CHALMERS

Produktionsförbättring i ett medelstort och växande företag inom svensk verkstadsindustri

Production optimization in a midsized and growing company within Swedish engineering industry

Kandidatarbete i Industriell ekonomi

TOM DIEDRICHS

JOHAN EKSTEDT

DANIEL GYLLENHAMMAR

OSCAR JACOBSSON

CHRISTIAN OLIVEFORS

MIKAEL SJÖBLOM

Institutionen för Teknikens ekonomi och organisation

Avdelningen för Supply and Operations Management

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2016
Kandidatarbete TEKX04-16-18

Sammandrag

Rapporten behandlar en studie genomförd på Företag X, ett medelstort producerande svenskt företag i rapporten benämnt *företaget*, som söker produktionsförbättringar för att kunna öka produktionens output. Företagets huvudproblem är att de idag har en större efterfrågan på sina produkter än vad de kan producera. För att försöka möta efterfrågan har de under de senaste två åren gått från en småskalig produktion med ett 50-tal anställda till en fördubblad personalstyrka och en omställning av produktionen som försöker förändras i samma takt. En sådan omställning och uppväxling av produktionen medför problem som börjar bli påtagliga för företaget, såsom platsbrist i produktionslokalen. Syftet med rapporten är att ge företaget ett underlag för framtida produktionsförbättringar med avsikt att nå sitt mål om en ökad output. Syftet har tagits fram tillsammans med representanter från företaget samt handledare från Chalmers Tekniska Högskola.

I rapporten angrips huvudproblemet ur ett systemperspektiv vilket innebär att produktionens helhet analyseras för att finna de framträdande orsakerna kopplade till syftet och dess frågeställningar. För att kunna använda ett systemperspektiv har ett teoretiskt ramverk tagits fram som behandlar flera olika delar och aspekter av produktion som är relevanta för företaget. De delar som ramverket behandlar är *Operations Management, Produktionsflöde, Organisation, Kvalitet & förbättringsarbete, Lager* samt *Hållbar utveckling.* Utöver litteraturstudier har data samlats in från företaget för att kunna ge en mer omfattande beskrivning av problemen och nuläget i produktionen. En del av datainsamlingen utgjordes av en frekvensstudie genomförd i företagets produktion. Den kompletterades med intervjuer, observationer samt data hämtad från företagets affärssystem.

Företagets produktion analyserades utifrån det teoretiska ramverket och den nulägesbeskrivning som tagits fram. Analysen genomfördes ur fyra huvudperspektiv: *Organisation, Layout, Produktionsflöde* och *Lager.* Från analysen kunde flera observationer och samband göras. Något som blev tydligt var att produktionen lider av ett flertal störningar som tillsammans bidrar till ett icke optimerat flöde. En analys av produktionslinan påvisade både en stor obalans mellan arbetsstationer och en stor andel omarbete som bidrar till längre cykeltider och lägre output. Omarbete kan delvis kopplas till den platsbrist som råder, då förvaring och transporter av material kan skapa defekter. Utifrån frekvensstudien samt analysen av lagret identifierades brister i arbetsrutiner kring materialhantering. Både att uppsatta arbetsrutiner inte följs, men även att nuvarande rutiner har vissa brister som bidrar till störningar i produktionsflödet. Analysen gav även indikationer på att nuvarande informationsflöde skulle kunna utvecklas och standardiseras för att förbättra både kommunikation och ge underlag för förbättringsarbete.

Analysen har legat till grund för de åtgärdsförslag som presenteras, vilka är framtagna för att stödja företagets mål med en ökad output. Åtgärdsförslagen berör områdena: organisationen, företagets produktionslayout, produktionsflödet samt lagerfunktionen. De åtgärdsförslag relaterade till produktion och lager har potential att öka outputen för företaget med 46 %. Utöver det bör ett förändrat informationsflöde ge förutsättningar för ytterligare framtida förbättringar i produktionen.

Abstract

This report is based on a study conducted on Företag X (Company X),a Swedish, midsized producing company in the report referred to as *företaget* (the company). The company seeks improvements related to their production in order to increase their output. The main problem today is that the company has a greater demand on their products than they can produce. To meet this demand, the company has during the last two years doubled their workforce from around fifty employees. In addition the production aims to change at the same rate, expanding from a small scale production to larger one. The upshifting of the production entails problems which are becoming evident, such as shortage of space within the production facility. The purpose of the report is to provide a basis for future production improvements, which contribute to the company's goal of an increased output.

In the report the problem is addressed from a system perspective, which means that the entire production is analysed to find the most prominent factors connected to the purpose and its problems. To be able to use a system perspective a theoretical framework has been developed. This framework treats several parts and aspects from the production's point of view that are relevant for the company. The framework includes the areas *Operations Management, Production Flow, Organization, Quality & work improvement, Inventories,* and *Sustainable Development*. In addition to the literature studies, data has been collected from the company. The collection of data has been conducted to give the report a more comprehensive description of the problems and the present situation of the production. One part of the data collection consists of a frequency study conducted on the company's production. This study was complemented with interviews, observations and data collected from the company's enterprise system.

The company's production was analysed on the basis of the theoretical framework and the description of the current situation. The analysis was conducted from four main perspectives: *Organization*, *Production Layout*, *Production Flow* and *Inventory Management*. The analysis provided several observations and relationships. It became evident that the production is suffering from a number of disturbances who contribute to a sub optimal production flow. An analysis of the production line showed both an imbalance between work stations and a large portion of rework which adds to longer cycle times. The rework may partially be linked to the lack of space, due to possible material defects from storage and transportation. From the frequency study and the analysis of the inventory, faults were detected in work routines regarding material handling. Established work routines are not followed and present routines has some faults, which contributes to disturbances in the production flow. The analysis also indicated that the present flow of information has potential to be developed and standardized in order to both improve the communication, but also to provide a basis for improvement activities.

The disturbances have formed the basis of the presented proposals. These actions are all designed to support the aim of an increased output. The proposals regards: the organization, the company's production layout and flow as well as inventory. The actions regarding the production and inventory have a potential to increase the company's output with 46 %. A change in the information flow should in addition provide possibilities for further future improvements within the production.

Förord

Under våren 2016 skrevs denna kandidatrapport inom Teknikens ekonomi och organisation för civilingenjörsprogrammet i Industriell ekonomi på avdelningen för Supply and Operations management.

Arbetet utfördes som en studie på det anonymiserade Företag X tillsammans med dess Business Development Manager som kontaktperson. Således vill vi rikta ett speciellt tack till företaget och kontaktpersonen för den tid de lagt ner på att visa verksamheten, ta fram data samt svara på frågor som gjort denna rapport möjlig.

Vi vill även tacka vår handledare Peter Almström, docent vid Teknikens ekonomi och organisation, för hans bidrag och vägledning under projektets gång.

Kandidatgruppen TEKX04-2016-18,

Tom Diedrichs, Johan Ekstedt, Daniel Gyllenhammar, Oscar Jacobsson, Christian Olivefors och Mikael Sjöblom

Göteborg

2016-05-19

Begreppslista

API – Tillåter enkel access mellan komponenter i ett IT-system (Magnusson & Nilsson 2014).

Cykeltid – Cykeltid definieras som den genomsnittliga tid det tar att genomföra ett visst delmoment i en produktionslina, till exempel montering av ben på ett bord (Groover 2008).

Dragande system – Produkter skickas vidare till nästa station så fort de är färdigtransformerade och transformation av nästkommande produkt startar så fort som möjligt (Slack et al 2013).

Effektivitet – Effektivitet används i det här sammanhanget som ett mått på hur väl ett företag kan transformera resurser till produkter eller tjänster (Slack et al 2013).

Flaskhals – Begreppet flaskhals syftar i den här rapporten på den arbetsstation eller delprocess i en produktionslina som tar längst tid och därmed också sätter cykeltiden för resten av linan (Groover 2008).

Genomloppstid – Genomloppstiden syftar i den här rapporten på den tid som det tar för en produkt från när den inkommer till produktionsprocessen till att den lämnar som en färdig produkt (Slack et al 2013).

Inkurans – Inkurans uppkommer då en vara, material, arbetsbeskrivning eller liknande har blivit inaktuell och måste ändras eller kasseras (Slack et al 2013).

Ledtid – Ledtid definieras som flöde från order till leverans (Slack et al 2013).

Output – Resultatet efter att en produkt eller tjänst transformerats i en verksamhets processer (Slack et al 2013). Output syftar i den här rapporten på antal producerade enheter som lämnar produktionen per år då det är så Företag X använder begreppet.

Outsourcing – Betala för att en extern aktör ska utföra någon process (Slack et al 2013).

Produktivitet – Produktivitet är ett mått som beskriver förhållandet mellan resultatet i en produktion och använda resurser för att nå resultatet (Almström 2012). I rapporten kommer resultatet att vara producerade produkter och resurser främst vara förbrukad arbetstid och material.

