

CODEN:LUTMDN/(TMMV-5254)/1-99/2012

LUTMDN/TMIO-12/5462



LUNDS UNIVERSITET
Lunds Tekniska Högskola

Ledtidreduktion genom standardisering

Amin Malalla

Institutionen för Teknisk ekonomi och logistik, Lunds Tekniska Högskola

Viktor Ståhl

Institutionen för Maskinteknologi, Lunds Tekniska Högskola

Handledare:

Peter Johansson, ABB Swedewater

Bertil I Nilsson, Lunds Tekniska Högskola

Jan-Eric Ståhl, Lunds Tekniska Högskola

2012

Power and productivity
for a better world™



Förord

Detta examensarbete har genomförts i samarbete med ABB Swedewater i Landskrona. Arbetet behandlar ledtidreduktion i fabriken. Arbetet är en del av civilingenjörsutbildningen vid Lunds Tekniska Högskola och omfattar 20 veckors arbete. Innehållet är främst inriktat mot produktion.

Vi vill tacka vår handledare på Swedewater, Peter Johansson som varit ett stort stöd genom hela examensarbetet. Vi vill även tacka våra handledare vid universitetet, Bertil Nilsson och Jan-Eric Ståhl för god vägledning.

I arbetet har tre fabriker besökts. Vi vill tacka ABB Components i Ludvika, ABB Motors i Västerås och Sandvik i Svedala för det goda bemötandet och möjligheten till inblick i produktionen.

Avslutningsvis vill vi tacka all personal på ABB Swedewater för all hjälp och det goda bemötandet.

Landskrona 2012

Amin Malalla och Viktor Ståhl

Abstract

- Title:** Lead-time reduction by standardisation
- Authors:** Amin Malalla, Viktor Ståhl
- Supervisors:** Peter Johansson, Production engineer ABB. Swedewater. Bertil I Nilsson, Adjunct Assistant professor, Department of Industrial Management and Logistics, Faculty of Engineering Lund University. Jan-Eric Ståhl, Professor, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering Lund University.
- Background:** Swedewater has had an increase of orders and want to investigate the possibilities of lead time reduction whit sustained profit margin.
- Research questions:** Which possibilities does ABB Swedewater have to reduce the lead-time for their product ACS1000 and which changes should be done to accomplish this reduction.
- Deliverables:** The project analyses ABB Swedewaters organization with a greater focus on the production. The project will present suggestions on improvements, which give the possibility for lead-time reduction.
- Method:** Information has been gathered through interviews with employees, literature reviews in the area of production, quantitative data from ABB Swedewater, benchmarking and through research done in the production.
- Delimitations:** The project is delimited to standard production and the product ACS1000 where capacity is not considered.
- Conclusions:** The project shows how ABB Swedewater can standardize their work pattern for the product ACS1000, this by pre assembly parallel to montage at mechanical montage. The split will create steps in which modules can be constructed. Moore detailed feedback will be possible by linking disturbance in the specific step. Suggestions are made to create stationary workstation with less tools and clear instructions for assembly to manage an increase in orders.
- Keywords:** Production, Lead time, Standardization, Lean Production, Optimization

Sammanfattning

Titel:	Ledtidsreduktion genom standardisering
Författare:	Amin Malalla, Viktor Ståhl
Handledare:	Peter Johansson, Produktionstekniker ABB Swedewater. Bertil I Nilsson, Adjungerad universitetslektor vid Institutionen för Teknisk ekonomi och logistik, Lunds tekniska högskola, Jan-Eric Ståhl, Professor vid Industriell produktion, Lunds tekniska högskola.
Bakgrund:	Swedewater har fått en ökat ordergång och vill undersöka möjligheterna till reducerade ledtider med bibehållen vinstmarginal.
Frågeställning:	Vilka möjligheter har Swedewater att reducera ledtiden för produkten ACS1000 och vilka förändringar bör göras för att uppnå förkortad ledtid.
Innehåll:	Arbetet analyserar Swedewaters organisation och mer ingående analyseras produktionen där förbättringsförslag presenteras för möjlighet till kortare ledtid.
Metod:	Information har samlats in genom samtal med anställda, litteratursökning inom området produktion, kvantitativ data från företaget, benchmarking och genom undersökningar gjorda i produktionen.
Avgränsningar:	Arbetet avgränsats mot standardproduktionen och produkten ACS1000 där hänsyn till kapacitet ej tas.
Resultat:	Arbetet visar hur ABB Swedewater kan standardisera arbetssättet för produkten ACS1000 genom förmontering parallellt med slutmontering vid mekanisk montering. Uppdelningen innebär ett antal moment där moduler monteras. Dessa moment kan följas och specifika avvikelser kan då rapporteras för korrekt uppföljning av moment. Förslag ges på mer stationära arbetsstationer med färre verktyg samt tydliga monteringsanvisningar för att anpassa produktionen för ökad ordergång.
Nyckelord:	Produktion, Ledtid, Standardisering, Lean Production, Optimering

ORDLISTA

Ledtid

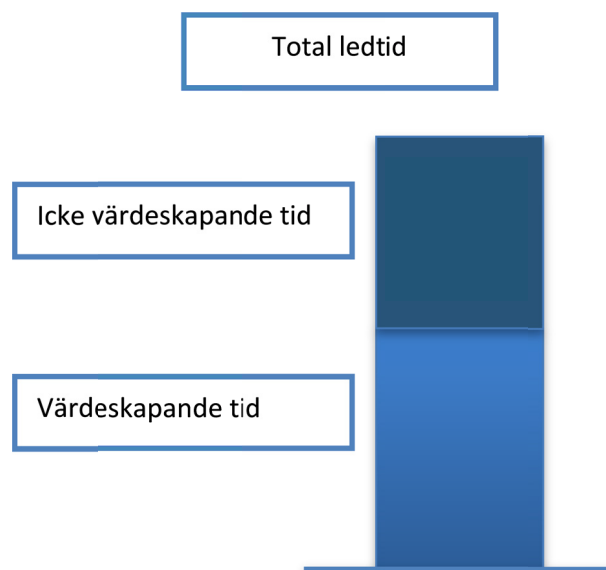
Ledtid är den tid från att en process startat till att den fullbordat sitt syfte.

Värdeskapande tid

Värdeskapande tid är tiden som läggs på att förädla en produkt.

Icke värdeskapande tid

Icke värdeskapande tid är tiden som ej används av till att förädla en produkt. Exempel på detta är: hämta material, läsa ritning och göra om något som blivit fel.



Illustrering av värdeskapande och icke värdeskapande tid

Avvikelse

En avvikelse innebär att något avviker från det normala, det vill säga att en artikel inte är hel eller att något fel har gjorts.

Design för senareläggning:

Design för senareläggning innebär att man skapar en flexibel produkt, där en grundversion modifieras för att passa kundbehovet.

Best Practice

Benämning för bäst i klassen. Används vid jämförelse med andra företag där just jämförelse görs mot de som presterar bäst inom området.

ERP LN

ABB Swedewaters affärssystem.

Innehållsförteckning

FÖRORD	I
ABSTRACT	II
SAMMANFATTNING	III
ORDLISTA	IV
1 INLEDNING	1
1.1 FÖRETAGSBESKRIVNING ABB SWEDEWATER	1
1.2 BAKGRUND	2
1.3 PROBLEMFÖRMULERING	2
1.4 SYFTE	2
1.5 AVGRÄNSNINGAR	3
1.6 RESULTAT	3
1.7 RAPPORTENS UPPLÄGG	3
1.8 FÖRFATTARNAS BIDRAG	4
1.9 MÅLGRUPP	5
2 METOD	7
2.1 VETENSKAPSTEORETISKA GRUNDER	7
2.1.1 RATIONALISM	7
2.1.2 EMPIRISM	7
2.1.3 HOLISM	7
2.1.4 ATOMISM	7
2.1.5 FÖRFATTARNAS VETENSKAPSTEORETISKA GRUNDER	8
2.2 VETENSKAPLIGA METODER	8
2.2.1 KARTLÄGGNING	8
2.2.2 FALLSTUDIE	9
2.2.3 EXPERIMENT	9
2.2.4 AKTIONSFORSKNING	9
2.2.5 VETENSKAPSMETODIK I ARBETET	10
2.3 VALIDITET OCH SÄKERSTÄLLNING AV INFORMATION	11

2.3.1 RELIABILITET	11
2.3.2 TRIANGULERING	11
2.3.3 VALIDITET	11
2.3.4 INDUKTION OCH DEDUKTION	11
2.3.4.1 INDUKTION	11
2.3.4.2 DEDUKTION	11
2.3.5 VALIDERING OCH SÄKERSTÄLLNING AV INFORMATION I PROJEKTET	12
2.4 KÄLLKRITIK	12
2.4.1 REALKRITIK	12
2.4.2 BEROENDEKRITERIER	12
2.4.3 YTTRE KRITIK	12
2.4.4 KÄLLKRITIK I ARBETET	12
3 TEORI	13
3.1 OLIKA FÖRETAGSFORMER	13
3.2 RAMVERK FÖR ATT LÄNKA FÖRETAGSMÅL MED PRODUKTIONSSTRATEGIER	14
3.3 FOKUSERAD PRODUKTION	15
3.4 INLÄRNINGSKURVA	17
3.5 "TRIPPLE A SUPPLY CHAIN"	18
3.5.1 UPPBYGGNAD AV "TRIPPLE A SUPPLY CHAIN"	18
3.6 SUPPLIER-PARTNERING HEIRARCHY – LEVERANTÖRS-PARTNERSKAPSHIERARKI	20
3.7 KUND- OCH LEVERANTÖRSBEROENDE	21
3.8 DÄMPNING AV LEVERANSSYSTEM	22
3.9 MODULARISERING	23
3.10 UTVECKLINGSTRIANGELN	24
3.11 AGILE MANUFACTURING	25
3.12 LEAN PRODUCTION	25
3.12.1 ELIMINERA SLÖSERI	25
3.13 JIT (JUST-IN-TIME)	26
3.14 TAKT	26
3.15 KONTINUERLIGT FLÖDE	27
3.16 DRAGANDE OCH TRYCKANDE SYSTEM	27
3.17 UTJÄMNING – HEIJUNKA	28
3.18 STANDARDISERING	28
3.19 LEAN PRODUCTION-METODER	29
3.20 SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE	31
3.21 KAIZEN	32

3.22 DESIGN FOR MANUFACTURING AND ASSEMBLY	33
3.23 KANBAN	35
3.24 SIX SIGMA	35
3.25 PRODUKTIONSLAYOUTER	36
3.25.1 PRODUKTORIENTERAD LAYOUT	36
3.25.2 FUNKTIONELLT ORIENTERAD LAYOUT	36
3.25.3 FLÖDESORIENTERAD LAYOUT	36
3.26 PRODUKTIONSTYPER	36
3.26.1 PROJEKTILLVERKNING	36
3.26.2 FÅSTYCKSTILLVERKNING	36
3.26.3 BATCHILLVERKNING	37
3.26.4 MASSTILLVERKNING	37
3.26.5 KONTINUERLIG MASSTILLVERKNING	37
3.27 JOHNSONS ALGORITM	37
4 NULÄGESBESKRIVNING - ÖVERGRIPANDE	39
<hr/>	
4.1 ALLMÄNT	39
4.2 PRODUKTEN ACS1000	40
4.3 KUND	41
4.4 MARKNAD	42
4.5 INKÖP	42
4.5.1 OPERATIVT INKÖP	42
4.5.2 STRATEGISKT INKÖP	43
4.6 KONSTRUKTION	43
4.7 PLANERING	44
4.8 PRODUKTION	44
4.8.1 MASKINPARK	45
4.8.2 SVETS	45
4.8.4 LAGER	45
4.8.5 MATERIALFÖRSÖRJNING	46
4.8.6 MEKANISK MONTERING	48
4.8.7 ELEKTRISK INKOPPLING	51
4.8.8 PROVNING OCH PACKNING	51
5 NULÄGESBESKRIVNING - FALLSTUDIE/EXPERIMENT	53
<hr/>	
5.1 EXPERIMENT	53
5.1.1 SYFTE	53

5.1.3 METOD	53
5.1.4 RESULTAT OCH DISKUSSION	53
5.2 FALLSTUDIE MONTERINGSTID	54
5.2.1 SYFTE	54
5.2.2 METOD	54
5.2.3 RESULTAT	54
<u>6 NULÄGESBESKRIVNING - STÖRNINGAR I PRODUKTION</u>	<u>57</u>
6.1 STÖRNINGAR I ARBETSROUTIN	57
6.2 STÖRNINGAR OCH ICKE VÄRDESKAPANDE AKTIVITETER FRÅN ARBETSSTRUKTUR I PRODUKTION	62
<u>7 NULÄGESANALYS</u>	<u>63</u>
7.1 ALLMÄNT	63
7.2 MARKNAD	64
7.3 INKÖP	64
7.4 KONSTRUKTION	65
7.5 PLANERING	65
7.6 PRODUKTION	65
7.6.1 MASKINPARK OCH SVETS	65
7.6.2 LAGER	66
7.6.3 MATERIALFÖRSÖRJNING	66
7.6.4 MEKANISK MONTERING	67
7.6.5 PROVNING OCH PACKNING	70
<u>8 BENCHMARKING</u>	<u>71</u>
8.1 SYFTE	71
8.2 METOD	71
8.3 SAMMANFATTNING	71
8.4 ABB COMPONENTS, LUDVIKA	72
8.4.1 PRODUKTIONSLAYOUT	72
8.4.2 MONTERINGSANVISNINGAR	73
8.4.3 MATERIALFÖRSÖRJNING	73
8.4.4 MODULARISERING OCH DFMA (DESIGN FOR MANUFACTURING AND ASSEMBLY)	73
8.4.5 FÖRBÄTTRINGSARBETE OCH KVALITETSSÄKRING	73
8.5 ABB LV MOTORS, VÄSTERÅS	74
8.5.1 PRODUKTIONSLAYOUT	74

8.5.2 MONTERINGSANVISNINGAR	74
8.5.3 MATERIALFÖRSÖRJNING	74
8.5.4 MODULARISERING OCH DFMA (DESIGN FOR MANUFACTURING AND ASSEMBLY)	75
8.5.5 FÖRBÄTTRINGSARBETE OCH KVALITETSSÄKRING	75
8.6 SANDVIK MINING AND CONSTRUCTION, SVEDALA	75
8.6.1 PRODUKTIONS LAYOUT	76
8.6.2 MONTERINGSRITNINGAR	76
8.6.3 MATERIALFÖRSÖRJNING	76
8.6.4 MODULARISERING OCH DFMA (DESIGN FOR MANUFACTURING AND ASSEMBLY)	76
8.6.5 FÖRBÄTTRINGSARBETE OCH KVALITETSSÄKRING	76
9 RESULTAT OCH FÖRBÄTTRINGSFÖRSLAG	77
9.1 VÄRDEKEDJA	77
9.1.1 PROGNOTISERING	77
9.1.2 KVALITET	77
9.2 STANDARDISERAD PRODUKTION	78
9.2.1 ARBETSPLATSEN	78
9.2.2 ARBETSSÄTT	80
9.2.3 MATERIALFÖRSÖRJNING	82
9.2.4 DESIGN FOR MANUFACTURING AND ASSEMBLY	83
9.2.5 KAIZEN	83
9.3 PRIORITERINGSORDNING	84
10. REFLEKTIONER	85
10.1 FÖRSLAG PÅ VIDARE ARBETE	85
10.2 FÖRFATTARNAS REFLEKTIONER	85
KÄLLFÖRTECKNING	87
BILAGA A: MONTERINGSPROGRAM	89

1 Inledning

Inledningen avser att ge läsaren en första inblick i arbetet. Kapitlet ger en översiktlig beskrivning av företaget samt problematiken de står inför. Arbetets syfte och avgränsningar samt rapportens upplägg presenteras.

1.1 Företagsbeskrivning ABB Swedewater

ABB Swedewater (i fortsättningen kallat Swedewater) ser sig världsledande inom produkter för renvattenkylning. Företaget grundades 1980 i Landskrona, och ingår sedan 1983 i ABB Group inom divisionen Power Products.

Swedewater är indelat i tre segment; Power Transmission, Industry och After Sales. Inom Power Transmission ingår produkter för kylning av tyristorventiler samt HVDC- och SVC-anläggningar. Industry omfattar kylning av frekvensomvandlare, motorer och generatorer till bland annat vindkraft och kärnkraft. I segmentet After Sales ingår installation av produkterna på plats hos kund. Swedewater tillhandahåller också underhåll av produkterna och reservdelar till dessa. Företaget levererar omkring 800 produkter per år, varav 95 % av order mängden går på export.

Swedewater är uppdelat i olika funktioner:

- Marknad
- Inköp
- Konstruktion
- Produktion
 - Maskinpark
 - Svetsning och betning
 - Lager
 - Mekanisk montering
 - Elektrisk inkoppling
 - Provning och packning
- Eftermarknad

Företaget producerar två olika kategorier av produkter, vilka benämns Projekt och Standard.

- **Projektprodukter** är unika produkter som produceras i ett eller några få exemplar.
- **Standardprodukter** är produkter som är återkommande och produceras kontinuerligt. I dagsläget finns sju olika produkter i kategorin Standard.

De olika kategorierna hanteras åtskilt genom hela verksamheten från beställning till leverans.

Swedewaters målsättning är att vara marknadsledande inom system för renvattenkylning. Swedewater driver utvecklingen av kylning för säker elkraft som levererar värde till samhället.

ABB Group's vision är kopplad till Swedewater:

*"As one of the world's leading engineering companies, we help our customers to use electrical power efficiently, to increase industrial productivity and to lower environmental impact in a sustainable way. Power and productivity for a better world."*¹

1.2 Bakgrund

Swedewater har under de senaste åren kraftigt ökat omsättningen och expanderat verksamheten. Swedewaters mål är att i fortsättningen öka omsättningen med bibehållen vinstmarginal. För att realisera detta bör målet understödjas av ökad konkurrenskraft. Mer konkret så måste verksamheten bland annat öka produktiviteten, det vill säga att öka produktionen med befintliga resurser och utarbeta effektivare processer för att uppnå målet. Minskade ledtider i produktion är nödvändiga för att kunna hantera en högre beläggning och kortare leveranstider. Detta ska uppnås genom produktivitetshöjande åtgärder i produktionen, och en förbättrat koppling till designprocessen där tydlig fokus ligger på förbättrad producerbarhet och kortare ledtider.

1.3 Problemformulering

Den ökade efterfrågan för Swedewaters produkter samt den hårda konkurrens som råder på marknaden driver priset neråt. Swedewater har avsikten att sänka ledtiderna för att skapa möjlighet till volymökning med bibehållen vinstmarginal. Swedewater har historiskt sett arbetat med projektbaserade lösningar inom kylsektorn med avjoniserat vatten, där kundanpassning och hög kvalitet varit ledord inom verksamheten. Detta har lett till en missanpassad standardproduktion som är uppbyggd likt den projektbaserade produktionen.

Swedewater har den senaste tiden fått en ökat orderingång av standardprodukter, däribland ACS1000. Trots att standardprodukterna är återkommande finns ingen standardiserad process för produktionen av standardprodukterna. Det finns en uttalad ledtid i produktionen avseende standardprodukterna. Denna är dock inte metodiskt uppmätt, vilket leder till oklarheter kring vad som är värdeskapande och icke värdeskapande tid i produktionen. Detta begränsar i sin tur möjligheter till förbättringsarbete.

1.4 Syfte

Arbetets syfte är att förstå Swedewaters möjligheter genom återkoppling till den kunskap som är förmedlad av universitetet. Arbetet avser att hitta förbättringspunkter i organisat-

¹ ABB. ABB – About ABB – The ABB Group - Strategy – Mission and vision. 2012
<http://www.abb.com/cawp/abbzh252/5f47d0088b5396dec125702a004c96b0.aspx/>

ionen med utgångspunkt i produktionen, där ledtiden delas in i värdeskapande och icke värdeskapande tid.

Syftet är att Swedewater och andra producerande företag ska kunna använda arbetet som underlag för framtida förbättringsarbete och standardisering. Arbetet ska förhoppningsvis kunna ge bidrag till akademien.

1.5 Avgränsningar

Arbetet avgränsas till främst standardproduktionen och standardprodukten ACS1000 där ingående mätningar och analyser görs. Detta innebär att fabriken kapacitet för olika produkter och dess påverkan på ledtiden ej iakttas. Maskinpark, svets och betning arbetar mot lager varför analys av produktionsflödet för ACS1000 görs från lagret till packning.

Övergripande kapaciteten i produktionen studeras ej då det skulle innebära analys av alla produkter som produceras.

På grund av omfattningen och författarnas kunskap studeras produktionens påverkan på ledtiden mer ingående än andra funktioner i företaget.

Ingen verklig implementering görs av författarna.

1.6 Resultat

Arbetet presenterar ledtiderna för en order genom företaget, både övergripande samt på detaljnivå inom produktionen för produkten ACS1000. Utifrån arbetets resultat presenteras ett standardiserat arbetssätt av produktionen. Arbetet visar att genom förbättringsåtgärderna kan Swedewater nästan halvera ledtiden i den mekaniska monteringen. Resultatet ska kunna implementeras av organisationen och ge möjligheter till kortade ledtider.

1.7 Rapportens upplägg

Rapporten är uppdelad i tio olika kapitel där varje kapitel beskriver en specifik del av arbetet. Rapporten i sin helhet skapar ett underlag för givna slutsatser.

Metod

Kapitlet beskriver valda metoder och arbetssätt som används i arbetet. Kapitlet kan läsas överskådligt förutom avsnitt 2.2.5 Vetenskapsmetodik i arbetet som bör läsas och är av yttersta relevans. Metodbeskrivningen är uppdelad i tre kategorier och grundar sig hur frågeställningen angripits. Författarnas ontologiska uppfattning och teoretiska bakgrund diskuteras. Teoretisk framtagna metoder presenteras för att visa arbetets metodiska utgångspunkt. Arbetets validitet beskrivs och grund ges för bedömning och säkerställande av information.

Teori

Teorikapitlet redovisar teori från litteraturstudien. Kapitlet avser att ge läsaren en god grund för vidare förståelse av arbetet. Litteraturen är vald från kurser på Lunds Tekniska

Högskola samt annat utbildningsmaterial. Vissa avsnitt är till för att ge läsaren en förståelse och vissa avsnitt är direkt kopplade till analysen.

Nulägesbeskrivning, övergripande

Kapitel 4 ger en övergripande bild av Swedewaters verksamhet samt en djupdykning i delar av produktionen. Kapitlet ligger till grund för vidare analys och slutsatser.

Nulägesbeskrivning, Fallstudie/Experiment

Kapitlet är en djupdykning i den mekaniska monteringen där specifik data har samlats in genom ett experiment och en fallstudie. Materialet kommer sedan analyseras i senare kapitel och ligga till grund för vidare slutsatser.

Nulägesbeskrivning, Störningar i produktion

Avsnittet har avsikten att visa fördelningen av störningar kring standardproduktionen. Diagrammen presenterar störningar som rapporterats på tavlan för den dagliga styrningen. Fördelningen kommer i senare kapitel analyseras för att lokalisera grundorsakerna till uppkomsten av störningarna. Kvalitativ data kommer även presenteras i form av observationer av produktionen och intervjuer med personal.

Nulägesanalys

Nulägesanalysen är indelad i tre kapitel och angriper ledtiden genom en övergripande beskrivning och mer ingående kring värdeskapande och icke värdeskapande aktiviteter.

Benchmarking

Benchmarkingen behandlar besökta produktionsanläggningar och beskriver deras arbete med de frågor som behandlas på Swedewater inom ramen för arbetet. Kapitlet presenterar ABB Components i Ludvika, ABB LV Motors i Västerås och Sandvik Mining and Construction i Svedala.

Resultat och förbättringsförslag

Kapitlet presenterar resultatet från analysen kopplat till det förbättringsförslag som föreslås i syfte att uppnå ledtidsreduktion.

Reflektioner

I detta kapitel ger författarna förslag på fortsatt arbete och vad Swedewater bör fokusera på efter att detta examensarbete är avslutat. Kapitlet innehåller även författarnas egna tankar och reflektioner över arbetet.

1.8 Författarnas bidrag

Amin Malalla

Amin har bakgrund från civilingenjörsprogrammet i elektroteknik med inriktningen entreprenörskap och produktionsekonomi.

Viktor Ståhl

Viktor har bakgrund från civilingenjörsprogrammet i maskinteknik med inriktningen produktion.

Det finns bidrag från bägge författarna genom hela arbetet där Viktors spetskompetens främst riktat sig mot produktionsteknik och Amins mot värdekedjan.

1.9 Målgrupp

Författarnas mål med arbetet är att det lätt ska kunna användas och förstås av Swedewater. Målgruppen ska ha någon form av förståelse för hur producerande företag fungerar för att med hjälp av teorikapitlet ha möjlighet till att ta till sig arbetets innehåll.

2 Metod

Kapitlet beskriver valda metoder och arbetsätt som används i arbetet. Kapitlet kan läsas överskådligt förutom avsnitt 2.2.5 som bör läsas och är av yttersta relevans. Metodbeskrivningen är uppdelad i tre kategorier och grundar sig i hur frågeställningen angripits. Författarnas ontologiska (världsbild) uppfattning och teoretiska bakgrund diskuteras. Teoretisk framtagna metoder presenteras för att visa arbetets metodiska utgångspunkt. Arbetets validitet beskrivs och grund ges för bedömning och säkerställande av information.

2.1 Vetenskapsteoretiska grunder

Vetenskapsteoretiska kategorier presenterar olika synsätt och visar utgångspunkten som författaren anser vedertaget. Författarens ontologiska och epistemologiska (kunskapsteori) bakgrund vinklar arbetet varför det är av stor vikt att dessa beskrivs. Nedan beskrivs fyra övergripande vetenskapliga grunder varav författarnas utgångspunkt illustreras.

2.1.1 Rationalism

Rationalismen är en kunskapsteoretisk uppfattning som hävdar att vår kunskap inte har sin grund i erfarenhet utan erhålls genom tänkande.² Argument i rationalismen bygger således på logiskt tänkande och deduktion (se avsnitt 2.3.4.2 Deduktion) där slutsatser följer ur en fast förståelseram.

2.1.2 Empirism

Empirism är en kunskapsteoretisk uppfattning som hävdar att kunskapen har sin grund i empiri.³

Empiri innebär "av erfarenhet" och därav byggs argumentationer. Att skåda är att förstå och ur erfarenheterna dras också slutsatserna.

2.1.3 Holism

Holismen kommer från det grekiska ordet holos, som betyder hel eller odelad, och är ett filosofiskt betraktelsesätt som innebär att helheten är större än summan av delarna och att inget därför kan beskrivas enskilt, eller fjärmat från sin kontext. Att ha ett holistiskt synsätt innebär att fokus ligger i helheten snarare än på delarna/detaljerna.⁴

2.1.4 Atomism

Ett socialt system består av många olika element. Det är summan av dessa element. Förståelse av ett socialt system erhålls av ett studium av delarna.⁵ Atomismen kan då tolkas som ett kvantifierande synsätt där alla beståndsdelar tillsammans utgör helheten. Genom att studera de små beståndsdelarna för sig kan en förståelse för helheten fås.

