förstå situationen[9]. Det som erhålls och den bild som fås under observationer lade grunden för den kartläggning av nuläget som gjordes. Genom att göra observationer ges möjligheten att studera saker och flöden i samma stund som de händer istället för att lita blint på data från ett system[16]. Observationer gjordes primärt under den inledande fasen men fortsatte även under de senare delarna i arbetet för att ge en djupare och bredare förståelse.

3.2 Reflektion av metoder

Det är viktigt att reflektera över de metoder som valts och vara kritisk till källan. Vi en berättande källa kan man bedöma källan utifrån tre kriterier[14]:

- Tidskriteriet - Hur nära i tiden berättaren är. Ju närmare desto mer trovärdigt.
- Beroendekriteriet - Källors interna beroende av varandra. En pålitlig källa ska inte vara beroende av någon annan.
- Tendenskriteriet - En upphovsperson ska inte vara ha i intresse att påverka opinionen.

Utifrån dessa tre kriterier känner sig gruppen säkra med de datainsamlingsmetoder som använts. Detta för att samtliga källor ligger nära i tiden och då exempelvis intervjuerna har utförts med personer i olika befattning oberoende av varandra. Då arbetet gått ut på att förbättra produktionen och därmed underlätta för de som idag arbetar i produktionen så anses inte heller någon av de som intervjuats ha av intresse att påverka gruppens uppfattning.

3.3 Validitet och reliabilitet

Validitet och reliabilitet används för att avgöra hur trovärdigt resultatet av en undersökning är. Det som kan vara avgörande för trovärdigheten kan exempelvis vara frågeställningen eller hur slutsatsen dragits. Validitet avser om det som mäts är relevant för sammanhanget och reliabilitet avser att det mäts på ett tillförlitligt sätt. Det är viktigt att vara medveten och i de fall som det uppkommer visa på detta för att öka trovärdigheten. Validitet kan delas in i två olika delar, extern och intern. Intern validitet handlar i detta fall om hur väl frågeställningarna uppfylls och extern validitet handlar om generaliserbarheten, hur väl det kommer att vara möjligt att applicera slutsatserna på likande fall i framtiden[8]. Fokus här låg på den interna validiteten. En risk för validiteten var selektiv insamling vid exempelvis intervjuerna. Detta undveks genom att allt som sades under intervjuerna skrevs ner, således minskades subjektiviteten. Detta arbete baserades mestadels

på kvalitativ datainsamling i form av de observationer och intervjuer som gjordes under den inledande fasen. Här fanns det en risk med reliabiliteten då montörerna kan ha betett sig annorlunda då observationerna gjordes jämfört med hur de brukar bete sig. Det finns även en risk för observationsbias då gruppen kan till viss del redan innan vetat vad de letade efter. Svaren från de som intervjuades stämmer väl överens och ger en lik bild av den nuvarande produktionen, detta är något som anses ge en hög trovärdighet.

3.4 Etik

För att avgöra om eventuella etiska dilemma fanns så gjordes en undersökning av de konsekvenser som genomförandet och slutresultatet av arbetet kunde resultera i. Detta gjordes bland annat med hjälp av den teori som Bryman & Bell[2]. De har definierat fyra områden för etiska frågor, dessa är:

- Om det finns någon skada för de involverade
- Om det finns brist på överenskommelse
- Om det finns någon integritetskränkning
- Om det finns någon form av bedrägeri involverat

Alla dessa frågeställningar togs i beaktande under arbetes gång och det var viktigt att gruppen såg till att alla involverade i arbetet kände sig trygga med att dela med sig av information. För att säkerställa detta hölls alla som intervjuas anonyma i rapporten och inget som är potentiellt känsligt publicerades innan det hade utvärderats noga.

3.5 Tillvägagångssätt

Nedan följer de sex steg som arbetet var tänkt att följa för att nå bästa möjliga resultat.

3.5.1 Steg 1

Första steget var att få en överskådlig bild samt en förståelse över produktionen i nuläget.

Resultaten från denna analys kom även att fungera som referens till de jämförelser som gjordes under det fortsatta arbetet. En rörelsestudie genomfördes tillsammans med de anställda i produktionen för att kartlägga de rörelser som sker idag. Några av de saker som gjordes under kartläggningen var att identifiera slöserier, skapa spegettdiagram, utföra intervjuer, skapa överskådlig bild och kartlägga ingående detaljer.

3.5.2 Steg 2

Andra steget består i att presentera analysresultatet för uppdragsgivaren. Här presenterades resultatet från de undersökningar och intervjuer som gjorts på ett överskådligt och strukturerat sätt så att uppdragsgivaren fick en bra bild av nuläget och kunde eventuellt ta ställning till var fortsatt fokus bör ligga.

3.5.3 Steg 3

Tredje steget var att utifrån de nya förutsättningarna och analysresultatet skapa en förbättrad layout med ett bra flöde. Fokus låg på att skapa dedikerade arbetsytor för specifika montage samtidigt som det övergripande flödet fanns i åtanke för att undvika att skapa nya flaskhalsar. Här gick gruppen systematiskt igenom en förändring av produktionen för att kolla på alla olika aspekter och få fram flera tänkbara lösningar. För att utföra detta användes en förenklad systematisk lokalplanering för att ta fram en teoretiskt bra layout för produktionen. Här ingick att bland annat göra ett relationsdiagram, funktions-sambandsdiagram, skapa alternativa huvudplaner, värdera dessa och slutligen detaljutforma den valda layouten.

En annan aspekt som var högt prioriterad var att bygga in flexibilitet som skapar förutsättningar för utjämning av beläggningen i produktionen. Med utjämning av beläggningen menas, att vid tid där hela produktionskapaciteten inte utnyttjas tillåts sätta resurser på förmonter av komponenter som ingår i flera produkter.

Det finns även andra aspekter som kommer att tas i åtanke. Aspekterna som då låg främst i fokus var 5S, instruktioner & daglig styrning. Detta för att skapa en långsiktig lösning för uppdragsgivaren.

3.5.4 Steg 4

Fjärde steget består i att presentera minst två alternativa lösningar för uppdragsgivaren. Lösningarna presenterades på ett sätt som möjliggjorde för uppdragsgivaren att räkna på återbetalningstiden för nödvändiga investeringar om detta krävs. Presentationen visade också tydligt om implementeringen kräver förändringar i produktstrukturen. Om förändringarna utvisas lönsamma för företaget och uppdragsgivaren genom förflyttningar inom produktionen så skall detta visas tydligt.

3.5.5 Steg 5

Femte steget var att implementera den lösning uppdragsgivaren valt. Implementeringen genomförs i sin helhet av uppdragsgivaren.

3.5.6 Steg 6

Sjätte och sista steget består i att presentera resultatet. Resultatet presenterades i rapportform så väl som en presentation för uppdragsgivaren. Denna rapport kommer att arbetas på under hela arbetets gång där allt som gjordes dokumenterades noga.

3.6 Övergripande Gantt-schema

Tidplanen för genomförandet presenteras som ett Gantt-schema där de röda trianglarna är de delmål/deadlines arbetet innefattar. Detta schema gör grunden för arbetet och ger gruppen en tidsram och tydliga deadlines att förhålla sig till. Se bilaga 1.

4 Genomförande

4.1 Val av metod

De tre olika grundläggande metoder som gruppen valde mellan för att ta fram en ny planlösning för Westmatic var Systematisk Lokalplanläggning (SLP), Förenklad systematisk lokalplanläggning (FSLP) och diskret eventsimulering. Det fanns många för- och nackdelar med de olika metoderna, exempelvis så skulle en diskret eventsimulering ge gruppen en strukturerad och tydlig utdata över hur produktionen såg ut idag och hur den förbättrades genom olika förändringar. Hur bra utdata som skulle ges beror på hur bra indata som fanns. Efter ett besök hos Westmatic och efter diskussioner med produktionschefen, insågs det att en diskret eventsimulering skulle bli väldigt svårt att utföra. Detta just på grund av problem med indata. De tider som fanns att tillgå var en klumptid över hur lång tid det tog att montera en komponent. I denna tid beskrevs inte hur lång tid som var värdeadderande och hur lång tid som var slöserier i form av ett hämta material osv. Tiderna för att montera en produkt var relativt lång (100+ timmar) vilket innebar att gruppen inte heller kunde ta tiden på de olika stegen för att använda i simuleringen. Med detta i åtanke togs beslutet att inte använda sig av en diskret eventsimulering. En diskret eventsimulering kommer inte heller användas för att vara sig ta fram alternativa layouter, simulera nuläget eller simulera den nya layouten.

Efter att ha studerat teorin bakom de två systematiska layoutplaneringarna framkom att den förenklade systematiska lokalplanläggningen var med lämplig för detta projekt. SLP var onödigt detaljerad och behandlade saker som inte var relevanta för projektet. Gruppen ansåg att FLSP var bättre lämpad för Westmatic då SLP behandlar och har avseenden på parametrar som kvantitet av tillverkade produkter och supporttjänster. Därav av ansåg gruppen att detta inte var relevant och beslöt därför att använda Förenklad Systematisk Lokalplanering. FSLP passar sig bra när det handlar om att planera om en befintlig produktion vilket då lämpar sig bra i detta projekt. Gruppen valde därför att använda en förenklad systematisk lokalplanläggning för att ta fram alternativa planlösningarna så väl som en slutgiltig planlösning.

Att börja med att göra en värdeflödesanalys var en tanke som gruppen hade, detta hade skapat en bra överbild över produktionen och visat var slöserier fanns samt hur informations- och materialflödet såg ut. Men efter att ha undersökt produktionen framkom det som tidigare nämnt att det var svårt att få fram vad av monterings tiden för en komponent som var värdeadderande eller inte. Det skulle således bli svårt att dela in momenten i de tre kategorierna som används i framtagningen av en värdeflödesanalys. Att göra en värdeflödesanalys med den data som fanns att tillgå skulle ge en dålig bild av det verkliga läget i produktionen och därmed vara vilseledande i arbetet med att utveckla och förbättra produktionen. Detta gjorde att gruppen valde att inte utföra en värdeflödesanalys.

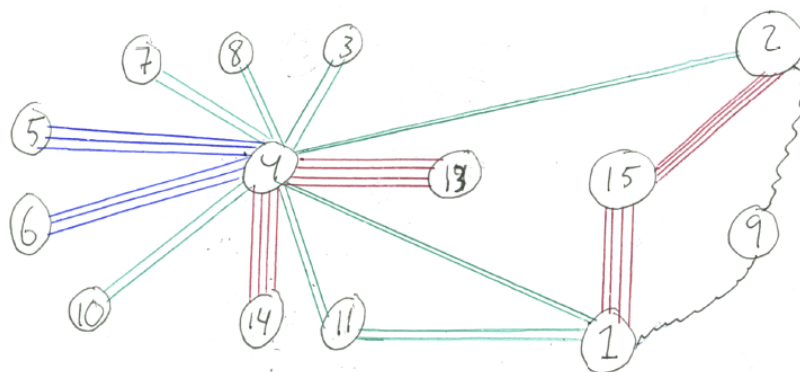
Att implementera 5S, instruktioner, daglig styrning och att använda leans 14 principer kommer att gynna Westmatic och var bra anpassade för att använda och tillämpa i detta arbete. Samtliga metoder höll sig inom arbetets avgränsningar och gick att utföra med den data gruppen hade att tillgå. Gruppen kom dock inte att tillämpa alla 14 leans principer. Detta då alla inte höll sig inom avgränsningarna och och uppfyllde syftet med arbetet. De principer som kommer behandlas var i huvudsak princip 2, 6, 7 och 12.