Skalfördelar – Stordriftsfördelar som gör att produktion av större kvantiteter ger ökad vinst (Magnusson & Nilsson 2014).

Toleransnivå – Toleransnivån anger hur stor differensen mellan verkligt och redovisat värde tillåts vara för att det redovisade värdet ändå ska betraktas som korrekt (Mattsson 2016).

Väntetid – Väntetid är skillnaden mellan stationstid och den cykeltid som sätts på produktionslinan utifrån den begränsande flaskhalsen (Slack et al 2013).

Innehållsförteckning

Sammandrag iii
Abstract v
Förord vii
Begreppslista viii
1 Inledning 1
1.1 Företagsbakgrund 1
1.2 Problembild 1
1.3 Syfte 2
1.3.1 Frågeställningar 2
1.3.2 Avgränsningar 3
1.4 Rapportens disposition 3
2 Teoretiskt ramverk 4
2.1 Operations Management 4
2.1.1 Operations Strategy 4
2.1.2 Systemperspektiv 6
2.1.3 Isbergsmodellen 7
2.2 Produktionsflöde 7
2.2.1 Värdeadderande & icke värdeadderande aktiviteter 7
2.2.2 Genomloppstid & Littles lag 7
2.2.3 Slöserier 9
2.2.4 Standardisering 9
2.2.5 Tillverkningsprocesser 10
2.2.5.1 Projekttillverkning 10
2.2.5.2 Enstycksproduktion 10
2.2.5.3 Serieproduktion 10
2.2.5.4 Massproduktion 10
2.2.5.5 Kontinuerlig produktion 11
2.2.6 Layout 11
2.2.6.1 Byggplatslayout 11
2.2.6.2 Funktionell layout 12
2.2.6.3 Cellayout 12
2.2.6.4 Produktlayout 12

2.2.7 Stationsuppdelning & linjebalansering 12
2.2.8 Arbetsmätning & frekvensstudier 13
2.3 Organisation 14
2.3.1 Organisationsstrukturer 14
2.3.2 Informationsflöden 15
2.3.2.1 Styrning med hjälp av visualisering 15
2.3.2.2 Avstämningar & möten 16
2.3.2.3 Informationssystem 16
2.3.3 Processegenskaper 17
2.3.4 Prestationsmål 17
2.3.5 Produkt- & processmatrisen 18
2.3.6 Psykosocial arbetsmiljö 19
2.4 Kvalitet & förbättringsarbete 20
2.4.1 Kvalitetsförbättring 20
2.4.2 Förbättringsarbete 21
2.4.2.1 Lean utifrån The Toyota Way 21
2.4.2.2 TQM 21
2.4.3 Förändringsledning 22
2.5 Lager 23
2.5.1 Lagerutformning 24
2.5.2 Artikelplacering 25
2.5.2.1 Produktroteringsprincipen 25
2.5.2.2 Plockpositionsprincipen 25
2.5.2.3 Familjegruppsprincipen 26
2.5.2.4 Popularitetsprincipen 26
2.5.3 Flödesaspekter 26
2.5.4 Administration 26
2.5.5 Uttagsprinciper & plockrutiner 27
2.5.5.1 Sekventiell plockning 27
2.5.5.2 Zonplockning 27
2.5.5.3 Samplockning 27
2.5.5.4 Artikelplockning 28
2.5.5.5 Alternativa uttagsprinciper 28
2.5.6 Saldokvalitet & inventering 28

2.5.6.1 Periodisk inventering ... 28
2.5.6.2 Cyklisk inventering ... 29
2.5.6.3 Impulsinventering ... 29
2.5.6.4 Stickprovsinventering ... 29
2.6 Hållbar utveckling ... 29
3 Metod ... 31
3.1 Frågeställning ... 31
3.2 Planering & informationssökning ... 32
3.3 Teori ... 33
3.4 Empiri ... 34
3.4.1 Primärdata ... 35
3.4.2 Sekundärdata ... 37
3.5 Analyser & reflektioner ... 38
4 Nulägesbeskrivning ... 40
4.1 Organisation ... 40
4.1.1 Informationsflöde ... 41
4.1.2 Processegenskaper ... 41
4.1.3 Prestationsmål ... 42
4.2 Produktionsflöde & layout ... 43
4.2.1 Störningar ... 43
4.2.2 Linjebalansering ... 44
4.2.3 Frekvensstudie ... 45
4.3 Lager ... 46
4.3.1 Lagerutformning ... 46
4.3.2 Uttagsprinciper & plockrutiner ... 47
4.3.3 Saldokvalitet ... 47
4.3.4 Inventering ... 48
5 Nulägesanalys ... 49
5.1 Organisation ... 49
5.1.1 Informationsflöde ... 49
5.1.2 Processegenskaper ... 50
5.1.3 Prestationsmål ... 51
5.1.4 Produkt- & processmatrisen ... 51
5.2 Produktionsflöde & layout ... 52

5.2.1 Störningar ... 53
5.2.2 Linjebalansering ... 53
5.2.3 Frekvensstudie ... 56
5.2.3.1 Värdeadderande arbete ... 56
5.2.3.2 Materielhämtning vid station ... 56
5.2.3.3 Personlig tid ... 56
5.2.3.4 Materielhämtning utanför station ... 57
5.2.3.5 Förberedelser ... 57
5.2.3.6 Diskussion med montör ... 57
5.2.3.7 Diskussion med icke-montör ... 57
5.2.3.8 Övrigt ... 58
5.3 Lager ... 58
5.3.1 Lagerutformning ... 58
5.3.2 Uttagsprinciper & plockrutiner ... 59
5.3.3 Saldokvalitet ... 60
5.3.4 Inventering ... 60
6 Åtgärdsförslag ... 61
6.1 Organisation ... 61
6.1.1 Informationsflöde ... 61
6.1.1.1 Visualinsering & KPI:er ... 61
6.1.1.2 Avstämningsmöten ... 62
6.1.1.3 Digitala informationsrapporter ... 62
6.1.2 Förbättringsarbete ... 63
6.2 Layout ... 63
6.3 Produktionsflöde ... 64
6.3.1 Tillförd kapacitet ... 64
6.3.2 Outsourcing ... 65
6.3.3 Minska variationen i producerade enheter ... 65
6.3.4 Balansering av linan ... 66
6.4 Lager ... 66
6.4.1 Cyklisk inventering ... 66
6.4.2 Streckkoder ... 66
6.4.3 Förändrad plockrutin ... 67
6.4.4 Flytt av lager ... 67

7 Diskussion av åtgärdsförslag ... 68
7.1 Samband mellan olika åtgärdsförslag ... 68
7.1.1 Informationsflöde ... 68
7.1.2 Produktionsflöde ... 69
7.1.3 Lager ... 69
7.1.4 Layout ... 69
7.2 Åtgärdsförslagens påverkan på output ... 70
7.2.1 Åtgärder relaterade till informationsflödet och förbättringsarbetet ... 70
7.2.2 Åtgärder relaterade till stationsuppdelning ... 70
7.2.3 Åtgärder relaterade till informationsflödet, förbättringsarbetet och stationsuppdelning kombinerat ... 70
7.2.4 Åtgärder relaterade till linjebalansering ... 71
7.2.5 Åtgärder relaterade till linjebalansering ... 71
7.3 Åtgärdsförslagens påverkan på hållbar utveckling ... 71
7.3.1 Social hållbarhet ... 71
7.3.2 Ekonomisk hållbarhet ... 72
7.3.3 Samspel mellan hållbarhetsaspekter ... 73
8 Slutsatser ... 74
8.1 Återkoppling till frågeställningar ... 74
8.2 Implikationer ... 75
Referenser ... 76
Appendix A – Littles lag ... I
Appendix B – Intervjumallar ... I
Appendix C – Frekvensstudie resultat ... I
Appendix D – Potentiell förbättring av värdeadderande tid ... I
Appendix E – Uträkning av åtgärdsförslagens resultat ... I
Appendix F – Frekvensstudiens statistiska signifikans ... I
Appendix G – Beräkning av saldokvalitet ... I

1 Inledning

I följande kapitel presenteras en problembild och företagsbakgrund samt rapportens syfte och disposition för att ge rapporten ett sammanhang.

1.1 Företagsbakgrund

Företag X, hädanefter företaget, är ett svenskt verkstadsföretag med all produktion i Sverige. Företagets affärsidé bygger på att skapa en produkt vars egenskaper pressar gränserna för vad som i dagsläget anses möjligt, samtidigt som kunders specifika krav ska kunna uppfyllas för att erbjuda en unik och exklusiv produkt. För merparten av kunderna är kostnaderna för anpassningarna sekundära.