² Jakobsson, Ulf (2011), Forskningens termer och begrepp – en ordbok, Studentlitteratur Lund, s.116

³ Ibid, s.42

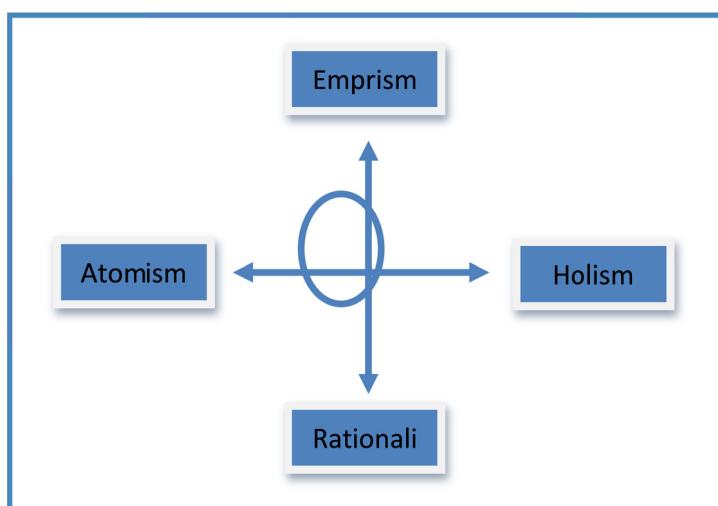
⁴ Ibid, s.63

⁵ Andersen, Heine (1994), Vetenskapsteori och metodlära – En introduktion, Studentlitteratur Lund, s.33

2.1.5 Författarnas vetenskapsteoretiska grunder

Ovan illustreras olika kunskapsteorier och filosofier som är varandras motsatser. Förhållandet mellan dessa illustreras i figur 2.1 där författarnas övergripande synsätt markeras.

Författarnas grund bygger på den ingenjörsutbildning som beskriver både ett empiriskt synsätt med experiment och laborationer samt rationalistisk med härledning av formler för att beskriva verkligheten. Verkligheten bygger på både generaliseringar och observationer. Det är lämpligt att beskriva verkligheten med rationalistiska beskrivningar där problem delas upp i smådelar (atomism) för att skapa en uppfattning om helheten. Detta i sin tur är lämpligt att vidare utforska empiriskt och på så sätt angripa problemet ur olika synvinklar för att fastställa dess validitet. Författarna har accepterat världsbilden enligt fysikens lagar och ser dessa som riktlinjer i arbetet. Ett holistiskt synsätt förkastas ej men är ej beskrivande för författarnas filosofiska ontologi.



Figur 2.1 Översikt av kunskapsteori samt filosofiskt synsätt.

2.2 Vetenskapliga metoder

Inom tillämpade vetenskapsområden finns olika metoder som lämpar sig för examensarbete. Metoderna används för att på ett metodiskt sätt kategorisera information och angripa problem på olika sätt.⁶

2.2.1 Kartläggning

En kartläggning har som syfte att beskriva nuläget för en företeelse eller ett objekt. Data som samlas in till en kartläggning kan vara både kvalitativ och kvantitativ.

Kvalitativ data innehåller ord och beskrivningar, och är rik på detaljer och nyanser.⁷ Data samlas främst in genom enkäter och intervjuer. Utgångspunkten för att samla in kvalitativ

⁶ Höst, Martin (2006), Att genomföra examensarbete, Studentlitteratur Lund, s.30

⁷ Ibid

data är att varje studerad situation består av en unik kombination av egenskaper, och att denna därför inte går att mäta.⁸

Kvantitativ data kan samlas in genom t ex mätningar av det studerade objektet. I många fall, vid komplexa problem och frågeställningar, är en kombination av kvalitativa och kvantitativa metoder att föredra.⁹

Gemensamt för alla typer av kartläggningar är att dessa är fixa, det går alltså inte att göra ändringar av kartläggningens förutsättningar under arbetets gång. Detta på grund av att jämförelser då försvåras.

2.2.2 Fallstudie

En fallstudie görs i syfte att få en djupare förståelse för ett visst utvalt avsnitt eller objekt. Fallstudier görs till exempel i en organisation för att förstå hur man arbetar.¹⁰ Upplägget hos denna typ av metod är flexibel, det vill säga frågor och inriktning kan ändras under arbetets gång. I en fallstudie kan data samlas in genom intervjuer och egna observationer, så kallad primärdata.¹¹ Data kan också samlas in som sekundärdata, det vill säga analys av befintligt material i form av dokumentation eller rapporter som redan använts i annat syfte än den aktuella fallstudien.¹²

2.2.3 Experiment

Experiment används då man vill jämföra olika alternativ eller tekniska lösningar utifrån ett antal, på förhand uppsatta parametrar. Detta kan göras genom så kallad försöksplanering, där en av parametrarna varieras medans övriga hålls fixa. Detta förfarande upprepas sedan för samtliga parametrar. Data som samlas in genom experiment är oftast kvantitativ, t ex tiden det tar att genomföra ett visst moment.¹³

2.2.4 Aktionsforskning

Då ett arbete som har till syfte att förbättra något på samma gång som det studeras, kan aktionsforskning vara en lämplig metodik.¹⁴ Med detta menas att de framtagna förbättringsförslagen implementeras och sedan utvärderas. Detta kan göras som en iterativ process som på så sätt kan tydliggöra och lösa nya problem som uppstår under implementeringens gång.

⁸ Andersen, Heine (1994), Vetenskapsteori och metodlära – En introduktion, Studentlitteratur Lund, s.71

⁹ Höst, Martin (2006), Att genomföra examensarbete, Studentlitteratur Lund, s.30

¹⁰ Ibid, s.33

¹¹ Bengtsson, Bengt-Arne och Bengtsson, Hans (2002), Projektboken – om konsten att genomföra projektarbeten. Almqvist & Wiksell Förlag Stockholm, s. 44

¹² Bengtsson, Bengt-Arne och Bengtsson, Hans (2002), Projektboken – om konsten att genomföra projektarbeten. Almqvist & Wiksell Förlag Stockholm, s. 44

¹³ Höst, Martin (2006), Att genomföra examensarbete, Studentlitteratur Lund s.39

¹⁴ Ibid

2.3 Validitet och säkerställning av information

Informationsinsamlingen innefattar huvuddelen av arbetet och dess relevans och säkerhet fastställs.

2.3.1 Reliabilitet

Reliabilitet skapas genom att tydligt visa hur datainsamling sker. Det innebär att en transparent rapport skapas, som lätt kan granskas och där det tydligt går att urskilja vilken data som är kopplat till vilket arbete.

2.3.2 Triangulering

Triangulering är en metod för säkerställning av information. Teorin grundar sig i att man angriper problemet från tre olika håll. Triangulering kan ske genom t ex observationer, intervjuer och dokumenterad kvantitativ data.

2.3.3 Validitet

Validitet skapas genom att säkerställa den data som samlas in. Att validera arbetet innebär att man mäter det man vill mäta. Detta är viktigt att beakta vid t ex intervjuer då bland annat intervjuareffekt kan påverka slutresultatet. Säkerställning av data kan ske genom t ex triangulering, och utomstående granskningar av dataunderlaget.

2.3.4 Induktion och deduktion

Då data samlats in och analyseras kan slutsatser dras utifrån två olika synsätt, induktion och deduktion. Nedan förklaras dessa synsätt och i vilka sammanhang de är användbara.

2.3.4.1 Induktion

Ett induktivt synsätt bygger på empiri, alltså att slutsatser dras utifrån allmänna, generella fakta och erfarenheter.¹⁵ Vetenskapliga teorier byggs sedan upp av denna empiri. Exempel på ett induktivt påstående är att solen kommer att gå upp imorgon, på grund av att den hittills gått upp alla dagar. Detta verkar vara sant enligt det sunda förnuftet, men det finns trots det en viss osäkerhet i påståendet. Det induktiva synsättet innehåller därför alltid en sannolikhet för att påståendet är sant, vilken varierar mellan 0 och 100 %.¹⁶

2.3.4.2 Deduktion

Deduktion innebär att slutsatser dras utifrån logiska resonemang. Slutsatsen anses vara giltig om den är logiskt sammanhängande.¹⁷ En deduktiv slutledning leder till en logisk slutsats, antaget att de förutsättningar och premisser, som är utgångspunkt för slutledningen är sanna.¹⁸ Slutledningen behöver dock inte vara sann i den meningen att den stämmer överens med det sunda förnuftet. Enda kravet är att slutledningen är logiskt giltig.

¹⁵ Thurén, Torsten (2007), Vetenskapsteori för nybörjare, Liber Förlag, s.22

¹⁶ Sohlberg, Peter och Britt-Marie (2009), Kunskapens former – Vetenskapsteori och forskningsmetodik, Liber Förlag, s.129

¹⁷ Thurén, Torsten (2007), Vetenskapsteori för nybörjare, Liber Förlag, s.22

¹⁸ Sohlberg, Peter och Britt-Marie (2009), Kunskapens former – Vetenskapsteori och forskningsmetodik, Liber Förlag, s.129

2.3.5 Validering och säkerställning av information i projektet

För att säkerställa insamlad data i arbetet används främst triangulering där problem angrips från olika sätt för att verkligen förstå problematiken samt illustrera situationer på korrekt sätt. Arbetet grundar sig i stor del av data uppbyggd av delvis subjektiva bedömningar vilket innebär att valideringen är av stor vikt. Information samlas både deduktivt och induktivt då logiska slutsatser följs upp av empirisk bevisbarhet.

2.4 Källkritik

Teorier och insamlad information i form av litteraturstudier av böcker, tidskrifter och internet är den grund som resonemangen i arbetet kretsar kring. Informationen är vald för att ge bredd åt resonemangen, och bedöms på olika sätt för att i högsta mån säkerställa dess relevans och att den är korrekt.

2.4.1 Realkritik

Realkritik är bedömning av information gjord med sunt förnuft och ur naturvetenskapliga grunder. Information som är otydlig och uppvisar argument som ej stöds av egen uppfattning kritiserar enligt egna understödda argument.

2.4.2 Beroendekriterier

Information som valideras av baserat på annat dataunderlag måste vara helt oberoende av denna datamängd för att valideringen ska vara helt korrekt. Är inte källorna helt oberoende kan de spegla data från samma sätt och därför inte validera varandra.

2.4.3 Yttre kritik

Yttre kritik speglar utseendet av den information man får. Objekt beaktas och jämförs så att ingen förfälskad eller förvrängt dataunderlag uppfattas som äkta. Säkerställning sker genom jämförelser med oberoende källor.

2.4.4 Källkritik i arbetet

I arbetet säkerställs all information genom ovan nämnda metoder. De används i kombination för säkerställning och validering av allt som anges som källa. Informationssökning har främst skett från material givet av Lunds Tekniska Högskola.

3 Teori

Teorikapitlet redovisar teori från litteraturstudien. Kapitlet avser att ge läsaren en god grund för vidare förståelse av arbetet. Litteraturen är vald från kurser på Lunds Tekniska Högskola samt annat utbildningsmaterial. Vissa avsnitt är till för att ge läsaren en förståelse och vissa avsnitt är direkt kopplade till analysen.

3.1 Olika företagsformer

Företag är uppbyggda på olika sätt och det har i sin tur olika effekter på verksamheten. Man kan organisera sig på många olika sätt, nedan beskrivs tre utvalda kategorier som är relevanta i arbetet.

Funktionsorienterad organisationsstruktur

Funktionsorienterade organisationer är uppbyggda i olika funktioner där varje funktion har sina uppgifter, mål och strategier för att uppnå ett värde i funktionen som sedan ska transponeras på hela organisationen. Funktionsorganisationen är lättstyrd då rollerna blir väldigt tydliga. Funktionerna centraliserar kunskapen vilket gör att kunskapen kan utvecklas positivt. Problematiken med funktionsorienterade organisationer är att funktionerna kan bli för inriktade på sina egna mål och då inte arbeta mot den övergripande strategin. Detta gör i sin tur att organisationen blir mindre flexibel och svårare att förändra.¹⁹

Processororienterad organisationsstruktur

Processororienterade organisationer styrs av specifika tvärfunktionella grupper, det vill säga en gruppens syfte är att maximera processen och inte i sin egen funktion. I processen ingår personer från berörda områden t ex inköpare, säljare och produktionspersonal jobbar mot samma mål i processen. Varje process ägs av en processägare vars uppgift är att se till att arbetet i processen fungerar. Olika kompetenscentra förser processerna med kompetens och resurser. Varje medarbetare tillhör ett center som leds av en resursägare. Resursägaren är ansvarig för utvecklingen av en specifik kompetens som exempelvis marknadsföring, produktionsteknik eller produktutveckling.

Via kompetenscentren kan medarbetaren öka sin kompetens och få hjälp att prestera bättre i processteamet. Centren är också viktiga för erfarenhetsutbyte mellan medarbetare med likartad kompetens.

Varje medarbetare tillhör både en process och ett kompetenscenter. Det är en stor skillnad mellan medarbetarnas roll i kompetenscentret och i processteamet. Processteamet arbetar med jämförelsevis "kortsiktiga" uppgifter med att tillfredsställa kunden. Kompetenscentret arbetar med långsiktig utveckling för att tillfredsställa processernas behov och

¹⁹ Johnson Gerry, Scholes Kevan, Whittington Richard, Exploring corporate strategy, 8:th edition Pearson Education Limited, 2008, s.436

de anställda.²⁰ Processorienterade organisationer är flexibla och kan reagera snabbt vid förändringar.

Matrisorienterad organisationsstruktur

Matrisorienterade organisationer är uppbyggda som en kombination av ovan nämnda organisationer och är indelade i vertikala funktioner som interagerar med varandra genom horisontellt processtyrda grupper.

3.2 Ramverk för att länka företagsmål med produktionsstrategier

Utgångspunkten för övergripande strategier i företag ska reflektera organisationens mål. Strategierna som genomsyrar verksamheten kan illustreras på olika sätt. Hill et al.²¹ illustrerar sitt ramverk för uppbyggnad av strategier med utgångspunkt i företagets mål. Meningen med ramverket är att ge en överskådlig bild för hur företaget bör riktas åt samma håll. Figur 3.1 visar vilka aspekter som är viktiga vid uppbyggnaden av produktionsstrategin.

Företagsmål

Övergripande företagsmål beskriver hur ledningen anser att företagets riktning bör vara, exempel på dessa illustreras i figur 3.1. Målen sätts efter rådande marknad samt dess möjligheter. Den beskriver även begränsningar och parametrar som återkopplas till utvärdering av verksamheten. Målet bör vara övergripande och vara talande för hela verksamheten.

Marknadsstrategi

Marknadsstrategin skapas genom identifiering av framtida marknader och möjligheter. Utifrån dessa kan prognoser och riktlinjer för vidare arbete skapas. Strategierna underbygger företagsmålen och speglar verksamhetens mål mot kund.

Ordervinnare och orderkvalificerare

Ordervinnare och orderkvalificerare är koncept framtaget av Hill et al. för att identifiera vad kunden värdesätter. För att ha möjlighet vinna en order krävs att man uppfyller de grundläggande specifikationer som kunden efterfrågar, dessa kallas orderkvalificerare. För att sedan vinna ordern är det andra ordervinnande kriterier som räknas. Exempel på dessa är att ha lägst pris, snabbast leverans och så vidare, se figur 3.1.

Tanken bakom kategorisering av ordervinnare och kvalificerare är att verkligen förstå kundens behov och att få hela företaget att arbeta för att tillfredsställa dessa. Genom en direkt förståelse för kundens behov kan varje del i företaget rikta arbetet för att underbygga huvudsyftet vilket är att tillfredsställa kunden och sälja. Ordervinnarna och orderkvalificerarna illustrerar tydligt vad som är viktigt och ger en klar bild om vilka mål och vilken strategi man bör ha.

²⁰ Process.nu – Trivector LogiQ, Processbegreppet – Process – vad är det?, 2007 <http://www.process.nu/default.aspx?ID=2>

²¹ Hill Terry & Alex, Manufacturing operations strategy, third edition, Palgrave Macmillian, 2009

Företags mål	Marknadsstrategi	Hur kvalificerar och vinner produkter ordres på marknaden	Produktionsstrategi	
			Processval	Infrastruktur
<ul style="list-style-type: none"> • Tillväxt • Överlevnad • Vinst • Avkastning • Andra finansiella nyckeltal 	<ul style="list-style-type: none"> • Produktmarknader och segment • Mix • Volym • Standardisering eller kundanpassat • Ledare eller följare 	<ul style="list-style-type: none"> • Pris • Kvalitetsuppfattning • Leveranshastighet-säkerhet • Produktvariationer • Design 	<ul style="list-style-type: none"> • Val av alternativa processer • Kompromisser från processen • Producera eller köpa • Kapacitet 	<ul style="list-style-type: none"> • Funktionsstöd • Planerings och kontrollsystem • Kvalitetsskontroll • Kompensationer

Figur 3.1 Ramverk för att länka företagsmål med produktionsstrategier, *Hill Terry & Alex, Manufacturing operations strategy, third edition, Palgrave Macmillian, 2009, s.41.

Produktionsstrategi

Produktionsstrategierna i modellen figur 3.1 delas upp i två delar, processval och infrastruktur. Under processvalen begrundas hur produktionsprocessen bör läggas upp och hur produktionen bäst stödjer de övergripande målen. Detta innebär layouter och vad som ska produceras eller köpas in. Den andra delen berör infrastrukturen i produktionen där olika stödfunktioner sätts upp för att stödja huvudprocessen. I denna del ingår allt från planerings- och kontrollsystem till kompensationsystem.

3.3 Fokuserad produktion

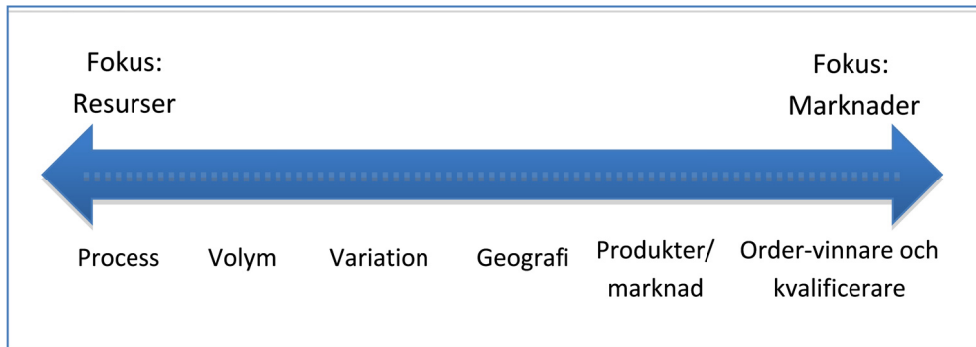
Det uppkommer ofta konflikter i produktionens uppgifter vilket försvårar dess arbete. Detta på grund av att företag har enligt stordriftsfördelar skapat produktioner som ofta ska tillhandhålla många olika saker.

Fokuserad produktion innebär att man väljer att fokusera en viss del av produktionen på en sak. Fokus kan göras genom att fokusera hela eller delar av verksamheten för att uppfylla ett bestämt ändamål, detta för att motverka konflikter. Man kan alltså bygga fokuserade fabriker eller fokusera viss verksamhet inom fabriken. Syftet med att fokusera är att skapa bättre kontroll över viss del av verksamheten samt maximera kundnyttan i det som skapas.

Fokus kan göras kring olika saker, Hill et al. beskriver att man antingen väljer att fokusera kring resurser eller marknader. I det spannet finns olika angreppssätt som presenteras i figur 3.2 nedan²².

Process

Produkter som skapas genom liknande processer grupperas. Vid höga investeringskostnader för maskiner kan detta vara ett lämpligt angreppssätt.



Figur 3.2 Fokuserad produktion kring resurser eller marknader, * Hill Terry & Alex, Manufacturing operations strategy, third edition, Palgrave Macmillian, 2009, s.212.

Volym

Produkter grupperas enligt den volym som produceras. Lämpligt då stora volymer produceras och stor vikt läggs på standardisering.

Variation

Produkter grupperas enligt hur stor variation som finns. Detta sätt liknar volymgruppering men huvudfokus ligger i variationen.

Geografi

Gruppering görs geografiskt där produktion förläggs nära den marknad den försör.

Produkter/Marknad

Fokusering sker kring specifik produkt eller kund. Här läggs fokus mer kring marknaden och dess attribut.

Ordervinnare och -kvalificerare

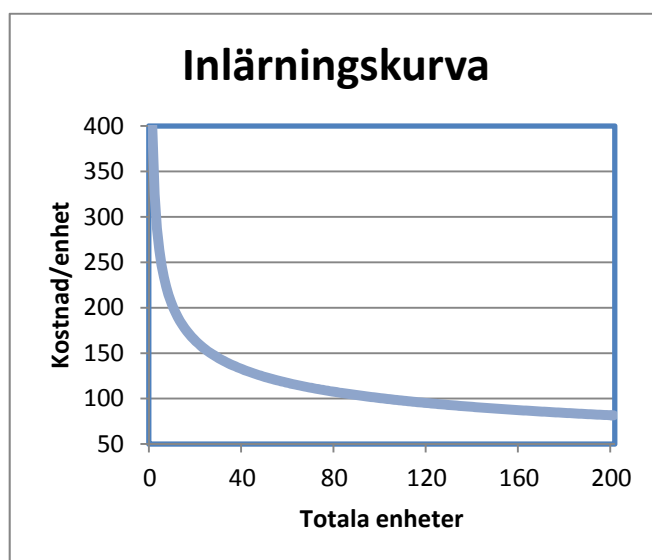
Fokus sker för att uppfylla specifika ordervinnare och -kvalificerare. Denna strategi är högst marknadsorienterad och drivs av kundbehovet enligt satta kriterier. Genom att fokusera kring specifika ordervinnande kriterier riktar man produktionen för att ha de egenskaper som producerar en produkt som tillfredsställer kunden.

²² Hill Terry & Alex, Manufacturing operations strategy, third edition, Palgrave Macmillian, 2009, s.205

Att få fabriker att prestera på topp inom alla område är en omöjlighet, man kan inte få allt och man måste välja vad som är viktigast. Att försöka göra allt samtidigt leder till konflikter i policys som ej understödjer de olika fokus man har i företaget. Skinner har genom sina undersökningar visat att fabriker med ett smalt fokus presterar bättre än de som har ett brett fokus. Detta för att utrustning, stödfunktioner och procedurer kan riktas mot en begränsad marknad, detta leder till lägre kostnader var specifikt omkostnaderna minskar. Genom fokusering kan man rikta den kraft och kompetens man har i samma riktning för att konkurrera på bästa möjliga sätt.²³

3.4 Inlärningskurva

Under 1960- och 70-talet utförde Boston Consulting Group (BCG) mätningar på produktioner i olika fabriker vilket ledde till ett samband mellan antal producerade produkter och tillverkningskostnader. BCG kom fram till att för varje fördubbling av producerade produkter minskade kostnaderna med 20 %. Detta kallas för en 80 % inlärningskurva. Kostnaderna sjunker primärt av de direkta kostnaderna som påverkar produkten. Människor lär sig och utför därför arbetet fortare, material blir billigare vid köp av större kvantiteter etc. Inlärningskurvan beskriver hur kostnaderna sjunker med antalet producerade enheter, vilket medför att effektiviteten ökar.²⁴



Figur 3.3 Inlärningskurva.

²³ Skinner, Wickham (1974), The Focused Factory, Harvard Business Review (HBR)

²⁴ Hill Terry & Alex, Manufacturing operations strategy, third edition, Palgrave Macmillian, 2009, s.80

3.5 "Tripple A supply chain"²⁵

Hau L. Lee har studerat över 60 företag där han kommit fram till tre viktiga egenskaper som värdekedjan bör ha vilket han kallar för "Tripple A supply chain". De tre A som förespråkas är:

- "Agile" – Flexibel
- "Adapt" – Anpassa
- "Allign" – Rikta

Värdekedjan bör vara flexibel och reagera snabbt på förändrad efterfrågan eller försörjning. Värdekedjan ska anpassa sig över tiden då marknads strukturer och strategier utvecklas. Värdekedjan ska riktas så att alla intressenter optimerar och maximerar nyttan i hela kedjan genom att sträva mot samma mål.

3.5.1 Uppbyggnad av "Tripple A supply chain"

"Agility" – flexibilitet

Mål: Agera snabbt vid förändringar i efterfrågan och försörjning. Hantera extern påverkan smidigt.

Metoder:

- Förespråka för informationsflöde med underleverantörer och kunder.
- Skapa relationer med underleverantörer och kunder.
- Designa för senareläggning.
- Bygg lagerbuffertar med billigt och icke skrymmande material.
- Ha pålitliga logistikpartners.
- Skapa kristeam som sköter oväntade händelser.

För att ha möjlighet att reagera snabbt krävs pålitliga prognoser och statusuppdateringar från kunder och underleverantörer. För att uppnå detta krävs ett nära samarbete med båda parter där förseningar i informationsflödet måste minimeras. Vid design bör flexibiliteten i produkten beaktas då design för senareläggning²⁶ skapar flexibel produktion som kan möta olika kundbehov. Buffertlager med billigt icke skrymmande material kortar ledtider för både nya och befintliga produkter. Vid oväntade händelser gäller det att ha en plan och ett team som löser krisen i värdekedjan.

"Adaptability" – Anpassningsförmåga

Mål: Ändra värdekedjans design för att möta strukturella ändringar i marknaden, modifiera värdekedjan efter strategier, produkter och marknader.

Metoder:

²⁵ Lee, Hau L (2004), The Tripple-A Supply Chain, Harvard Business Review (HBR)

²⁶ Se ordlista.

- Sök aktivt efter nya marknader och leverantörsbaser vid tillväxtområde.
- Använd tredjeparts företag för nå nya underleverantörer samt utveckla den logistiska infrastrukturen.
- Utvärdera slutkundens behov.
- Skapa flexibel produktdesign
- Identifiera var företagens produkter befinner sig i produktlivscykel.²⁷

När marknader och strategier förändras måste leverantörsnätverket också förändras för att hela tiden anpassa sig efter kunden. Vid förändringar är det viktigt att en part med kunskap om marknaden angriper förändringen för att snabbt nå marknaden. Även fast man inte levererar till slutkund så är det viktigt att ha kunskap om denne för att förutse förändringar i beteende och på så vis ha möjlighet till anpassning.

Flexibel produktdesign skapar modifierbara lösningar som kan anpassas till andra marknader och kunder. Att förstå var i produktlivscykeln ens produkt är ger information om marknaden, vilka mål man bör sätta samt den strategi som behövs för att uppnå målet.

"Alignment" – Rikta

Mål: Skapa incitament för bättre prestationer.

Metoder:

- Fritt utbyte av information med leverantörer och kunder.
- Bestäm klara roller och uppgifter för leverantörer och kunder.
- Dela ansvaret, ekonomiskt och riskmässigt.
- Dela vinsten från förbättringarna.