4.2 Framtagning av alternativa planlösningar med FSLP

Enligt teorin bakom FSLP finns det 6 olika steg som ska genomföras för att ta fram en bra planlösning. Det första steget var, som nämnt i teorikapitlet, att skapa ett sambands-schema. För att skapa detta behövdes alla de olika funktioner som krävdes för att skapa slutprodukten. Dessa funktioner togs fram genom den kartläggning som gjordes av dagens produktion. När alla funktioner var valda startades viktningen av dess närhet till varandra. Även här var utgångspunkten den bild av produktionen som skapats under den inledande fasen. Om två funktioner delade personal gavs de ett högt värde medan exempelvis närhet mellan rörverkstad och lunchrum inte ansågs vara önskvärt på grund av ljud och vibrationer. Det fanns ett antal funktioner som lämpligen inte bör flyttas, exempelvis toalett och lunchrum. Dessa markerades med ett horisontellt sträck. I sambandsschemat som skapades var det en majoritet av U, detta beror på att det inte finns så många funktioner som har ett stort behov av att vara nära varandra. Vid de funktioner som gavs en högre vikt sattes en anledning som förklarade varför en närhet mellan dem var önskvärt. All viktning summerades sedan och det framkom då att det fanns 105 beslut att tas. Se bilaga 6 för fullständigt sambandsdiagram.

Nästa steg var att fastställa funktionskraven. De funktioner som valts ut i föregående steg fördes nu in i blanketten "Utrymmeskrav och servicebehov" (se bilaga 5). Utrymmet som erfordrades för varje funktion fördes in i blanketten. Sedan specificerades de byggnadstekniska krav som fanns, exempelvis fri takhöjd och max golvbelastning. Efter det fördes de olika behoven av service och särskild utrustning in i blanketten, här fördes olika byggnadsspecifika krav in samt om en funktion exempelvis hade en speciell utrustning. Fanns det särskilda krav på form av utrymmena antecknades detta också samt dess orsak. Ett exempel var att funktionen rörverkstad uppskattades behöva en yta på 150 m^2 och det var absolut nödvändigt att för den att ha en pelarborr.

Nästa steg i FSLP var att skissa funktionernas samband. Här valdes det att utöver den visualisering av värdering (olika antal linjer) så användes även en färgkodning. Röd för gavs till de samband som var absolut nödvändiga, blå till de som speciellt viktiga, grön till de som var viktiga och de som var ej önskvärda gavs ett svart vågigt streck. Vanliga och ej viktiga samband togs ej med för att minimera oordningen i sambandsdiagramet. Anledningen till varför skapande av ett sambandsdiagram är för att komma åt en sådan ideal bild och uppläggning av, i detta fall, industriytan som möjligt.



Figur 4.1: Sambandsdiagram

1 Rörverkstad	9 Lunchrum
2 Plåtverkstad	10 Färdigvarulager
3 Lager	11 Mellanlager
4 Monteringsyta	12 Toa
5 El-utrymme	13 Skruvhylla
6 PLC	14 Verktygsskåp, montering
7 Testlabb	15 Verktygsskåp, verkstad
8 Produktionschef, kontor	

Tabell 1: Funktioner i produktionen

Efter detta så var nästa steg i framtagningen av alternativa planlösningar att rita alternativa huvudplaner. Detta gjordes genom att med de samband och den viktning som tidigare tagits fram, fördes in på fabriksritningen. Tre olika alternativa lösningar som ansågs funktionsdugliga och realistiska togs fram och vägdes sedan mot varandra i nästkommande steg.

4.3 Alternativa planlösningar

Nedan beskrivs de tre olika alternativa planlösningar som togs fram. För fullständiga ritningar se bilaga 8, 9 och 10. Givetvis finns det fler lösningar på olika typer av planlösningar, men då det har efterfrågats efter minst två olika planlösningar så har gruppen valt att lyfta fram de tre nedanstående alternativen då det ansåg vara de mest relevanta.

4.3.1 Alternativ A

I denna alternativa huvudplan så ligger rör- samt plåtverkstad kvar i den nedre byggnaden, den största förändringen som finns i denna huvudplan jämfört med hur planlösningen ser ut i dagsläget är att det har valts att lägga ett färdigvarulager i den nya verkstadsytan som idag är outnyttjad. Anledningen till varför det valdes att lägga ett färdigvarulager i den nya verkstadsytan är för att inte behöva transportera de färdiga produkterna så långt och därmed minska transporterna inom anläggningen. Nackdelen i denna lösning är att det inte finns någon plats för en förmonteringsyta och besparingen i tid och rörelse är minimal då rör- och plåtverkstaden fortfarande finns kvar.

4.3.2 Alternativ B

I alternativ B har rör- och plåtverkstaden lagts ut till en underleverantör för att frigöra utrymme, tid samt säkerställa kvalitén, något som Westmatic uttryckt önskemål om. Det idag outnyttjade utrymmet (16 på ritningen) kommer att användas som en förmonteringsyta med arbetsbänkar. I den nedre byggnaden försvinner rör- och plåtverkstaden som sagt och denna yta används istället som ett mellan- och färdigvarulager. Denna lösning är bra optimerad med avseende på utnyttjande av ytor då inga större ytor lämnas outnyttjade samt att det inte trycks in för mycket på en liten yta. En bra balans är uppnådd. En nackdel är dock att personalen behöver gå till det nedre huset för att hämta och lämna de förmonterade detaljerna från/till mellanlagret. Detta anses dock övervinnas av det goda utnyttjandet av utrymmet.

4.3.3 Alternativ C

Alternativ C är likt alternativ B, även här används den idag outnyttjade ytan till förmontering men här är mellanlagret inte i den nedre byggnaden utan vid förmonteringen. Detta då de komponenter som görs vid förmonteringen inte ska behöva transporteras särskilt långt. En nackdel är att det kan bli ganska trångt och rörigt i denna yta. I övrigt är den bra ur ett tidsbesparingsperspektiv då personalen inte behöver gå långt för att hämta och lämna förmonterade detaljer. Ytan där rör- och plåtverkstaden tidigare låg kan i denna lösning användas som exempelvis ett färdigvarulager.

4.4 Vägning av alternativa planlösningar

För att väga de olika alternativa planlösningarna mot varandra så användes ett värderingsschema enligt FSLP. Denna vägning gjorde gruppen på egen hand utifrån de kunskaper som erhållits under arbetes gång. De faktorer som ansågs vara av störst vikt var minskad arbetsbelastning, minskad onödig rörelse och utnyttjande av utrymme. Fullständigt värderingsschema kan ses i bilaga 7. Dessa vägdes sedan mot varandra enligt beskrivningen i teorikapitlet. Ett urval av dessa värderingar är att alternativ C ansågs fylla upp faktorn minskad onödig rörelse absolut perfekt medans alternativ B uppfyllde det som en effektiv lösning. Alternativ B ansågs fylla upp faktorn utnyttjande av utrymme som en effektiv lösning medans alternativ C ansågs vara ett intressant förslag. Efter summeringen av värderingarna för de olika alternativen framkom det att det alternativ som fick lägst värdering var alternativ A med 39 poäng, alternativ B fick högst med 98 poäng och alternativ C kom tätt efter med 94 poäng. Anledningen till varför B och C kom så jämnt var på grund av att de var ganska lika varandra och båda hade grunden i att plåt- och rörverkstaden lades ut på en underleverantör. Alltså var det bästa alternativet enligt värderingsschemat alternativ B.

Däremot ansåg gruppen att vikten av minimering av rörelse var av högsta vikt och alternativ C var således bättre anpassat för detta. Gruppen valde därför att gå vidare och detaljutforma alternativ C. Anledningen till varför detta val gjordes är för att fokus i detta arbete ligger på att effektivisera layouten och dess flöde. Gruppen anser att alternativ C fyller upp dessa krav bäst både genom en minskning av onödiga rörelse då mellanlagret ligger nära förmonteringsytan och utnyttjandet av ytan fortfarande är bra.

4.5 Detaljutformning av vald planlösning

Av de olika alternativen av planlösningar som är framtagna valdes planlösning C. Då gruppen kom fram till att planlösning C var den mest lämpade planlösningen för Westmatic påbörjades detaljutformningen av denna planlösning. Produktionsytorna ritades in där tillverkning av de olika tvättarna skulle ske samt arbetsbord, skruvskåp och ett mellanlager. Ytor som i dagsläget inte går att flytta på, som exempelvis PLC och Test-labb, markerades även dem på ritningen för att visa på vart allt befann sig. I en detaljutformning av vald planlösning så brukar det vara en hög grad av detaljutformning, det vill säga att maskiner arbetsbänkar osv. även ritas ut. Den yta där förmonteringen ska ske har valts att gråmarkera där de fyra olika arbetsbänkar och stationer är tänkta att stå. Valet av just fyra arbetsbänkar skall endast ses som ett förslag och Westmatic behöver undersöka hur mycket förmontering de vill ska ske och sedan välja lämpligt antal utifrån detta. West-

matic använder sig inte av några maskiner då rör- och plåtverkstaden är flyttad. Däremot finns det en travers som valts att inte ritas in på ritningen då den sitter i taket och har inte en fast position. De skruv- och verktygsskåp som går att se på ritningen är placerade på respektive plats för att ge närhet till monteringen samtidigt som de inte är i vägen för vare sig montörerna eller traversen när den används.

5 Nulägesanalys

Nedan följer den analys av hur produktionen hos Westmatic såg ut under arbetets inledande fas. Datan och informationen är insamlad både genom intervjuer med de som arbetar och genom observationer som gjort under arbetets inledande fas. Då produktionen av större tvättanläggningar är relativt omständligt och tidskrävande gav detta upphov till en del svårigheter med att få en bra bild av dagens situation.

5.1 Kartläggning av nuläge

För att få en bra bild av hur produktionen ser ut idag gjordes en kartläggning av nuläget. Flera olika aspekter av produktionen analyserades för att ge en så bra bild som möjligt. Det var ett antal saker som direkt stack ut, exempel på dessa var att det inte fanns något tydligt upplägg över vilken produkt som görs var. Det fanns inte alltid tydliga platser för verktygen som krävdes för att utföra arbetet. I dagsläget använder montörerna verktygs-vagnar med personliga verktyg. Då monteringen av komponenterna ofta tar väldigt lång tid så var det svårt att få en fullständig bild av hur nuläget såg ut.

Idag ser processen ut så att en order kommer in och den skickas i sin tur vidare till lagret som skapar en plocklista med alla de ingående artiklarna i produkten och dess plats i lagret. Dessa plockas sedan ihop enligt en körplan som produktionschefen skapar. När plockordern är komplett fraktas det upp till verkstaden på en vagn. Ibland händer det att körplanen ändras vilket gör att det ibland måste plockas om eller plockas på nytt. Transporten från lagret till verkstaden sker manuellt eller med hjälp av en truck. Personalen i lagret upplever att det är ett lugnt och trivsamt klimat. Strukturen är väldigt bra och det är överlag enkelt att hitta allt. När en order är plockad och klar skickas den som sagt upp till verkstaden där verkstadspersonalen går igenom ordern och kollar vad det är som ska göras och om det exempelvis behöver tillverkas någon rör- eller plåtdetalj. Om så är fallet går en person ner till rörverkstaden för att tillverka detta.