Produktionsvolymen uppgår till cirka 13 produkter per år och företaget har idag endast en produktserie i produktion, Omega. Produktserien består av 25 produkter, av vilka sju har tillverkats. Inom kort kommer även en ny produktionsserie introduceras i produktionen.[1]

Företaget har under de två senaste åren växt från ett 50-tal anställda till cirka 100 anställda idag. Produktionens cykeltid är för tillfället fyra veckor och produkterna monteras på åtta huvudstationer. Genomloppstiden för en produkt är därmed i snitt 32 veckor, vilket även inkluderar justering, tester och kontroll.[1]

1.2 Problembild

Efterfrågan av företagets produkt Omega har de senaste åren ökat mer än vad företagets produktion lyckats öka sin output. En konsekvens till följd av den uteblivna matchningen av efterfrågan är att ledtid för Omega har vuxit. På grund av ledtidens ökning vill företaget vidta nödvändiga åtgärder för att förhindra att försäljningen påverkas negativt.

Produkterna som företaget producerar är i hög grad kundspecifika samt säljs och produceras i en liten volym. Företaget innehar en unik position på dess marknad och är relativt ensamma om sin produkttyp och sitt marknadssegment, men utmanas av ett antal större och starkare aktörer. För att behålla sin nisch på marknaden är företaget tvunget att erbjuda högsta möjliga kvalitet och samtidigt uppfylla varje kundspecifik förfrågan i så stor mån som möjligt. Kundanpassningarna försvårar produktionsplaneringen genom sina variationer och bidrar till köer i produktionen då produkter kan ta olika lång tid för färdigställande på varje station. Dessutom har kunden möjlighet att ändra sin beställning efter att den är lagd. Utvecklingstiden för en produkt är lång, komplex och är dyr, vilket gör att företaget inte har råd att misslyckas med en produkt. Tidigare nämnda aspekter av produktionssystemet har gjort det svårt för företaget att öka sin output utan att kompromissa med viktiga egenskaper hos produkten.

[1] BDM, (Business Development Manager, Företag X), interjuad av rapportförfattarna den 3 februari 2016.

Företagets produktion är småskalig och detta orsakar vissa svårigheter vid inköp, då de leverantörer de använder sig av traditionellt arbetar med stora volymer. Följden blir att materialförsörjningen kan få problem om material behöver beställas in med kort varsel. Osäkerheter kring materialförsörjningen gör att företaget valt att lagerhålla komponenter för ett antal veckors produktion. [2]

I dagsläget är fabriken belägen så att potentiell expansion av produktionsyta är omöjlig. Den uteblivna expansionen av produktionsyta medför att det råder platsbrist då produktionen växer, vilket begränsar utformningen och förändringen av produktionslayouten.

1.3 Syfte

Rapporten ämnar till att fungera som beslutsunderlag för framtida produktionsrelaterade åtgärder för företaget. Det levererade underlaget ska stödja målet om att öka företagets output genom att förbättra produktionsprocesserna samtidigt som fortsatt utveckling av produktionssystemet möjliggörs för framtida produktserier. För att uppnå syftet har tre frågeställningar formulerats, dessa beskrivs i följande avsnitt.

1.3.1 Frågeställningar

1: Vilka områden med förbättringspotential inom företaget kan identifieras som har en betydande påverkan på outputen?

Med hjälp av en helhetsbild över viktiga processer kommer aktuella behov och lämpliga åtgärder lättare att kunna identifieras. Kartläggningen kan även användas av företaget i det kommande förändringsarbetet.

2: Vilka störningar och orsaker till dessa finns inom de identifierade områdena från frågeställning 1?

Genom kartläggning av störningar och slöserier inom relevanta områden kan underlag skapas för att förbättra produktionsflödet och möjliggöra en ökad output.

3: Hur kan informationsflöden, rutiner och förutsättningar förändras för att öka företagets output?

Genom att förändra nuvarande rutiner, informationsflöden och förutsättningar som idag bidrar till störningar, kan möjligheter skapas för att öka företagets ouput.

[2] BDM (Business Development Manager, Företag X) intervjuad av rapportförfattarna den 5 oktober 2015.

1.3.2 Avgränsningar

Studien innefattar produktionsrelaterade faktorer inom produktionen av produkt Omega. Problemet angrips med ett systemperspektiv vilket innebär att produktionens helhet analyseras för att finna de framträdande orsakerna kopplade till frågeställningarna. De orsaker som analyseras har en potential att uppnå betydande produktionsförbättringar vid förändrings- och förbättringsarbeten. Tyngden i analysarbetet innefattar tidsfördelning mellan olika aktiviteter i produktionen och en stor del av åtgärdsförslagen baseras på den analysen.

Kartläggningen och analysen som är relaterade till en ökning av output använder *Lean production* som angreppssätt då denna metod stödjer syftet väl. Metoden är även väl vedertagen inom företagets bransch. Inom avsnittet för hållbar utveckling behandlas ekonomisk- och social hållbarhet då dessa har starka relationer till rapportens frågeställningar. Rapporten ska även studera ett komponentlager tillhörande produktionen och således kommer det tillhörande teoretiska ramverket vara relaterat till detta.

1.4 Rapportens disposition

Rapporten inleds med *Sammandrag* samt en *Begreppslista*. Efterkommande kapitel, Kapitel 1 *Inledning*, avhandlar Företagsbakgrund, Problembild, Syfte, Frågeställningar, Avgränsningar och Rapportens disposition. Därefter följer Kapitel 2 *Teoretiskt ramverk,* där det teoretiska ramverket författas, vilket ligger till grund för fortsatt analys. Kapitel 3 *Metod*, beskriver arbetets tillvägagångssätt. Kapitel 4 *Nulägesbeskrivning* beskriver företagets situation i dagsläget utifrån datainsamlingarna som genomförts. Kapitel *5 Nulägesanalys*, innefattar analysen av insamlad data. Kapitel 6 *Åtgärdsförslag*, beskriver de åtgärdsförslag som tagits fram för att ge ett uppslag av möjliga åtgärder till de problem som identifierats i analysen. I Kapitel 7 *Diskussion av åtgärdsförslag*, förs en diskussion kring åtgärdsförslagens samband och prioriteringar. I kapitlet förs även en diskussion om åtgärdsförslagens påverkan på hållbar utveckling. Kapitel 8 *Slutsatser*, avslutar rapporten med en sammanställning av de övergripande slutsatser som kan dras utifrån tidigare kapitel.

2 Teoretiskt ramverk

Studiens syfte ämnas bli uppnått genom att nuläget analyseras utifrån ett teoretiskt ramverk som formas i följande kapitel. Det teoretiska ramverket är uppdelat i *Operations Management, Produktionsflöde, Organisation, Kvalitet & förbättringsarbete, Lager* samt *Hållbar utveckling.*

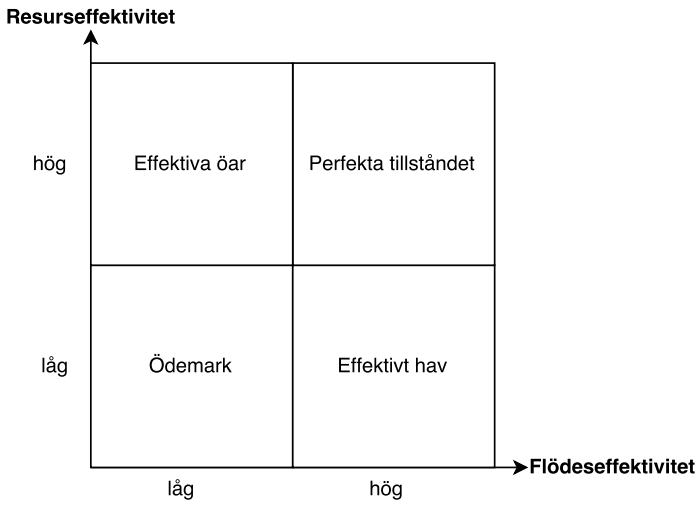
2.1 Operations Management

Operations management är ett samlingsnamn för de aktiviteter inom en organisation som hanterar, strukturerar och optimerar verksamhetens processer. För att kunna maximera nyttan av processerna skall kostnaden vara så låg som möjligt, samtidigt som externa och interna kunders kravbilder ska uppfyllas. Processerna och aktiviteterna inom organisationen innebär att resurser i någon form omvandlas och därmed ökar i värde. Aktiviteternas komplexitet och storlek kan variera mellan allt från att skruvar fästs på en bil till hur produktutvecklingen på ett företag ska gå till (Slack et al 2013).

Aktiviteterna kan sorteras in efter huruvida de är kärnfunktioner eller stöttande funktioner. Kärnfunktionerna definieras vanligen som produktutvecklingen, marknadsföringen samt de tillverkande funktionerna inom företaget. De tillverkande funktionerna är där resurser omvandlas och genererar ett större värde. De stöttande funktionerna är företagets övriga processer, exempelvis personalhantering. Klassificeringen hos aktiviteterna används för att kartlägga företagets processer och därmed förenkla förbättringsarbetet (Slack et al 2013).