Genom fritt informationsutbyte kan svagheter i kedjan identifieras och förebyggas och därigenom skapa starka relationer mellan företagen. I kedjan är det viktigt att veta hur man bidrar på bästa sätt för att totalt uppnå största vinsten, det är därför viktigt att bestämma tydliga roller och uppgifter för varje enskild firma sett till hela kedjan. Vid förbättringar och kortare ledtider skapas detta oftast genom att lager och ledtid trycks ned till underleverantör som i sin tur gör samma sak till sina underleverantörer. I slutet kommer det finnas en aktör som lagerhåller så pass mycket för att försörja kedjans behov. Detta skapar kostnader och påverkar hela ledet som har minimerat sina kostnader på den ena aktörens bekostnad. För att uppnå maximal vinst måste ansvar tas för hela kedjan och alla delar i kedjan måste dela på riskerna, för att rikta alla delar krävs också att alla tar del av vinsten som förbättringen skapar. Man skapar på så sätt incitament för kontinuerlig förbättring och ökad kommunikation i hela värdekedjan.

Hau L. Lee beskriver en sammansättning av många olika variabler som styr samarbetet och värdekedjan i sin helhet. I det stora hela bygger resonemangen på samarbete mellan de olika parterna och uppbyggnad av informationsflöde mellan dem.

²⁷ Se ordlista.

3.6 Supplier-Partnering Heirarchy – Leverantörs-partnerskapshierarki

Vid uppbyggnaden av intima kundrelationer finns en del historiska förhållningssätt som måste förändras. Fokus mot kunder och leverantörer har varit uppbyggt kring individuella kontrakt istället för relationskapande processer. Man har inte sett sig själv som en länk i den totala värdekedjan utan som konkurrent i det stora hela. Företag ska fortfarande vara konkurrenskraftiga i sin marknad men för att lyckats måste man se till hela värdekedja och skapa nytta i alla led.

Leverantör-partnerskapshierarkin är framtaget ur en studie kring samarbetet mellan Toyota och Honda. Deras samarbete är uppbyggt genom sex steg

Förstå hur leverantören arbetar

Grundstenen och första punkten i hierarkin behandlar att man måste skapa en förståelse för hur leverantörerna arbetar. Man måste förstå hur företaget är uppbyggt och hur de verkligen arbetar. Det krävs ett engagemang från hela företaget inklusive ledningen för att skapa en god grund för vidare samarbete. Det måste finnas en ömsesidig vilja att uppnå gemensam framgång.

Vänd leverantörsrivalitet till möjlighet

Relationer byggs och goda resultat belönas. Dock måste resultat följas upp och utvärderas för vidare samarbete. Det är viktigt att skapa konstruktiv konkurrens där man får leverantörerna att alltid sträva mot förbättring. Några specifika leverantörer bör vara med och slåss om ordena där de bästa belönas. Här bör möjligheten för "joint venture" undersökas där kunskap utbyts och företagen behåller sin kontroll.

Övervaka leverantörerna

Kontroll över leverantörer där specifikt valda egenskaper mäts är ett sätt att få leverantören att utvecklas mot gemensamma mål. Specifik kvalitet och leveranser är exempel på mätbara variabler som återkopplas till leverantören. Genom att skicka rapporter varje månad skapas en stark kanal med feedback som ger leverantören möjlighet att kontinuerligt skapa förbättringar. Det visar också tydligt vad man som kund vill ha och strävar efter.

Utveckla leverantörernas tekniska förmåga

Leverantörerna står ofta framför problem som kunderna själv kan lösa och har kunskap kring. Genom ett nära samarbete där kunden som teknisk rådgivare hjälper leverantören kan man tillsammans skapa det kunden eftersträvar. På detta sätt utvecklas leverantörens tekniska förmåga. Genom samarbetet skapas en gemensam vokabulär och förståelse för varandra vilken ligger till grund för framtida lösningar.

Dela information intensivt och selektivt

Information måste delas för att underbygga ett bra samarbete mellan parterna. Informationen som delas bör göras enligt bestämmelser och forumet för delningen ska ske formellt i mötesform. Mötet ska ske på utsatt tid efter förbestämd agenda, detta för att relevant information i ärendet ska präglade mötet.

Skapa förbättringsaktiviteter tillsammans

I vidare utökat samarbete binds företagen mer samman och gemensamma förbättringsåtgärder i företaget inleds. Sammansättningar av förbättringsgrupper är ett sätt att tillsammans skapa förbättringarna. Initiering av Kaizen (se avsnitt 3.15) hos underleverantörer startas för att aktivt skapa ständiga förbättringar och allmänt förbättra varandras verksamheter.

Toyota och Honda har aktivt byggt relationer med sina underleverantörer. De har gjort detta enligt hierarkin. De har genom starka band till sina underleverantörer och kunder byggt en stark värdekedja som har fokus kring effektivitet och kvalitet.²⁸

3.7 Kund- och leverantörsberoende

I värdekedjan har leverantörer och kunder olika roller gentemot företaget beroende på dess positionering. Positionering baseras på vem som är mer dominant.

Beroende på de komponenter man använder och ens positionering på marknaden bör olika samsamarbetsstrategier anpassas. Nedan kommer fyra karakteristiska förhållanden beskrivas.

Skanna marknaden

Marknadsstrategin bygger på många leverantörer som vinner orders efter pris. Inköpet är standardiserat och elektroniskt inköp styr handeln. Leverantörerna hålls på avstånd och inga större ansträngningar för vidare samarbete görs.

Kontinuerligt samarbete

Vid kontinuerligt samarbete skapas kontrakt för utveckling av informationsdelning mellan företagen.

Partnerskap

Vid bildandet av partnerskap skapas långtidskontrakt för långsiktigt samarbete. Informationsdelning är öppen och man har stor tillit till varandra.

Strategisk allians

Strategiska allianser inleds då djupare samarbete krävs. Samarbetet är gränsöverskridande och involverar gemensam utveckling och problemlösning.

Integrering

Integreringen berör en sammanslagning med uppköp av företaget. Detta ger full insyn i verksamheten och tillgång till all information.²⁹

²⁸ Liker, Jeffrey K. & Choi, Thomas Y., Building Supplier Relationship. HBR Dec, 2004

²⁹ Hill Terry & Alex, Manufacturing operations strategy, third edition, Palgrave Macmillian, 2009, s.278

3.8 Dämpning av leveranssystem

Produktionssystemet är utsatt av olika utomstående faktorer. Produktionen hanterar de största kostnaderna och kräver ett stabilt leveranssystem för att klara olika former av yttre påverkan. Att stabilisera och skapa redundans i systemet kan göras genom olika mekanismer som kategoriseras i tre kategorier.

- Grundläggande
- Sekundär
- Komplementär

Den grundläggande kategorin beskriver produktionssystemet grundläggande mekanism som ligger till grund för hur man ska producera.

Figur 3.4 visar de olika positionerna ett företag kan välja för att styra sin ledtid utifrån den verksamhet man har. Alla positionerna har olika effekter på ledtiden och vad man väljer grundas på omfattningen av verksamheten och hur orderingången ser ut, det vill säga från projektproduktion (enstyckstillverkning) till processindustri (kontinuerlig mass-tillverkning).

Sekundära kategorin använder sig av andra mekanismer som t ex:

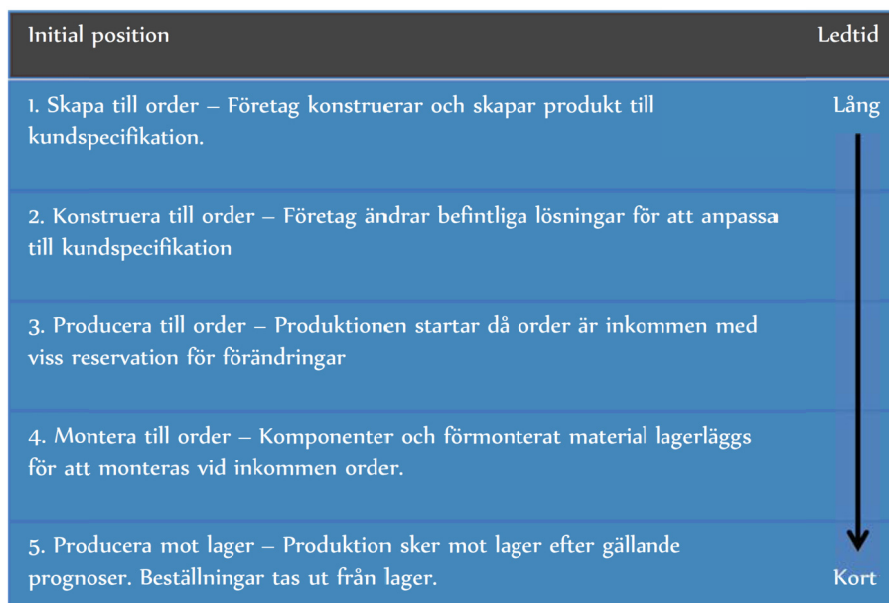
- Styrning av efterfrågan
- Prognostisering
- Planering
- Leverantörskontrakt
- Processförbättringar
- Planerad kapacitet

De olika mekanismerna verkar på olika sätt för att ha en så stabil produktion som möjligt. Genom att styra efterfrågan med t ex reklamskampanjer kan efterfrågan regleras enligt den kapacitet man har vid den tidpunkten. Prognostisering genom historisk data och information från kunder ger en inblick i hur resurser ska planeras. Leverantörskontrakt med lagerföring eller förtur i produktion skapar snabba leveranser vilket ger upphov till korta säkerhetsbuffertar. Planerad kapacitet innebär att man möter ojämnheter i orderingången genom planerad arbetskraft/maskintimmar för att möta behovet. Detta görs genom inhyrd personal eller att överskottet köps in för att möta behovet.

Komplementära kategorin innefattar i största grad övertidsarbete vilket är en temporär akut lösning som fungerar som en sista utväg.

Alla företag skapar system med redundans där osäkerhet underbyggs med tidsbuffertar. För att ha möjlighet att påverka dessa måste buffertarna ersättas med ett stabilt redundant

system som klarar svängningar i marknaden utan försämrad kvalitet och lägre leveranssäkerhet³⁰.



Figur 3.4 Responsmetod mot marknaden och dess påverkan på ledtiden. * Hill Terry & Alex, Manufacturing operations strategy, third edition, Palgrave Macmillian, 2009, s.84.

3.9 Modularisering

Ökad konkurrens och ett tryck från marknaden där lågt pris och produktvariation är ordervinnande kriterier behövs ett tillverkningssystem som klarar dessa kriterier. Genom modularisering kan en produkt produceras av standardiserade generiska moduler. Syftet med modularisering är att minska komplexiteten i produkten samtidigt som man ökar flexibiliteten och möjligheten till större variation.³¹

Modulerna bör vara så få som möjligt. Vid framtagning av moduler framkommer även framtagningen av en standardplattform. Standardplattformen ska innehålla de vitala delar som ingår i alla produkter i produktgruppen. Utifrån plattformen monteras sedan moduler för valt utseende och funktion.³²

³⁰ Hill Terry & Alex, Manufacturing operations strategy, third edition, Palgrave Macmillian, 2009, s.285

³¹ Van Hoek & Weken: The impact of modular production on the dynamics of supply chains. The international journal of logistics management vol.9 no. 2, 1998

³² Ståhl, Jan-Eric, Industriella Tillverkningssystem den II – Länken mellan teknik och ekonomi (2010), s43

Vid modularisering av produkter krävs att designen ses över och görs om. Designen ska gynna modularisering där så få moduler som möjligt skapar tillräckligt många lösningar för att tillfredsställa kundernas specifika önskemål.

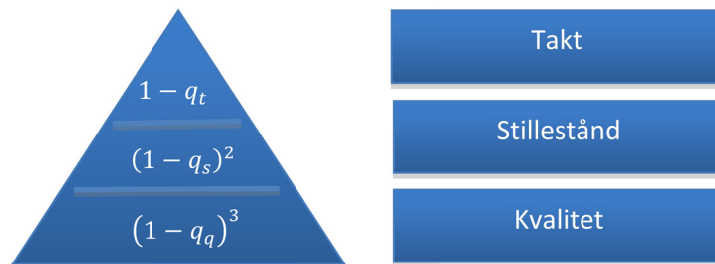
Vid designändringarna finns möjligheten att se över värdekedjan och hur aktörerna på ett positivt sätt kan bidra till att minska ledtider. Modulerna kan flyttas i värdekedjan genom att leverantörerna sköter en del av de moment som görs i fabriken. Detta i sin tur är ett sätt att skapa möjligheter till kortare ledtid och mindre kapitalbindning.

Modularisering bidrar till en flexibel produktion som på ett snabbt sätt kan hantera kundvariation. Produktionen gynnas genom att komplexiteten minskas och moment kan utföras parallellt, vilket minskar ledtiden och ger möjligheten till ökade produktionsvolymer.

Ur kvalitetssynpunkt skapar modulerna isolerade moment där kvalitetsproblem kan isoleras. Detta innebär att härledning av avvikelser blir lättare där problem lokaliseras till mindre delar.

3.10 Utvecklingstriangeln

Utvecklingstriangeln (figur 3.5) beskriver prioriteringsordningen mellan de olika förlusterna i samband med produktionsutveckling.



$$\text{Totaleffektiviteten } E = (1 - q_q)^3 (1 - q_s)^2 (1 - q_t)$$

Figur 3.5 Utvecklingstriangeln.

Vid produktionsutveckling bör kvaliteten ha högsta prioritet där man först och främst ska producera korrekta detaljer. För att uppnå god kvalitet måste först kvalitet definieras. Det måste sättas upp riktlinjer kring hur en korrekt produkt kan se ut och hur dessa ska kontrolleras. Utifrån riktlinjerna kan man på olika sätt testa kvaliteten genom produktionen för att minimera kvalitetsproblem och på så sätt få en högre totaleffektivitet. Beroende på hur produktionen ser ut kan olika testmetoder vara lämpliga t ex kontinuerlig testning där produkten testas genom hela processen eller sluttest där produkten testas när den är klar. Att uppnå god kvalitet innebär inte bara kontroller utan även att rätt hjälpmedel finns tillgängliga för att ha möjlighet att uppnå den kvalitet som definierats.

Sedan bör fokus ligga på stillestånd för att ha så hög tillgänglighet som möjligt. Efter de två första åtgärderna kan man öka takten på produktionen. Figur 3.6 visar formeln för totaleffektiviteten, i den ses att kvalitetsproblemen är upphöjt till tre. Detta innebär att vid en taktökning med bibehållen kvalitet skapas tre gånger så många felaktiga produkter varför kvaliteten bör ha högsta prioritet.³³

3.11 Agile Manufacturing

Uttrycket Agile Manufacturing kommer från en publikation av forskare vid Iaccoca institute, Lehigh university, USA. Uttrycket beskriver ett tänk företag bör arbeta efter för att växa vid marknader som förändras snabbt och ofta.³⁴ Agile manufacturing är ett koncept som tillskillnad från 3.12 Lean Production har fokus på förändring snarare än effektivisering. I detta examensarbete används inte Agile Manufacturing, varför en mer ingående beskrivning av ämnet inte görs. För mer information kring Agile Manufacturing se referens 28.

3.12 Lean Production

Begreppet Lean Production myntades första gången år 1991 i boken *The Machine That Changed the World*.³⁵ Ordet Lean kommer från Toyotas sätt att se produktionen som smärt och smidig.³⁶ På svenska översätts Lean Production ofta till resurssnål produktion. Med detta menas att man ska sträva efter att eliminera allt slöseri som inte skapar värde i verksamheten.

Petersson et al. menar att Lean inte är någon aktivitet eller metod som tillämpas och genomförs under en begränsad tid, för att sedan vara klar. De menar att Lean istället är en strategi för hur hela verksamheten ska bedrivas på lång sikt och ska genomsyra hela företaget.

3.12.1 Eliminera slöseri

En av de mest grundläggande filosofierna inom Toyota Production System, Toyotas egenutvecklade produktionssystem, är att eliminera slöseri, vilket inte skapar något värde för kunden. Toyota har identifierat sju olika typer av slöseri som inte är värdeskapande, vilka presenteras nedan.³⁷

1. **Överproduktion**

Producera då det inte finns någon order, eller att producera snabbare än vad

³³ Ståhl, Jan-Eric, Industriella Tillverkningssystem den II – Länken mellan teknik och ekonomi (2010), s.81

³⁴ Yusuf Y.Y, Sarhadi M, Gunasekaran A, Agile Manufacturing: The drivers, concepts and attributes (1999), International Journal of production economics. Elsevier Science.

³⁵ Liker, Jeffrey K, The Toyota Way (2004), McGraw-Hill, s.15

³⁶ Petersson, Per et al., KÄLLA LEAN – Gör avvikelser till framgång! (2009), Part Media, s.24

³⁷ Liker, Jeffrey K, The Toyota Way (2004), McGraw-Hill, s.28

kunden kräver. Överproduktion anses ofta vara den värsta formen av slöseri, då den bidrar till alla andra former av slöseri.³⁸

2. **Väntan**
Kan vara väntan i form av flaskhalsar i tillverkning, väntan på material eller bristfällig information om vad som ska produceras härnäst.
3. **Onödiga transporter**
Interna transporter av material mellan olika avdelningar skapar inget värde för kunden, utan är rent slöseri. Kan t ex vara att transportera material in och ut ur lager.
4. **Överarbete**
Innebär att producera en högre kvalitet och utföra extra arbete som kunden inte vill betala för.³⁹
5. **Lager**
Stora lager ger ökade ledtider. De döljer också balanseringsbrister och binder upp onödigt mycket kapital i verksamheten.
6. **Onödiga rörelser**
Rörelser såsom att gå långa sträckor för att hämta material och verktyg som är felplacerade och inte finns i anslutning till där de används är slöseri som inte tillför något värde.
7. **Defekta produkter**
Produktion av defekta produkter och korrigeringar som krävs för att rätta till dessa är slöseri.

3.13 JIT (Just-In-Time)

Begreppet Just-In-Time är ett samlingsnamn för olika tekniker och verktyg, vilka syftar till att rätt detalj ska produceras i rätt antal, vid rätt tidpunkt. Detta gör att ett företag kan producera och leverera produkter i små kvantiteter och med korta ledtider för att möta kundernas behov.⁴⁰ JIT ger också möjligheter till att reducera lagernivåer, buffertar och att minska överkapacitet.⁴¹

Enligt Petersson et al. består Just-In-Time av tre delar; takt, kontinuerligt flöde och dragande system. Nedan beskrivs dessa delar, var för sig.

3.14 Takt

Takten i ett produktionsflöde anger den produktionsvolym per tidsenhet som ska produceras.⁴² Takttiden är den tid det tar att producera en detalj enligt:

$$\text{Takttid} = \frac{\text{Produktionsplanerad tid}}{\text{Takt}} \quad \text{Ekvation (3.1)}$$

³⁸ Petersson, Per et al., KÄLLA LEAN – Gör avvikelser till framgång! (2009), Part Media, s.90

³⁹ Petersson, Per et al., KÄLLA LEAN – Gör avvikelser till framgång! (2009), Part Media, s.90

⁴⁰ Liker, Jeffrey K, The Toyota Way (2004), McGraw-Hill, s.23

⁴¹ Petersson, Per et al., LEAN – Gör avvikelser till framgång! (2009), Part Media, s.41

⁴² Petersson, Per et al., LEAN – Gör avvikelser till framgång! (2009), Part Media, s.41

Produktionsplanerad tid är den tid som är avsatt för produktion. Med andra ord räknas inte planerade stopp och raster till den produktionsplanerade tiden. Den uträknade takttiden anger hur många detaljer som måste produceras under en viss tid, t ex under ett skift. Takten och takttiden bygger således på det aktuella kundbehovet.

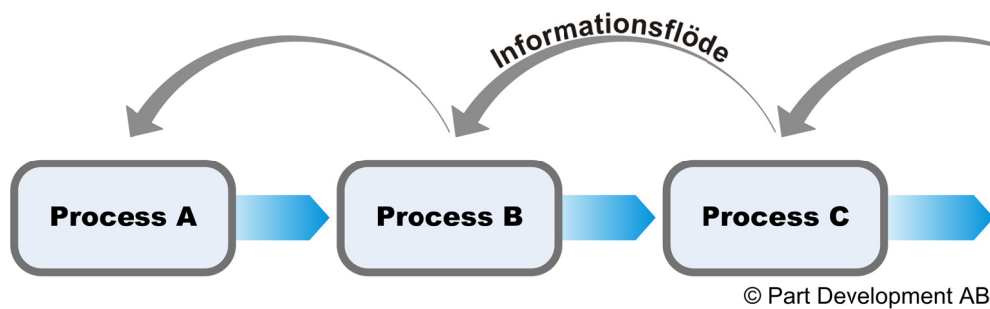
Takten är användbar vid identifiering av avvikelser. Är en produkt inte färdigproducerad inom den uppsatta takttiden, innebär det att störningar har uppstått i processen.⁴³ Vid långa takttider, då en produkt har stort arbetsinnehåll med manuellt arbete, kan taktning av flödet vara svårt. Ett sätt att lösa detta är att dela upp takttiden i mindre delar och att följa upp arbetet mellan delarna.

3.15 Kontinuerligt flöde

Tanken med kontinuerliga flöden är att en produkt hela tiden ska vara i rörelse i tillverkningen. Detta är dock i princip omöjligt att åstadkomma i verkligheten. Trots det bör målet för arbetet med kontinuerliga flöden vara att produkterna ska vara stilla så kort tid som möjligt. Ju längre en produkt står stilla desto längre blir ledtiden. För att åstadkomma kontinuerliga flöden kan korta avstånd mellan delmoment i produktionen samt små buffertar tillämpas.⁴⁴

3.16 Dragande och tryckande system

Dragande system, eller pull system, innebär att produktionen inte startar förrän efterföljande process i flödet signalerar ett behov. Dragande system bygger helt på kundens verkliga efterfrågan. På så sätt hålls lager- och buffertnivåer nere vilket i sin tur gör att överproduktion kan undvikas.⁴⁵ Dragande system gör att rätt produkter produceras i rätt tid enligt kundens önskemål och krav, vilket även ökar leveranssäkerheten då kapaciteten inte belägs med fel produkter.⁴⁶



Figur 3.6 Illustrering av dragande system, * Petersson, Per et al., LEAN – Gör avvikelser till framgång! (2009), Part Media.

⁴³ Petersson, Per et al., LEAN – Gör avvikelser till framgång! (2009), Part Media, s.44

⁴⁴ Petersson, Per et al., LEAN – Gör avvikelser till framgång! (2009), Part Media, s.48

⁴⁵ Liker, Jeffrey K, The Toyota Way (2004), McGraw-Hill, s.37

⁴⁶ Petersson, Per et al., LEAN – Gör avvikelser till framgång! (2009), Part Media, s.53

Motsatsen till dragande system är tryckande system, eller push system. I ett tryckande system är det den övergripande planeringen som ger en signal om att en process ska börja producera.⁴⁷

3.17 Utjämning – Heijunka

Utjämning av flöde innebär att beläggningen av flödet är så jämt som möjligt över tiden.⁴⁸ Med ett jämt flöde kan kvalitet och resursutnyttjande hållas på en jämn och hög nivå. Utjämning kan ske både avseende volym och arbetsinnehåll. Syftet med denna metod är att inte producera enligt kundens specifika order, vilka kan variera kraftigt med tiden, utan att istället jämna ut orderingången så att samma antal produkter produceras varje dag.⁴⁹ Utjämning avseende arbetsinnehåll ger jämnare resursutnyttjande, då olika produktvarianter kräver olika arbetsinsatser, i form av personal och utrustning.⁵⁰

3.18 Standardisering

Standardisering innebär att det finns en överenskommelse om hur en verksamhet ska bedrivas. Att skapa en standard är en viktig del i arbetet med att upptäcka avvikelser. Finns inget uttalat standardiserat arbetssätt går det inte att avgöra vad som utgör avvikelser och hur dessa uppstår.

Metodstandard kallas en standard för hur manuellt arbete ska utföras på bästa sätt. En metodstandard skapar förutsättningar för bättre kvalitet och effektivitet, men även förbättrad säkerhet och ergonomi.⁵¹ Kvaliteten ökar genom att variationer, vilka uppstår genom att arbetet utförs på olika sätt, kontinuerligt kan minskas.

Tidsuppskattning av ingående arbetsmoment är nödvändigt för att kunna fastställa en normtid för hur lång tid ett visst arbetsmoment tar att utföra. Med en fastlagt normtid kan tidsavvikelser lättare upptäckas. Då tidsuppskattningar kan anses vara känsligt bör dessa alltid utföras av eller tillsammans med berörda medarbetare.⁵²

Vid framtagning av en metodstandard bör denna göras så enkel som möjligt, med rätt detaljeringsgrad. Detta görs bäst genom att låta medarbetarna ta fram standarden.⁵³ Figur 3.7 illustrerar hur viktigt det är med korrekt standardisering. Ofta är det de personer som dagligen utför arbetet som kan detta bäst. Det säkerställer att standarden innehåller rätt information och att ej nödvändig information utelämnas. Då en metodstandard är framtagen och används i verksamheten bör det finnas en förbättringsprocess så att nya avvikelser, vilka upptäcks efter hand, hanteras och elimineras.

⁴⁷ Petersson, Per et al., LEAN – Gör avvikelser till framgång! (2009), Part Media, s.53

⁴⁸ Petersson, Per et al., LEAN – Gör avvikelser till framgång! (2009), Part Media, s.53

⁴⁹ Liker, Jeffrey K, The Toyota Way (2004), McGraw-Hill, s.116

⁵⁰ Petersson, Per et al., LEAN – Gör avvikelser till framgång! (2009), Part Media, s.38

⁵¹ Petersson, Per et al., LEAN – Gör avvikelser till framgång! (2009), Part Media, s.72

⁵² Ståhl, Jan-Eric, Industriella Tillverkningssystem den II – Länken mellan teknik och ekonomi (2010), s.126

⁵³ Petersson, Per et al., LEAN – Gör avvikelser till framgång! (2009), Part Media, s.72



Figur 3.7 Bristfällig standardisering skapar förvirring för medarbetarna, * Petersson, Per et al., LEAN – Gör avvikelser till framgång! (2009), Part Media.

3.19 Lean Production-metoder

Ur Lean-filosofin har flera olika verktyg och metoder för produktionsutveckling vuxit fram, där många härstammar från Toyota Production System. 5S är en metod som många företag väljer att starta med då de påbörjar sin Lean-satsning. Detta beror på att metoden anses vara relativt enkel att förstå och implementera. 5S anses ofta vara synonymt med ordning och reda, vilket konkretiseras i att medarbetarna ska städa på och runt sina arbetsplatser. 5S handlar egentligen om att skapa en välorganiserad och funktionell arbetsplats, tillsammans med att skapa rätt attityd och beteende inför förbättringsarbetet.⁵⁴ Då 5S ska implementeras i en organisation är det viktigt att samtliga medarbetare informeras och förstår innebörden av arbetet. Det är också viktigt att följa upp och visa hur arbetet förbättrats och att tiden som medarbetarna lagt ner faktiskt ger resultat. Metoden 5S består av fem olika moment, vilka förklaras nedan och illustreras i figur 3.8.⁵⁵

⁵⁴ Petersson, Per et al., LEAN – Gör avvikelser till framgång! (2009), Part Media, s.190

⁵⁵ Petersson, Per et al., LEAN – Gör avvikelser till framgång! (2009), Part Media, s.192



Figur 3.8 Illustrering av 5S, * Petersson, Per et al., LEAN – Gör avvikelser till framgång! (2009), Part Media.