I rörverkstaden tillverkas alla rör- och plåtdetaljer till Westmatics produkter. Igen person är stationerad i rörverkstaden, men när det kommer till speciella komponenter samt detaljer av plåt och rör så går som sagt en anställd från produktionen ner och tillverkar det som efterfrågas. Rörverkstaden är placerad bredvid lagret, vilket innebär att om någon från produktionen måste ha en specifik detalj eller komponent så måste den anställde då gå ut och gå till den andra byggnaden.

När alla komponenter är klara så börjar monteringen. Det finns igen tydlig ritning som följs, utan erfarenhet är det som används mest. Vid monteringen används egna verktygs-vagnar som flyttas med under processen. Behöver det användas speciella verktyg kan de hämtas i ett skåp en bit från den plats där monteringen sker. Skruv och andra mindre detaljer som inte kommer från lagret hämtas också i ett skåp/hylla i verkstaden. När produkten är klar transporteras den till det nedre huset (lagret/rörverkstaden) till dess att den hämtas för leverans då det inte alltid kan levereras direkt, men de försöker att ha en fullständig och färdigmonterad produkt en vecka innan leverans ska ske till kund. Idag produceras vanligtvis två stycken olika tvättar parallellt och upp till fyra lagerförda artiklar samtidigt.

För att tvättarna som Westmatic producerar ska fungera måste det finnas ett el-skåp på

produkten. Idag finns det en person som har ansvar för dessa el-skåp. En uppskattning är att det tar ungefär 10-12 timmar att tillverka ett el-skåp, med en avvikelse på att något enstaka skåp har tagit upp till 40 timmar att tillverka. När el-skåpet är klart tas det ut till monteringsytan och sätts på produkten. Sedan monteras detta på tvätten och den sista monteringen görs innan den är klar för leverans.



Figur 5.1: Nuvarande huvudproduktionsyta



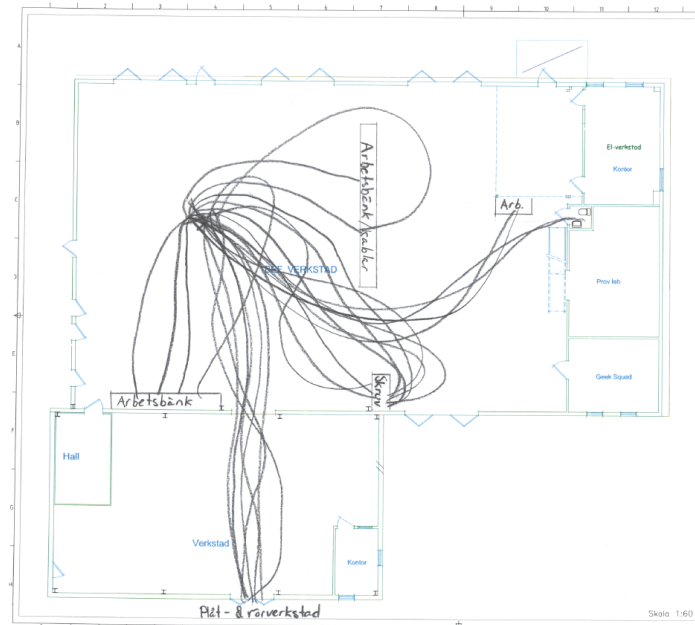
Figur 5.2: Nuvarande oanvänd produktionsyta

5.2 Analys av slöserier

I dagens produktion sker det många rörelser, en del är nödvändiga men många tillför inte till värdet på slutprodukten och borde således kunna elimineras. Då det ofta är stora och tunga saker som ska monteras ihop så begränsar det möjligheten för att flytta runt komponenterna ofta då detta kräver hjälp av exempelvis en travers, vilket tar tid. Som tidigare nämnt transporteras en del av de ingående komponenterna relativt långt inom produktionen innan de kommer fram till dess slutmontering. Ett exempel på detta är rör- och plåtdelarna som i dagsläget tillverkas i en separat byggnad en bit från huvudproduktionen, detta ser gruppen som en stor flaskhals. Detta då dessa i dagsläget tillverkas av verkstadspersonalen vilket ger upphov till ett avbrott i monteringsprocessen och tar tid från den faktiska monteringen av slutprodukten. Då en del av komponenterna går snabbare att montera än andra blir det ofta att en del av komponenterna ligger färdigmonterade och väntar på att nästa komponent ska bli klar. Detta tillför inget värde och en utjämning av produktionen bör därför vara möjlig för att minska onödig väntan.

5.3 Spagettidiagram

För att kartlägga hur arbetarna i produktionen rörde sig gjordes ett spagettidiagram. Här studerades montörernas rörelser under en viss tid under en typisk arbetsdag. Som tidigare nämnt var monteringsstiderna väldigt långa vilket gjorde att det inte gick att få en fullständig bild av hur rörelserna i produktionen såg ut. Det som tydligt kunde ses från spagettidiagramet (se figur 5.3) var att det ganska rörigt och montörerna gick mycket fram och tillbaka främst inom den huvudsakliga produktionsytan, men det gick även en del till den nedre byggnaden. Att produktionsytan där monteringen av tvättarna skedde var centrum för montören framgick även tydligt av spagettidiagramet.



Figur 5.3: Spagettidiagram nuläge

5.4 Resultat av intervju på Westmatic

De som tillfrågades i intervjun kände sig inte stressade i jobbet utan tyckte att det var ett bra arbetsklimat. Det framkom dock att det var ganska mycket rörelse för att utföra arbetet, exempelvis hämta skruv, verktyg, lämna komponenter med mera. Många tyckte även att det var ganska bra ordning och bra städat på arbetsplatsen men det fanns en del förbättringspotential, bland annat för att göra att det såg bättre ut och var enklare att hitta. Ingen av de tillfrågade kunde komma på någon sak de ville förändra i nuläget, utan de ansåg mest att en vidare utveckling av dagens arbete vore bra.

Efter intervjun hade genomförts med anställda i de olika delarna i fabriken intervjuades även produktionschefen. Under intervjun framkom ett flertal saker som produktionschefen ville se i Westmatics framtida produktion: Ett stort kabelbord, placerat mitt i den befintliga fabriken, skulle tas bort. Möjligheten att lägga ut plåt detaljerna på underleverantörer, eventuellt även rördetaljerna/rörkomponenterna önskades även undersökas. Att placera rörverkstaden i den nya verkstadshallen ansågs inte vara önskvärt på grund av att det kunde bli fort smutsigt i form av att det kunde bli mycket spånflis och dylikt under tillverkning av de olika rörkomponenterna. Det kan även bli smutsigt i form av att rören måste slipas och tvättats efter bearbetningen är klar vilket kommer medföra att golvet blir smutsigare. Med de olika avseendena så kan det även bli svårare och ta längre tid att genomföra samt uppfölja 5S.

6 Analys & diskussion

Arbetet har varit svårare än initialt tänkt och fått en del konsekvenser för studenterna och Westmatic på grund av COVID-19. Dock har alla deltagande anpassat sig till det bästa möjliga för detta arbete. Under arbetet har kunskaper kring hur olika teorier och principer hänger ihop erhållits såväl som en djupare förståelse för hur dessa principer kan implementeras på en verklig arbetsplats.

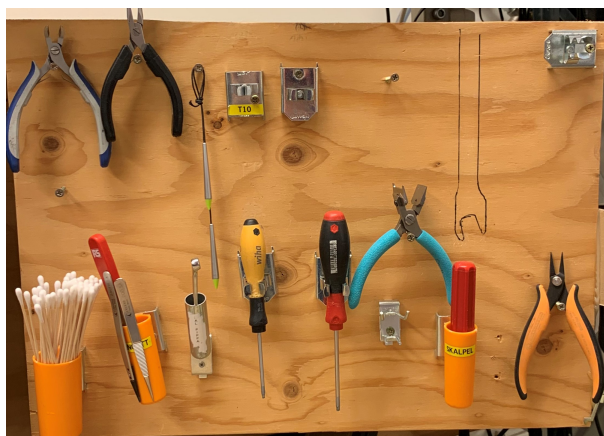
6.1 Framtidsbeskrivning

I detta kapitel beskrivs den tänkta framtiden för Westmatic. Här visas hur en implementering och effektivisering av lean kan vara till nytta för Westmatic och höja produktivitet, kvalitet samt standardisera arbetet som utförs.

6.1.1 Implementering av 5S

Då Westmatic vill effektivisera flödet samt utöka sin produktion så anses 5S vara en viktig byggsten för att nå dit. 5S lägger, som nämnt i tidigare grunden ständiga förbättringar. Detta är av stor vikt för att kunna utöka produktionen och göra den befintliga ännu bättre än vad den är idag. 5S kommer som sagt att utöver standardisering även ge en säkrare och renare arbetsplats samt höja kvalitén och effektivisera arbetet då montörerna inte behöver slösa tid på att leta efter saker.

Ett förslag på hur Westmatic kan implementera 5S är att börja med separera de verktyg som är nödvändiga för att utföra arbetet från de som inte behövs. All onödigt bör tas bort från arbetsplatsen. På samtliga verktygstavlor så bör verktygen organiseras väl det bör märkas tydligt vart varje verktyg ska hänga, se figur 6.1. Denna verktygstavla kan förslagsvis hängas upp på en utdragbar arm så att montörer med olika längd kan nå verktygen utan problem. Se bilaga 13 för exempel.



Figur 6.1: Exempel på verktygstavla enligt 5S

I den nya planlösningen har som tidigare beskrivet ett antal saker förändrats så som att rör- och Plåtverkstaden har lagts ut på underleverantörer, ett mellanlager har skapats och placerats i den nya produktionsytan samt att en viss förmontering har införts i den nya

verkstaden. Att implementera 5S i den nya planlösningen ger en reducering av slöserier i form av att onödig tid som går åt att leta efter saker kan elimineras, då 5S implementeras. Den nya planlösningen med 5S skapar mer ordning och reda på arbetsplatsen, om de fem stegen upprätthålls, kommer detta skänka mer arbetsvilja hos medarbetare och delaktigheten hos medarbetarna kommer teoretiskt sett bli större.

En bild som visar normaltillståndet bör också finnas. Detta gäller inte bara verktygstavlor utan samtliga platser i produktionen för att underlätta upprätthållandet av ordning. Medarbetarna bör även uppmuntras att se till att ordningen följs och städa på arbetsplatsen då arbetsbelastningen är låg, det är viktigt att detta görs på en daglig basis. Detta kan göras genom att skapa scheman eller avsätta tid för att se över arbetsplatsen. Viktigt är även att det visas från ledarna att det förväntas att detta uppfylls. Det är viktigt att det sätts en standard för renligheten och hur det ska se ut. Målet är att 5S ska bli en del av organisationen och företagskulturen hos Westmatic. Arbetet ska komma naturligt för medarbetarna.