2.1.1 Operations Strategy

Operations management tenderar att hantera balansgången mellan att en organisation ska vara så resurseffektiv som möjligt och att den ska vara så flödeseffektiv som möjligt (Slack et al, 2013). I en organisation som är alltför resurseffektiv innebär det ofta att produktionsflödet är mycket långsamt (Modig & Åhlström 2013), medan en organisation som är alltför flödeseffektiv kan ha svårt att hantera plötsliga efterfrågeökningar då lagerfunktionerna ofta minimerats och flödet är optimerat för en given efterfrågan (Slack et al 2013). En organisation vill uppnå det *perfekta tillståndet* där organisationen både är resurseffektiv och flödeseffektiv, se *Figur 1* (Modig & Åhlström 2013).



Figur 1: Effektivitetsmatrisen, vilken beskriver flödeseffektivitet och resurseffektivitet (Modig & Åhlström, 2013).

Ett sätt att nå det perfekta tillståndet är genom Lean Production, hädanefter kallat Lean. Konceptet ämnar nå det perfekta tillståndet genom att göra organisationen först till fullo flödeseffektiv och därefter optimera den utifrån resurseffektiviteten (Modig & Åhlström 2013). Lean grundar sig på 14 principer med ursprung i företaget Toyota. Dessa principer benämns ofta som *The Toyota Way* och utgår från långsiktighet, eliminering av störningar, att engagera personal och att ständigt lösa problem. Principerna redogörs för i *Tabell 1* (Liker 2004).

Dock uppstår det svårigheter när steget ska tas från en flödeseffektiv organisation till att nå det perfekta tillståndet, något som få organisationer lyckats med. Svårigheterna uppstår till följd av att åtgärder för flödeseffektivitet respektive resurseffektivitet motarbetar varandra och kan underminera önskade förändringar (Modig & Åhlström 2013).

Tabell 1: Toyota way-principer . Principer som ligger till grund för den operativa verksamheten på Toyota (Liker 2004).

Toyota way-principer	
Princip	**Beskrivning**
1:	Basera beslut på en långsiktighet, även om det sker på bekostnad av kortsiktiga ekonomiska mål.
2:	Skapa ett kontinuerligt processflöde för att synliggöra problem.
3:	Använd ett dragande system för att undvika överproduktion.
4:	Jämna ut arbetsbelastningen.
5:	Skapa en kultur av att stanna för att åtgärda problem, för att göra rätt första gången.
6:	Standardiserade arbetsuppgifter är grunden för kontinuerlig utveckling och personalmedbestämmande.
7:	Använd visuell kontroll så att inga problem döljs.
8:	Använd enbart tillförlitlig, väl testad teknologi som stödjer de anställda och processerna.
9:	Utveckla ledare som förstår arbetet, lever filosofin och lär ut den till andra.
10:	Utveckla exceptionella människor och lag som följer företagets filosofi.
11:	Respektera ditt förlängda nätverks partners och leverantörer genom att utmana dem och hjälpa dem att förbättras.
12:	Gå och se själv för att grundligt förstå situationen.
13:	Fatta beslut långsamt genom konsensus, att ta hänsyn till samtliga alternativ; implementera besluten snabbt.
14:	Bli en lärande organisation genom obeveklig reflektion och kontinuerlig utveckling.

2.1.2 Systemperspektiv

För att kunna uppnå hög produktivitet i ett produktionssystem krävs det att varje unik situation angrips och analyseras utifrån ett systemperspektiv. Ett systemperspektiv innebär att samtliga faktorer i ett system tas hänsyn till för att uppnå en optimal lösning. Om det här inte sker är det sannolikt att en suboptimal lösning tas fram, vilket i värsta fall kan generera ett resultat som är sämre än utgångsläget. Dock kan svårigheter uppstå när systemgränserna ska sättas då det är lätt att välja ett för omfattande, eller inte tillräckligt omfattande system för att innefatta samtliga relevanta delar (Gupta & Starr 2014).

2.1.3 Isbergsmodellen

Isbergsmodellen beskriver att endast en del av verksamhetens problem är synliga och att det finns andra dolda problem som kan vara minst lika viktiga att känna till. Det är viktigt att göra heltäckande analyser för att inte missa viktiga komponenter som påverkar resultaten på något sätt (Brown et al 2013). Enligt Slack et al (2013) är lagernivåer en faktor som döljer verksamhetsproblem. Om lagernivåerna sänks finns möjlighet att identifiera problemen och sedan åtgärda dem.

2.2 Produktionsflöde

Optimering av ett produktionsflöde innebär att aktiviteterna kring tillverkningen av produkter optimeras genom att synkronisera flöden och på detta vis minimera genomloppstiden och därmed cykeltiden förutsatt att PIA, *produkter i arbete*, är konstant vilka definieras i avsnitt *2.2.2 Genomloppstid & Littles lag*. Genom att minska genomloppstiden minskar också företagets känslighet gentemot förändringar som annars skulle kunna uppstå under tillverkningstiden, såsom förändrad efterfrågan, konkurrens från ny teknik eller förändrade ekonomiska förutsättningar (Liker 2004).

Att uppnå ett effektivt flöde kan vara problematiskt då stora delar av produktionen kan behöva ställas om till att bli mer flexibel. Det här kan uppnås genom att fundamentalt ändra produktionsupplägget i form av körscheman, aktiviteternas uppbyggnad och gruppering. När produktionen ställs om kan problem som tidigare dolts i systemuppbyggnaden träda fram och bidra till ökade svårigheter (Liker 2004).

2.2.1 Värdeadderande & icke värdeadderande aktiviteter

Värdeadderande aktiviteter är aktiviteter som direkt skapar värde för kund, exempelvis montering av komponenter inom tillverkning. Motsatsen är icke värdeadderande aktiviteter som i sig inte skapar något värde för kunden, exempelvis stödjande processer inom tillverkning såsom lagerfunktioner. Sett ur ett Leanperspektiv ska icke värdeadderande aktiviteter försöka elimineras eller minimeras. Synsättet har fått en stor spridning bland producerande företag runt om i världen (Slack et al 2013).

2.2.2 Genomloppstid & Littles lag

Plossl (1988) definierar meningen av ordet genomloppstid som *den längsta tiden som krävs för att producera material till färdig produkt*. Noterbart är att vissa författare använder genomloppstid, flödestid eller cykeltid för att beskriva samma sak (Chincholkar & Herrmann 2008). En entydig bild saknas av vilka genomloppstidens beståndsdelar är, då det beror på varje unik situation och utifrån vilket syfte informationen ska användas. Den vanligaste uppdelningen är fyra tider och används bland annat av Johnson (2003). De fyra tiderna är kötid, omställningstid, transporttid och bearbetningstid.

PIA är en förkortning av *produkter i arbete*, det vill säga antalet produkter, varor eller tjänster som har påbörjat en transformation men som inte slutförts. Begreppet används flitigt inom Lean och är en av hörnstenarna i Littles Lag (Jonsson & Mattson 2011).

Publikationen *A Proof for the Queuing Formula:* $L = \lambda W$, som presenterades av John Little år 1961, har fått mycket stor användning och betydelse för flödesanalyser (Little 2011). Beviset som Little presenterade berör sambandet mellan det genomsnittliga antalet enheter i processen (L), den genomsnittliga tiden en enhet befinner sig inne i processen (W) och den genomsnittliga tiden mellan två ankommande enheter (λ) (Little 1961). *Ekvation 1* (Little 1961) nedan visar Littles lag och beviset som Little presenterade återfinns i *apendix A*.

$$Littles\ lag: L = \lambda W \qquad (1)$$

Slack et al (2013) beskriver även konceptet av Littles lag för ett tillverkande företag på följande vis.

$$Genomloppstid = Cykeltid * PIA \qquad (2)$$

Med hjälp av *ekvation 2* kan genomloppstider, cykeltider eller PIA bestämmas för ett system om två av tre faktorer är kända. Utifrån värdena på faktorerna kan systemets faktiska värden på faktorerna jämföras med de framräknade faktorerna för det optimala systemet. Utgående från jämförelsen kan beslut fattas om huruvida systemet har förbättringspotential eller ej. Ekvationen kan dessutom användas för att beräkna förväntade förlopp vid ej ännu konstruerade system (Slack et al 2013).

2.2.3 Slöserier

Inom Lean är slöseri något som inte adderar värde och skall minimeras. Lean kommer ursprungligen från japan och ofta används det japanska ordet för slöseri Muda. Tajichi (1988) har definierat sju olika typer av slöserier. I efterhand har ett åttonde slöseri lagts till, *Medarbetarnas outnyttjade kapacitet* Liker (2004). Dessa brukar ihop benämnas Leans 7+1 slöserier och presenteras i *Tabell 2* nedan.

Tabell 2 Leans 7+1 Slöserier. Klassificering av slöserier enligt lean (Liker 2004)..