Seiri – Sortera

Första steget i 5S är att se över de föremål, t ex verktyg och förbrukningsmaterial, som finns vid arbetsplatsen. Dessa ska delas upp i föremål som används ofta och föremål som används sällan eller aldrig. De föremål som aldrig eller sällan används ska plockas bort från arbetsplatsen, då de helt enkelt inte behövs för att utföra arbetet.

Seiton – Strukturera

De föremål som används ska ha sin specifika plats. Varje plats märks upp med skyltar för att tydliggöra detta. Dokument och andra papper ska vara placerade och strukturerade så att de enkelt kan hittas när de behövs. Dessa struktureringar innebär att avvikelser enkelt upptäcks, t ex ifall ett verktyg saknas på sin plats.

Sieso – Systematisk städning

När onödiga föremål plockats bort och de föremål som verkligen används har strukturerats vid arbetsplatsen gäller det att underhålla dessa nya förbättringar genom att kontinuerligt städa vid och kring arbetsplatsen och att försvåra möjligheter till nedsmutsning.

Seiketsu – Standardisera

Steg fyra i 5S innebär att arbetet med de tre föregående stegen ska standardiseras, vilket skapar en enkelhet i arbetet som är lätt att följa och som kräver lite administration, när den väl implementerats i organisationen.

Shitsuke – Självdisciplin

Det sista steget är både det svåraste och viktigaste i metoden 5S. Självdisciplin innebär att alla medarbetare faktiskt följer de uppsatta standarderna och arbetssätten i det långa loppet. Detta kan ta flera år att implementera i en organisation och det är därför viktigt att ledningen kontinuerligt uppmuntrar medarbetarna att följa de antagna arbetssätten för att uppnå en välorganiserad och funktionell arbetsplats, för att dessa inte ska överges.

3.20 Single Minute Exchange of Die

SMED är en förkortning för Single Minute Exchange of Die. Tanken med denna metod är att en omställning ska klaras på mindre än tio minuter, det vill säga ett ensiffrigt antal minuter.⁵⁶ SMED delar upp omställningstiden i inre och yttre ställtid. Inre ställtid är den tid då maskiner eller annan utrustning ovillkorligen måste stoppas. Yttre ställtid är återstående tid av omställningen, alltså tid för förberedelser som kan göras medan maskiner är i drift eller då annan utrustning fortfarande används.

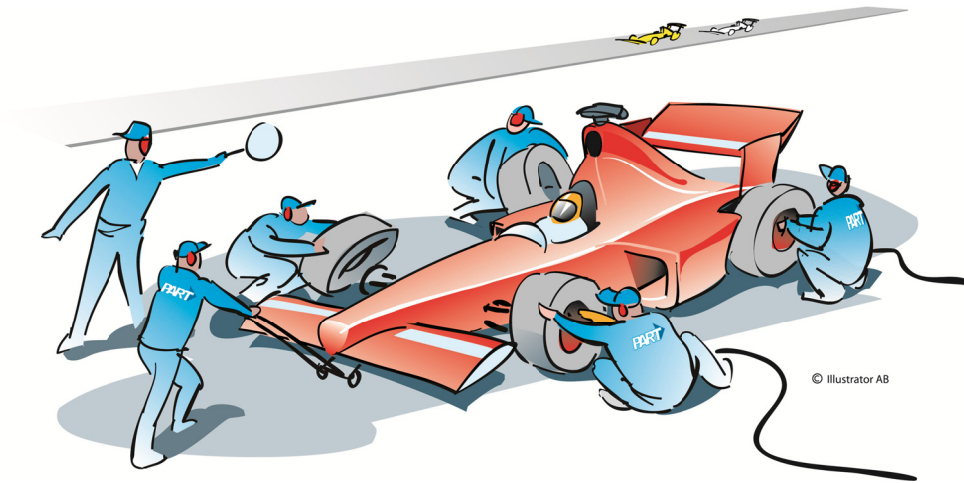
Grundprincipen för SMED är att radikalt minska den inre ställtiden. Detta åstadkoms främst genom att ändra inre ställtid till yttre ställtid och att förenkla omställningsarbetet vilket ger en totalt kortare omställningstid. Metoden kan delas in i åtta steg enligt nedan.⁵⁷

1. Separera inre och yttre ställtid
2. Konvertera inre ställtid till yttre ställtid
3. Standardisera verktyg
4. Funktionella fästansordningar
5. Förhandsjusterade fixturer
6. Parallella operationer
7. Eliminera justering
8. Mekanisera

SMED tillämpas främst vid omställning av pressmaskiner och annan större utrustning. Metoden kan dock vara ett lämpligt verktyg även inom tillverkning med i större grad manuella arbetsmoment. Figur 3.9 illustrerar omställningstiden för formel-1 tävlande vilket är ett av de mest kritiska momenten i tävlingarna.

⁵⁶ Ståhl, Jan-Eric, Industriella Tillverkningssystem del II – Länken mellan teknik och ekonomi (2010), s.318

⁵⁷ Ståhl, Jan-Eric, Industriella Tillverkningssystem del II – Länken mellan teknik och ekonomi (2010), s.318



Figur 3.9 Optimerade produktioner kräver effektiva omställningar, * Petersson, Per et al., LEAN – Gör avvikelser till framgång! (2009), Part Media

3.21 Kaizen

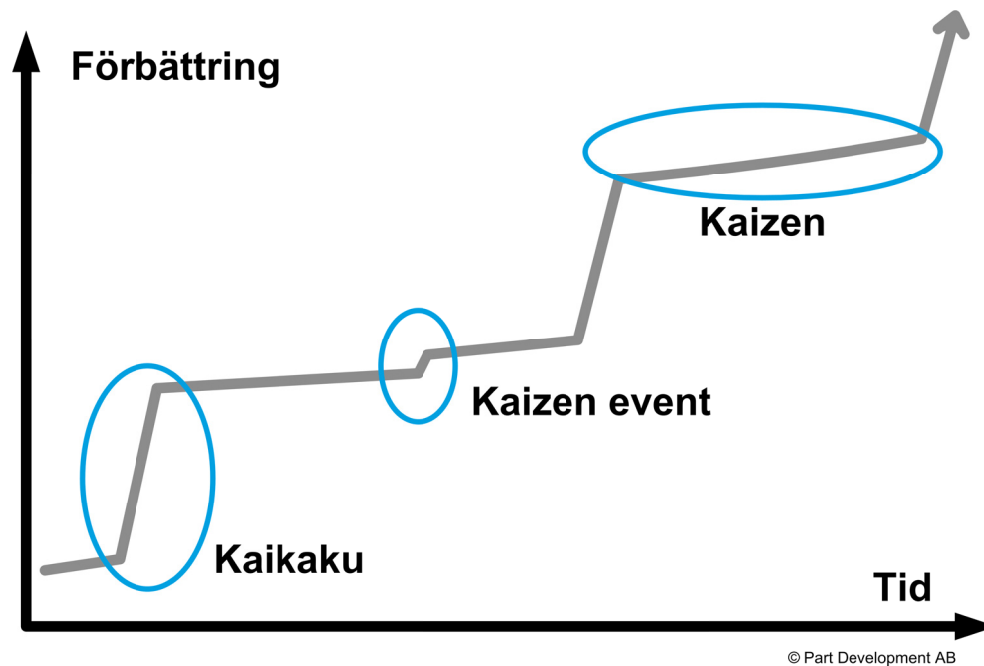
Kaizen är ett japanskt uttryck för ständiga förbättringar vilket illustreras i figur 3.10. Det är ett samlingsnamn för den process som innebär att små och väl genomarbetade förbättringar kontinuerligt sker för att förbättra produktivitet, kvaliteten och driva ut slöseri.⁵⁸ Syftet med Kaizen är att samtliga medarbetare aktivt arbetar med dessa förbättringar, vilka ingår i det dagliga arbetet.

För att Kaizen ska fungera på ett korrekt sätt måste det finnas ett strukturerat arbetssätt för hur medarbetarnas förslag på förbättringar ska implementeras i verksamheten.

Utöver Kaizen finns andra former av förbättringsarbete. Kaizen event syftar till förbättringsarbete där ett större, specifikt problem löses under en eller några dagar, t ex en specifik typ av kvalitetsproblem.⁵⁹ Kaikaku innebär stora förbättringsprojekt vilka kan ta upp emot ett år att genomföra, t ex att uppföra en ny produktionsanläggning.

⁵⁸ Ståhl, Jan-Eric, Industriella Tillverkningssystem den II – Länken mellan teknik och ekonomi (2010), s.316

⁵⁹ Petersson, Per et al., LEAN – Gör avvikelser till framgång! (2009), Part Media, s.99



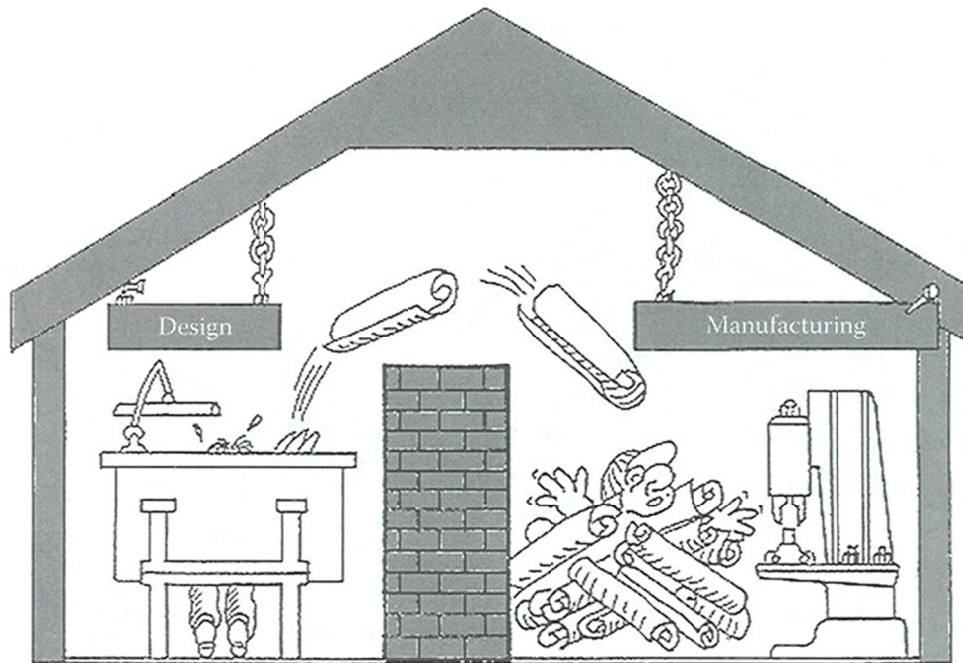
Figur 3.10 illustration av Kaikaku och Kaizen arbete, * Petersson, Per et al., LEAN – Gör avvikelser till framgång! (2009), Part Media.

3.22 Design for Manufacturing and Assembly

Konceptet Design for Manufacturing and Assembly (DFMA) går ut på att utveckla och konstruera produkter på ett sådant sätt att tillverknings- och monteringskostnaderna blir så låga som möjligt.⁶⁰ Detta kan innefatta minskning av antalet ingående komponenter, materialändringar etc. DFMA kan minska den totala produktionstiden med upp till 40 %, genom att bland annat lägga större fokus i konstruktionsprocessens inledande delar.⁶¹ För att DFMA ska bli framgångsrikt krävs att produktionsavdelningen involveras tidigt i utvecklingsprocessen, för att säkerställa att det som konstruerats går att producera så enkelt och billigt som möjligt.

⁶⁰ Ståhl, Jan-Eric, Industriella Tillverkningssystem den II – Länken mellan teknik och ekonomi (2010), s.308

⁶¹ Boothroyd, Geoffrey et al, Product Design for Manufacture and Assembly (2011), sid.7



Figur 3.11 Illustrering av principen Over-the-wall, * Boothroyd, Geoffrey et al., Product Design for Manufacture and Assembly (2011)

Figur 3.11 illustrerar principen Over-the-wall där konstruktionsavdelningen konstruerar utan att ha produktionen i åtanke. Detta kan leda till en mängd svårigheter för produktionen. Att få bort Over-the-wall är en viktig del i strävan mot bättre produktionsanpassade produkter.

En del av DFMA innebär att produkter är anpassade för att enkelt kunna monteras. Inom DFMA finns generella riktlinjer för hur en produkt kan anpassas för produktion. Dessa presenteras nedan.⁶²

Komponenthantering

1. Konstruera komponenter som är rotations- och ände-till-ände-symmetriska. Detta gör att komponenten inte går att montera fel.
2. Då komponenter inte kan göras symmetriska, ska de konstrueras så att de är klart osymmetriska.
3. Konstruera funktioner som gör att komponenter inte fastnar eller kröker i varandra då de förvaras på lager.
4. Undvik komponenter som är lätta att tappa, väldigt små eller väldigt stora och komponenter som vassa eller på andra sätt farliga att hantera.

⁶² Boothroyd, Geoffrey et al., Product Design for Manufacture and Assembly (2011), sid.74

Montering

1. Konstruera så att det uppstår lite eller inget motstånd vid hopsättning av två komponenter och att inga komponenter kan fastna.
2. Standardisera både konstruktion och produktion genom att använda standardkomponenter och kända tillverkningsmetoder.
3. Tillämpa pyramid-montering, det vill säga att stora komponenter monteras innerst och minst ytterst.
4. Konstruera så att komponenter inte manuellt måste hållas för att de ska bibehålla sin position medans andra komponenter hanteras.
5. Konstruera så att komponenter är fixerade innan de släpps.
6. Konstruera med fästansordningar enligt följande prioriteringsordning:
 - a. Snäppfäste
 - b. Spännband
 - c. Nitförband
 - d. Skruvförband
7. Undvika behov av att ompositionera redan delvis färdigmonterade komponenter.

3.23 Kanban

Kanban är japanska och betyder kort eller synligt bevis. Det är en metod för att skicka information uppströms i ett flöde, om att ett materialbehov har uppstått längre ner i flödet.

Då ett materialbehov uppstår skickas en kanban med hur mycket material som behövs och när det behövs till närmast föregående processteg som då fyller på materialet. På detta sätt skapas ett dragande system genom hela flödet.

3.24 Six Sigma

Six Sigma startades av den amerikanske elektronikproducenten Motorola 1987.⁶³ Metoden bygger, till skillnad från Lean, på att minska variationerna i produktionsprocesserna. Variationer medför dels varierande kvaliteten men också varierande ledtider, vilket kan leda till leveransförseningar och kassationer. Uttrycket Six Sigma kommer av att maximalt ± 6 standardavvikelser får rymmas inom de tillåtna gränserna för variationen, det vill säga högst 3,4 fel får uppstå per en miljon producerade detaljer.⁶⁴ En förbättringsprocess enligt Six Sigma följer den så kallade DMAIC-metoden, vilken innehåller följande steg:⁶⁵

- Define: Definiera problemet och vad som ska åstadkommas.
- Measure: Utför mätningar på processen.

⁶³ Ståhl, Jan-Eric, Industriella Tillverkningssystem del II – Länken mellan teknik och ekonomi (2010), s.318

⁶⁴ Ibid

⁶⁵ Ståhl, Jan-Eric, Industriella Tillverkningssystem del II – Länken mellan teknik och ekonomi (2010), s.307

- Analyze: Analysera de mätningar som utförts.
- Improve: Hitta lösningar på problemet och genomför förbättringsåtgärder.
- Control: Kontrollera att förbättringarna verkligen fungerar och ger ett bättre resultat än tidigare.

Till skillnad från Lean som produktionsförbättringsfilosofi, vilken inte kräver någon speciell utbildning, bygger Six Sigma på omfattande utbildning av berörd personal.

3.25 Produktionslayouter

Tillverkningsprocessen kan kategoriseras i olika layouter. Med det menas hur materialet hanteras under förädlingen och hur produktionsutrustningen är uppställd. Det finns huvudsakligen tre olika typer av layouter, vilka presenteras nedan.⁶⁶

3.25.1 Produktorienterad layout

En produktorienterad layout kännetecknas av att bearbetning, montering och annat manuellt arbete görs på ett och samma ställe, då produkten ofta är stor och svårflyttad. Denna layout passar för långa ledtider och korta serier, t ex tillverkning av fartyg och flygplan.

3.25.2 Funktionellt orienterad layout

Denna layout är vanlig vid batchtillverkning. Maskinerna är uppställda efter typ av bearbetningsoperation, vilket ger möjlighet till att producera många olika produkter då maskinerna har stor anpassningsbarhet. En nackdel med funktionell layout är komplicerad materialhantering med långa interna transporter mellan olika bearbetningsoperationer.

3.25.3 Flödesorienterad layout

En flödesorienterad layout lämpar sig för långa tillverkningsserier och massproduktion. Maskinerna är uppställda efter bearbetnings- och operationsordning, vilket skapar ett synligt produkt- och materialflöde.

3.26 Produktionstyper

Produktion sker olika beroende på efterfrågan och vad man producerar. Indelning görs i fem olika typer som listas och beskrivs nedan och illustreras i figur 3.12.

3.26.1 Projektstillverkning

Att producera enligt projekt görs för produkter som oftast ej går att flytta på, t ex broar, byggnader och fartyg.

3.26.2 Fåstyckstillverkning

Fåstyckstillverkning görs för ej återkommande arbete med stor variation. Detta arbetssätt används för specialproducerade unika produkter.

⁶⁶ Ståhl, Jan-Eric, Industriella Tillverkningssystem del II – Länken mellan teknik och ekonomi (2010), s.29

3.26.3 Batchtillverkning

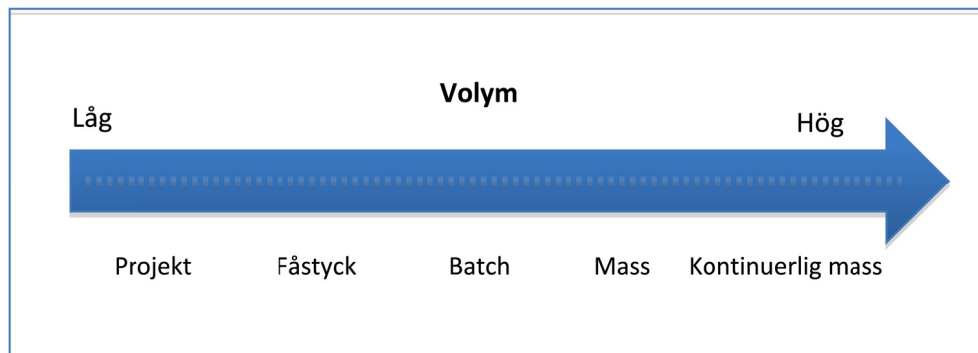
Batchtillverkning tillämpas vid mer standardiserade produkter där man producerar flertal lika produkter samtidigt. Tillverkningen är standardiserad med relativt låga ställtider.

3.26.4 Masstillverkning

Vid masstillverkning är produktionen standardiserad för färre varianter men specialiserad på tillverkning av stora volymer. Masstillverkning kännetecknas mest av linjetillverkning där stationer är uppbyggda i linje för kortast möjliga genomloppstid. Vid masstillverkning är variationen begränsad och införandet av nya produkter innebär stora investeringar

3.26.5 Kontinuerlig masstillverkning

Kontinuerlig masstillverkning innebär att tillverkningen är uppbyggd för ett specifikt ändamål. Denna sorts tillverkning används främst inom kemi och oljeindustrin.



Figur 3.12 Produktionstyp beroende på tillverkningsvolym, * Hill Terry & Alex, Manufacturing operations strategy, third edition, Palgrave Macmillan, 2009.

3.27 Johnsons algoritm

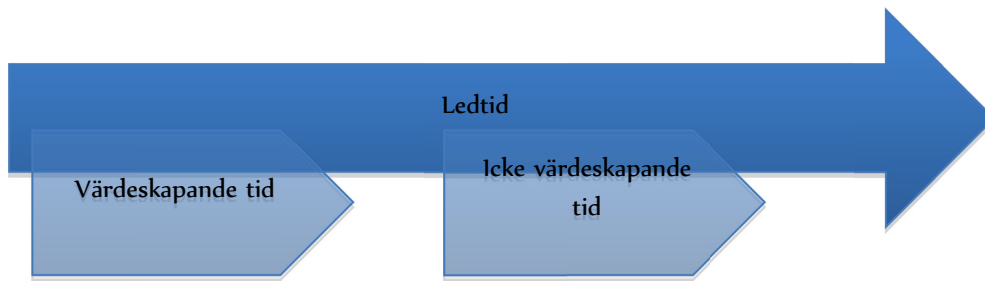
Johnsons algoritm är en metod för att bestämma den kortaste tiden för produktion av n olika detaljer i två efter varandra liggande produktionssteg. Metoden kan sammanfattas i följande tre steg.⁶⁷

1. Välj den kortaste tiden för samtliga detaljer i både produktionssteg ett och två.
2. Om den kortaste tiden ligger i produktionssteg ett ska den tillhörande detaljen placeras först i produktionsordningen. Ligger den kortaste tiden i produktionssteg två ska den tillhörande detaljen placeras sist i produktionsordningen.
3. Eliminera den nyss valda detaljen, och repetera steg 1 och 2 ovan tills alla detaljer är valda.

⁶⁷ Olsson, Gustav et al., Industrial Automation (2005), s.514

4 Nulägesbeskrivning - Övergripande

Kapitel 4 är första delen av de tre nulägesanalyserna. Kapitlets syfte är att ge en övergripande bild av Swedewaters verksamhet samt en djupdykning i delar av produktionen. Kapitellet ligger till grund för vidare analys och slutsatser.



4.1 Allmänt

Swedewater ser sig världsledande inom produkter för renvattenkylning. Företaget grundades 1980 i Landskrona, och ingår sedan 1983 i ABB Group inom divisionen Power Products.

Swedewater är indelat i tre segment; Power Transmission, Industry och After Sales. Inom Power Transmission ingår produkter för kylning av tyristorventiler samt HVDC- och SVC-anläggningar. Industry omfattar kylning av frekvensomvandlare, motorer och generatorer till bland annat vindkraft och kärnkraft. I segmentet After Sales ingår installation av produkterna på plats hos kund. Swedewater tillhandahåller också underhåll av produkterna och reservdelar till dessa. Företaget levererar omkring 800 produkter per år, varav 95 % av orders är export.

Swedewater har som mål att 2015:

- Omsätta en halv miljard kr
- Kapitalbindning < 12 %
- Intern leveranssäkerhet > 95 %
- Max 40 kundreklamationer per år

Swedewater har en funktionsorienterad organisationsstruktur med funktionerna:

- Marknad
- Inköp
- Konstruktion
- Produktion
 - Maskinpark
 - Svetsning och betning

Lager
Mekanisk montering
Elektrisk montering
Provning och packning

- Eftermarknad

Företaget producerar två olika kategorier av produkter, vilka benämns Projekt och Standard.

- **Projektprodukter** är unika produkter som produceras i ett eller några få exemplar.
- **Standardprodukter** är produkter som är återkommande och produceras kontinuerligt. I dagsläget finns sju olika produkter i kategorin Standard. För dessa finns klara ritningar och upprättade kontrakt med både kund och underleverantörer för specifika artiklar.

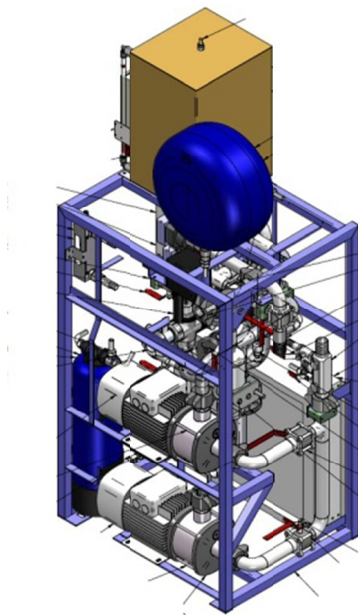
De olika kategorierna hanteras åtskilt genom hela verksamheten från beställning till leverans. Indelning grundar sig på volym och hur specifika beställningarna är.

Företaget flyttade till ny fabrik hösten 2011. Nya fabriken har haft produktionsflödet som fokus och är byggd enligt flödesorienterad princip. Problem i samband med flytten och den ökade orderingången skapade stora leveransförseningar under hösten 2011. Företaget har arbetat kontinuerligt för att stabilisera produktionen, vilket man har lyckats med under våren 2012.

4.2 Produkten ACS1000

ACS1000 är en av Swedewaters mindre kylsystem och ingår i kategorin Standard. ACS1000 levereras internt inom ABB-koncernen. Kylsystemet används till att kyla frekvensomriktare för varvtals- och momentreglering av elmotorer med en effekt upp till 5 MW. Systemet finns i fyra grundutföranden och består av 20-30 moduler med totalt 100-150 delar, beroende på antal pumpar och ventilvarianter.

Swedewater producerar ca 300 stycken ACS1000 per år, där största delen går på export.



Figur 4.1 – Illustration av ACS1000.

Produkten har en ledtid på fem veckor från beställning till leverans. Marknads- och inköpsavdelningen har tillsammans med planeringsfunktionen en vecka på sig att lägga in ordern i systemet. Produktionen har sedan fyra veckor på sig att slutföra produkten. Det tar ca en vecka att producera produkten, resten av tiden är tidsbuffertar för planering och om något går fel. Allt material finns på lager.



Figur 4.2 Total ledtid för ACS1000.

4.3 Kund

Intervju har gjorts med Swedewaters kund från standardsegmentet vilket har sammanställts nedan.

Dagens leveranstid på sju till åtta veckor anser kunden vara för lång. Leveranstiden för specialkomponenter kan vara upp till 20 veckor, vilket är oacceptabelt enligt kunden.

Enligt kunden är Swedewater dåliga på att hantera kvalitetsproblem. Man reagerar långsamt på kundens klagomål, med en ovilja till att starta förändringsarbete för att åtgärda problemen. Kunden vill involvera sig i förbättringsarbete men efterfrågar mer transparens av Swedewaters kostnader. Exempel på kvalitetsproblem som kunden påpekat är ventiler som inte gått att öppna samt att skruvar saknat markering om att de blivit åtdragna.

Kunden anser att After Sales spelar en viktig roll vid införskaffning av reservdelar och då anläggningar är i behov av service.

Från intervjun identifieras ordervinnare och orderkvalificerare. Kunden uppger att kortare leveranstid skulle ge möjlighet till ökad orderingång för Swedewater. Utifrån detta har leveranshastighet identifierats som ordervinnare. Kunden ansåg att priset var viktigt och det identifierades som en orderkvalificerare.