Att implementera 5S är inte alltid helt enkelt och att få en långsiktig effekt tar tid. I en forskningsartikel skriven av Singh och Ahuja [20], menar de att det relativt enkelt går att implementera 5S i en organisation just på grund av dess enkelhet och igenkännbarhet. Att se resultat menar de går fort medans att se till att det 5S standarden uppehålls tar längre tid. Att 5S höjer produktiviteten och är enkelt att införa stärks även av en artikel skriven av Patel och Thakkar [17], där de skriver att deras studie visar att en effektiv implementering av 5S leder till en högre produktivitet hos ett företag samt att arbetsmiljön blir bättre då 5S uppmanar till ordning och reda. De skriver att resultatet från implementeringen kan gå att se redan efter 2-3 veckor. Patel och Thakkar[17] menar också att 5S medför att arbetarna blir vana vid ordning och reda, samt att den fysiska ansträngningen minskar och då minskar även antalet olyckor. Med denna forskning som stöd är gruppen övertygade om att en implementering av 5S på Westmatic både kommer gå smidigt och ge effektiva resultat. I figur 6.2 och 6.3 syns tydligt de effekter en implementering av 5S kan ha.



Figur 6.2: Arbetsbänk före 5S



Figur 6.3: Arbetsbänk efter 5S

6.1.2 Skapandet av dedikerade arbetsytor

För att underlätta monteringen av vissa specifika montage önskades från produktionsledningen att dedikerade arbetsytor för vissa montage skapades. På dessa arbetsytor ska allt som krävs för att slutföra montaget finnas tillgängligt. I de produkter som idag görs finns det ett antal underliggande komponenter som ingår flera olika produkter. Ett exempel på en komponent som kan förmonteras är en borstvagn som ingår i 90% av alla produkter. För att kunna utföra montaget av denna komponent krävs bland annat dessa underliggande artiklar: bricka $\varnothing 80$, block för kuggrem och låsmutter M16 samt dessa verktyg: fast nyckel 15, 18, 24 och momentnyckel 24. På dessa arbetsplatser finns det instruktioner som tydligt visar hur respektive moment går till. För att vem som helst ska kunna utföra monteringen bör höj och sänkbara arbetsbänkar köpas in. Förslagsvis ska de även ha en verktygstavlor där de verktyg som tidigare nämnts kan hänga på ett tydligt och strukturerat sätt. Dessa bänkar kommer att göra arbetet mer ergonomiskt och då alla verktyg och allt material som krävs finns inom räckhåll kommer monteringen av dessa artiklar att bli mer effektiva. För att göra arbetsstationen mer ergonomisk och anpassa efter de som faktiskt arbetar vid den är att involvera de som kommer att arbeta vid den. En föreslagen arbetsprocess för detta har tagits fram av Vink[23], och består av fem steg:

1. Initiativ
2. Problemidentifiering
3. Val av lösning
4. Implementering
5. Utvärdering

Att istället för att bara göra en produkt, göra ett antal och sedan placera dem i mellanlagret kommer att frigöra tid vid kritiska moment i produktionen då det är ont om tid. Detta enligt Westmatics önskan om att effektivisera flödet. Hur många som ska göras är viktigt för Westmatic att undersöka då det inte är bra att ha för många färdiga artiklar liggande i ett mellanlager. Förslagsvis så räknas ett bra lagersaldo ut utifrån hur efterfrågan ser ut och hur lång tid det tar att göra nya. Sedan sätts detta saldo och följs av produktionspersonalen.

Vid en diskussion den 19:e maj 2020 med anställda på Acoem AB, framkom det att efter skapandet av dedikerade arbetsplatser och införandet av bland annat 5S så minskade deras ledtiderna med upp till 75%, kvalitén höjdes och omsättningen ökade med 29%. Detta visar tydligt att en omstrukturering och implementering av lean har en tydlig positiv inverkan på ett företag och dess produktion.

6.1.3 Instruktioner

Idag utförs arbetet utan några instruktioner. Montering och tillverkning av detaljer görs utifrån erfarenhet och känsla. Ett viktigt steg i införandet av ett standardiserat arbetssätt är att ha instruktioner så att alla gör arbetet på samma sätt. Det är även viktigt att en ny person enkelt ska kunna förstå hur arbetet ska utföras. Enligt Clark[4], så underskattas ofta vikten av att använda instruktioner vid monteringsarbete. Ett förslag är att Westmatic

tar fram instruktioner enligt DFIP-processen (Design Principels For Information Presentation) [11]. Att göra detta för all montering hos Westmatic kan bli svårt och ta onödigt tid då mycket av monteringen skiljer sig från produkt till produkt eftersom varje tvätt görs kundspecifik. Men att ha instruktioner på förmonteringsstationerna där det görs komponenter som är gemensamma anses vara bra och kommer skapa ett mer standardiserat arbete samt säkerställa en högre kvalitet. I en studie utförd av Bäckstrand et al.[3], visade det sig att ett införande av enkla instruktioner vid montering minskade antalet felmonterade delar kraftigt och kvaliteten höjdes. När instruktionerna togs bort höjdes antalet fel igen. Att införa instruktioner är alltså bra för att minimera risken för fel och säkerställa kvaliteten. Något som Westmatic önskat göra.

Westmatic bör välja en komponent som sätts ihop på en förmonteringsstation och ta fram instruktioner för denna som en pilot där konceptet med instruktioner prövas. Första steget var enligt DFIP i teorikapitlet att välja en arbetsuppgift på arbetsplatsen, förslagsvis förmonteringen av borstvagnen. Nästa steg blev att identifiera och stödja den aktiva kognitiva processen i varje deluppgift. Efter det så analyseras uppgifterna baserat på hur operatören uppfattar arbetsmiljö. Sedan analyseras uppgifterna beroende på de kognitiva begränsningar som finns, det är viktigt att även analysera uppgifterna beroende på individuella skillnader och behov. Till sist så analyseras uppgifterna beroende på placeringen av informationens innehåll och hur den presenteras. Dessa steg resulterar sedan i en tydlig instruktion som blir lätt för montören att följa. Något som är väldigt viktigt under hela den här processen är att operatören som ska utföra arbetet involveras. Detta kommer medföra att instruktionerna blir bättre och utformade på ett sätt som är bättre anpassat för monteringen. Det finns många olika sätt för hur instruktionen ska presenteras för montören, det kan användas en skärm med text och bilder, videor eller ett papper som beskriver de olika momenten. Föresvis används papper i piloten då detta inte kräver någon investering i utrustning. Dessa papper kan hängas över arbetsbordet likt i mataffärer så att de är lättåtkomliga för samtliga montörer.

6.1.4 Visualisering och struktur av monteringen

För att visualisera monteringen på ett tydligare sätt så föreslås att ha en tavla där alla olika steg och moment som ingår i monteringen tydligt finns med. När montören har slutfört ett moment bockas detta för på tavlan för att tydligt visa vart i processen monteringen befinner sig. När montören sedan rör sig vidare till kommande steg tas tavlan med. Detta kan göras med hjälp av ett MES system (Manufacturing Execution System) där all info om produkterna och dess ingående artiklar finns. Detta system styr alltså tillverkningen av produkten[7]. Det går både att göra detta fysiskt och digitalt.

MES används idag främst inom automation men det bör även att gå att använda en variant eller anpassat MES system hos Westmatic för att tydliggöra och följa monteringsprocessen. Viktigt är att inte blanda ihop MES med instruktioner. MES är i detta fall enbart ett komplement som används för att hålla koll på vart i monteringen montören är då många av produkterna tar över 100 timmar att sätta ihop. Under kartläggningen av produktionen framkom det inte att det fanns något system för att visa vart i produktionen montören är. Detta kan bli ett problem om exempelvis en montör blir sjuk och någon annan behöver hoppa in och fortsätta med arbetet kan det vara svårt för den personen att veta vilket steg i processen som ska utföras. Ett MES system där montören för in när varje steg är gjort

skulle effektivisera produktionen i dessa fall och ge en bättre överblick över produktionen för exempelvis produktionschefen som enkelt kan se vart alla ligger till och där efter planera framtida produktionsplaner.

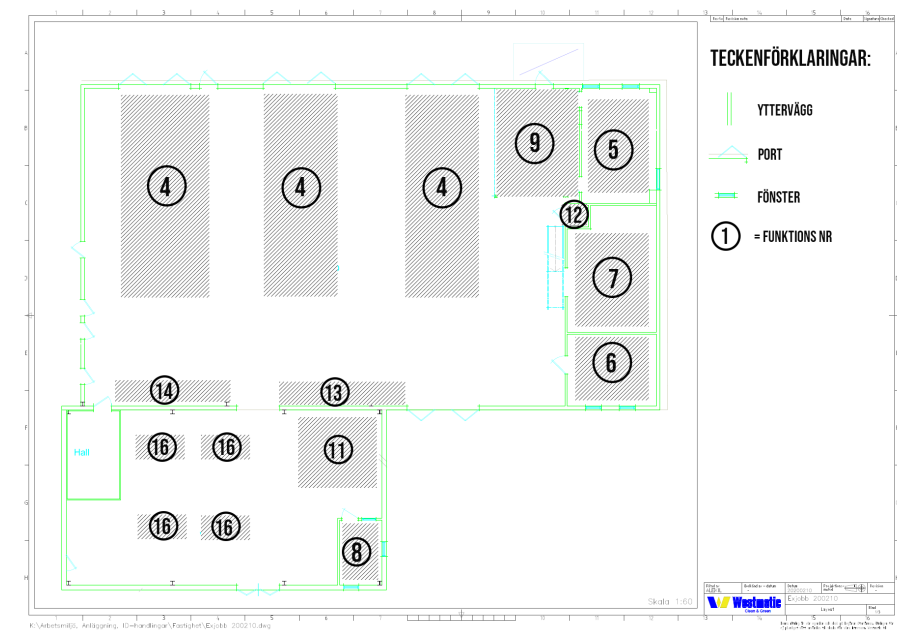
Här kan Westmatic förslagsvis implementera daglig styrning. Detta kommer att göra att eventuella problem förs upp till ytan och att Westmatics resurser läggs på det ställe där det för tillfället för mest nytta. Westmatic bör kontinuerligt samla in information om hur produktionen går, exempelvis genom ett MES-system som nämnt ovan. Westmatic bör även köpa in en tavla för daglig styrning, likt den som beskrivits i teorikapitlet. På denna tavla förs all den insamlade informationen in och varje dag startas med ett kort möte (5-10 min) kring tavlan där produktionschefen tillsammans med produktionsarbetarna går igenom var de är nu, vad målet för dagen är och hur de ska ta sig dit.

Att införandet av daglig styrning är positivt för företagets effektivitet och framgång visade Mariz et al.[10], i en studie som de utförde på ett byggbolag. Det visade sig där att det blev en minskning av kostnader och arbetarnas delaktighet höjdes. Denna data blev även enkel för medarbetarna att kontrollera. Utöver dessa så slutfördes projekten i tid och fokuset skiftades från att inte bara ligga på produktionen utan även på produktivitet. Detta hjälpte företaget att bli mer uppmärksammade på slöserier och dagliga problem.