Leans 7+1 slöserier	
Begrepp	**Beskrivning**
Överproduktion	Produktion av enheter som det inte finns några order på, detta genererar slöseri i form av onödiga lager, extra personal och transporter m.m.
Väntetid	När personal eller maskiner väntar på att en process skall slutföras eller att det saknas arbete att göra.
Onödiga transporter	Långa transporter av material, flytt av artiklar in och ut i lager eller transport på ett ineffektivt sätt.
Överarbete	Onödiga arbetssteg, processer alternativt ineffektiva processer på grund av dåliga verktyg eller dålig design.
Omarbete	Reparationsarbete eller justeringar av artiklar, delar och produkter.
Onödiga lager och buffertar	Stora färdigvarulager, råvarulager, skadat material eller produktionsobalanser som orsakar stora säkerhetslager och dylikt.
Onödiga rörelser och förflyttningar	Förflyttningar av personal och material som skulle kunna lösas på ett mer effektivt sätt.
Medarbetarnas outnyttjade kapacitet	Omotiverad personal, förtryck eller på annat sätt hinder som gör att personalens kunskaper, idéer eller lärande inte utnyttjas maximalt.

2.2.4 Standardisering

Tanken med standardiserat arbete och standardiserade processer har funnits under lång tid och är än idag en central del i alla former av arbete. Konceptet som Frederick Taylor (1911) skrev i sin bok *The Principles of Scientific Management*, har blivit grunden i det som idag benämns som *Best Practice* och *Standardization* (Giannantonio 2011).

Standardiseringar är en av grundpelarna i de flesta modeller som behandlar produktion, management, förbättringsarbete, processhantering, kvalitet och säkerhet för att bara nämna några områden. Ett exempel på en modell som grundar sig i standardisering är Lean (Liker 2004).

Fördelarna med standardiseringar är många och av central vikt för alla typer av produktion. Grundtanken är att arbetet kan optimeras genom att det analyseras och delas upp i små isolerade moment som kan optimeras och struktureras i en optimal ordning. När arbetet genomförs på samma sätt varje gång kan problem felsökas och åtgärdas (Liker 2004). Även olycksrisker och faror kan minimeras när arbetet standardiseras och ett säkerhetstänk finns vid standardisering av arbetet. Genom standardisering har även ledningen och ägarna en möjlighet att skapa sig kontroll över arbetet (Taylor 1911).

2.2.5 Tillverkningsprocesser

Slack et al (2013) beskriver olika sätt att kategorisera produktionsprocesser samt en metod för att ta fram den optimala processen. Nedan följer beskrivningar på fem olika tillverkningsprocesser.

2.2.5.1 Projekttillverkning

Tillverkning i projektform innebär att produktionen sker med extremt låg volym och hög variation. Produkterna är ofta unika, komplexa, fysiskt stora och produktionen har en definierad start- och slutpunkt. Ofta är resurser organiserade speciellt för projektet, resurserna är således specialiserade för projektet vilket kräver koordinering av olika kompetenser. Ett exempel på när denna tillverkningsprocess nyttjas är när broar byggs (Slack et al 2013).

2.2.5.2 Enstycksproduktion

Tillverkningen vid enstycksproduktion karakteriseras av hög variation och låg volym, där volymen kan vara en till några stycken enheter. Det som främst definierar skillnaden från projekt är att produkterna oftast är fysiskt mindre och således lämpar sig produktionen att göras i fabrik eller en funktionell verkstad. Produktionen kräver bred kompetens och varje produkt delar på produktionssystemets resurser. Som exempel på denna tillverkningsprocess kan finsnickeri av möbler nämnas (Slack et al 2013).

2.2.5.3 Serieproduktion

Produkterna produceras i serier vilket ger repetition av moment. Produkterna karakteriseras av större volym och lägre variation än vid projekttillverkning och enstycksproduktion. För att ställa om produktionen mellan olika serier krävs ofta omställning av maskiner. Oftast görs standardprodukter av mindre komplex karaktär även om specialtillverkning kan förekomma. Ett exempel är produktion av maskinverktyg (Slack et al 2013).

2.2.5.4 Massproduktion

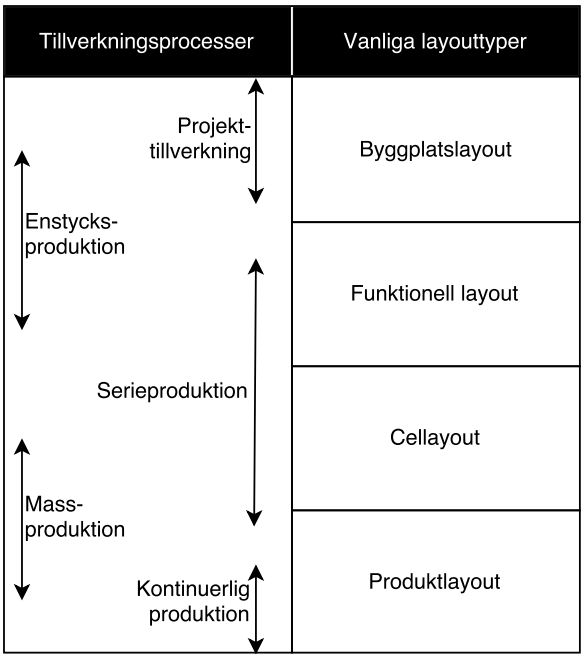
Tillverkningen sker i stor skala i kombination med låg variation. Tillvägagångssättet skapar möjligheter för repetitiva arbetsmoment vilket kan användas för att effektivisera produktionen. Ofta krävs inte samma grad av breda kompetens som i exempelvis enstycksproduktion utan kompetensen är mer specialinriktad på vissa moment. Ett exempel är hur större aktörer inom bilindustrin tillverkar bilar (Slack et al 2013).

2.2.5.5 *Kontinuerlig produktion*

Produktionen kännetecknas av extremt höga volymer och få varianter där företagen ofta bara tillverkar en typ av produkt. Produktionen är till stor grad automatiserad och produktionen körs dygnet runt då den ofta är väldigt dyr och svår att stoppa och starta. Ett exempel på industrier som använder tillverkningsprocessen är pappersindustri eller malmindustrins smältverk (Slack et al 2013).

2.2.6 Layout

Vanliga layouttyper är enligt Slack et al (2013) *byggplatslayout*, *funktionell layout*, *cellayout* och *produktlayout*. *Figur 2* nedan beskriver vilken av respektive layout som är relaterad till vilken av de typiska tillverkningsprocesserna.



Figur 2:Layout- och produktionstyper, en beskrivning av sambandet mellan layout- och produktionstyp (Slack et al 2013).

2.2.6.1 *Byggplatslayout*

Vid en byggplatslayout, även kallad projektlayout, transporteras materialet till platsen och de transformerade resurserna förflyttas inte. Som exempel kan nämnas en byggplats där materialet transporteras till bygget eller en operation där läkare och utrustning transporteras till patienten. Det är fördelaktigt när produkten är fysiskt stor eller inte kan förflyttas och resurserna måste transporteras till platsen. Byggplatsen har möjlighet till stor produktflexibilitet genom att produktionen inte begränsas av någon annan produkt (Slack et al 2013).

2.2.6.2 Funktionell layout

Den funktionella layouten innebär att liknande resurser grupperas för att låta produkten gå mellan de aktiviteter som produkten har behov av. Ställs exempelvis alla metallberarbetningsmaskiner på ett ställe, träbearbetningsmaskiner på ett annat och målarfärger på ett tredje, koncentreras respektive kompetens. Funktionell layout används till exempel i sjukhus där det finns en röntgenavdelning, en operationsavdelning och så vidare. Förflyttningen vid en funktionell layout blir snabbt komplex och svår att förutsäga, däremot klarar layouten av att hantera variationer väl (Slack et al 2013).

2.2.6.3 Cellayout

Genom att samla ihop verktyg, maskiner och redskap som behövs för efterkommande arbetsmoment kan flera moment utföras i samma cell innan produkten skickas vidare till nästa cell. Tanken med grupperingen av olika arbetsmoment är att försöka tillföra ordning bland transporterna i en funktionell layout. Vid användning av en cellayout finns goda möjligheter till en kort genomloppstid. Däremot riskerar kostnaden för att strukturera upp layouten att bli hög då fler verktyg och maskiner kan behövas köpas in jämfört med funktionell layout (Slack et al 2013).

2.2.6.4 Produktlayout

Produktlayout, även benämnt produktlina, består av en lina vilken produkterna går längs med och arbetsmomenten görs utefter. Arbetet är mycket standardiserat, specialiserat och förutbestämt, vilket skapar möjligheter för en effektiv produktion. Produktens väg genom linan är mycket enkel att följa även om materialförsörjningen till linan kan bli mycket komplex och omfattande. I en produktlayout är det svårt att hantera stora variationer och produktionen är känslig för avbrott då hela linan stannar ifall någon del får problem eller inte hinns med. Genom att kombinera förmontering som kommer in på linan från sidan, så kallade fiskben, kan viss typ av variation hanteras relativt effektivt även på en lina (Slack et al 2013).