4.4 Marknad

Marknadsavdelningen har kontakt med kund och bearbetar de beställningar som kommer in. Beställningarna kommer oftast batchvis med flera produkter på samma gång, dock inte alltid med samma leveransdatum. Beställningarna ses över och läggs in i affärssystemet för sedan gå vidare till inköp och planeringsfunktionen.

Kontrakt skapas med kund som följs upp en gång per år där pris och specifikationer förhandlas.

Kundkontakten är olika inom standardsegmentet, för ASC1000 är kundkontakten väldigt hög. Leveransstatus kontrolleras med aktiv kommunikation varje vecka. En gång per kvartal hålls utvecklingsmöte via videokonferens för att stärka kontakten med kund och stärka verksamheten.

Informationsdelning till kund vill hållas begränsad. Marknadsavdelningen anser att ökad transparens skapar ökad sårbarhet för Swedewater.

4.5 Inköp

Inköpet är indelat i operativt och strategiskt inköp där operativt hanterar det dagliga inköpsarbetet och strategiskt hanterar leverantörsrelationer och kontrakteringen. Inköpsavdelningen har mål satta av ABB:s ledning där målen är:

- Kostnadsreducering på 7,5 %
- Andel köp från lågkostnadsländer på 19 %
- Betalningstid 43 dagar

4.5.1 Operativt inköp

Operativt inköp behandlar det dagliga inköpet med beställningar enligt förbestämda beställningspunkter. För ACS1000 lagerförs alla artiklar, dessa artiklar har:

- säkerhetslager på 10 % av årsbehovet

- orderkvantitet på 25 % av årsbehovet.

Siffrorna är dimensionerade efter ett jämt flöde fördelat över året vilket grundas på de prognoser Swedewater får in samt historisk köpdata.

4.5.2 Strategiskt inköp

Strategiskt inköp bearbetar kontrakt och avtal med underleverantörer. Kontrakten uppdateras varje år för priskontroll då nya mål sätts. Utvärdering och återkoppling till leverantör görs där mätetal som OTD (On time delivery) på 95 % samt SQI (Supplier quality index) på 98 % kontrolleras. Återkoppling sker även i form av avvikelserapportering och i vissa fall "audits" där närmre kontroller görs med koppling till de avvikelser som förekommit.

Leverantörer behandlas olika beroende på den volym som köps in samt hur kritisk artikeln är för verksamheten. Det finns uttalat att eftersträva flera leverantörer per artikel, så kallad multiple sourcing. Detta används endast till viss grad då de kritiska artiklarna kräver ett större samarbete och bättre kontakt med underleverantör. För att bygga relationer och säkra kvaliteten på de artiklar som köps in läggs ett större fokus på en leverantör.

Enligt målet på andel inköp från lågkostnadsländer på 19 % görs fler sådana inköp. En stor kostnadsreducering kan då uppnås. Artikeln kan skilja sig kvalitetsmässigt vilket till en början kan ses förbi på grund av den stora kostnadsbesparingen. För att öka kvaliteten på dessa artiklar sker "audits" där kvaliteten ses över och viss press läggs på leverantör.

4.6 Konstruktion

Konstruktionsavdelningen konstruerar produkten och bestämmer dess specifikationer. Specifikationerna bestämmer det material och de komponenter som ska användas. Konstruktorerna skapar ritningarna som används till monteringsarbetet. Uppdateringar av ritningar görs vid behov. Uppdateringar, eller nyrevisioner, beror på ändringar av komponenter, specifikationer av kund eller förnyelse av produkt. Dessa ändringar tar upp till ett halvår eller längre att genomföra.

Konstruktionsavdelning har skapat en Excel-fil, kallad konfigurator, som efter valda specifikationer genererar ett flödesschema samt lista på komponenter som behövs för att producera en specifik produkt. För ACS1000 finns det färdiga ritningar som ej ändras om ingen specialorder inkommer. Alla ritningar finns som modulritningar och illustrerar varje del för sig. Modulritningarna illustrerar en del av hela produkten. Modulritningarna har ej blivit framtagna som en mall för monteringen, utan som illustrationer som ska vara till hjälp vid montering. Om kund vill ha specifikationer som inte konfiguratoren hanterar görs en tidsbedömning av ärendet. Om det anses ta längre än 8 timmar för konstruktionsavdelningen att hantera ärendet så läggs ordern som specialorder och då sätts en ledtid på ca 12 veckor. Konstruktionsavdelningen är ej involverad i standardprodukter vid den dagliga verksamheten om inga konstruktionsändringar behövs göras.

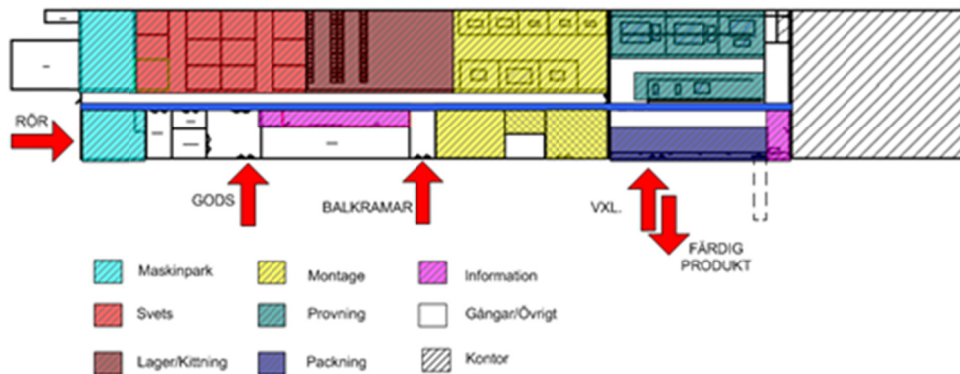
4.7 Planering

Planeringens uppgift är att tillse att det finns allokerad kapacitet för prioriterade produkter inom specifikt tidsspänn. Marknad tar in order och planeringsfunktionen ser till så att krokar i produktionen undviks. Planeringen sker enligt push system, där det är ordern som driver produkterna genom produktionen, det vill säga att planeringen och produktionen är direkt kundorderstyrt. Planeringen sker till viss del med planeringsverktyg. På grund av ofullständiga underlag av t ex kapaciteten uppkommer dock svårigheter i det detaljerade planeringsarbetet.

4.8 Produktion

Swedewaters produktion är flödesorienterad vilket ses i illustrationen över Swedewaters fabrik, figur 4.3. Produktionen är uppdelad i olika steg där rör kommer in vid maskinparken för att kapas. Dessa går sedan vidare till svetsen där de svetsas enligt specifikation. För standardsegmentet produceras rören mot lager och påverkar inte resterande ledtid utan ses som en fabrik i fabriken. Lagret hanterar allt inkommande material både externt och från svetsningen. Därifrån kittas material till mekanisk montering. Produkterna monteras, provas, packas och skeppas sedan i andra änden av fabriken. Produktionen är uppdelad i funktionerna:

- Maskinpark
- Svets
- Lager
- Mekanisk montering
- Elektrisk montering
- Provning och packning



Figur 4.3 Illustration av ABB Swedewaters fabrik i Landskrona.

4.8.1 Maskinpark

Vid rörkapningen arbetar en operatör som ansvarar för två stycken bandsågar. De hantear rördimensioner upp till 323 mm i diameter. Större rör kapas idag manuellt. Rör som är större än 139 mm i diameter måste renkapas på grund av att ändarna är skeva och innehåller grader (vassa kanter). Operatören har hjälp av en travers för hanteringen av stora rör vilka är otympliga att hantera manuellt.

Operatören följer en kaplista där rören finns specificerade avseende antal och längder. Till projekten följer en specifik kaplista till varje projekt. För standardprodukterna, där ACS1000 ingår, arbetar kapningen istället mot lager, för att hålla en viss lagernivå av standardrör. Detta medför att kapningen kontinuerligt får kaplistor för standardprodukterna då lagernivåerna sjunker. I maskinparken finns även en CNC-styrd bockmaskin, som klarar av att hantera rör upp till 88,9 mm i diameter. Detta innebär att den största delen av rören till standardprodukterna, däribland ACS1000, bockas.

4.8.2 Svets

Svetsavdelningen är uppdelad i svetsbås, där varje bås utnyttjas av en eller flera svetsare. Tillbehör som används är placerade i ena änden av avdelningen, vilket innebär att vissa personer måste lämna sina arbetsplatser för att hämta dessa tillbehör. Då rören är svetsade efterbehandlas de genom så kallad betning, vilket rengör svetsskarvarna.

4.8.4 Lager

Lagret på Swedewater är ett komponentlager som förser svetsningen och mekaniska monteringen med material.

På lagret finns dedikerade platser för ankommande gods. Lagerpersonalen registrerar sedan in materialet i ERP LN. Skulle det inte finnas plats för ankommande material placeras det tillfälligt i ankomsthallen. Idag ställs ankommande material även längs gavlarna på lagerhyllorna, trots att ledig plats finns på de dedikerade platserna.

När materialet registrerats in i ERP LN transporterar personalen det till korrekt lagerhylla. Här tillämpas principen First in First out, det vill säga att nytt material placeras bakom det redan existerande så att material alltid plockas från den äldsta pallen. Då ingen plats finns på den ordinarie lagerhyllan placeras materialet temporärt på ett buffertlager som finns i anslutning till det ordinarie lagret. Idag finns ingen standardprocess för hur länge materialet stannar på buffertlagret utan personalen flyttar det till den ordinarie lagerhyllan efter hand då lagernivån där minskar. Till lagret hör också ett tält som står utomhus, där emballage, pallar och balkramar till standardprodukterna förvaras.



Figur 4.4 Del av materialtorg på lagret.

En inventering av lagret görs en gång per år. Då räknas samtliga komponenter och jämförs med lagernivåerna i ERP LN. Skulle lagernivåerna, vilka innefattar ordinarie lagernivå och buffertnivå tillsammans, inte stämma överens korrigerar lagerpersonalen detta i ERP LN. I övrigt korrigeras lagernivåerna i ERP LN kontinuerligt ifall fel upptäcks.

På lagret finns även dedikerad plats för komponenter som antingen ska slängas, skickas tillbaka till leverantör eller returneras till lagret, vilket benämns Scrap, Claim och Return. Dessa komponenter tas om hand av lagerpersonalen då tid finns.

4.8.5 Materialförsörjning

Materialförsörjningen till ACS1000 och övriga standardprodukter sker genom så kallad kittning. Det innebär att allt lagerhållet material, t ex pumpar, rör, ventiler och andra komponenter, plockas till en specifik order. Allt material förutom balkramar kittas på pallar med pallkrage.

Kittning sker både till svetsningen och till monteringen. Till svetsningen får lagerpersonalen en produktionsorder från teamledaren på svetsningen, vilken innehåller en lista över rör och övriga komponenter som ska kittas. Det finns idag ingen definierad plats för var färdigkittat material till svetsningen ska ställas. Pallarna ställs ofta längs gavlarna på lagerhyllorna, i väntan på att de ska transporteras till svetsningen.

I produktionen finns en whiteboardtavla som visar hur planeringen för standardprodukterna ser ut två till tre veckor framåt. Lagerpersonalen prioriterar här i vilken ordning kittningen till monteringen ska göras, beroende på hur lång tid den tar för de enskilda produkterna. Den produkt som tar längst tid att kitta prioriteras först. Detta bygger på personalens egna erfarenheter och har visat sig fungera tillfredställande.

Tre veckor innan en produkt ska kittas görs en klarering, där personalen går igenom och kontrollerar eventuella materialbrister i ERP LN. Skulle material fattas ser inköpsavdelningen detta i systemet och materialet köps hem. Lagerpersonalen gör också en anteckning på whiteboardtavlan om aktuell materialstatus vid klareringen. I vissa fall påbörjas kittningen trots att en del komponenter inte finns på lagret. Detta antecknas på planeringstavlan som kittat med brist.



Figur 4.5 Färdigkittad pall.

Då en produkt ska kittas till monteringen skriver personalen ut en plocklista från ERP LN, där allt material till en specifik order finns angivet. Varje plats på lagerhyllorna är märkt med två bokstäver och en siffra från B-1-A till E-15-E, där första bokstaven betecknar hylla, siffran horisontell plats och andra bokstaven vertikal plats. Materialet på plocklistan är uppbyggd enligt denna ordning, vilket gör att kittningen blir flödesorienterad. Små komponenter, t ex ventiler och mindre rördelar är placerade på hyllorna längst ner, vilket gör de enkla att plocka. Större komponenter i form av pumpar och värmeväxlare finns högst upp på hyllorna. För att dessa ska kunna plockas krävs tillgång till truck. Idag finns en truck som klarar av att hantera materialet högst upp på lagerhyllorna. Många gånger kittar personalen från pallar vilka är placerade vågrätt på samma hyllplan. Detta gör att trucken måste förflytta sig i sidled flera gånger för varje order som kittas, något som tar lång tid. En ACS1000 tar idag en till två timmar att kitta, beroende på tillgång till truck och ifall lagerpersonalen måste hämta material på buffertlagret.

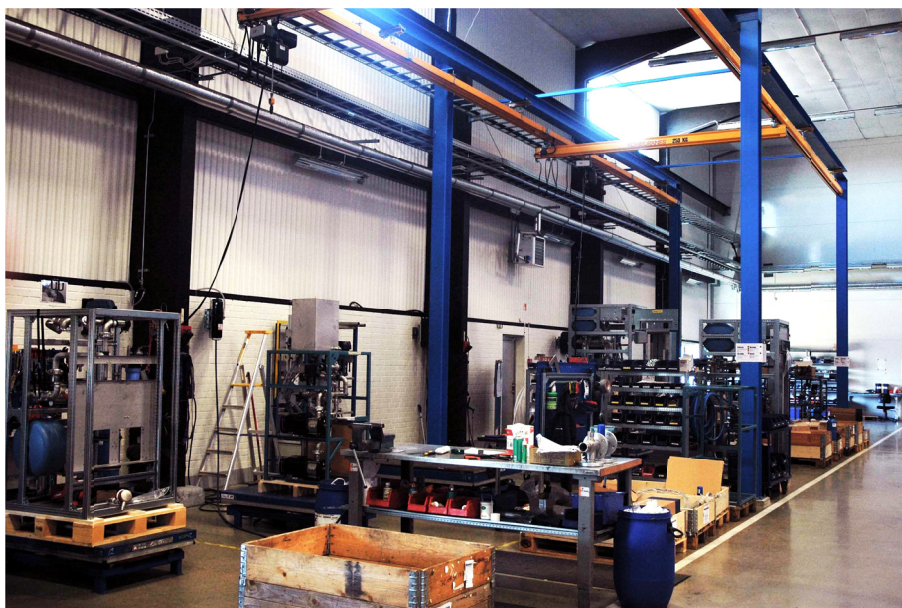
Färdigkittat material till monteringen ställdes tidigare också längs gavlarna på lagerhyllorna, i väntan på att transporteras till monteringen. Nyligen har ytterligare en lagerhylla köpts in, där det är tänkt att färdigkittade pallar till både svetsningen och monteringen ska ställas.

På lagret finns också en avdelning för skruvar, muttrar, brickor och övrigt förbrukningsmaterial. Dessa komponenter fylls på kontinuerligt av en extern leverantör.

All personal i produktionen kan göra egna materialuttag från lagret. Detta görs t ex då fel finns i en plocklista, vilket gör att lagerpersonalen kittat fel komponenter. Personalen fyller då i en lapp om vilken komponent som hämtats ut i form av artikelnummer och antal, och lämnar denna till lagerpersonalen som manuellt korrigerar lageruttaget i ERP LN.

4.8.6 Mekanisk montering

Mekaniska monteringen är idag uppdelad i två delar, projekt och standard. Projektdelen monterar endast större produkter där varje produkt är unik till sitt slag. Standarddelen, där ACS1000 ingår, monterar mindre produkter som är återkommande och produceras i större volymer. Se avsnitt 3.21 för olika produktionstyper.



Figur 4.6 Mekaniska monteringen.

På standardmonteringen finns åtta stycken arbetsstationer. Varje station bemannas av en montör som monterar en produkt. Arbetet består av montering av pumpar, rör, ventiler, elektriska givare och andra komponenter. Till hjälp har montörerna ritningar över modulerna i form av monteringsanvisningar över hur komponenterna ska sättas samman. Det

finns modulritningar, där en modul består av ett antal mindre komponenter. Man har också tillgång till flödesschema för produkten, där ingående komponenter finns utritade. Idag finns brister i ritningsunderlaget till standardprodukterna, däribland ACS1000. Enligt montörerna är ritningarna otydliga över hur de olika modulerna ska sättas samman. Montörerna får därför lita på egen erfarenhet av hur arbetet ska utföras.



Figur 4.7 Ställ med ritningar och flödesschema.

Idag finns inte heller någon standardiserad monteringsprocess för i vilken ordning modulerna ska sättas samman och i vilken ordning de ska slutmonteras på balkramen. Varje montör arbetar på det sätt som den anser lämpligast.

Vid standardmonteringen finns två stycken arbetsbord enligt figur 4.8, där montörerna monterar ihop de olika modulerna.



Figur 4.8 Arbetsbord vid mekaniska monteringen.

Verktygen är uppdelade på fyra verktygstavlor enligt figur 4.9, där verktygen på varje tavla har en egen färg. Idag uppstår trängsel vid arbetsborden då flera montörer ska arbeta där samtidigt.



Figur 4.9 Verktygstavla.

Det finns inte någon struktur över vilka verktyg som hör till vilket arbetsbord, vilket gör att väntetid kan uppstå för att verktyg ska bli lediga. Ett tredje arbetsbord finns där för montering av vissa större moduler görs.

Mindre maskinelement i form av skruvar, muttrar och brickor kittas inte till specifika order. Dessa ligger istället i lådor på en komponenthylla i anslutning till standardmonteringen.

Då en standardprodukt är färdigmonterad transporterar montörerna själva produkten till elektriska monteringen med hjälp av en palltruck. Montörerna får sedan titta på en planeringstavla för att se vilken produkt som ska monteras härnäst. Montörerna säger därefter till lagerpersonalen som transporterar de kittade pallarna till korrekt monteringsstation. Under tiden städar montörerna undan vid arbetsborden och förbereder inför den nya produkten. Enligt montörerna kan en omställning idag ta upp till en timme att genomföra.

4.8.7 Elektrisk inkoppling

Vid elektriska inkopplingen kopplas de elektriska komponenterna in. Även elektriska inkopplingen är indelat i projekt och standard på samma sätt som mekaniska monteringen.

På standarddelen av elektriska inkopplingen finns både material och verktyg i anslutning till arbetsplatsen. Personalen behöver därför inte gå till lagret för att hämta kablar och annat material.

4.8.8 Provning och packning

Vid provningen provkörs produkterna för att kunna upptäcka eventuella läckage och elektriska problem. Skulle problem uppstå vet operatören av erfarenhet vilka de vanligaste felen är och kontrollerar dessa. Vid behov, t ex om en ventil läcker, tillkallas en montör från monteringen för att åtgärda detta. I vissa fall då komponenter måste bytas ut kan produkter transporteras tillbaka till mekaniska eller elektriska monteringen. Efter provningen packas produkterna i lådor tillsammans med eventuella reservdelar.

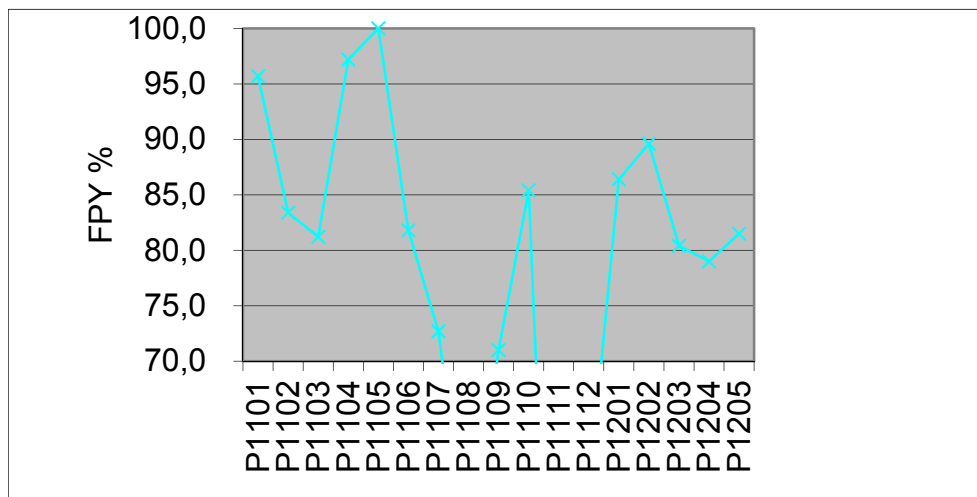
ACS1000 finns i fyra olika grundutförande beroende på antal pumpar och ventilvarianter. Swedewater har idag tidsuppskattningar över hur lång tid dessa varianter tar i de olika delstegen, det vill säga mekanisk montering, elektrisk montering etc, vilka är tider för effektivt arbete. Då dessa tider är två-tre år gamla anser teamledaren på mekaniska monteringen att de inte är korrekta, utan att de borde minskas något för att stämma överens med verkligheten i dagsläget.

Provningen ansvarar för att produkten är hel och uppfyller de krav som är satta. När den inte gör det rapporteras detta in och sammanställs. Nedan visas first pass yield (FPY) vilket är det dokument som visar hur många produkter som är rätt första gången de byggs.

2012 mål	Q1	Q2	Ack	
Std=>95 %	84,4 %	83,9 %	266/316	84 %
Proj=>95 %	100,0 %	95,7 %	35/36	97 %
Totalt=>95 %	85,6 %	85,5 %	301/352	85,5 %

Figure 4.10 First Pass Yield vid Swedewater 2012.

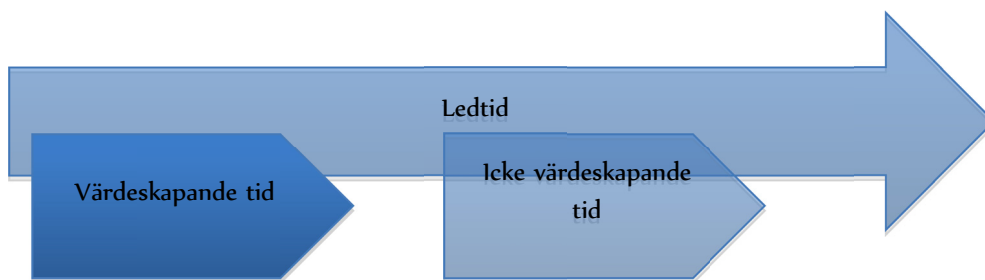
Figur 4.10 visar att standardsidan i genomsnitt har ca 15 % av produkterna som ej går igenom provningen. Figur 4.11 visar samma siffra fast över en längre period. I grafen ses att kvaliteten går upp och ner och vid vissa perioder sjunker FPY till under 70 %.



Figur 4.11 First Pass Yield för Swedewater 2011-12.

5 Nulägesbeskrivning - Fallstudie/Experiment

Kapitlet är en djupdykning den mekaniska monteringen där specifik data har samlats in genom ett experiment och en fallstudie. Avsikten är att undersöka möjlighet till standardisering genom befintliga lösningar. Materialet kommer sedan analyseras i senare kapitel och ligga till grund för vidare slutsatser.



5.1 Experiment

Idag har montörerna tillgång till ritningar vilka är uppbyggda i moduler. Varje modul består av ett antal olika komponenter.

I dagsläget finns ingen uttalad arbetsprocess för i vilken ordning modulerna ska monteras ihop, det vill säga en standardiserad monteringsprocess. Det är också oklart ifall modulerna går att slutmonteras in i balkramen, såsom de ser ut enligt modulritningarna.

5.1.1 Syfte

Syftet med experimentet är att se ifall det går att montera ihop modulerna enligt modulritningarna och att dessa sedan kan slutmonteras i balkramen utan att komplikationer uppstår. Experimentet ska också identifiera eventuella brister som uppstår under monteringsarbetets gång. Det övergripande syftet med experimentet är att hitta en optimal monteringsordning och kategorisera momenten i vilka som kan göras i en eventuell förmontering, vilket minskar ledtiden i mekaniska monteringen.

5.1.3 Metod

Experimentet genomförs tillsammans med personalen i monteringen. Själva monteringsarbetet utförs av författarna själva. Observationer görs parallellt och kontinuerligt under processens gång. På så sätt identifieras vilka moment som fungerar tillfredställande och vad som kan förbättras i syfte att minska monteringstiden. Värdeskapande och icke värdeskapande tid beaktas också i syfte att kategorisera och separera dessa.

5.1.4 Resultat och diskussion

Resultatet av experimentet är att det till största del är möjligt att montera enligt modulritningarna, dock med vissa restriktioner.

Kopplingar för att montera ihop olika rör, så kallade rillkopplingar, är svåra att förmontera utan att två montörer hjälps åt, detta på grund av en del rör är tunga och otympliga att hålla. Dessutom möjliggör rillkopplingarna en viss flexibilitet mellan modulerna, vilket underlättar då modulerna slutmonteras i balkramen. Med detta i åtanke är det inte lämpligt att montera rillkopplingar i en förmontering, utan att istället göra detta när modulerna slutmonteras i balkramen.

Ett antal precedensvillkor identifieras för i vilken ordning de olika modulerna måste slutmonteras i ramen. Exempelvis måste filtret med beteckning Z2 monteras innan värmeväxlaren. Vidare måste de större modulerna, vilka skruvas direkt i ramen med rörfäste, monteras först för att det ska gå att montera de mindre modulerna. Montering bör också göras inifrån och ut, då utrymmet i ramen är begränsat.

5.2 Fallstudie monteringstid

Mekaniska monteringen består idag av flera moment som utförs i obestämd ordning. Enligt avsnitt 5.1 Experiment har det visat sig att modulerna går att montera med vissa restriktioner och precedensvillkor.

För att utvärdera monteringstiden är det därför av intresse att mäta de olika delmomenten och utvärdera resultatet för förbättringsåtgärder.

Nedan följer en fallstudie på en specifik ACS1000 med två pumpar, värmeväxlare och trevägsventil. Den uppfyller kriterierna för den ACS1000 som tar längst tid att bygga.

5.2.1 Syfte

Syftet med fallstudien är att uppskatta tider för förmontering och montering av modulerna. Genom fastställande av tiderna för modulerna kan varje aktivitet utvärderas genom differenser från utsatt tid.

5.2.2 Metod

Uppskattningen görs genom att författarna själva har förmonterat och slutmonterat modulerna. Alla tidsuppskattningar är i femminutersintervall.

Först förmonterades alla moduler där alla verktyg och allt material förbereddes innan monteringen, för att undvika att icke värdeskapande aktiviteter påverkade mätningen. Nästa steg var att slutmontera modulerna på ramen. Vid montering fastställdes precedensvillkoren för i vilken ordning modulerna var möjliga att slutmontera.

5.2.3 Resultat

Nedan följer en lista där alla mätresultat illustreras, där visas även precedensvillkoren för modulmonteringen. Tabellen visar resultaten för en specifik variant av ASC1000.

Figur 5.1 visar tiden och precedensvillkoren enligt den mätning som gjorts. Mätningen speglar tiden för två oerfarna montörer och ska ligga till grund för en överskådlig tolkning av arbetet.