En annan aspekt som gruppen anser är mycket viktig är avvikelser. För att visualisera och få fram en så bra montering som möjlig så måste det komma fram vilka avvikelser som kan uppstå under monteringen. Detta så det går att ta reda på vilka fel som uppstår under monteringen. Exempel på detta kan förslagsvis vara att man letar efter ett verktyg tio minuter varje dag, detta resulterar i att montören varje vecka letar efter ett verktyg i 50 minuter. En källa till detta kan vara att montören vid stationen har förlagt verktyget eller så har någon annan montör lånat verktyget utan att lägga tillbaka det på sin rätta plats. Att lösa detta problem anses kunna göras på minst två sätt. Antigen så sätter man upp en verktygstavla med markerade område för vart verktyget skall finnas eller så köper man in samma verktyg för de övriga monteringsstationerna dit de ofta lånas ut. Huvudsakligen är det viktigast att detta framkommer under den dagliga styrningen så det kan åtgärdas. Viktigt är även att ledningen inte skuldsätter någon som rapporterar in avvikelser. Detta kan leda till att personalen inte längre vågar ta upp avvikelser och då riskerar företaget att stanna upp i sin utveckling och tappa värdefull information.

6.1.5 Detaljutformning av vald planlösning

I den nya planlösningen valdes det att ha tre parallella monteringsytor. Detta gör att det enkelt går att montera tre olika tvättar samtidigt och på så sätt höja effektiviteten och utnyttjandet av ytan. Dessa tre ytor är placerade och riktade mot de tre befintliga portar som finns i lokalen idag. Detta medför att Westmatic enkelt kan få ut de färdiga tvättarna genom porten och ut till den väntande transporten. Ett verktygsskåp har placerats i anslutning till monteringsytan så att montörerna inte behöver gå långt för att hämta ett verktyg. Nära finns även en skruvhylla där skruvar och annat mindre material kan hämtas. I den idag oanvända ytan placeras fyra stycken arbetsbänkar för förmontage. Till höger om dessa kommer ett mindre mellanlager att finnas för där det som förmonteras enkelt kan lagras då det inte används.



Figur 6.4: Detaljutformning av planlösning C

4 Monteringsyta	11 Mellanlager
5 El-verkstad	12 Toalett
6 PLC	13 Skruvhylla
7 Provlabb	14 Verktygsskåp
8 Produktionschef kontor	16 Arbetsbänk
9 Lunchrum	

Tabell 2: Funktioner i detaljutformningen

6.2 För- och nackdelar med den valda planlösningen

I den valda planlösningen så finns det både fördelar såväl som nackdelar. Fördelar kan exempelvis vara reduceringar av slöserier som uppkommer samtidigt som det kan komma att uppstå nackdelar i denna planlösning efter de förändringar som föreslagits.

6.2.1 Fördelar

De fördelar som uppstår med valda planlösning C är exempelvis att plåt- och rörverkstaden har lagts ut på underleverantörer. Detta medför ett moment mindre för Westmatic, då det tidigare har gått ner en anställd till den nedre byggnaden och tillverkat plåt samt rördetaljer. Detta har då medfört att det tagit tid från själva produktionen av tvättarna.

Den valda planlösningen har flera andra positiva aspekter. Exempelvis så har det lagts en grund där 5S kan implementeras enkelt. Detta kommer gynna Westmatic då det kommer skapats en renare miljö samtidigt som en vana för städning och ordning skapas. Dock skall här nämnas att Westmatic i dagsläget är en relativt ren industri där oordning inte är det allvarligt problem. Men med en implementering av 5S hos Westmatic kan en ännu renare arbetsmiljö uppnås.

De 7+1 slöserierna reduceras även i den nya planlösningen och detta kommer vara till fördel för Westmatic. Tidigare har det identifierats vilka av de 7+1 slöserierna som uppstår under sin produktion. De som med störst sannolikhet kunde uppstå samt kunde reduceras på plats var onödiga rörelser. De andra slöserierna som kunde åtgärdas var väntan samt kassation & omarbete. De sistnämnda slöserierna åtgärdades genom att lägga ut plåt- och rörverksamheten på underleverantör. Genom dessa reduceringar av slöserier ska detta ge en mer optimerad produktion för Westmatic.

En annan fördel med planlösning C är att mellanlagret är placerat på den nya verkstadsytan. Detta anses som en fördel just på den aspekten att det reducerar några av de 7+1 slöserierna, exempelvis onödiga transporter. Mellanlagret har flyttats och lagts i den övre byggnaden, där själva produktionen ligger, så reducerar det således onödiga transporter då de anställda slipper gå från en byggnad till en annan för att hämta material. Det anses även vara en reduktion av slöseri i och med att det inte är värdeskapande för den anställde att gå från en byggnad till en annan för att hämta material. När väl behovet av den underliggande komponenten uppkommer så går alltså montören från den befintliga produktionsytan till den nytillkomna arbetsytan, vilket är en betydligare kortare sträcka att röra till än att gå till en annan byggnad. Att använda förmontering har fler positiva aspekter som att kvalitén på produkterna säkras då allt material och alla verktyg som krävs finns tillgängligt. Detta minimerar risken för att montören tar fel verktyg eller material och på så sätt påverkar kvalitén.

6.2.2 Nackdelar

Vidare till nackdelarna som uppstår med den nya, valda, planlösningen är att saker som exempelvis arbetsbord och hyllplan mm. ska få plats i den nya arbetslokalen. Detta går i teorin men kan komma att ta mer plats än tänkt. Det som kan bli en nackdel för denna planlösning är att 5S kan vara svårare att upprätthålla då det kan bli trångt och snävt om allt inte blir som det är tänkt. Det kan även då bli svårare att säkerställa att det blir en bra och strukturerad ordning på vart saker ska ligga i fabriken. En annan nackdel kan vara om plåt- och rörverkstaden läggs ut på en underleverantör så minskar en del av flexibiliteten som Westmatic har idag då de inte längre snabbt kan tillverka en specialdel. Detta anses inte vara ett stort problem då det långsiktiga målet är att alla produkter ska vara färdigutvecklade innan produktionen börjar och således är sannolikheten för att specialtillverkade delar behövs liten.

6.2.3 Reducering av de 7+1 slöserierna

I och med den nya layouten så förbättrades inte bara flödet utan många av de 7+1 slöserierna reducerades även. Nedan följer en beskrivning av hur var och en av slöserierna eventuellt förändrades.

- **Överproduktion**

Överproduktion var inte ett problem innan då Westmatic producerar mot kundorder och på så sätt undviker risken för överproduktion. Däremot ökar risken för överproduktion av någon av de förmonterade delarna som görs mot lager något. Det är viktigt att Westmatic inte producerar mer än de ser att de kommer att använda inom

en överskådligt framtid. Risken med att producera för mycket blir att i värsta fall går det inte att använda det som förmonterats.

- Väntan

Detta har förbättrats genom att lägga ut rör- och plåtverkstaden på en underleverantör. Detta gör att verkstadspersonalen inte behöver vänta på att rör- och plåtdetaljer ska tillverkas utan dessa beställs och finns på plats när tillverkningen av en tvätt börjar. Westmatic behöver även se till att produkterna är färdigkonstruerade innan produktionen börjar. Är den inte det så finns det en stor risk att det blir onödig väntan då verkstadspersonalen inte vet vad de ska göra.

- Lager

Lagerhållningen kommer att öka något då det nu produceras mot lager för att utnyttja den idag outnyttjade produktionskapaciteten. Även här är det viktigt att inte producera mer än vad som anses behövas under den överskådliga framtiden. Risken med att producera för mycket är att Westmatic binder mycket kapital i förmonterade artiklar vilket är en risk.

- Onödiga rörelser (personal eller råvaror)

I den nya layouten är det bra flöde där material behöver transporteras minimalt. Produktionen är centrerad kring verkstadsytan där monteringen av tvättarna sker. Alla verktyg som behövs för att utföra arbetet finns i närheten av den här ytan. Detta så att personalen ska behöva röra sig minimalt för att utföra sitt arbete. Då rör- och plåtverkstaden inte längre finns behöver verkstadspersonalen inte gå dit för att tillverka detaljer vilket sparar mycket onödiga rörelser.

- Kassation & omarbete

Då rör- och plåtarbetet är lagt på en underleverantör så höjs kvalitén på detta arbete. Tidigare fanns det en risk att det gjordes något fel då kunskapen kring detta arbete inte alltid fanns. Med hjälp av underleverantören säkerställs nu kvalitén och risken för kassation och omarbete minskar således.

- Överarbete (ej värdeskapande)

Under intervjuer samt nulägesanalysen som utfördes gavs inga indikationer på överarbete.

- Outnyttjad kreativitet

Då bland annat daglig styrning och 5S har implementerats så ges arbetarna en större möjlighet att reflektera över deras arbete och komma med förbättringsförslag. Detta är en viktig del i dessa principer då de bygger på medarbetarnas delaktighet. Tack vare detta anses den outnyttjade kreativiteten ha minskat.

6.3 Måluppfyllnad av frågeställningen

De olika målen att uppfylla samt söka svar på under arbetets gång har varit:

- Genom att lägga ut tillverkning av smådetaljer på underleverantörer säkerställs en fullgod kvalitet på inkommande material och kapacitet frigörs i produktionen.
- Genom förmontage mot lager av underliggande komponenter som ingår i flera produkter, genom idag utnyttjad produktionskapacitet minskas ledtiderna samt en högre utnyttjandegrad av tillgänglig kapacitet kommer att finnas.
- Genom att skapa arbetsytor till specifika montage där allt material samt alla verktyg och allt underlag som behövs finns tillgängligt, kommer slöseriet med onödiga rörelser, transporter & väntan att minska. Samtidigt höjs kvalitén på utfört arbete då risken för att montören använder fel material elimineras.
- Genom en förbättrad layout och ett bättre flöde kommer större flaskhalsar att elimineras samt utnyttjandet av ytan att höjas. Och tillsammans med övriga förbättringar kommer dessa åtgärder att resultera i en bättre planerad produktion.

För att börja med första frågeställningen så har tillverkningen av plåt- och rördetaljer lagts ut på underleverantör så att det inte behövs någon anställd som går iväg för att tillverka dessa efter behov. Även de 7+1 slöserierna kommer att bli reducerade i och med detta då exempelvis slöseriet om onödiga transporter kommer minska. Om Westmatic väljer att lägga ut plåt- samt rördetaljerna på underleverantör så kommer det inte behövas någon anställd som får gå onödiga sträckor och tillverka några enstaka detaljer samtidigt som det tar tid från tillverkningen av de olika tvättarna.

Den andra frågeställningen som handlar om förmontage mot lager av underliggande komponenter leder till minskade ledtider samt att Westmatic utnyttjandegrad av tillgänglig kapacitet ökar.

Då Westmatic väljer att införa ett förmontage mot lager kommer ledtiderna för tillverkningen av tvättar att minska samt att utnyttjande graden kommer att öka då den tillgängliga kapaciteten kommer bli större eftersom montören passar på att montera fler underliggande detaljer vid samma tillfälle. Detta kommer att frigöra tid vid kritiska moment och det är effektivare att göra flera komponenter vid samma tillfälle då uppstartstiden försvinner.