2.2.7 Stationsuppdelning & linjebalansering

Uppdelningen och utformandet av arbetsstationer påverkar flödeseffektiviteten i produktionen i hög grad. Olika delprocesser tar oundvikligen varierande lång tid att utföra och genom att samla flera delprocesser inom en arbetsstation kan produktionsflödet optimeras. I en produktlayout är utformning och placering av arbetsstationerna viktigt för att skapa ett effektivt flöde. De faktorer som påverkar utformning av en produktionslina är cykeltid, antal arbetsstationer, tidsvariation på stationerna och hur det är möjligt att balansera linan. I en perfekt balanserad lina är den totala arbetstiden för en produkt jämnt fördelad mellan alla stationer. På grund av variationer är det i praktiken omöjligt att uppnå, men företag bör sträva mot balans för att jämna ut flödet och undvika flaskhalsar (Slack et al 2013).

Genom att ändra vilka delprocesser som ingår i en arbetsstation kan stationstider ändras och användas som ett verktyg för att balansera linan. Möjligheten att gruppera delprocesser till en station kan i vissa fall begränsas av processens utformning. Vissa delprocesser kan kräva att de utförs i en viss sekvens på grund av produktens utformning eller inbördes beroende på processen. Dessa förutsättningar måste beaktas vid utformning av linan (Groover 2008).

2.2.8 Arbetsmätning & frekvensstudier

Arbetsmätning kan användas för att genomföra metodanalys eller bestämma kapacitets- och tidsåtgång. Metoden ger ett objektivt beslutsunderlag inför exempelvis balansering av monteringslinor (Almström 2012).

Frekvensstudier är en speciell typ av arbetsmätning som utgår från slumpmässiga stickprov av så kallade objekt. Objekten är ofta arbetande individer inom exempelvis produktion. Med hjälp av frekvensstudien kan olika typer av förluster och störningar förknippade med objektens aktiviteter och produktionens processer kan kartläggas (Almström 2012).

Vid utförandet av frekvensstudie finns två olika tillvägagångssätt. Vad som skiljer dem åt är huruvida observationerna ska utföras efter slumpmässiga tidsintervall på förutbestämda objekt med förutbestämd ordning eller om observationerna ska utföras efter konstant tidsintervall men på slumpmässigt utvalda objekt. Att använda det senare alternativet, med konstant tidsintervall mellan observationerna, ger i allmänhet observatören en jämnare arbetsbelastning (Almström 2012).

För att nå en tillräcklig statistisk säkerhet är det viktigt att tillräckligt många observationer utförs. *Ekvation 3* nedan beskriver hur många observationer som krävs. Innan frekvensstudien utförs behöver också någon form av förstudie genomföras för att ge ungefärliga underlag för hur omfattande frekvensstudien måste vara samt vilka olika aktiviteter som ska mätas. Då frekvensstudien är färdigställd beräknas felet för varje aktivitet med *ekvation 4* nedan (Almström 2012).

$$n = \frac{z^2 s(1-s)}{f_1^2} \qquad (3)$$

$$f_2 = \pm\sqrt{\frac{s(1-s)}{n}} \qquad (4)$$

där *n – antal observationer*
z – antal standardavvikelser
s – den procentuella frekvensen av den minst frekventa aktiviteten
f_1 – acceptabel felgräns
f_2 – medelfel

2.3 Organisation

Syftet med en organisation är att kunna samordna resurser och arbetsinsatser för att gemensamt uppnå mål som hade varit omöjliga att nå på enskilt vis. För att få en fungerande organisation krävs en infrastruktur som stödjer en effektiv informationsspridning mellan resurser. Dessa resurser utgörs delvis av människor som alla har olika behov som behöver tillgodoses för att utföra arbetsinsatserna väl (Rubenowitz 2012).

2.3.1 Organisationsstrukturer

Rubenowitz (2012) beskriver framför allt fyra traditionella organisationstyper: *linjeorganisation, Scientific Management* även nämnd som *funktionell organisation*, *linjestabsorganisation* samt den *japanska modellen*. Nedan följer beskrivningar av dessa.

Linjeorganisationen utvecklades i början på 1900-talet i Tyskland och kännetecknas framförallt av att den ska vara hierarkiskt uppbyggd där varje befattningshavare har en överordnad. Varje anställd ska vara specialiserad och arbets- och ansvarsfördelningen ska finnas skriftligt och vara tydlig. Organisationen ska sträva efter att förutse potentiella risker samt ha en åtgärdsplan så inget överraskande kan inträffa. All kommunikation sker tjänstevägen och om en fråga berör två avdelningar skjuts frågan till en högre nivå. Befordring sker framförallt med tid i tjänst som grund vilket ska eliminera konflikter i samband med dessa ärenden. Följderna av en bra implementerad linjeorganisation är enkelhet och tydlighet, vilket gynnar arbets- och ansvarsfördelning samt ledningskontroll. Nackdelarna är framförallt att det skapar en stel organisation samt dålig arbetsmotivation hos anställda (Rubenowitz 2012).

Scientific Management grundar sig i att organisationen delas upp i olika funktioner där chefer på olika nivåer ansvarar för specifika delar. Målet är att varje anställd ska vara specialiserad på sin funktion. För att bestämma funktion och bygga en så effektiv organisation som möjligt bygger idéerna på att varje individ har varierande fysisk kapacitet som går att optimera utefter. Organisationsstrukturen och filosofin används sällan i full utsträckning men ligger till grund för många andra filosofier. Fördelarna vid lyckad implementation är framförallt effektivitetsvinster tack vare specialisering av individer. Nackdelarna är framförallt psykisk och fysisk förslitning hos de anställda (Rubenowitz 2012).

Linjestabsorganisation är en vidareutveckling av linjeorganisation och är uppbyggd av ett begränsat antal operativa funktioner som innehar specificerade ansvar och befogenheter. En verksamhet med linjestabsorganisation bör sträva efter att ha en platt organisation med få nivåer och varje chef bör ha kontroll över en hanterbar mängd anställda vilket vanligtvis är sex till åtta personer. Informationsflödet ska ske med direkt överordnad och företaget ska ha en ansvarig toppchef då teorin inte förespråkar gemensam ledning. Likt linjeorganisationen ska även linjestabsorganisation ha en tydlig skriftlig beskrivning av ansvarsfördelningen inom företaget. Organisationsprincipen skapar en decentraliserad organisation med hög självständighet (Rubenowitz 2012).

Den *japanska modellen* syftar till att fördela ansvar på arbetsgrupper. Arbetsgrupperna fördelar arbetet internt på olika moment. Momenten är ofta väldigt monotona och har en kort cykeltid som ofta är under en minut. Arbetsgrupperna har fullt ansvar och förväntas arbeta med förbättringsförslag (Rubenowitz 2012).

2.3.2 Informationsflöden

Spridning av information mellan olika delar i ett företag är viktigt ur flera aspekter, varav planering, kunskapsspridning och förbättringsarbete är några exempel. Tillgång på information är också viktig ur ledarsynpunkt, då det ger större underlag vid beslutsfattandet. Vid design av informationsflöden är det viktigt att rätt information sprids, i rätt mängd och till rätt personer. Brist på informationsspridning kan få negativa konsekvenser såsom störningar i produktionsflödet, kvalitetsbrister och problem vid planering. Brister i informationsspridningen leder även till brister i kunskapsspridning, vilket är en viktig del i verksamhetens utveckling. Överflödig information kan å sin sida också få negativa effekter då det blir svårt för mottagaren att sålla ut vilken information som är av nytta för denne (Harris & Harris 2008).

Enligt Harris och Harris (2008) bör informationen anpassas till varje område inom produktionen. Ur ett processperspektiv bör varje process få tillgång till den information som är relevant för att utföra sin uppgift på bästa sätt. Den informationen specificerar främst vad som ska produceras och hur processen ska utföras. Viss information kan också vara nödvändig att ha om närmast föreliggande och eftervarande processer för att kunna optimera flödet. Det är även viktigt att övrig information som kan vara kritisk för att processer utförs på bäst sätt kan förmedlas genom produktionen. Ett exempel kan vara att fel eller avvikelser har uppstått i tidigare processer och påverkar senare led i produktionen, vilket kräver att den informationen kan förmedlas till berörda processer.

Beroende på hur produktionen ser ut och vilken typ av information som ska förmedlas finns det olika verktyg för att optimera informationsflödet (Harris & Harris 2008). Vid mer allmän information som produktionsstatus, huvudplanering och avvikelsehantering är informationstavlor eller andra visuella hjälpmedel ett verktyg för att samla den viktigaste informationen till en gemensam plats som alla kan ta del av (Liker 2004). Det viktigaste för att uppnå ett fungerande informationsflöde är att rätt information når rätt mottagare genom på förhand tydligt specificerade kanaler (Harris & Harris 2008).