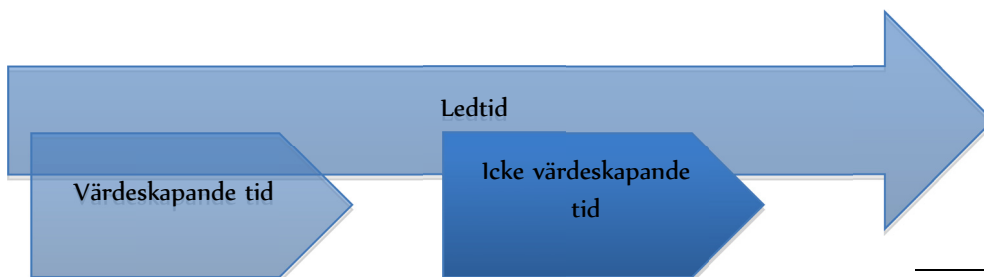
Montering av ACS1000, 2 pumps, vvx,				
Beskrivning	Modul	Förmontering [min]	Slutmontering [min]	Precedensgrupp
Redundant pump	215(rör)	45	15	3
Redundant pump	215(motor)	0	25	1
Heat exchanger	219	25	0	2
Control valve, 3-way	227	30	60	3
Inlet, fine water	247	20	25	4
Outlet, fine water	251	20	25	3
Inlet, raw water	254	10	20	3
Expansion vessel, closed	619	10	0	
Pipe with instruments	623	35	10	3
Deaeration vessel	626	30	20	4
Fixation of electrical cabinet	631	10	10	4
Filter	641	25	10	1
Make-up inlet	645	10	10	3
Deonizer filter	649	10	5	4
Air water heat exchanger	665	10	35	4
Flow meter	669	5	10	3
Pressure transmitter	673	5	5	3
Safety valve	674	10	0	
	274			
	Märkbrickor		70	
	Slangar		20	5
Summa [h]		5,2	6,25	

Figur 5.1 Tid och precedensvillkor för förmontering och slutmontering av moduler, ACS1000 2 pumpar, värmeväxlare.

I Figuren ses att det tar 5,2 mantimmar att förmontera och 6,25 mantimmar att slutmontera. Detta ger en sammanlagd tid på 11,45 mantimmar effektiv tid för två oerfarna montörer. Resultatet kan tolkas som att den ACS1000 som visas i figur 5.1 ovan, tar 6,25 timmar i effektiv tid att montera, från det att första modulen börjar förmonteras tills att hela produkten är slutmonterad. Resultatet visar att det finns stor potential till ledtidsreduktion genom det standardiserade arbetssättet ovan.

6 Nulägesbeskrivning - Störningar i produktion

Avsnittet har avsikten att visa fördelningen av störningar kring standardproduktionen. Diagrammen presenterar störningar som rapporterats på tavlan för den dagliga styrningen. Fördelningen kommer i senare kapitel analyseras för att lokalisera grundorsakerna till uppkomsten av störningarna. Kvalitativ data kommer även presenteras i form av observationer och intervjuer från anläggningen.



Störningarna delas in i två typer, de som uppkommer av att ett fel har gjorts som stör arbetsrutinen och de som uppkommer på grund av produktionens upplägg.

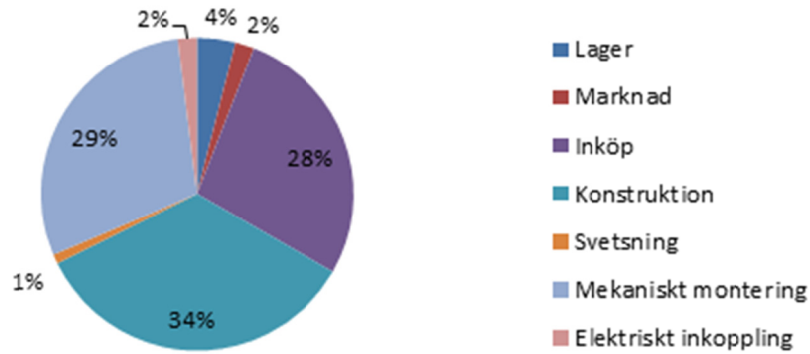
6.1 Störningar i arbetsrutin

Inbakat i ledtiden ligger det arbetet som förädlar produkten, så kallat värdeskapande tid och den tid som ej förädlar, det vill säga den icke värdeskapande tiden. Detta avsnitt behandlar de störningar som uppkommer vid standardproduktionen där man rapporterat störningar på den dagliga styrningen. Störningarna har rapporterats på pappersark i produktionen och har använts för att identifiera och lösa problem i den dagliga verksamheten. Informationen har samlats in, kategoriserats och senare analyserats av författarna. Detta är information som inte tidigare sammanställts.

I figurerna 6.1-6.9 visas fördelningen vid de olika funktionerna för störningar antecknade vid den dagliga styrningen från januari 2011 till april 2012.

Figur 6.1 visar att störningar i provningen främst kan härledas till konstruktionsavdelningen, mekanisk montering och inköpsavdelningen.

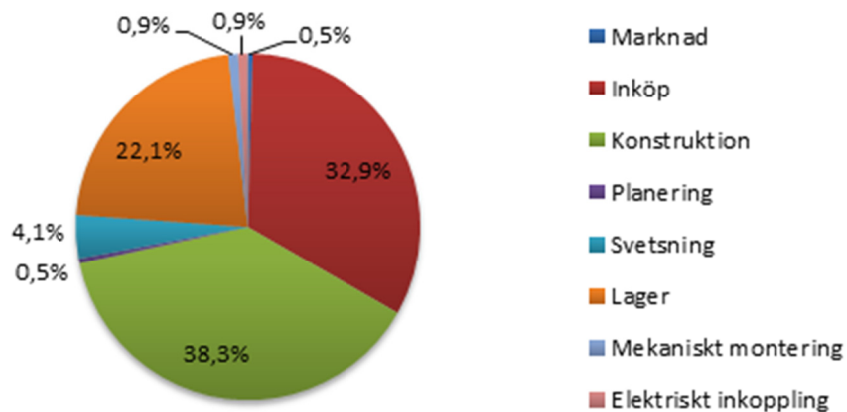
Störningar provning standard: 102 st



Figur 6.1 Fördelning av störningar vid provning för standardsegment.

Figur 6.2 visar att störningar i mekaniska monteringen främst kan härledas till konstruktionsavdelningen, inköpsavdelningen och lagret.

Störningar montering standard: 222 st



Figur 6.2 Fördelning av störningar vid mekanisk montering för standardsegment.

Störningarna har delats in i tre kategorier för att ge en bild av störningarnas uppkomst. Detta för att förtydliga rotorsaken till de tre funktioner som orsakar flest störningar enligt figur 6.1.

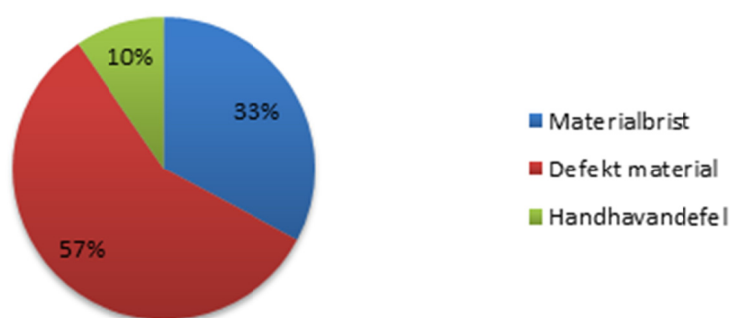
Kategorierna är:

- Materialbrist
- Defekt material
- Handhavandefel

Indelningen ska visa uppkomsten till avvikelser för vidare analys. För mekanisk montering är inköp, konstruktion och lager de tre största orsaksfunktionerna. Dessa kopplas till kategorierna och den fördelningen presenteras i figur 6.4 - 6.6.

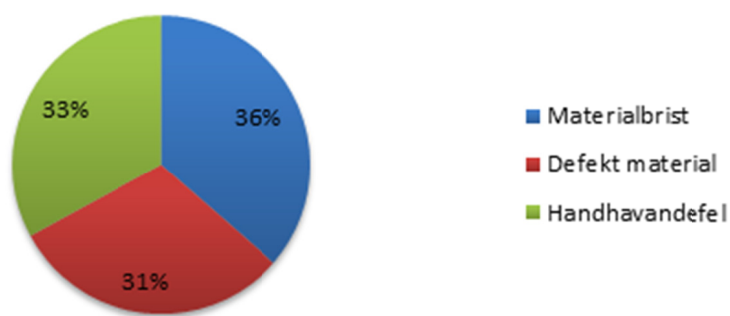
Figur 6.4 visar att störst andel av störningar i mekanisk montering som är kopplat mot inköp är defekt material. Figur 6.5 visar att andelen av störningar i mekanisk montering som är kopplat mot konstruktionsavdelningen är spridd över alla tre kategorier.

Störningar i mekanisk montering kopplat till inköp



Figur 6.4 Störningar i mekanisk montering kopplat till inköp.

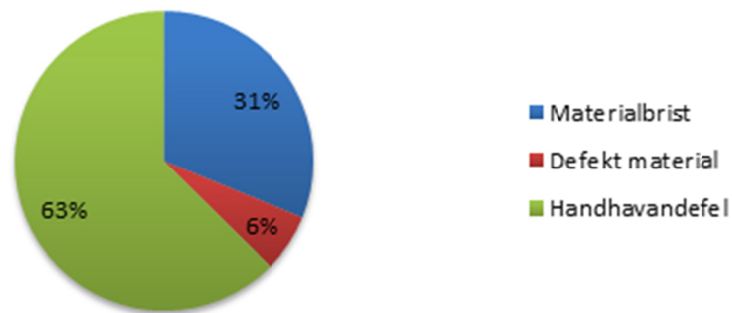
Störningar i mekanisk montering kopplat till konstruktion



Figur 6.5 Störningar i mekanisk montering kopplat till konstruktionsavdelning.

Figur 6.6 visar att störst andel av störningar i mekanisk montering som är kopplat mot lagret uppkommer främst genom handhavandefel där materialet är felkittat.

Störningar i mekanisk montering kopplat till lager



Figur 6.6 Störningar i mekanisk montering kopplat till lager.

För provningen är inköp, konstruktion och mekanisk montering de tre största orsaksfunktionerna. Dessa kopplas till kategorierna och den fördelningen presenteras i figur 6.7 - 6.9.

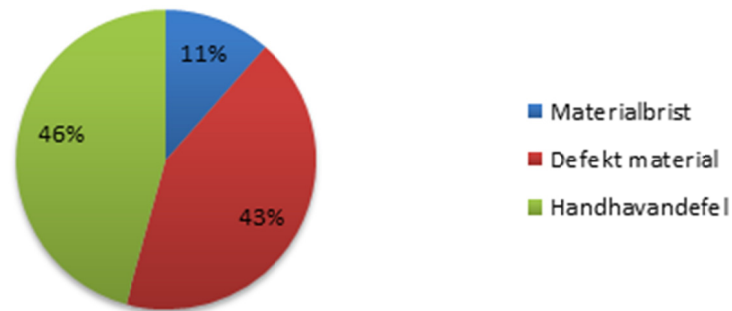
Störningar i provning kopplat till inköp



Figur 6.7 Störningar i provning kopplat till inköp.

Figur 6.7 visar att störst andel av störningar i provningen som är kopplat mot inköp är defekt material. Det defekta materialet uppkommer främst från läckage på komponenterna.

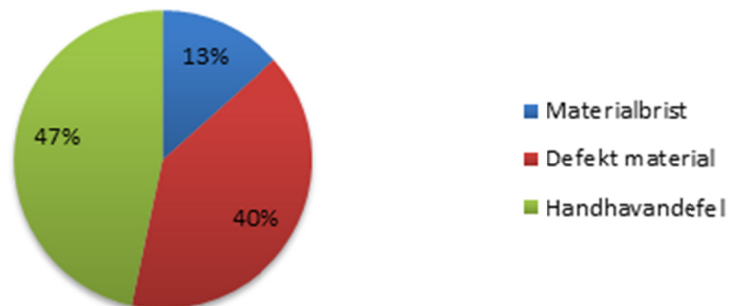
Störningar i provning kopplat till konstruktion



Figur 6.8 Störningar i provning kopplat till konstruktion.

Figur 6.8 visar att störst andel av störningar i provning som är kopplat mot konstruktionsavdelningen är handhavandefel främst i form av att det har varit fel i testprotokollet.

Störningar i provning kopplat till mekanisk montering



Figur 6.9 Störningar i provning kopplat till mekanisk montering

Figur 6.9 visar att störst andel av störningar i provning som är kopplat mot mekanisk montering är handhavandefel där montören antingen missat något eller monterat felaktigt. Defekt material avser främst läckage som inte direkt kan kopplas till handhavandefel.

Figureerna avser att visa rotorsakerna till de problem som uppstår i produktionen. Detta ses som icke värdeskapande tid vilket förlänger ledtiden och ger upphov till behov av tidsbuffertar i produktionen. Resultatet kommer ligga till grund för analys och förbättringsförslag.

6.2 Störningar och icke värdeskapande aktiviteter från arbetsstruktur i produktion

Störningar som uppkommer genom icke värdeskapande arbete är t ex att hämta muttrar och skruvar. Arbetsstrukturen i produktionen påverkar hur detta sköts genom materialförsörjning, planering, monteringsanvisningar och så vidare. Detta presenteras i problematiken att:

- Hämta fasta nycklar
- Hitta rätt verktyg
- Ha oordning i kittad pall eller låda
- Materialet är felkittat
- Läsa ritning och flödesschema

De fasta nycklarna och alla verktyg är upphängda på en vagn i anslutning till monteringsstationerna. Det finns flertal verktyg och nycklar i de flesta storlekar. Varje gång en montör går och hämtar en fast nyckel ses det som en icke värdeskapande aktivitet då det inte tillför något till produkten.

Montören måste navigera bland alla sorters fasta nycklar och verktyg för att hitta rätt verktyg. Ibland har en annan montör lånat verktyg, vilket leder till förvirring. Dessa båda situationer skapar icke värdeskapande tid.

Vid monteringen måste montören hitta rätt komponenter i det kittade materialet. Kittningen sker efter artikelnummer och ligger organiserade i den kittade pallen i artikelordning. Montörerna monterar samlingar av artiklar och behöver leta i flera lådor samtidigt. Detta genererar icke värdeskapande tid.

Då material är felkittat måste montören själv först konstatera att artikeln inte finns i pallen, det vill säga leta igenom alla lådor och kontrollera kittlistan. När väl detta är gjort måste montören gå och hämta materialet själv. Detta skapar icke värdeskapande tid

För att montera produkten måste ritning och flödesschema följas. Båda delarna är ej anpassade för montage och är svåra att följa. All tid som läggs på att gräva ner sig i ritningar är icke värdeskapande tid.

7 Nulägesanalys

Nulägesanalysen analyserar nuläget utifrån den teori som sammanställts i kapitel 3. Analysen görs med utgångspunkt i ledtiden, som delas upp i värdeskapande och icke värdeskapande tid.

7.1 Allmänt

Ledtiden påverkas av allt som händer i företaget och hur företaget är uppbyggt. Enligt 3.2 Ramverk för att länka företagsmål med produktionsstrategier, bör företagsmålen speglas genom hela verksamheten där alla är införstådda vad som ska levereras. Varje aktivitet inom företaget bör vara riktad för att understödja målet.

Swedewater är en funktionsorienterad verksamhet med två arbetskategorier, standard och projekt. Varje funktion har specifika mål vilka de arbetar mot. Målen inom en viss funktion är övergripande och gäller både för standard- och för projektkategorin.

Projektkategorin är en fästyckstillverkning (se avsnitt 3.26.2 Fästyckstillverkning) av kundspecifika lösningar. Kategorin brukar karakteriseras av att orderkvalificerare är t ex produktvariationen, där specifika önskemål tillgodoses, och av att ordervinnare är kvalitet och leveranssäkerhet. Detta innebär att marknadsavdelningen arbetar mot att tillfredsställa alla specifikationer och kundbehov. Konstruktionsavdelningen har specialister som konstruerar och bestämmer specifikationerna för varje produkt. Inköpsavdelningen har som uppgift att köpa enligt uppsatta specifikationer till lägsta möjliga kostnad. Produktionen har som uppgift att sedan producera produkten. Detta innebär att produktionen måste vara flexibel och ha möjlighet att producera en stor variation av produkter.

Standardkategorin är batchtillverkning (se avsnitt 3.26.3 Batchtillverkning) av återkommande produkter. Kategorin brukar karakteriseras av att orderkvalificerare är t ex pris och ordervinnare är t ex leveranshastighet och leveranssäkerhet vilket bekräftas av kund enligt avsnitt 4.3 Kund. Enligt avsnitt 3.3 Fokuserad produktion bör marknadsavdelningen arbeta mot att sälja de standardiserade produkterna och hålla sig inom ramen för de specifikationer som understödjer en snabb produktion och säker leverans. Enligt avsnitt 3.3 Fokuserad produktion bör konstruktionsavdelningen arbeta mot att standardisera lösningar som understödjer en snabb produktion. Inköpsavdelningen ansvarar för stabil materialförsörjning som minimerar kapitalbindningen genom avtal. Produktionen bör arbeta mot standardisering av arbetssätt, samt eliminering av all icke värdeskapande tid.

Standard- och projektkategorierna har två helt olika fokus vilket, enligt avsnitt 3.3 Fokuserad produktion, genererar konflikter i funktionsmålen. Swedewater är uppdelat på det viset att varje funktion hanterar både standard och projekt. För att uppnå målet med omsättning på en halv miljard kronor år 2015, innebär det att projektsidan ska diversifiera sig mer och sälja fler speciallösningar vilket inte leder till kortare ledtider. Detta är i direkt konflikt med standardsidans mål där en ökad omsättning innebär en ökad takt och arbete mot kortare ledtider. Detta leder till en kompromiss för att tillfredsställa de över-

gripande funktionsmålen och inte mot att de olika produktkategorierna presterar på sin topp.

Splittringen i varje funktion leder till kompromisser i alla beslut som tas, vilket innebär att funktionerna ej ges möjligheten att prestera på topp.

Swedewater har en leddtid på fem veckor för produkten ACS1000. Produktionstiden är ca en vecka. Detta innebär att det finns stora säkerhetsbuffertar i hela leddtiden för att stabilisera leveranssystemet.

7.2 Marknad

Marknadsavdelningen arbetar med kund där kontrakt fastställs för vidare beställning av standardprodukter. Avsnitt 3.8 Dämpning av leveranssystem beskriver uppbyggnaden av stabila produktionssystem där den sekundära kategorin innefattar prognostisering. Orderprognostisering görs av marknadsavdelningen i kontakt med kund. Avsnitt 3.6 Supplier-Partnering Hierarchy – Leverantörs-partnerskapshierarki visar en sammanställning av hur kontakt med kund och underleverantör bör skapas. Ett nära förhållande ger upphov till förbättringar som är direkt kopplade till kundens behov. Samtidigt som kunden i sin tur involverar företaget tidigare vilket ger upphov till en öppen dialog som ger mer korrekta prognoser. Korrekta prognoser från kunden ger upphov till kortare leddtider då tidssäkerhetsbuffertar kan minskas.

För en minskning av leddtiden krävs en förståelse för hela värdekedjan, där nära samarbete med kund ger möjlighet till goda prognoser. Prognoserna är till hjälp för inköpsavdelningen som i sin tur, med god kontakt med underleverantörer, kan korta leddtiden.

För standardsidan är orderkvalificerare pris, och ordervinnare leveranshastighet. Båda dessa gynnas av mindre variationer, där prissänkning uppnås genom högre utnyttjandegrad, det vill säga att man producerar fler produkter per arbetstimme. Enligt avsnitt 3.4 Inlärningskurva ökar hastigheten efter dubblad produktion. Detta innebär att desto fler produkter man gör av samma sort, desto snabbare produceras de. Desto fler olika standardprodukter som införs desto längre kommer leddtiden att vara.

7.3 Inköp

Inköpsfunktionen ansvarar för att korrekt material ska finnas i rätt tid till produktionen. Enligt kapitel 6 Nulägesbeskrivning – Störningar i produktionen, ses att ca en tredjedel av avvikelserna härrör från defekt material. Enligt partnerskapshierarkin behövs ett kontinuerligt samarbete med underleverantörer där information utbytes fritt. FPY-diagrammet, se avsnitt 4.7.7, visar stora fluktuationer senaste året, vilket visar att Swedewater har ett kvalitetsproblem. En tredjedel går direkt till inköp, där verktyg för uppföljning behövs. Det finns ingen sammanställning på hur många avvikelser en specifik artikel skapar och hur mycket tid som förloras.

7.4 Konstruktion

Konstruktionsavdelningen har skapat modulariserade ritningar för ACS1000 vilka, enligt avsnitt 5.1 Experiment, går det att montera genom modulerna. Konstruktionsavdelningen använder sig ej utav en definierad DFMA-process (3.22 Design for Manufacturing and Assembly) där stora ledtidsreducerande åtgärder möjliggörs. Enligt avsnitt 3.22 Design for Manufacturing and Assembly kan totala monteringsstiden minskas med 40 % vilket uppnås genom ett kontinuerligt samarbete mellan de olika funktionerna i företaget.

Enligt avsnitt 3.18 Standardisering, innebär standardisering att det finns en överenskomelse om hur en verksamhet ska bedrivas. För standardsidan finns idag inga standardiserat arbetssätt för både konstruktion och montering. Det finns en standardiserad orderhantering i form av konfiguratorn.

Standardsegmentet innefattar ett antal olika modeller med olika muttrar som innebär att det behövs fler olika fasta nycklar. Detta genererar arbetsstationer med många fasta nycklar där bara ett fåtal används vid varje produkt. För att ha möjlighet att på ett konstruktivt sätt använda sig av 5S (se avsnitt 3.19.1 5S) måste antalet verktyg hållas konstant för att sedan minskas. Detta försvåras om muttrar och skruvar varierar oregelbundet storleksmässigt.

Utifrån en konkret standardisering med specifika ramar för konstruktion och montering kan arbetet standardiseras. Utifrån det standardiserade arbetssätten kan sedan avvikelser upptäckas och fortsatt arbete i form av taktning kan bedrivas.

7.5 Planering

Det finns ingen utsatt maxkapacitet för fabriken där kapaciteten i varje del av produktionen uppskattas på erfarenhet. Planering görs på uppskattningar och ej på direkta mätningar som kontrolleras. Det finns inget standardiserat sätt att planera arbetet i produktionen.

7.6 Produktion

Produktionen hos Swedewater har övergripande en flödesorienterad layout, där man försökt skapa ett så rakt flöde som möjligt genom hela produktionen. Detta gör enligt avsnitt 3.25.3 Flödesorienterad layout, att ett tydligt material- och produktflöde skapas. Det finns dock vissa restriktioner avseende säkerhet och arbetsmiljö som gör att flödet inte är optimalt, t ex är betningen avskild från övriga produktionen. Detta gör att onödiga transporter uppstår, dels mellan svetsning och betning och dels mellan betning och lager, vilket är slöseri enligt avsnitt 3.12.1 Eliminera slöseri.

7.6.1 Maskinpark och svets

Ingen analys görs av maskinpark och svets, se avsnitt 1.5 Avgränsningar. Anledningen till detta är att dessa avdelningar arbetar mot lager, vilket gör att de inte ska påverka avdelningarna längre fram i flödet.

7.6.2 Lager

Då ankommande material idag ställs längs gavlarna på lagerhyllorna, trots att plats finns på de dedikerade lagerplatserna, innebär det att det skapas svårigheter att hitta materialet. Det gör även att onödiga transporter uppstår, då materialet förvaras på flera platser innan det hamnar på lagerhyllan. Onödiga transporter uppstår även då man får mycket material levererat på samma gång, t ex många värmepumpar, som då ställs i ankomsthallen, eller på lagret där plats finns. Detta tar tid i anspråk för lagerpersonalen, vilket får till följd att deras ordinarie arbete med att kitta till svetsningen och monteringen ges mindre tid. Det i sin tur påverkar ledtiden i produktionen negativt.

Buffertlagret gör att det skapas två separata lager med likartade komponenter, vilket leder till ökade ledtider enligt avsnitt 3.12.1 Eliminera slöseri. Då ingen standardprocess finns över hur det ordinarie lagret ska fyllas på från buffertlagret, eller hur stora lagernivåerna ska vara, händer det att materialet på det ordinarie lagret tar slut. Detta skapar slöseri i form av onödiga förflyttningar då personalen måste gå till buffertlagret för att hämta material. Detta är även tidskrävande och leder till ökade ledtider för kittningen. Skulle personalen inte ta med sig extra komponenter från buffertlagret, utan bara precis det som behövs till en specifik order, leder det till att dessa onödiga förflyttningar upprepas gång på gång.

Det material som hamnar under Scrap, Claim eller Return har oftast ingen följesedel. Det gör det i princip omöjligt för lagerpersonalen att veta vilken order materialet tillhör. Ligger materialet under Return innebär det att plocklistan har innehållit fel komponenter. Returnerat material utan följesedel till en specifik order eller standardprodukt kommer därför återkomma gång på gång. Skulle lagerpersonalen missa att korrigera de returnerade komponenterna i ERP LN blir även lagernivåerna felaktiga.

7.6.3 Materialförsörjning

Lagerpersonalens arbete med att kitta komponenter till svetsningen och monteringen följer en standardiserad arbetsgång, där all lagerpersonal kittar på samma sätt. Detta kallas enligt avsnitt 3.18 Standardisering för Metodstandard. Metodstandard innebär att kvaliteten och effektiviteten på det utförda arbetet ökar genom att variationer, vilka uppstår genom att arbetet utförs olika av olika personer, kontinuerligt kan minskas. Standardiseringen gör även att säkerheten förbättras, då truckar används till tunga komponenter och komponenter som ligger högt upp på hyllorna.

De färdigkittade pallarna till monteringen transporteras inte direkt till monteringen utan ställs på en separat lagerhylla. Detta skapar en extra buffert och innebär onödiga transporter av pallarna. Det strider också mot principerna om Just-In-Time, då materialet kittas innan det behövs i monteringen, vilket enligt 3.13 JIT (Just-In-Time) bland annat leder till svårigheter att korta ledtiden.

Då materialet på plocklistorna är uppbyggd bokstavs- och nummerordning, gör det att kittningen bli flödesorienterad genom lagret. Detta underlättar för personalen, på så sätt

att de aldrig behöver gå bakåt i flödet. Den flödesorienterade layouten gör även att slöseri i form av onödiga rörelser kan undvikas.

Det finns idag ingen exakt uppskattad tid för hur lång tid en order ska ta att kitta. Detta gör att det blir svårt att urskilja störningar i arbetsprocessen och vad som är värdeskapande respektive icke värdeskapande tid.

Sedan whiteboardtavlan som visar planeringen för standardprodukterna infördes upplever all personal att denna form av visualisering gjort det enklare att kunna planera sitt arbete.