Att skapa dedikerade arbetsytor till specifika montage där allt material, verktyg samt allt nödvändigt underlag som behövs för montage kommer att reducera slöserier som tidigare fanns. Detta kommer även medföra att kvalitén på arbetet kommer att höjas samt risken för fel som montören kan göra under monteringen kommer att minska.

Med den nya layouten som tagits fram så kommer slöserier som onödiga rörelser och transporter samt väntan att minska. Detta för att valet har gjorts att lägga ut plåt- samt rörverkstaden på underleverantör. Tack vare det så kommer montörerna slippa att få gå ut från produktionen och gå till en annan byggnad för att hämta samt tillverka komponenter. Med detta kommer då slöserierna att elimineras. Effektiviteten kommer även öka då montören har allt som krävs i sin närhet. Införandet av instruktioner gör även att arbetet blir mer standardiserat och kvalitén höjs således.

Sista frågeställningen som handlar om att en förbättrad layout är skapar ett bättre flöde

och då elimineras större flaskhalsar och ytan kommer utnyttjas bättre har denna uppfyllts genom den ändring av layouten som gjort. Ändringen resulterade i ett tydligare flöde där transporter är minimerade och montörerna inte behöver gå långt för att varken hämta material eller verktyg. Detta tillsammans med andra ändringar kommer göra att Westmatic får en bättre planerad produktion.

Största flaskhalsen som identifierats är den flaskhals som uppstår när montören måste gå till rör- och plåtverkstaden för att hämta material. Denna flaskhals har nu eliminerats då rör- och plåtverkstaden har lagts ut på underleverantör. Detta har även bidragit till att Westmatic har fått en bättre planerad produktion.

6.4 Ytterligare möjligheter

För framtiden så finns det även ytterligare möjligheter för Westmatic. De möjligheter och idéer som finns för Westmatic kan då vara exempelvis att fortsätta utveckla skapandet av dedikerade arbetsytor, detta kommer att effektivisera produktionen och tillföra en högre flexibilitet. Då plåt- och rörverkstaden inte längre ligger i Westmatics lokaler har en del ny yta frigjorts, denna yta kommer delvis att användas som mellan- och färdigvarulager men för den yta som inte kommer att utnyttjas finns potentialen att exempelvis utöka produktionen ytterligare.

En annan möjlighet för Westmatic är att flytta på det som i detta arbete ansetts vara fasta installationer. Exempelvis elverkstaden, testlabb och PLC-rum. Om Westmatic skulle välja att flytta elverkstaden till den nedre byggnaden och istället för att lägga ut rör- och plåtverkstaden på underleverantör placera detta där elverkstaden tidigare legat. Att få plats med dessa maskiner och verktyg borde gå men kan bli trångt. Detta skulle däremot lösa problemet med onödigt spring ner till den nedre byggnaden utan att behöva lägga ut något på underleverantör.

7 Slutsats

Sammanfattningsvis har resultatet grundats i olika litteraturer, intervjuer, datainsamling samt observationer för att få en överblick över vad som lämpar sig bäst för Westmatic. De önskemål som ställdes i början var att få en överskådligt och bättre planerad produktion där produktiviteten ökat samt att en högre beläggningsgrad skapats ihop med reduceringar av slöserier.

Implementeringar av olika verktyg och principer har gjorts under arbetets gång. De olika verktygen och principerna har bland annat varit: 5S, De 7+1 slöserierna, DFIP, Toyotas 14 principer för lean, daglig styrning, Förenklad Systematisk Lokalplanering (FSLP) samt instruktioner. Dessa olika industritekniska ideologier och redskap har lagt grunden på de koncept och idéer gruppen tagit fram under arbetsgång för att uppnå en så bra planerad produktion som möjligt.

Detta är ett förslag på ett, teoretiskt sett, bättre upplägg för hur produktionen skall se ut och vad som kan implementeras för att höja produktiviteten och säkra kvalitén. Dock som nämnt innan så har COVID-19 påverkat och till viss del försvårat detta arbete för både gruppen men även för Westmatic. Gruppen valde då att fokusera mer teoretiskt och en del av besluten och antaganden är därav gjorda på egen hand. Det teoretiska i rapporten visar på olika principer. Westmatic kan då ta del av olika delar i arbetet som skulle gynna deras produktion. Delar så som en implementering av 5S, instruktioner och ett system för daglig styrning. Med allt detta tror vi att Westmatics framtid ser väldigt ljus ut och att möjligheterna för fortsatt utveckling av produktionen inte slutar här.

Referenser

- [1] Jerry Banks. *Handbook of simulation principles, Methodology, Advances, Applications, and Practice*. John Wiley & Sons, Inc, 1998.
- [2] Alan Bryman och Emma Bell. *Business Research Methods*. Oxford University Press, 2015. ISBN: 978-0-19-966864-9.
- [3] Gunnar Bäckstrand m. fl. "The impact of information presentation on work environment and product quality: A case study". I: (aug. 2008).
- [4] Ruth Clark m. fl. "Efficiency in Learning: Evidence-Based Guidelines to Manage Cognitive Load". I: *Performance Improvement* 45 (okt. 2006). DOI: 10.1002/pfi.4930450920.
- [5] Shaman Gupta och Pankaj Chandna. "Implementation of 5S in Scientific Equipment Company". I: *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)* (sept. 2019). ISSN: 2277-3878.
- [6] Kire Jacques. *This image shows a typical execution of a daily control board*. Febr. 2013. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Daily_control_board.PNG. (Hämtad: 10.05.2020).
- [7] Jürgen Kletti. *Manufacturing Execution Systems–MES*. Springer Berlin Heidelberg New York, 2007. ISBN: 978-3-540-49743-1.
- [8] Margaret Lecompte och Judith Goetz. "Problems of Reliability and Validity in Ethnographic Research". I: *Review of Educational Research - REV EDUC RES* 52 (mars 1982), s. 31–60. DOI: 10.2307/1170272.
- [9] Dr. Jeffery K. Liker. *The Toyota Way: 14 Management Principles From the Worlds Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill Education, 2004. ISBN: 9780071392310.
- [10] Renato N. Mariz m. fl. *Daily management in construction*. URL: <https://planet-lean.com/daily-management-in-construction>. (Hämtad: 14.05.2020).
- [11] Sandra Mattsson, Dan Li och Åsa Fasth Berglund. "Application of design principles for assembly instructions – evaluation of practitioner use". I: (2018).
- [12] Richard Muther och Lee Hales. *Systematic Layout Planning, Fourth Edition*. Marietta, GA, USA: Management & Industrial Research Publications, 2015.
- [13] Richard Muther och John D Wheeler. *Förenklad systematisk lokalplanläggning*. Lidingö, Sverige: Hägersten : Sveriges rationaliseringsfören., 1977.
- [14] Nationalencyklopedin. *Källkritik*. URL: <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/k%C3%A4llkritik>. (Hämtad: 25.05.2020).
- [15] J. Olhager. *Produktionsekonomi - Principer och Metoder för Utformning, Styrning och Utveckling av Industriell Produktion*. Studentlitteratur, 2017. ISBN: 9789144067667.
- [16] Runa Patel och Bo Davidsson. *Forskningsmetodikens grunder: att planera, genomföra och rapportera en undersökning*. Studentlitteratur, 2003. ISBN: 9789144126050.
- [17] Vipulkumar C. Patel och Dr. Hemant Thakkar. "Review on Implementation of 5S in Various Organization". I: *Performance Improvement* (mars 2014), s. 774–779. ISSN: 2248-9622.
- [18] P. Peterson m. fl. *LEAN Gör Avvikelser till en Framgång!* Part Development AB, 2009. ISBN: 9789163327964.
- [19] Mike Rother och John Shook. *Learning to see, value stream mapping to create value and eliminate Muda*. The lean enterprise institut, 1999.

- [20] A. Singh och I.S. Ahuja. "Evaluating the impact of 5S methodology on manufacturing performance". I: *International Journal of Business Continuity and Risk Management* (jan. 2014). DOI: 10.1504.
- [21] Per Hugo Skärvad och Lars H. Bruzelius. *Integrerad Organisationslära*. svenska. 11. utg. Studentlitteratur AB, 2017. ISBN: 978-91-44-11880-2.
- [22] C. Söderberg, A. Johansson och S. Mattsson. "Development of simple guidelines to improve assembly instructions and operator performance". I: *The sixth Swedish Production Symposium* (2014).
- [23] Peter Vink, Sarah Nichols och Roy Davies. "Participatory ergonomics and comfort". eng. I: *Comfort and design: principles and good practice*. Utg. av Peter Vink. Taylor & Francis, 2004, s. 41–54. ISBN: 0849328306.
- [24] James P. Womack och Daniel T. Jones. *Lean Thinking - Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Free press, 2003. ISBN: 0743249275.

Bilagor

Aktivitet	Beroende	Vecka																				
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22				
Uppstartsmöte - A1																						
Analys av nuläget - B1	A1																					
Datainsamling - B2	A1																					
Presentation av analysresultatet - B3	B1 & B2																					
Skapandet av alternativa layouter - C1	B3																					
Värdering av alternativa layouter - C2	C1																					
Detaljutformning av vald layout - C3	C2																					
Implementering av 5S - D1	B1, B2 & C2																					
Presentation av layoutförslag - E1	C3 & D1																					
Rapportskrivning																						

Bilaga 1: Överskådligt Gantt-schema

Intervjuer Westmatic

1. Upplever du att du stressar när du jobbar?

Markera endast en oval.

☐ Ja

☐ Nej

2. Om ja, på vilket sätt känner du dig stressad?

3. Upplever du att det finns många onödiga rörelser (hämta verktyg & material mm.)

Markera endast en oval.

☐ Ja

☐ Nej

4. Om ja, på vilket sätt?

5. Vad hade du förändrat i produktionen idag?

6. Anser du att det är bra ordning/städat på arbetsplatsen?

Markera endast en oval.