2.3.2.1 Styrning med hjälp av visualisering

Ett medel för styrning är visuell kontroll. Genom att visualisera hur arbete ska genomföras och om det efterföljs, skapas en lättöverskådlig bild av nuläget för de anställda i verksamheten och problem kan lättare komma upp till ytan, se *princip 7* i *Tabell 1: Toyota Way-principer*. Vilken typ av information som visas kan variera beroende på placering i verksamheten och vad som ämnas att uppnås. Inom Lean ses visuell kontroll som en del av det värdeadderande arbetet. Genom att kunna överblicka processer har både produktionsledare och personal större uppfattning av hur produktionen förhåller sig till planen och åtgärder kan snabbare ske mot eventuella avvikelser (Liker 2004).

Ett vanligt användningsområde för visuell kontroll är att använda en informationstavla över de processer som ingår i verksamheten eller avdelningen (Liker 2004). På en sådan tavla kopplas vanligen processerna till en eller flera mätbara nyckeltal. Till nyckeltalen brukar också en nivå sättas som visar på ett standardläge eller den nivå som vill uppnås. Genom att en eller flera gånger per dag uppdatera informationen på tavlan blir processernas förhållande gentemot normalläget tydligt (Stray et al 2016).

2.3.2.2 Avstämningar & möten

Ett sätt att säkerställa kontinuerlig spridning av information är att hålla dagliga avstämningsmöten i verksamheten. Användandet av dagliga avstämningsmöten är något som är vanligt inom mjukvaruutveckling, men har även anammats i mer traditionell industri och andra verksamheter. Syftet med avstämningsmöten är att alla delar i verksamheten ska få en uppdatering över statusen hos andra delar. Utöver att verksamheten får uppdateringar hur den övriga verksamheten fungerar kopplas också aktiviteterna i varje delprocess samman till ett större perspektiv (Stray et al 2016). Enligt Kniberg (2015) behöver avstämningsmöten inte nödvändigtvis ske på daglig basis, utan det viktiga är att de sker kontinuerligt. För att mötena ska vara effektiva och endast behandla den information som är viktig för hela verksamheten bör de följa en tydlig agenda. Varje delprocess bör kort och koncist sammanfatta nuvarande status, planerat arbete och eventuella problem och avvikelser som dykt upp. Enligt Stray et al (2016) är det en fördel om mötena sker stående, för att korta ned tiden, och helst i anslutning till en tavla som visualiserar verksamheten och dess status, vilket beskrivs mer ingående i föregående avsnitt.

2.3.2.3 Informationssystem

IT kan användas för att kontrollera och styra verksamheter. En grundfilosofi är att om fullständigt rationella beslut ska kunna fattas måste komplett information om hela verksamheten finnas som underlag. Informationssystem samlar information om processer, data och människor från verksamhetens olika delar samt tillåter effektivare visualisering av helheten. Med hjälp av systemen kan processer enklare standardiseras och i större utsträckning följa en plan vilket i sin tur ofta bidrar till effektivisering och möjlighet att tillverka och sälja större kvantiteter (Magnusson & Nilsson 2014).

Enterprise Resource Planning, även kallat ERP, är ett system som täcker verksamhetens samtliga processer. Syftet med ERP-systemen är att alla processer ska integreras med varandra och kan på så sätt kontrolleras och planeras centralt. Några av de största fördelarna med att använda ERP i sin verksamhet är att alla processer blir synliga och enklare att styra för ledningen samt att kommunikation med leverantörer och kunder effektiviseras (Slack et al 2013).

Magnusson och Nilsson (2014) menar att ERP-system i stor utsträckning är komplicerade för användarna att hantera. Till skillnad från IT som riktas direkt till privatpersoner som slutkonsument, vilka är uppbyggda med enkla och tydliga funktioner, bygger ofta ERP-systemen på mindre användarvänlig utformning. Att lära sig ett ERP-systems funktioner och hur verksamhetens processer och data på korrekt sätt ska matas in kräver omfattande utbildning av personal. Om företaget dessutom väljer att byta ERP-system, eller förändra sättet att arbeta med systemet, krävs också omfattande utbildningskostnader och långsiktiga implementationsplaner som innebär stora kostnader och osäkerheter.

2.3.3 Processegenskaper

Processerna inom en organisation kan beskrivas utifrån deras *volym*, *variation i produkten, variation i efterfrågan* och dess *visibilitet*. Dessa begrepp brukar även kallas *de fyra V:na*. *Volymen* innebär produktionens storlek med avseende på antal enheter som ska produceras. *Variation i produkten* avser hur flexibel produktionen är eller måste vara för att uppnå kunden krav med avseende på olika möjliga egenskaper som produkten ska erhålla. *Variation i efterfrågan* beskriver hur mycket efterfrågan för processen skiljer sig mellan olika tidsperioder. *Visibiliteten* beskriver hur synligt processens värdeskapande är för slutkunden. Med kund menas både interna kunder i form av andra produktionsrelaterade processer samt externa kunder. Beroende på hur processer förhåller sig sett till de fyra V:na bör de angripas på olika sätt och med olika prioritet. Exempelvis bör inte en process med mycket låg efterfrågevariation ha stora lagerförda kvantiteter då det är möjligt att förutspå materialbehovet. Likväl bör en process med alltför stor oförutsedd efterfrågevariation inte eftersträva att eliminera lager (Slack et al 2013).

2.3.4 Prestationsmål

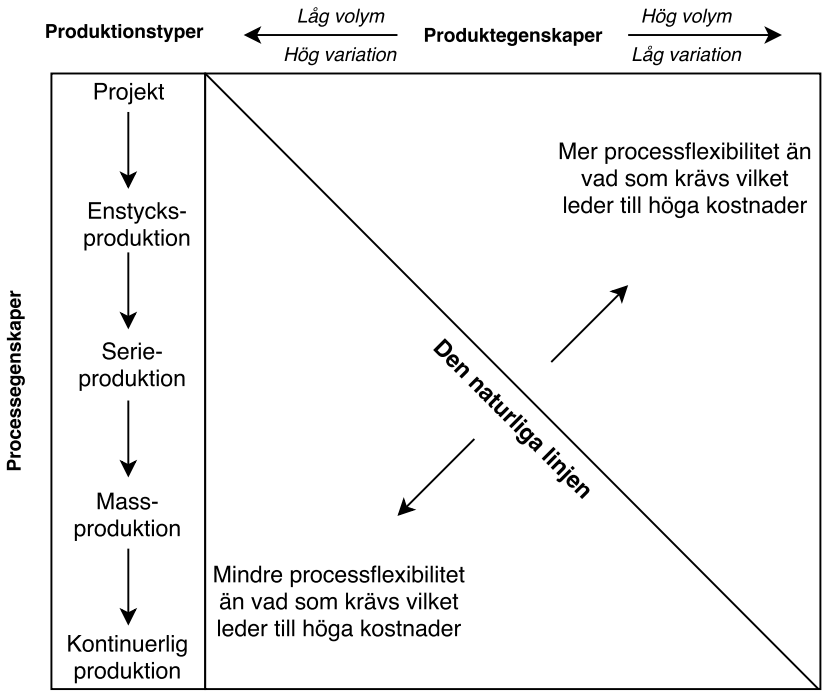
Prestationer från en organisations aktiviteter kan bedömas utifrån deras förmåga att uppfylla krav gällande kvalitet, hastighet, tillförlitlighet, flexibilitet och kostnad, de så kallade *prestationsmålen.* Prestationsmålen är inte på något vis friställda från varandra, utan är starkt sammankopplade. Ändras förutsättningen för ett prestationsmål påverkas sannolikt övriga prestationsmål. Med hjälp av prestationsmålen kan aktiviteternas prestationer kvantifieras och därmed tydliggöra brister och förbättringar. De kan också användas i styrningssyfte för att väga olika beslut mellan varandra (Greasley 2013). Kvalitet syftar på att konsekvent uppfylla kundens förväntningar. En hög kvalitet kan medföra läge kostnader och högre tillförlitlighet. Med hastighet menas tiden från kundförfrågan till leverans av färdig produkt. En hög hastighet minskar både lager och risker kopplade till planering. Tillförlitlighet mäter precisionen att leverera vid utlovat tillfälle, både externt och internt. En hög tillförlitlighet kan sänka kostnader och skapa stabilitet i verksamheten. Flexibilitet syftar till förmågan att förändra verksamheten ur olika aspekter. Fyra vanliga aspekter på flexibilitet är produkt-, produktmix-, volym- och leveransflexibilitet. En flexibilitet i processer kan spara tid och höja tillförlitligheten. Kostnad innefattar alla kostnader som kan kopplas till verksamheten. För att driva en lönsam verksamhet krävs att kostnader minimeras och genom att förbättra de andra prestationsmålen kan kostnaderna sänkas.

Genom att kartlägga och strukturera aktiviteterna i en organisation tydliggörs beroendeställningarna mellan aktiviteterna. Beroendeställningarna mellan aktiviteterna kan visa vilka aktiviteter som påverkar varandra och på vilket sätt de påverkar varandra. Därmed kan de visa varför organisationen beter sig som den gör och exempelvis avslöja tidigare dolda fel i organisationen (Slack et al 2013).