7.6.4 Mekanisk montering

På standardmonteringen står produkterna stilla under hela monteringsarbetet. Detta går emot principen om kontinuerligt flöde, vilket ger en längre ledtid, se avsnitt 3.15 Kontinuerligt flöde. En av huvudorsakerna till att produkterna står stilla så pass länge är att den mekaniska monteringen idag inte är uppdelad i en förmontering och en slutmontering. Detta upplägg hade skapat ett mer kontinuerligt flöde, vilket i sin tur minskat ledtiden.

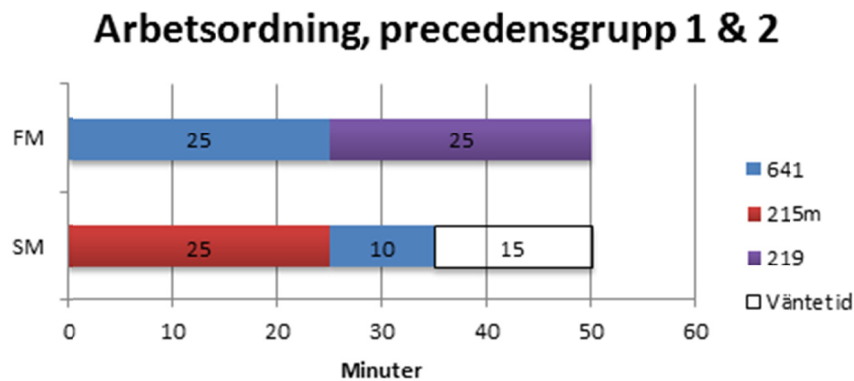
Bristen på standardiserade arbetssätt i mekaniska monteringen gör att monteringen idag tar längre tid än vad den borde göra. Det händer ofta att montörerna inte vet hur de olika modulerna ska slutmonteras ihop i balkramen samt att onödiga rörelser uppkommer då montörerna måste hämta verktyg, skruvar och muttrar etc. Detta innebär slöseri och icke värdeskapande tid enligt avsnitt 3.12.1 Eliminera slöseri, vilket även påverkar ledtiden negativt. Brist på metodstandard skapar också ökade variationer, som i sin tur ger lägre kvalitet och längre ledtid. Standardisering av arbetssätt ger dessutom en kortare inlärningskurva då samma moment repeteras snabbare, se avsnitt 3.4 Inlärningskurva, och därmed kortare ledtid.

Ingen taktning av mekaniska monteringen görs idag. Detta gör att kommunikationen mellan lager och mekanisk montering blir bristfällig, på så sätt att lagerpersonalen inte vet när produkterna är färdigmonterade. Kanban handlar om att förbättra kommunikationen mellan olika avdelningar, se avsnitt 3.23 Kanban. I anslutning till arbetsborden finns utmärkta platser för vissa större verktyg, vilket följer principerna enligt 5S. Övriga verktyg, t ex fasta nycklar och skiftnycklar, är uppdelade på fyra verktygstavlor, där varje tavla har en egen färg. Sammantaget har montörerna tillgång till fler verktyg än de behöver. Det går emot det första momentet i 5S som säger att endast de verktyg som används frekvent ska finnas vid arbetsplatsen. Städning på arbetsborden och sortering av verktyg görs efter att en produkt är färdigmonterad.

Omställningar består idag till största del av inre ställtid genom att montörerna ska ta reda på vilken produkt som ska monteras närmast samt att lagerpersonalen ska transportera det kittade materialet till mekaniska monteringen. Inre ställtid är enligt avsnitt 3.20 Single Minute Exchange of Die tid då produktionen helt står stilla. Detta är icke värdeskapande tid och innebär att ledtiden ökar.

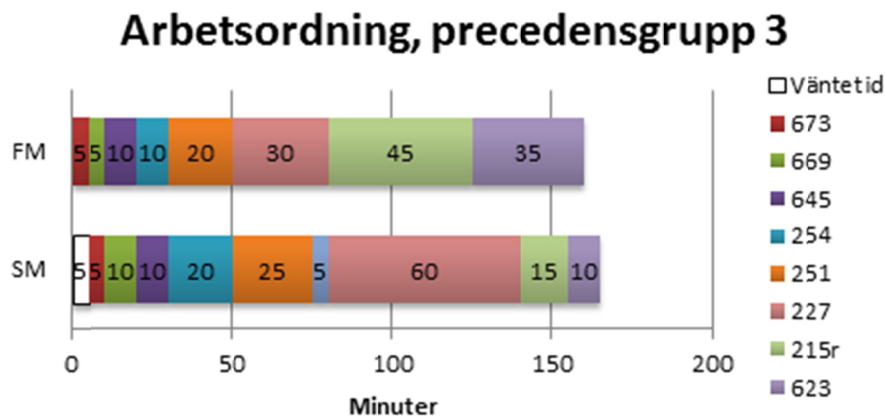
Utifrån det insamlade materialet från fallstudie (avsnitt 5.2 Fallstudie monteringsordning) har en monteringsordning enligt Johnsons algoritmen (se avsnitt 3.27 Johnsons algoritmen) tagits fram där både tid och precedensvillkor bestämmer ordningen.

Figurena 7.1 - 7.4 illustrerar arbetet i varje precedensgrupp och hur arbetet där bör prioriteras enligt Johnsons algoritmen. "FM" och "SM" står för förmontering samt slutmontering, och siffrorna till höger i diagrammen refererar till modulnummer enligt figur 5.1.



Figur 7.1 Arbetsordning för precedensgrupp 1 & 2.

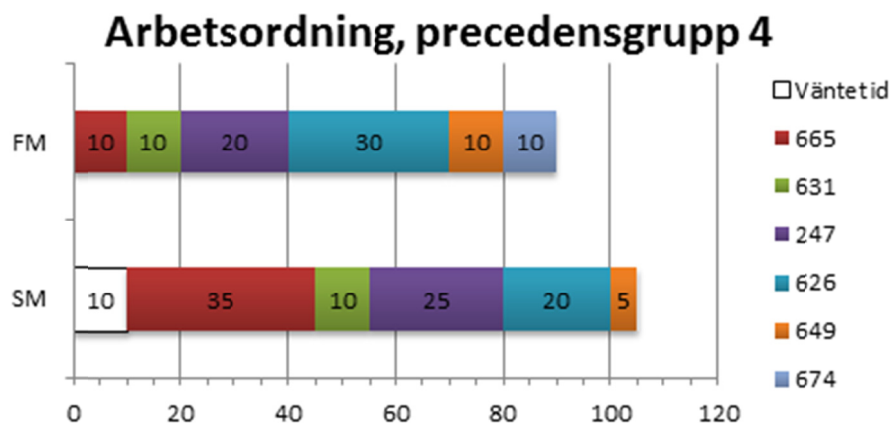
Figur 7.1 visar tiderna för förmontering respektive slutmontering för precedensgrupp 1 och 2. Som ses tar förmonteringen 50 minuter att slutföra. Slutmonteringen är klar efter 35 minuter, beroende på att modul 219, värmexchangen, inte kräver någon tid i slutmonteringen.



Figur 7.2 Arbetsordning för precedensgrupp 3.

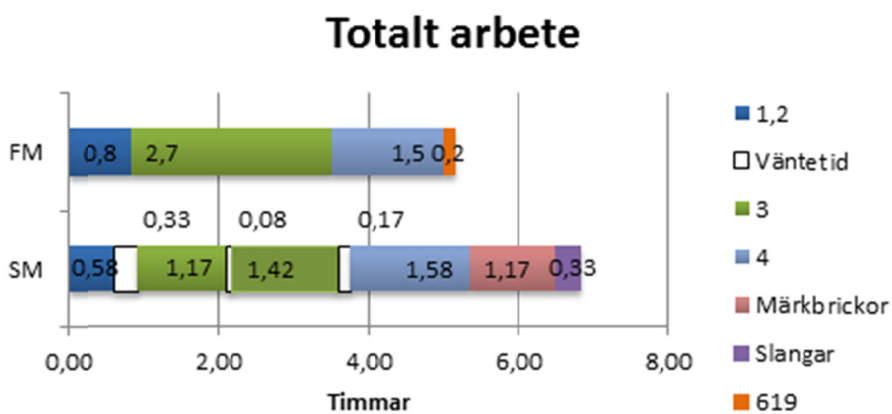
Figur 7.2 visar tiderna för förmontering och slutmontering för precedensgrupp 3. Som ses tar för monteringen 160 minuter att slutföra. Slutmonteringen är klar efter 165 minuter.

ter. I slutmonteringen ligger en väntetid på fem minuter, beroende på att modul 251 är slutmonterad fem minuter tidigare än vad modul 227 är förmonterad.



Figur 7.3 Arbetsordning för precedensgrupp 4, med tid i minuter.

I figur 7.3 ses att förmonteringen för precedensgrupp 4 tar 90 minuter och slutmonteringen 105 minuter.



Figur 7.4 Totalt arbete.

Figur 7.4 visar den totala monterings tiden enligt Johnsons algoritm, uppdelad i precedensgrupperna. Den totala monterings tiden är ca 6,8 timmar för denna typ av ACS1000. Anledningen till att denna tid skiljer sig från resultatet i kapitel 5 är att det uppstår väntetider i slutmonteringen. Resultatet visar att det finns stor potential till ledtidsreduktion genom detta standardiserade arbetssätt.

Uppdelningen med förmontering och montering parallellt innebär att monterings tiden av denna typ av ASC1000 sjunker till hälften då arbetet utförts av oerfarna montörer. Den empiriska slutsatsen av fallstudien presenteras av tiderna och innebär att monterings tiden sjunker då arbete görs parallellt. Genom Johnsons algoritm har arbetsordningen definierats för kortast totaltid. Arbetet har på så sätt standardiserats efter specifik ordning. Detta underlättar för montörerna då fokus ligger på värdeskapande aktiviteter istället för att bemöta de problem som uppkommer av otydliga riktlinjer kring monteringen. Nästa steg är att utvärdera varje modul genom DFMA (avsnitt 3.22 Design for Manufacturing and Assembly) eller andra metoder för att ytterligare minska monterings tiden.

7.6.5 Provnings och packning

Då ett problem uppstår i provningen, t ex ifall en ventil läcker, försöker provningspersonalen lösa detta själva. Kan inte provningspersonalen lösa problemet tillkallas personalen från mekaniska eller elektriska monteringen. I vissa enstaka fall körs produkten tillbaka till mekaniska eller elektriska monteringen för att problemet ska kunna åtgärdas. Detta innebär slöseri i form av onödiga transporter och förlänger ledtiden.

Störningar för standardprodukter i provningen härrör främst från konstruktion, inköp och mekanisk montering, vilka står för ca 90 % av störningarna. Störningar kopplat till inköp beror helt på defekt material, det vill säga att komponenterna inte håller tillräckligt hög kvalitet. Störningarna från konstruktion och mekanisk montering härrör främst från defekt material och fel i handhavandel, t.ex. att produkterna är felmonterade. Totalt sett har ca 15 % av samtliga standardprodukter under de två första kvartalen 2012 haft fel som upptäcks i provningen och behövs korrigeras. Problematiken bekräftas av kundens syn på den levererade kvaliteten på produkten, enligt avsnitt 4.3 Kund.

8 Benchmarking

Kapitel 8 behandlar undersökta produktionsanläggningar och beskriver deras arbete med de frågor som behandlas på Swedewater inom ramen för examensarbetet. Kapitlet presenterar ABB Components i Ludvika, ABB LV Motors i Västerås och Sandvik Mining and Construction i Svedala.

8.1 Syfte

Syftet med benchmarkingen är att skapa en bredare uppfattning utanför Swedewater där inspiration till kreativa lösningar hoppas kunna anpassas till Swedewater. Benchmarkingen har begränsats för att behålla fokus kring frågor som berör examensarbetet vilket presenteras i punkterna nedan.

- Produktionslayout
- Monteringsanvisningar
- Materialförsörjning
- Modularisering och DFMA (Design for Manufacturing and Assembly)
- Förbättringsarbete och kvalitetssäkring

8.2 Metod

Benchmarkingen genomförs genom studiebesök i de olika fabriker. Studiebesöken innefattar rundvandring, presentation av produktionen samt muntlig presentation. Kompletterande information fås genom mailkontakt med kontaktperson i de olika företagen. Företagen har valts då de har en liknande produktion.

8.3 Sammanfattning

Nedan presenteras en sammanfattning av resultatet av benchmarkingen.

Produktionslayout

Produktionerna är flödesorienterade. Monteringsstationerna har endast det material och de verktyg som behövs för stationen enligt 5S (se avsnitt 3.19.1 5S)

Monteringsanvisningar

Vid montering används monteringsanvisningar i form av bilder och anteckningar. Ritningar finns tillgängliga.

Materialförsörjning

Material kittas till specifik station och kittning sker både i pall och i ställ med specifikt utmärkta platser för materialet.

Modularisering och DFMA (Design for Manufacturing and Assembly)

Fabriker har modullösningar med förmontering och montering. Arbetet för att anpassa produkter för tillverkning används i konstruktionsarbetet genom att produktionen är med i konstruktions- och utvecklingsfasen.

Förbättringsarbete och kvalitetssäkring

Daglig styrning används vid alla fabriker. Uppföljning sker kontinuerligt och det finns

uttalad process för kontinuerlig utveckling av produktionen. Inköp från lågkostnadsländer har en påverkan på kvalitet som förbättras efter insatser hos underleverantör.

8.4 ABB Components, Ludvika

ABB Components Ludvika (i fortsättningen kallat Components) producerar lindningskopplare som fungerar likt en växellåda till stora transformatorer, där huvudfunktionen är att reglera spänning. Fabriken i Ludvika har cirka 200 anställda och de producerar ungefär 2500 lindningskopplare per år. Lindningskopplaren består av ca 1500 delar. Den har mekaniska, dielektriska och elektriska påfrestningar samtidigt vilket gör den till en väldigt komplex produkt.

Fabriken i Ludvika har de senaste åren genomgått stora förändringar genom arbetat med projektet SPEED. SPEED har för avsikt att halvera genomloppstiden i fabriken, öka produktiviteten med 30 % och öka säkerheten i arbetet för de anställda. År 2012 belönades Components i Ludvika med Svenska Monteringspriset för det utvecklingsarbete som bedrivits och fortfarande bedrivs.



Figur 8.1 Lindningskopplare från ABB Components

8.4.1 Produktionslayout

Components Ludvika har en flödesorienterad layout med två linor där produkterna monteras på löpande band. Alla stationer är uppbyggda med endast det material och verktyg som krävs för stationen. De arbetar enligt 5S där de verktyg som behövs finns och allt material har en utmärkt plats, se figur 8.2.



Figur 8.2 Bild över produktionen vid ABB Components i Ludvika.

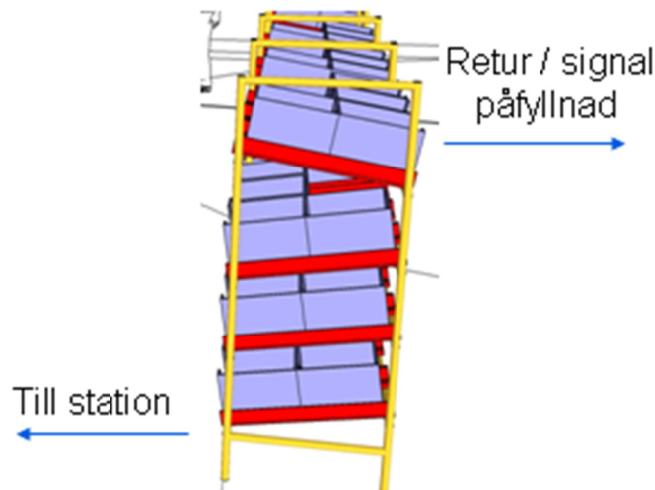
8.4.2 Monteringsanvisningar

Vid varje station finns monteringsanvisningar både fysiskt och digitalt. Monteringsanvisningarna är bilder och förklaringar för hur monteringen på den stationen ska ske. Det finns möjlighet att ta fram ritningar digitalt men detta är inget som används i det dagliga arbetet.

8.4.3 Materialförsörjning

Materialförsörjningen sker direkt till varje station genom centrallagret. Allt som kittas har speciella fack och ligger organiserat och alltid på samma sätt i de ställ och lådor som materialet läggs i.

All förbrukningsmaterial och komponenter som används i stora volymer försörjs enligt Kanban (avsnitt 3.23 Kanban)



Figur 8.3 Illustration av Kanban-system.

8.4.4 Modularisering och DFMA (Design for Manufacturing and Assembly)

Components arbetar aktivt med modulariseringsarbete där de arbetar för en stor variation med enkla lösningar som enkelt monteras på likartat sätt.

Designen uppdateras kontinuerligt enligt en intern tävling där incitament har skapats för att förbättra produkt och arbetssätt. Stora ansträngningar har gjorts på designnivå för att uppnå en så effektiv produktion som möjligt.

8.4.5 Förbättringsarbete och kvalitetssäkring

Components använder sig av daglig styrning där man uppmärksammar de problem som uppkommit dagen innan. Vid den dagliga styrningen vidarebefordras de olika problemen till ansvarig personal.

Linan är uppbyggd enligt Jidokaprincip som innebär att operatörerna alltid kan stoppa flödet i linan för att utvärdera varför ett fel uppkommit på specifik plats. Produktionen tävlar för att hitta flest förbättringspunkter och konstruktionsavdelningen tävlar för att lösa flest problem. På så sätt uppmuntrar man till kontinuerliga förbättringar.

Fabriken har taktat flöde vilket innebär att varje station har viss tid att utföra de moment som krävs vid den stationen. Utvärdering sker om tiden ej kan hållas.

För att driva internutveckling i produktionen har krav för metodutbildning satts där operatörerna och montörerna måste genomgå vissa test för att få stå vid en viss station. Denna behörighet kontrolleras med streckkodsläsare som läser av operatörens kort.

8.5 ABB LV Motors, Västerås

ABB LV Motors i Västerås utvecklar och producerar lågspända asynkronmotorer och synkronmotorer i aluminium och gjutjärn, med en effekt upp till 125 kW.⁶⁸

8.5.1 Produktionslayout

Produktionen hos ABB LV Motors följer en flödesorienterad layout, Monteringen är uppbyggd av tre monteringslinor, varav två är automatiserade och en är manuell. Vid den manuella monteringslinan förflyttas produkterna kontinuerligt, vilket skapar ett tydligt materialflöde längs monteringen.



Figur 8.4 ABB LV Motors produkter.

8.5.2 Monteringsanvisningar

Personalen som arbetar i monteringen har tillgång till monteringsanvisningar i pappersformat. Dessa finns i anslutning till monteringsstationerna.

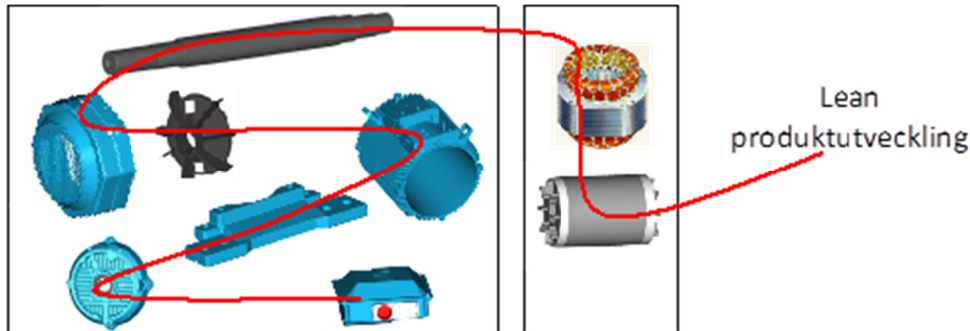
8.5.3 Materialförsörjning

Materialförsörjningen sker till varje station längs monteringslinorna. Förbrukningsmaterial i form av skruvar och muttrar etc. försörjs genom Kanban-principer, där en tom låda indikerar att material behövs fyllas på. Lagerpersonalen ansvarar sedan för att tomma lådor fylls på med rätt material i rätt mängd.

⁶⁸ Motors & Generators, LV Motors
<http://www.abb.se/cawp/seabb361/3f961c5baa8ca554c1256c8c00480a7f.aspx> (2012-06-19)

8.5.4 Modularisering och DFMA (Design for Manufacturing and Assembly)

LV Motors arbetar mycket med att modularisera sina produkter. Detta görs genom att minska antalet ingående komponenter, med bibehållen funktionalitet. Idag består en elmotor av ungefär 150 olika delar.



Figur 8.5 Illustration av modulariserad produkt vid ABB LV Motors.

8.5.5 Förbättringsarbete och kvalitetssäkring

LV Motors använder en egenutvecklad förbättringsmetod kallad Action Room, vilken är en uppföljning av den dagliga styrningen. Action Room går ut på att identifiera rotorsaken och åtgärda problemen som identifieras vid den dagliga styrningen. I Action Room ingår representanter från olika avdelningar såsom marknad, konstruktion och produktion.

LV Motors arbetar med att begränsa valmöjligheterna för kunderna, för att minska komplexiteten i produkterna. Detta gör att produktionen kan standardiseras.

Produktionens arbete med 5S är väl genomarbetat. Alla föremål som inte behövs har plockats bort från arbetsplatserna. Arbetsplatserna är också uppmärskade med skyltar för var verktyg och andra hjälpmedel ska finnas. Detta följer de två första principerna enligt 5S.

LV Motors produktutveckling och utvecklingsprojekt följer ABB:s Gate-modell, där processen är indelad i ett antal olika faser. Processen måste ha kommit förbi en viss fas innan nästa fas kan påbörjas. Detta säkerställer kvaliteten genom hela utvecklingsprocessen.

8.6 Sandvik Mining and Construction, Svedala

Sandvik Mining and Construction i Svedala, i fortsättningen kallat Sandvik, är världsledande inom tillverkning av stenkrossar som används inom gruvindustrin, stenbrotts- och

entreprenadverksamhet.⁶⁹ Företaget är även verksamt inom tunneldrivning, bergschakt samt väg- och järnvägsbyggnad.⁷⁰

8.6.1 Produktionslayout

Monteringen i produktionen hos Sandvik följer en flödesorienterad layout med fästycks-tillverkning.

8.6.2 Monteringsritningar

Sandvik använder sig av datorer där alla monteringsritningar finns. Datorerna finns i anslutning till monteringen, så att montörerna enkelt kan följa ritningarna på skärmarna. Datorer används på grund av att produkterna ofta revideras och uppdateras. Detta gör att montörerna alltid har tillgång till de senaste ritningsversionerna. Förutom datorerna finns även pärmar med monteringsanvisningar och tips & tricks, vilka används som komplement till ritningarna på datorerna.

8.6.3 Materialförsörjning

Materialförsörjningen till monteringen av stenkrossar består av kittning samt förmontering. Förmonteringen sker från två håll, där de två delarna möts på mitten och monteras ihop till en färdig produkt. Kanban-principer används för små komponenter, där materialet hämtas från ett centrallager.

8.6.4 Modularisering och DFMA (Design for Manufacturing and Assembly)

Stenkrossarna är uppbyggda i moduler, där varje rörlig del i stenkrossen räknas som en modul. Då konstruktionsavdelningen gör förändringar i konstruktionen på stenkrossarna, måste dessa godkännas av samtliga avdelningar i produktionen, för att säkerställa att ändringarna är lämpliga ur produktionssynpunkt. Denna process följer principerna enligt Design for Manufacturing and Assembly.

8.6.5 Förbättringsarbete och kvalitetssäkring

Sandvik bedriver förbättringsarbete enligt ett egenutvecklat förbättringsprogram kallat Nautilus. 5S används vid arbetsstationerna, där endast de verktyg och hjälpmedel som behövs finns. Fotografier över hur arbetsplatserna såg ut före 5S-arbetet och hur de ser ut idag visar på att framsteg gjorts.

Samtliga avdelningar i produktionen deltar aktivt i förbättringsarbetet, där de bland annat får göra en värdeflödeskarta över material- och informationsflödet i den egna avdelningen. Genom en Kaizen-process kan samtliga medarbetare också komma med egna förbättringsförslag, som läggs i en förslagslåda. En återkopplingsprocess ser sedan till att förslagen går igenom.

⁶⁹ Sandvik – Karriär och jobb <http://www.sandvik.com/sv/karriar-och-jobb/att-jobba-hos-oss/vid-intervju/hitta-till-oss/svedala/> (2012-06-18)

⁷⁰ Sandvik Mining and Construction Sverige <http://www.miningandconstruction.sandvik.com/se> (2012-06-16)

9 Resultat och förbättringsförslag

Kapitlet presenterar resultatet från analysen kopplat till det förbättringsförslag som föreslås för att skapa möjligheten till kortad ledtid.

9.1 Värdekedja

Swedewater har stora möjligheter att förkorta leddiden. De har idag en leddid för ACS1000 på fem veckor där inget produceras på ca fyra veckor. Detta innebär att leddidsreduktion kan göras både på de fyra veckor som fungerar som buffert och den veckan det verkligen görs något.

Fyra veckor bufferttid finns för att stabilisera och skapa säkerhet i leveranssystemet. De ligger utspridda på alla aktiviteter och uppkommer av olika anledningar beroende på var i kedjan de finns. Då produktion är direkt kundorderstyrt och det inte finns ett färdigvarulager behövs dessa buffertar för att klara av att leverera i tid.

9.1.1 Prognostisering

För att ha möjlighet till att korta de fyra veckors bufferttid måste ordersystemet säkras. På grund av den stora osäkerheten kring de volymer och den variation produktionen måste hantera skapas buffertar. Genom ökat samarbete med kund och involvering tidigare i kundens process ökar säkerheten på prognostiseringen vilket i sin tur gör att produktionen inte har samma osäkerhet.

På samma sätt behövs ett nära samarbete med de leverantörer som påverkar leddiden mest. De behöver involveras tidigt så att deras prognoser blir mer säkra och kan på så sätt sänka sina egna leddider.

- Swedewater bör upprätta process och handlingsplan för att skapa bättre och närmre relationer till kund och kritiska leverantörer (avsnitt 3.6 Supplier-Partnering Hierarchy – Leverantörs-partnerskaps-hierarki).

9.1.2 Kvalitet

Enligt avvikelserna för provningen är ca en tredjedel av avvikelserna defekt material som kopplas till att leverantörer ej uppfyllt de krav som ställts. Samma gäller vid mekaniska monteringen. Det finns ett behov att följa upp dessa kvalitetsproblem och en process som kartlägger detta.

Idag konstateras problem på den dagliga styrningen men de sammanställs inte och ligger inte till grund för förbättringsarbete på lång sikt. För att korta leddiden måste kvaliteten i produktionen upprätthållas både i form av arbetssätt men även att de komponenter som används är korrekta. Det finns idag ingen direkt koppling mellan defekta komponenter och dess påverkan på leddiden, det vill säga kostnaden att göra om eller beställa nytt. För att förstå hur dessa variabler påverkar leddiden och kostnaderna i produktionen behöver dessa kopplas.

- Avvikelserna från den dagliga styrningen bör sammanställas och ligga till grund för förbättringsarbete på lång sikt.
- Uppföljning på defekt material och dess påverkan på produktionen bör göras.