- ☐ Ja
- ☐ Nej
-

Bilaga 3: Intervjuformulär del 2

RELATIONSHIP CHART

Plant (Company) Westmatic

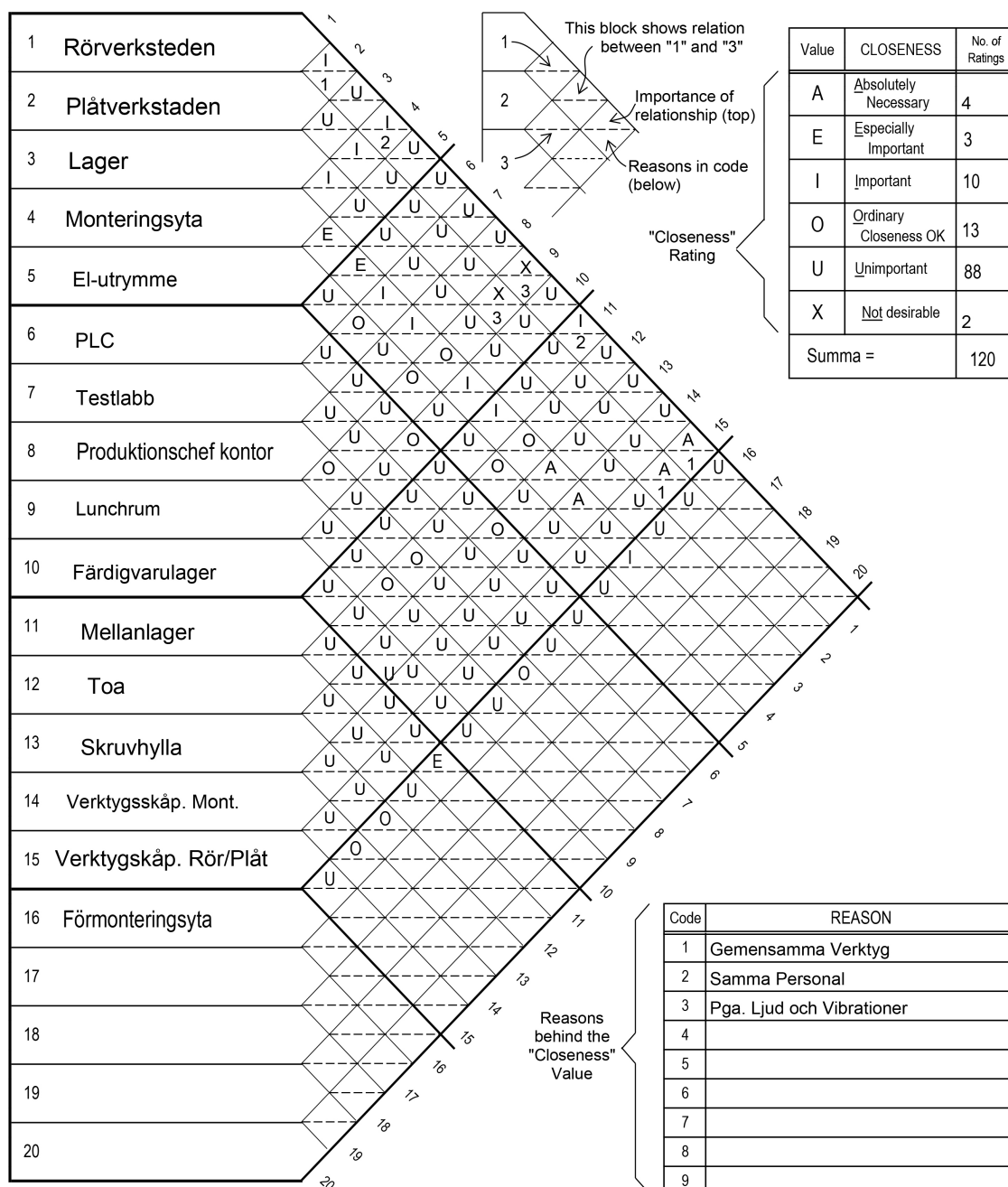
Project IMSX20

Charted by Holger Johansson & Jacob Lövestedt With

Date 20/02-2020

Sheet of

Reference



UTRYMMESKRAV OCH SERVICEBEHOV

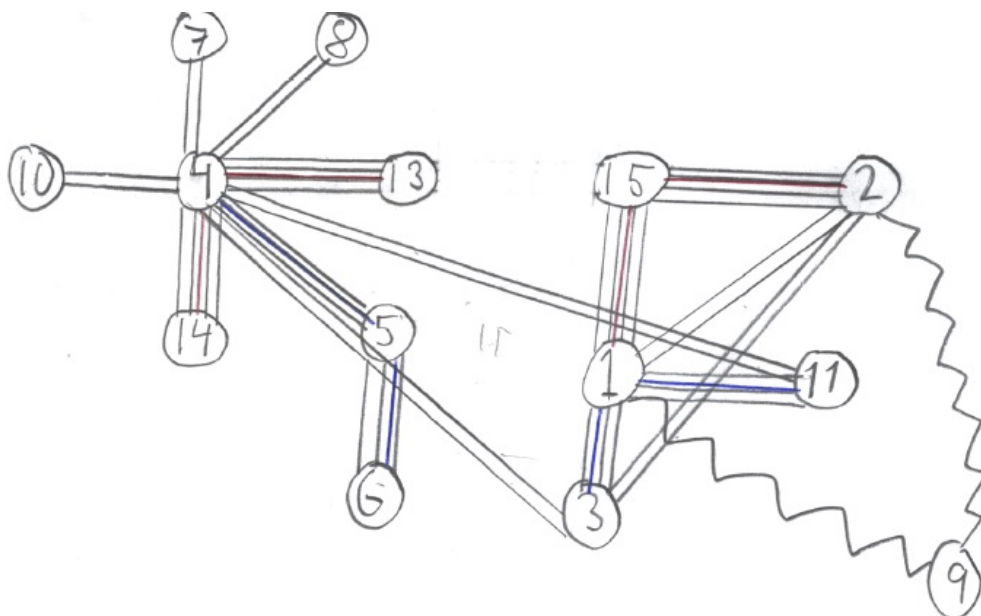
Projekt		Datum	Nr											
		Utfärdare												
Funktion		Yta totalt 1060 m ²	Fri takhöjd	Max. takbelastning ton	Max. golvbelastning ton/m ²	Minsta pelaravstånd m	Vatten och avlopp	Ånga	Tryckluft	Fundament och gropar	Brand- och explosionsskydd	Special ventilation	Special el-fördelning	Relativa vikt av behov:
Nr	Beskrivning	m ²	m	ton	ton/m ²	m								A = Absolut nödvändigt E = Extra inflytelserikt I = Inflytelserikt O = Ordinärt behov - = Ej erforderligt
1	Rörverkstad	75												
2	Plåtverkstad	75												
3	Lager	200												
4	Monteringsyta	400												
5	El-utrymme	30												
6	PLC	19												
7	Testlab	35												
8	Anders kontor	9												
9	Lunchrum	57												
10	Färdigvarulager	100												
11	Mellanlager	50												
12	Toa	2												
13	Skrubhylla	4												
14	Verktygsskåp Mont.	2												
15	Verktygsskåp Plåt/rör	2												
16														
17														
18														
19														
20														
Anm.														

RICHARD MUTHÉ & ASSOC. — ACTIVITIES AREA & FEATURES SHEET — RMAS 150

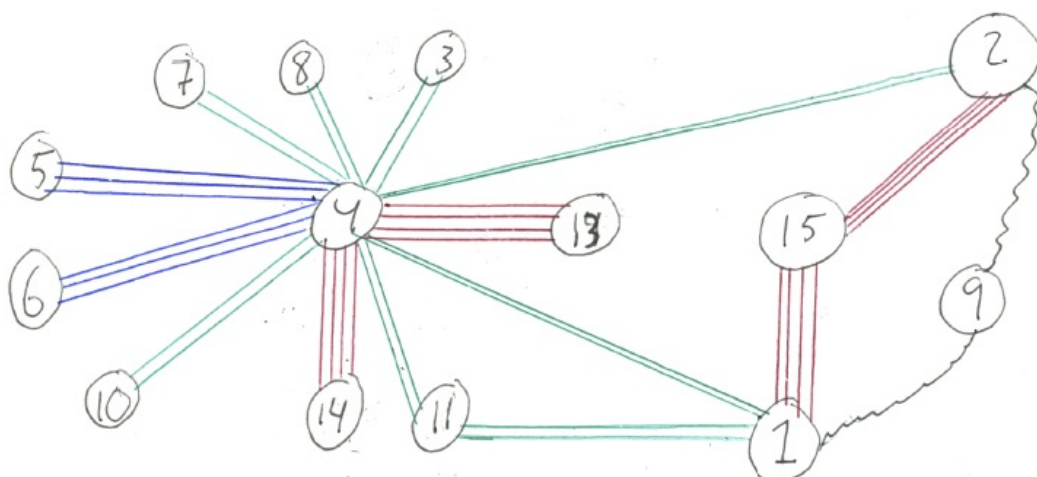
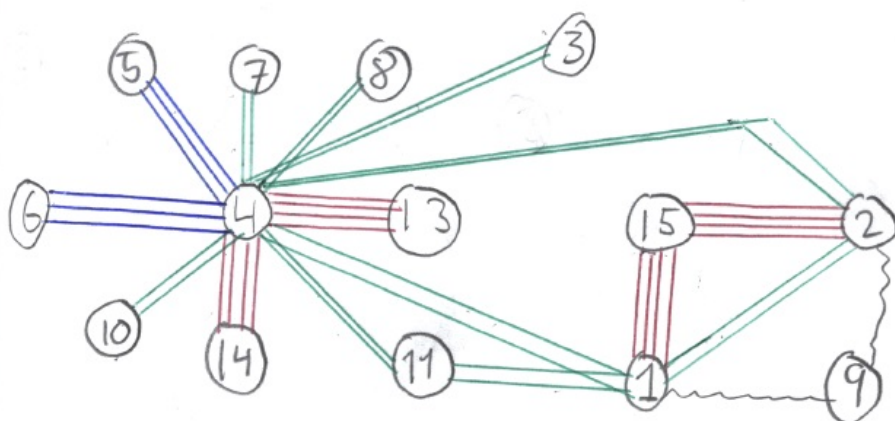
SVERIGES RATIONALISERINGSFÖRBUND