9.2 Standardiserad produktion

I kapitel 5 Nulägesbeskrivning - Fallstudie/Experiment och 6 Nulägesbeskrivning - Störningar i produktion visas att den mekaniska monteringen har möjlighet till förbättringar både vid de värdeskapande och de icke värdeskapande aktiviteterna. I kapitel 7 Analys framställs en optimerad monteringsordning enligt Johnsons algoritm. Monteringsordningen ligger till grund för den standardiserade lösningen som presenteras nedan. Standardiseringen är gjord med utgångspunkt i:

- Arbetsplatsen.
- Arbetssättet.
- Materialförsörjningen.

9.2.1 Arbetsplatsen

För att förbättra strukturen vid arbetsplatsen, t ex vad gäller vilka verktyg som ska användas, bör Swedewater göra följande:

- Se över vilka verktyg som verkligen behövs för att kunna montera de olika standardprodukterna. De verktyg som sällan eller aldrig används bör plockas bort från verktygstavlorna, då de helt enkelt inte behövs för att utföra monteringsarbetet.
- Placera verktygstavlorna direkt på arbetsborden enligt figur 9.1. Detta gör att onödiga rörelser elimineras, då montörerna slipper gå iväg för att hämta verktyg.
- Märka upp platser med skyltar till samtliga verktyg på verktygstavlorna. Detta gör det enkelt att hålla ordning och reda på verktygen, samt att det direkt syns ifall verktyg saknas. Verktygen bör dessutom fortsatt vara uppdelade i olika färger, för att enkelt kunna separera dem från varandra.

Systematiskt och regelbundet städa på och runt arbetsborden och lyftborden till produkterna. Detta kan t ex göras då väntetid uppstår i monteringsarbetet enligt det nya arbetssättet, se avsnitt

- 9.2.2 Arbetssätt nedan, och i samband med omställningar.
- Arbeta fram en process, där samtliga medarbetare förstår vad arbetet med ovanstående punkter innebär och varför det är viktigt att ha en välstrukturerad arbetsplats.



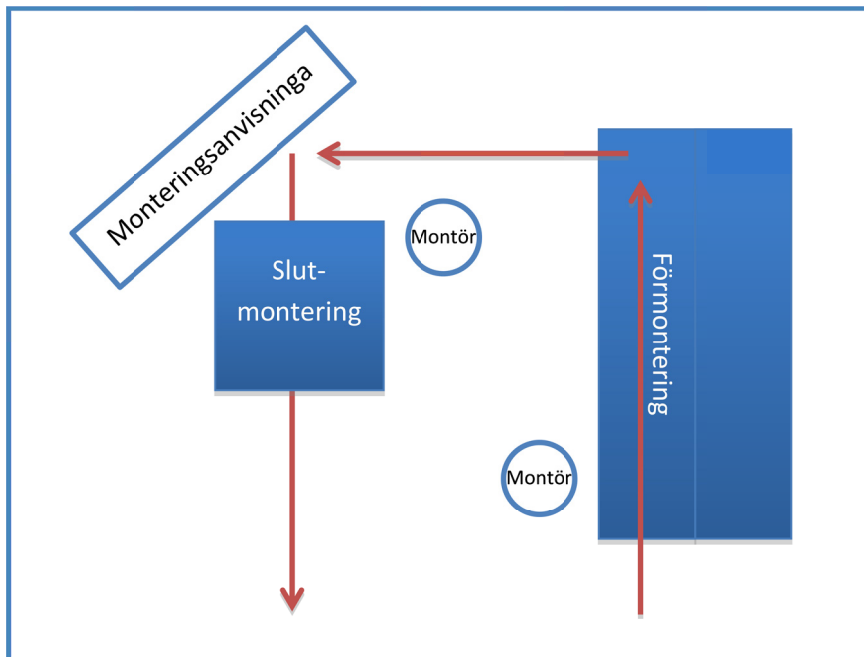
Figur 9.1 Illustrering av verktygstavla direkt på arbetsbordet.

Vissa moment i monteringen av modulerna kräver att stora verktyg används, vilket gör att arbetsborden kan förflytta sig då komponenterna är fastspända i skruvstäd. Arbetsborden bör därför skruvas fast i golvet.

Mattor vid arbetsborden och vid lyftborden förbättras ergonomin varför de bör finnas vid varje station. Dessa grundläggande förbättringsåtgärder skapar goda förutsättningar för vidare arbete med att reducera ledtiden i produktionen.

Arbetsplatsen måste anpassas till det nya standardiserade arbetssättet för ACS1000, med förmontering och slutmontering av modulerna. Arbetsordningen för monteringen genereras av författarnas egenutvecklade Excel-program. Excel-programmet kan med fördel implementeras i konfiguratorn. För vidare förklaring av Excel-programmet, se bilaga A.

För att minimera transporter mellan förmontering och slutmontering, vilket minskar ledtiden, bör dessa ligga så nära varandra som möjligt. Figur 9.2 visar uppställning där röda pilarna illustrerar flödet på arbetsplatsen.



Figur 9.2 Illustrering av arbetsplats.

9.2.2 Arbetssätt

Det nya standardiserade arbetssättet vid mekaniska monteringen följer principerna enligt Johnsons algoritm, se avsnitt 3.27 Johnsons algoritm, med en förmontering och en slutmontering. Johnsons algoritm innebär att förmontering och montering görs parallellt enligt en förutbestämd ordning, vilket minimerar monterings tiden.

Ett Excel-program (se bilaga A), utvecklat av författarna, räknar enkelt ut den optimala monteringsordningen för en specifik kombination av moduler. Denna monteringsordning används sedan direkt av montörerna vid mekaniska monteringen. Programmet kan med fördel integreras tillsammans med konfiguratoren som används idag, för att automatiskt generera korrekt monteringsordning. Se bilaga A för vidare förklaring och programmets uppbyggnad.

Modulnummer	Monteringsordning	Grupp	Ackumulerad tid		Värtetid Slutmonteringen	
			Förmontering	Slutmontering		
211r	215m	1	0			
211m	641	1	25	25		
215r	219	2	50	35	15	
215m	669	3	55	50	5	
218	254	3	65	65		
219	251	3	85	85		
223:1	227	3	115	110	5	
223:2	215r	3	160	175		
227	645	3	170	190		
231	623	3	205	200	5	
235	673	3	210	215		
239	665	4	220	220		Total förmonteringstid 310
243	247	4	240	255		Total slutmonteringstid 405
247	626	4	270	280		Total värtetid i slutmontering 30
251	631	4	280	300		
254	649	4	290	310		
262	674	4	300	315		
266	Märkbrickor	5	300	315		
274	Slangar	6	300	385		
611	619	7	310	405		
619				405		
623						
626						
630						
631						
641						
645						
649						
661						
665						
669						
673						
674						
Märkbrickor						
Slangar						

Figur 9.3 Excel-program som optimerar monteringsordning.

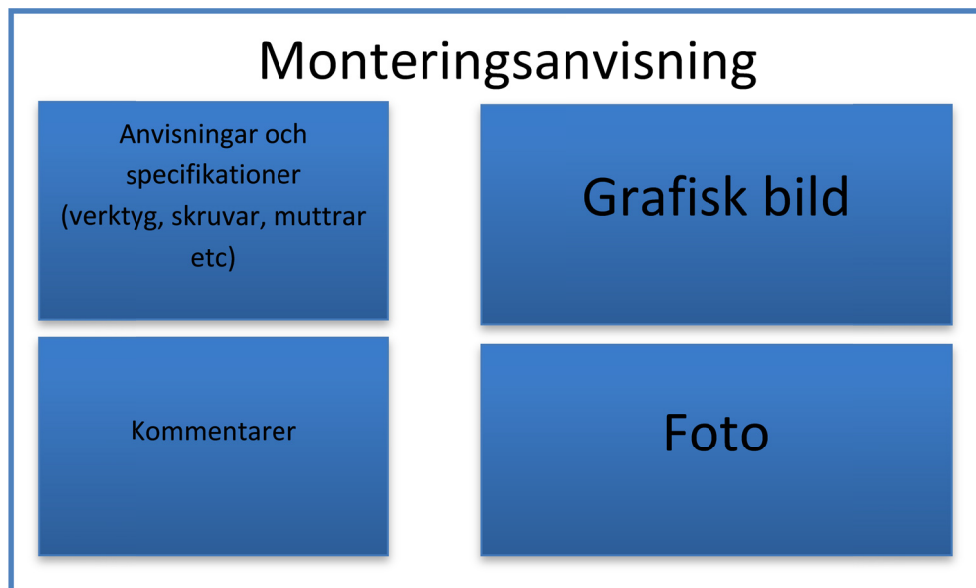
Modulritningarna som används idag bör ses över och anpassas så att de även fungerar som monteringsanvisningar över hur modulerna ska slutmonteras i balkramen. Monteringsanvisningarna kan t ex innehålla:

- Foto på modulen monterad i balkramen.
- Grafisk bild över modulen och dess ingående komponenter (CAD-modell).
- Anvisningar och specifikationer, t ex vilka verktyg, skruvar och muttrar etc som behövs till en viss modul.
- Kommentarer och tips för att underlätta monteringsarbetet.

Figur 9.4 visar exempel på layout för monteringsanvisningar. Monteringsanvisningarna bör uppdateras kontinuerligt då nya revisioner görs eller då ny relevant information tillkommer.

Skruvar, muttrar, brickor etc. bör vara med på anvisningarna, vilket underlättar för montörerna, som annars inte kan vara säkra på vilka komponenter som ska användas.

Används datorskärmar vid arbetsborden, istället för modulritningar och monteringsanvisningar i pappersformat, innebär det att montörerna alltid har tillgång till uppdaterade och korrekta modulritningar och monteringsanvisningar. Detta system används idag hos Sandvik Mining and Construction i Svedala och ABB Components i Ludvika, se kapitel 8 Benchmarking, vilket har visat sig fungera tillfredställande.



Figur 9.4 Illustrering av monteringsanvisning.

9.2.3 Materialförsörjning

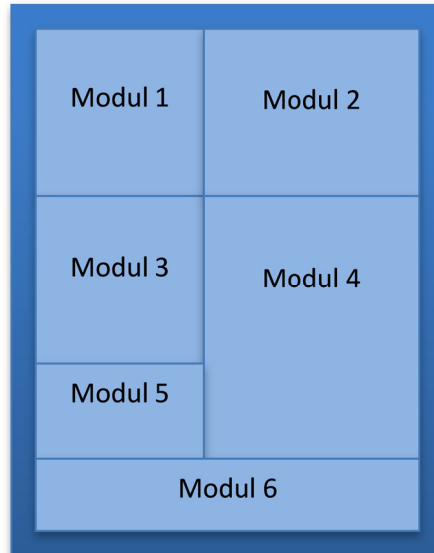
För att det nya arbetssättet i mekaniska monteringen ska fungera och för att ledtiden ska kunna reduceras optimalt, bör kittningsprocessen utvecklas. Komponenterna som plockas på lagret måste kittas enligt moduler där modulerna ligger avskilda i pallarna, t ex i lådor eller andra typer av fack. Varje låda eller fack måste även tydligt vara uppmärkta med korrekt modulnummer för att montörerna enkelt ska hitta modulerna i de kittade pallarna vilket illustreras i figur 9.5.

Processen för hantering av förbrukningsmaterial såsom skruvar, muttrar och brickor skapar idag onödigt arbete för både lagerpersonal och montörer. Skruvar, muttrar och brickor bör kittas direkt till varje order, ihop med övriga komponenter.

En standardisering av monteringsarbetet i mekaniska monteringen innebär att lagerpersonalen vet när en viss produkt är färdigmonterad. De kan därför förbereda och köra fram de kittade pallarna till mekaniska monteringen, vilket medför att omställningen till en ny produkt kan optimeras och därmed kan ledtiden minskas. Omställningen bör gå till enligt följande steg:

1. Lagerpersonalen lyfter ner de färdigkittade pallarna och balkramen från lagerhyllan och kör bort dessa till mekaniska monteringen, vilket görs innan montörerna är färdiga med föregående produkt.
2. Lagerpersonalen kör de tomma pallarna åt sidan, samtidigt som montören lyfter ner den färdigmonterade produkten med hjälp av en travers.
3. Lagerpersonalen lyfter sedan upp balkramen på lyftbordet och ställer de kittade pallarna på de angivna pallplatserna.

- Lagerpersonalen kör till sist bort den färdigmonterade produkten till elektriska monteringen.



Figur 9.5 Illustrering av kittning i pall.

9.2.4 Design for Manufacturing and Assembly

Införandet av en DFMA-process hos Swedewater innebär att produktions- och konstruktionsavdelningarna samarbetar för anpassa och optimera produkterna för produktion. Detta kan t ex genomföras i mötesform, där bägge avdelningarnas kunskaper tas tillvara på, för att hitta de bästa konstruktionsförslagen sett ur ett produktionsperspektiv.

Sandvik Mining and Construction i Svedala, se avsnitt 8.6.4 Modularisering och DFMA (Design for Manufacturing and Assembly), använder sig av en förbättringsprocess avseende konstruktionsförändringar, där varje konstruktionsförändring måste godkännas av samtliga avdelningar i produktionen, innan den genomförs. Detta är ett enkelt sätt att säkerställa att produkterna är anpassade för produktion. I längden kommer dessa åtgärder minska den icke värdeskapande tiden i produktionen, vilket sänker leddtiden.

9.2.5 Kaizen

Swedewater behöver en bättre process för att hantera störningar i produktionen samt för att arbeta med ständiga förbättringar. Istället för att störningarna antecknas på papper som idag, bör de noteras via ett datorsystem som innehåller givna kategorier och felkoder. Detta gör det enklare att identifiera störningarna och varifrån de uppstår. Det behövs även en återkoppling och analys av störningarna för att rotorsaken ska kunna hittas och elimineras.

ABB LV Motors använder sig av en förbättringsmetod kallad Action Room, se avsnitt 8.4.5 Förbättringsarbete och kvalitetssäkring, som är en uppföljning till den dagliga styr-

ningen. Action Room, där personer från avdelningar såsom marknad, konstruktion och produktion ingår, går ut på att identifiera grundorsaken till störningarna så att de elimineras permanent, vilket leder till att den icke värdeskapande tiden och därmed ledtiden kan minskas. Denna metod bör implementeras även av Swedewater.

9.3 Prioriteringsordning

Avsnitt 9.2 standardiserad produktion visar hur ledtiden i den mekaniska monteringen nästan kan halveras. För att uppnå detta och standardisera produktionen bör Swedewater främst påbörja arbetet med att integrera Excel-programmet i konfiguratorn. Vidare bör arbetssättet ändras och arbetsplatsen bör optimeras för parallell för- och slutmontering. Parallellt med dessa åtgärder bör insatser för bra monteringsanvisningar skapas.

10. Reflektioner

I detta kapitel ger författarna förslag på fortsatt arbete och vad Swedewater bör fokusera på efter att detta arbete är avslutat. Kapitlet innehåller även författarnas egna tankar och reflektioner över arbetet.

10.1 Förslag på vidare arbete

Nedan beskrivs och förklaras vad Swedewater bör fortsätta att arbeta med för att standardisera och ledtidsreducera övriga produkter, främst inom kategorin Standard.

Swedewater behöver arbeta med att identifiera kapaciteten i varje funktion i produktionen. Detta behövs göras för att man ska kunna optimera planeringen och för att produktionen ska klara av att producera vid varierande ordergång på de olika standardprodukterna.

För att kunna bestämma kapaciteten krävs det att Swedewater arbetar med att ta fram tidsuppskattningar för samtliga standardprodukter och för varje funktion i produktionen, t ex kittning, mekanisk montering etc. Programmet för att bestämma optimal monteringsordning vid mekaniska monteringen kan med fördel modifieras för att används till övriga standardprodukter. Det krävs då att tidsuppskattningar för förmontering och montering finns för varje enskild modul till de olika standardprodukterna.

Inom Design for Manufacturing and Assembly finns idag programvaror för att optimera konstruktionsarbete, t ex avseende produktionskostnader och minimering av antalet komponenter. Swedewater bör se över vilka möjligheter sådana programvaror ger, och vilka eventuella fördelar detta skulle ge företaget.

10.2 Författarnas reflektioner

Syftet med arbetet var att identifiera förbättringspunkter som skulle ge upphov till möjlighet för kortad ledtid. Författarna anser att resultatet ger Swedewater de verktyg och den information som krävs för att standardisera arbetssättet och på så sätt arbeta mot kortade ledtider. Arbetet visar möjligheterna för implementering av teoretiska metoder.

Tidsplanen som sattes upp i början av arbetet har i stora drag följts. Tidsplanen har dock behövt revideras under arbetets gång, bland annat vad gäller studiebesöken som ligger till grund för benchmarkingen.

I början av arbetet var avgränsningarna inte satta, vilket fick till följd att arbetet gick långsamt framåt på grund av att författarna inte visste var fokuseringen skulle göras. Arbetet avgränsades mot standardproduktionen och produkten ACS1000. Detta fick till följd att resultatet är isolerat från övriga produkter och kräver mer arbete för att kunna implementeras. Ledtiden beror till stor del av fabriken beläggning vilket inte har beaktats.

Författarna ser det som en fördel att Swedewater är ett relativt litet företag där alla funktioner finns i samma byggnad. Det har gjort det enkelt för författarna att kunna prata med, och boka möten med berörda personer.

Vid insamling och analys av data, t ex vid sammanställningen av störningarna, har författarna i så stor utsträckning som möjligt försökt att vara objektiva i bedömningarna. Detta för att sedan jämföra dataunderlaget med intervjuer för att skapa reliabilitet i arbetet.

Mycket utav informationen har samlats in genom observationer och samtal med de anställda. Informationen från de anställda är ofta färgad enligt vad de anser vara viktigt. Det har försökts ta hänsyn till detta men självklart har det påverkat författandet. Tidsuppskattningen är i femminutersintervall och eftersom den är gjord utav författarna så kan tiderna vara lite missvisande. Författarna anser att det borde gå fortare för montörerna och att tiderna kan skilja sig avsevärt mot författarnas. Tiderna ska ses som en fingervisning för hur mätningarna bör göras. Vid inmatningen av störningarna från den dagliga styrningen sågs vissa inmatningar som lite konstiga. Författarna har dock inte försökt tolka dessa utan skrivit det som står i störningen. Detta för att inte påverka dataunderlaget.

En del av arbetet har inneburit att författarna arbetat i produktionen med att bland annat själva kitta och montera ett antal olika ACS1000. På detta sätt har författarna direkt kunnat identifiera vilka problem som finns. Man har också tagit tillvara på produktionspersonalens kunskap och erfarenhet, vilket varit till stor hjälp under arbetets gång.

Arbetet bedrivs under 20 veckor där en stor del information tas in. Det var viktigt att systematiskt hantera all information för att sedan ha möjlighet att gå tillbaka och ha möjlighet att använda den. Ett tips till andra som skriver examensarbete är att ha datum och rubrik på alla anteckningar för att lätt kunna gå tillbaka.

Examensarbetet har gett författarna värdefull erfarenhet i hur förbättringsarbete fungerar, inte bara i teorin utan även i praktiken, samt i hur teori och praktik på bästa sätt kombineras för att uppnå reducerade ledtider.

Källförteckning

Artiklar

- Skinner, Wickham, The Focused Factory, Harvard Business Review (HBR), (1974)
- Lee, Hau L, The Tripple-A Supply Chain, Harvard Business Review (HBR), (2004)
- Liker, Jeffrey K. & Choi, Thomas Y., Building Supplier Relationship. HBR Dec, (2004)
- Van Hoek & Weken: The impact of modular production on the dynamics of supply chains. The international journal of logistics management vol.9 no. 2, (1998)
- Yusuf Y.Y, Sarhadi M, Gunasekaran A, Agile Manufacturing: The drivers, concepts and attributes, International Journal of production economics. Elsevier Science, (1999)

Böcker

- Jakobsson, Ulf, Forskningens termer och begrepp – en ordbok, Studentlitteratur Lund, (2011)
- Andersen, Heine, Vetenskapsteori och metodlära – En introduktion, Studentlitteratur Lund, (1994)
- Höst, Martin, Att genomföra examensarbete, Studentlitteratur Lund, (2006)
- Bengtsson, Bengt-Arne och Bengtsson, Hans, Projektboken – om konsten att genomföra projektarbeten. Almqvist & Wiksell Förlag Stockholm, (2002)
- Thurén, Torsten, Vetenskapsteori för nybörjare, Liber Förlag, (2007)
- Sohlberg, Peter och Britt-Marie, Kunskapens former – Vetenskapsteori och forskningsmetodik, Liber Förlag, (2009)
- Johnson Gerry, Scholes Kevan, Whittington Richard, Exploring corporate strategy, 8:th edition Pearson Education Limited, (2008)
- Hill Terry & Alex, Manufacturing operations strategy, third edition, Palgrave Macmillian, (2009)
- Ståhl, Jan-Eric, Industriella Tillverkningsystem den II – Länken mellan teknik och ekonomi (2010)
- Liker, Jeffrey K, The Toyota Way, McGraw-Hill, (2004)
- Petersson, Per et al., LEAN – Gör avvikelser till framgång!, Part Media, (2009)
- Boothroyd, Geoffrey et al., Product Design for Manufacture and Assembly, (2011)

Olsson, Gustav et al., Industrial Automation, (2005)

Internet

ABB 2012

<http://www.abb.com/>

Process.nu, Trivector LogiQ

<http://www.process.nu/>

Intervjuer

Kjell Andersson , Inköp, ABB Swedewater, 12 juli 2012

Åke Andersson, Technical Manager, ABB LV Motors, 28 juni 2012

Robert Hahn, Produktchef, ABB Swedewater, 28 mars 2012

Michael Hansson, Marknad, ABB Swedewater, flera tillfällen

Jeanette Landgren, Marknad, ABB Swedewater, flera tillfällen

Hans Linder, General Manager Tap-Changer Division, ABB Components,
27 juni 2012

Sara Malmberg, Inköp, ABB Swedewater, flera tillfällen

Martin Nilsson, Mekanikkonstruktion, ABB Swedewater, flera tillfällen

Tomas Nylander, Marknad, ABB Swedewater, 19 mars 2012

Bernt Olofsson, Kvalitet, ABB Swedewater, 23 mars 2012

Sönke Rickertsen, Global Manager Engineering Tools & Processes, ABB LV Motors, 28
juni 2012

Petteri Sario, Sourcing Manager, ABB Power Electronics & MV Drives, 4 april 2012

Marcus Schmiedberger, Mekanikkonstruktion, ABB Swedewater, 3 april 2012

Rune Titternes, Avdelningschef, Sandvik Mining and Construction, 15 maj 2012

Henrik Wallman Carlsson, VD, ABB Swedewater, 13 april 2012

Niklas Åkerberg, After Sales, ABB Swedewater, 27 mars 2012

Bilaga A: Monteringsprogram

Monteringsprogrammet är skrivet i Visual Basic och körs direkt i Excel. Programmet består av två Excelblad, kallat *Modultider* och *Huvudprogram*. Under *Modultider*, se figur A.1, fylls tiderna in för förmontering och slutmontering, för samtliga moduler. Kolumnen "Grupp" innebär att modulerna delas in i grupper på grund av att vissa moduler ovillkorligen måste monteras före andra, t ex måste modul 641(Filter) monteras innan modul 219 (Heat exchanger). Kolumnerna "Beroende 1", "Beroende 2" och "Beroende 3" kan användas för att specificera monteringsordningen inom en viss grupp. Dessa tre kolumner behöver dock inte användas.

Nedan ses ett exempel över tider där författarna tagit tid på sig själva vid montering av en ACS1000. Swedewater måste ta fram och fylla i egna tider för att programmet ska bli komplett och uppfylla sitt syfte på ett korrekt sätt.

Modulnummer	Tid förmontering [min]	Tid slutmontering [min]	Beroende 1	Beroende 2	Beroende 3	Grupp
211r	0	0				
211m	0	0				
215r	45	15				3
215m	0	25				1
218	0	0				
219	25	0				2
223:1	0	0				
223:2	0	0				
227	30	60				3
231	0	0				
235	0	0				
239	0	0				
243	0	0				
247	20	25				4
251	20	25				3
254	10	20				3
262	0	0				
266	0	0				
274	0	0				
611	0	0				
619	10	0				7
623	35	10				3
626	30	20				4
630	0	0				
631	10	10				4
641	25	10				1
645	10	10				3
649	10	5				4
661	0	0				
665	10	35				4
669	5	10				3
673	5	5				3
674	10	0				4
Märkbrickor	0	70				5
Slangar	0	20				6

Figur A.1: Modultiderna i monteringsprogrammet.

Under *Huvudprogram*, se figur A.2 nedan, bockas det i vilka moduler som ingår i en specifik order. Programmet körs sedan genom att man klickar på knappen *Beräkna monteringsordning*. Programmet visar då under kolumnen "Monteringsordning" den optimala monteringsordningen, med den första modulen överst. Tiderna för förmontering och slutmontering visas som ackumulerade tider. På grund av att en modul inte kan slutmon-

teras innan den förmonterats, ligger tiderna i kolumnen "Ackumulerad tid Slutmontering" en rad under "Ackumulerad tid Slutmontering". Detta innebär att slutmonteringstiden för en viss modul hittas en rad längre ner, jämfört med modulnummer och tid för förmontering. Kolumnen "Väntetid Slutmontering" visar eventuella väntetider där slutmonteringen måste vänta på att en modul ska bli klar i förmonteringen. Till höger visas den totala tiden för förmontering och slutmontering samt total väntetid i slutmonteringen.

Modulnummer	Monteringsordning	Grupp	Ackumulerad tid		Väntetid Slutmonteringen	
			Förmontering	Slutmontering		
211r	215m	1	0			
211m	641	1	25	25		
215r	219	2	50	35	15	
215m	669	3	55	50	5	
218	254	3	65	65		
219	251	3	85	85		
223:1	227	3	115	110	5	
223:2	215r	3	160	175		
227	645	3	170	190		
231	623	3	205	200	5	
235	673	3	210	215		Total förmonteringstid 310
239	665	4	220	220		Total slutmonteringstid 405
243	247	4	240	255		Total väntetid i slutmontering 30
247	626	4	270	280		
251	631	4	280	300		
254	649	4	290	310		
262	674	4	300	315		
266	Märkbrickor	5	300	315		
274	Slangar	6	300	385		
611	619	7	310	405		
619				405		
623						
626						
630						
631						
641						
645						
649						
661						
665						
669						
673						
674						
Märkbrickor						
Slangar						

Figur A.2 Excel-program som optimerar monteringsordning.

Istället för att manuellt bocka i vilka moduler som ingår i en specifik order föreslår författarna att monteringsprogrammet kopplas ihop med konfiguratoren, som Swedewater idag använder för att bland annat generera komponentlistor och flödesschema. Monteringsprogrammet läggs som separata flikar i konfiguratoren. Sammankopplingen görs genom att programmet tittar på kolumnen kallad "True/False" på bladet "300 listan". Här kontrolleras ifall en viss modul har värdet 1 eller 0. De moduler som har värdet 1 är de som ska ingå i den aktuella ordern. Dessa ändringar kräver enkla justeringar i Visual Basic-koden.