CHALMERS TEKNISKA
HÖGSKOLAS BIBLIOTEK

Bilaga 5: Utrymmeskrav och servicebehov



A = |
 E = |
 I = |
 O = |
 U =
 X =



Bilaga 6: Sambandsdiagram

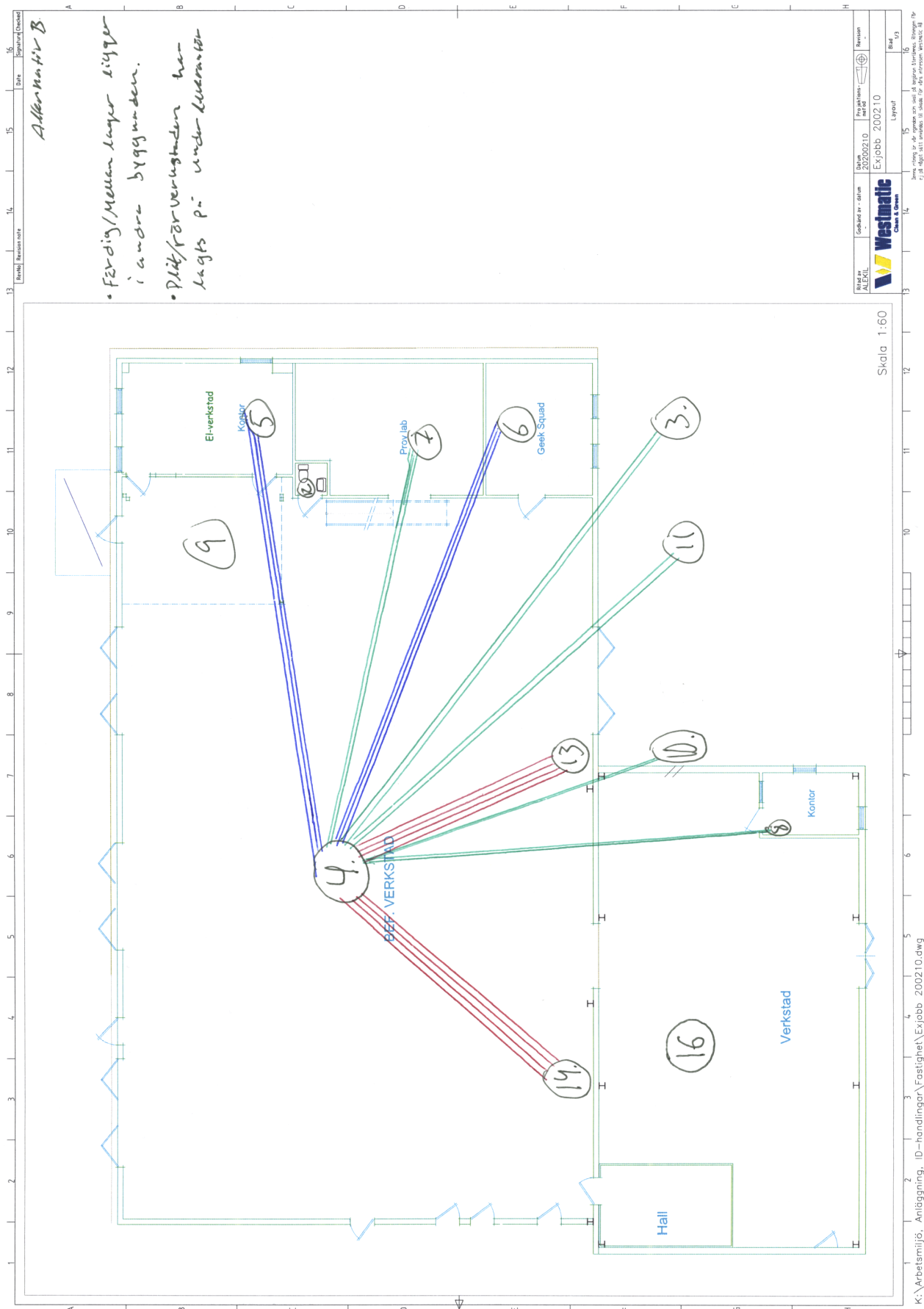
VÄRDERINGSSCHEMA

5 ele. tab.
Radsteig 1

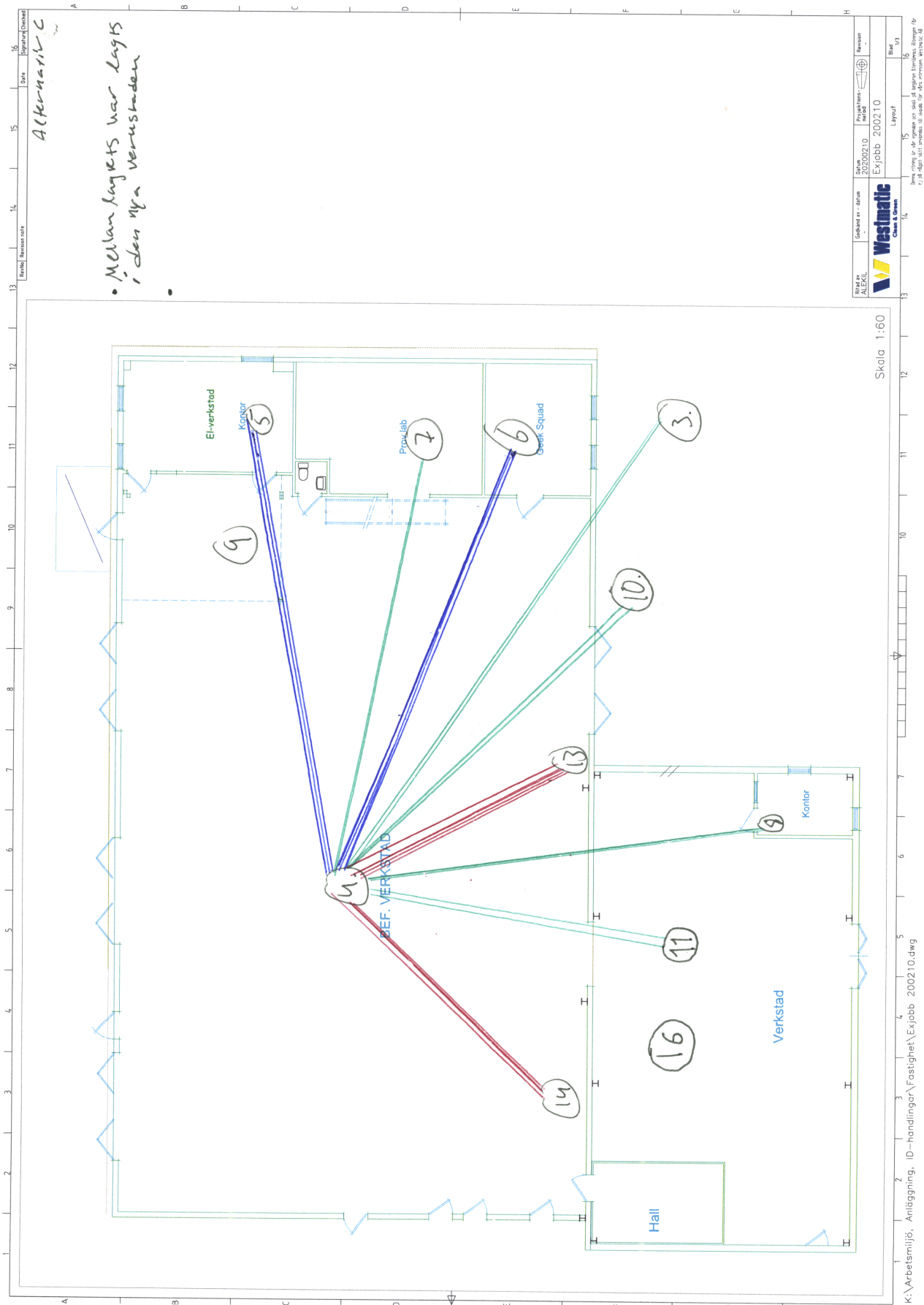
Projekt Westmatic AB		Datum 2010-03-01		Nr 1				
Värdering		Faktorvägning						
Värdering		Beräkning						
Alternativ		Värderingsskala						
A Plåt- och rörverkstad i nedre byggnad, färdigvaru i övre		A = Absolut perfekt = 4						
B Plåt- och rörverkstad hos underleverantör, färdigvaru i nedre		E = Effektiv lösning = 3						
C Plåt- och rörverkstad hos underlev. för mot. och mellanlag. övre		I = Intressant lösning = 2						
D		O = Ordinär lösning = 1						
E		U = Utan betydelse = 0						
E		X = Ej önskvärd = -						
Värderingsfaktor	Vikt	Värdering/poäng					Anm.	
		A	B	C	D	E		
1 Minskad arbetsbelastning	9	0	9	E	27	E	27	
2 Minskad onödig rörelse	6	0	6	E	18	A	24	
3 Materialhantering	5	0	5	0	5	0	5	
4 Flexibilitet & expansionsmöjlighet	5	0	5	1	10	1	10	
5 Utnyttjande av utrymme	10	0	10	E	30	I	20	
6 Lättvet att sköta	4	0	4	1	8	1	8	
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
Summa		39	98	94				
Anm.								

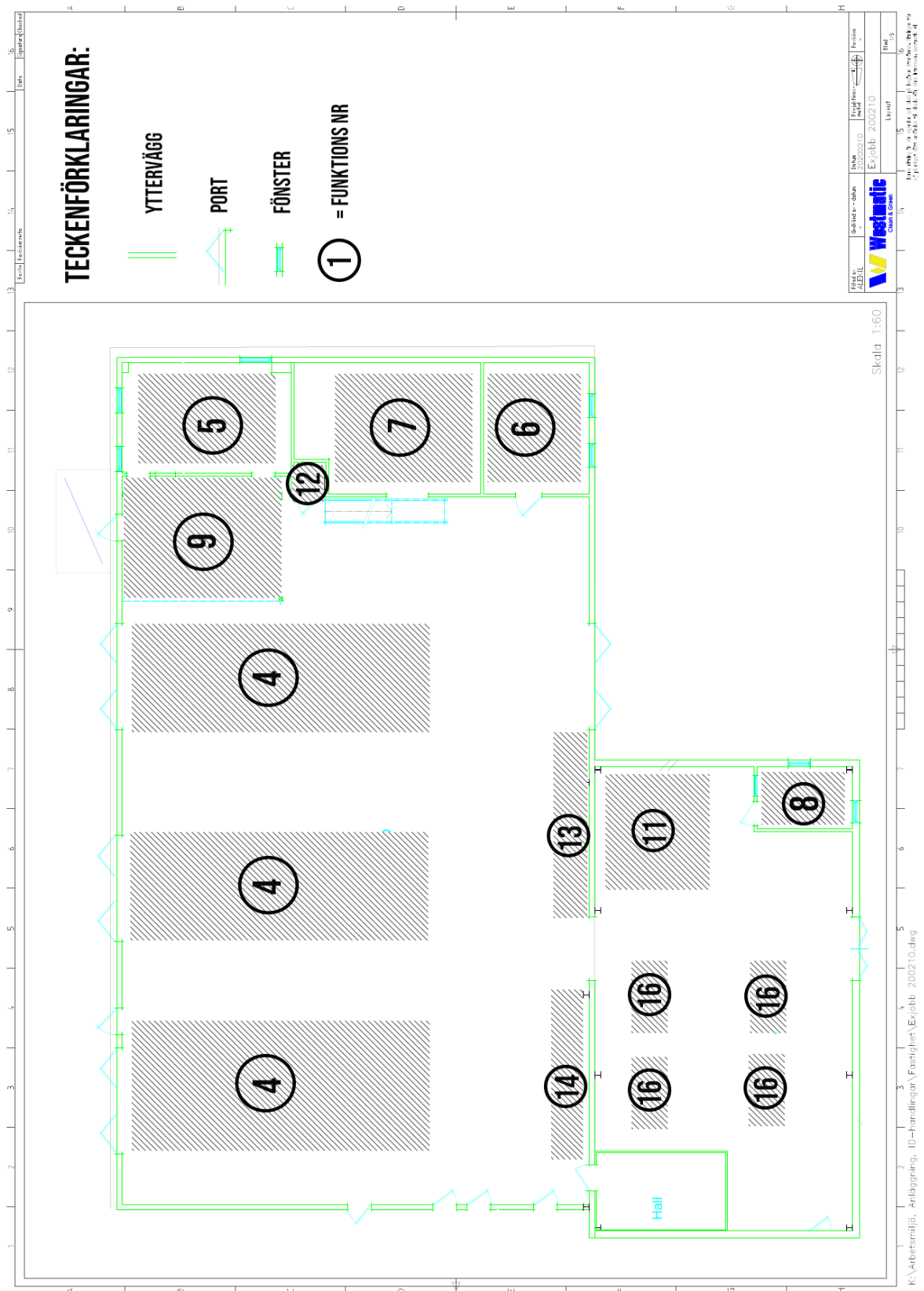
SVENSKES RATIONALISERINGSFÖRBUND

CHALMERS METHOD A 48000 - EVALUATING ALTERNATIVES - RMAS 171 CHALMERS TEKNISKA



Bilaga 9: Planlösning B





Bilaga 12: Detaljutformning av planlösning C



Bilaga 13: Exempel på upphängning av vektygstavla

INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI OCH
MATERIALVETENSKAP
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2020
www.chalmers.se



CHALMERS