2.3.5 Produkt- & processmatrisen

För att hitta det optimala tillvägagångssättet för att tillverka en produkt bör företaget vara medvetet om produktens egenskaper. Två av dessa egenskaper är volym och variation. (Slack et al 2013).

I *Figur 3* illustreras produkt och processmatrisen, där olika placeringar i matrisen innebär att olika tillvägagångssätt är mer eller mindre optimala. Teorin grundar sig i den naturliga linjen som indikerar att produkten tillverkas på optimalt sätt, vilket innebär lägsta möjliga kostnad. Om ett företag, vid analys, exempelvis hamnar ovanför linjen innebär det att företaget har högre processflexibilitet än vad som krävs vilket leder till högre kostnader. Om företaget istället skulle befinna sig under den naturliga linjen har processerna för lite flexibilitet, vilket också leder till högre kostnader (Slack et al 2013).



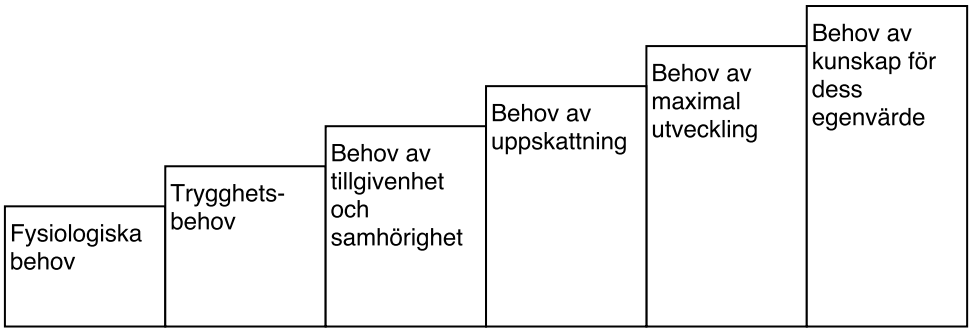
Figur 3: Produkt- processmatrisen, beskriver förhållandet mellan produkt- och processegenskaper (Slack et al 2013).

För att förflytta sig från en punkt till en annan utan att förändra produkten i matrisen krävs det att processernas innehåll och uppbyggnad förändras. Ett företag med massproduktion som placerar sig under linjen skulle således behöva ändra om processerna och närma sig serieproduktion (Slack et al 2013).

Ett annat tillvägagångssätt är att ändra produktens uppbyggnad eller karaktär genom att standardisera och minska utbudet av variationer eller volym. Förändringarna kan innebära en initial kostnad men i slutändan kan det leda till markanta kostnadsbesparingar (Slack et al 2013).

2.3.6 Psykosocial arbetsmiljö

För att få en väl fungerande organisation krävs det att de anställdas välmående beaktas. Enligt Rubenowitz (2012) är Maslows behovstrappa en bra modell för att åskådliggöra människans behov. Maslows behovstrappa, *Figur 4,* beskriver olika typer av behov och i vilken ordning de behöver uppfyllas för att nå ett större psykiskt välmående. De olika kategorierna, eller trappstegen, kan visa vilka typer av behov som i större och mindre utsträckning styr personers beteenden. För att nå ett högre steg på behovstrappan krävs det att samtliga föregående behov är uppfyllda.



Figur 4: Maslows behovstrappa, som beskriver människans olika behov (Rubenowitz 2012).

Maslows behovstrappa kan även kompletteras med Vrooms behovsteori. Den här teorin beskriver hur personers motivation att prestera bra påverkas av personens uppfattade värde i att uppnå ett förknippat mål samt personens förväntan för vad ett uppnått mål ska innebära. För att öka någons motivation (M) till att utföra en uppgift är det därför relevant att påverka personens värdering (V) av uppgiften och förväntan (F) i form av belöning (Rubenowitz 2012).

$$\textit{Vrooms behovsteori: } M = V * F \qquad (5)$$

Då de grundläggande behoven tillfredsställts är behov likt egenkontroll-, erkännande-, social interaktion- samt utmaningar och utveckling i arbete mer relevanta. I arbeten där variation och graden av repetition inte är allt för hög skapas både hög trivsel och hög produktivitet (Rubenowitz 2012).

Det finns tre huvudsakliga förutsättningar som krävs för att påverka personers motivation. Den som ger störst effekt är *förändring av arbetsupplägg.* Inom tillverkningsindustri kan det innebära att dela upp verksamheten i mer självstyrande enheter. Det här kan åstadkommas med hjälp av en ökning av egenkontroll och arbetsvariation där exempelvis arbetsvidgning eller att erbjuda anställda flera olika typer av arbetsuppgifter i sin anställning används som medel. Den andra förutsättningen är *utbildningsinsatser*. Utbildning krävs för att höja kompetens och är ofta nödvändiga vid förändring av arbetsuppläggning för att förändringarna ska vara hanterbara. Den tredje förutsättningen är *delegering* av befogenheter till de som bär ansvar och utför arbete. På detta sätt kan individer påverka sin arbetssituation i högre grad (Rubenowitz 2012).

Då den psykosociala arbetsmiljön inte är tillräckligt bra ökar exempelvis risken för låg arbetsmotivation, låg produktivitet, hög frånvaro och benägenheten att byta jobb. För att få reda på vilka faktorer som behöver förbättras i arbetsmiljön krävs omfattande utredningar (Rubenowitz 2012).

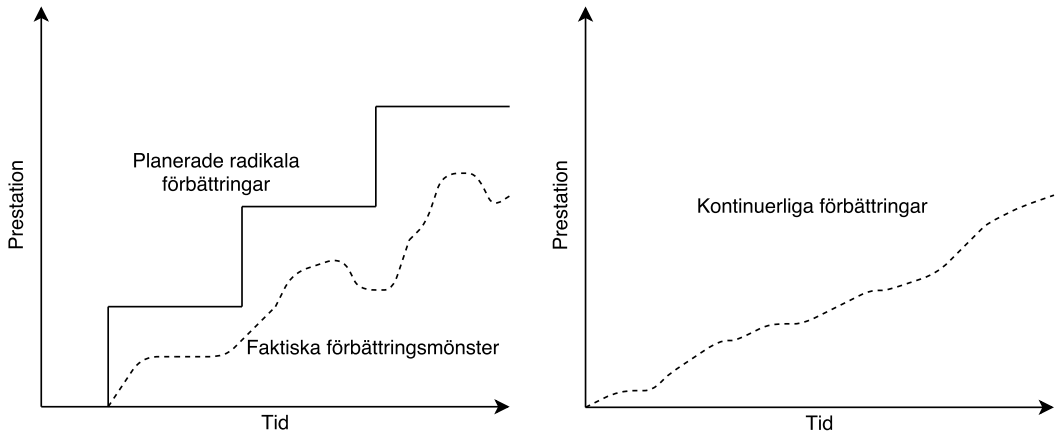
2.4 Kvalitet & förbättringsarbete

Det finns flera olika definitioner av kvalitet. Den definition som rapporten använder är att en produkts eller tjänsts förhållning till omgivningens förväntningar beaktas, där både interna och externa kunder innefattas (Greasley 2013).

2.4.1 Kvalitetsförbättring

Kvalitetsförbättringar är viktiga för att ett företag ska kunna behålla konkurrenskraft ur ett långsiktigt perspektiv. För att dessutom kunna utveckla bättre produktionsprocesser krävs ett strukturerat förbättringsarbete. Förbättringsarbetet kan ske både på produkt- och processnivå. I resten av det här avsnittet kommer begreppet kopplas till förbättring av processer (Slack et al 2013).

Slack et al (2013) nämner två distinktioner av förbättringar: radikala och kontinuerliga. Den förstnämnda karakteriseras av en stor förbättring som får påtagligt märkbara effekter och förändrar nuvarande process helt eller skapar nya processer. Radikala förbättringar kräver ofta stora investeringar för att kunna genomföras. Kontinuerliga förbättringar, även kallade inkrementella förbättringar, syftar istället på stegvisa utvecklingar av det mindre slaget som sker oftare och endast förändrar delar av nuvarande processer. Kontinuerliga förbättringar kräver ofta små medel och investeringar för att kunna genomföras. En grafisk beskrivning av de två förbättringstyperna åskådliggörs i *Figur 5*.



Figur 5: Förbättringstyper, beskriver skillnaden mellan radikala och kontinuerliga förbättringar (Slack et al 2013).

2.4.2 Förbättringsarbete

Det finns flera olika metoder för förbättringsarbete inom företag som är vanligt förekommande. Nedan beskrivs två av de vanligast förekommande för företag inom liknande situationer som företagets (Slack et al 2013).

2.4.2.1 Lean utifrån The Toyota Way

Lean förespråkar kontinuerliga och inkrementella förbättringar för att få en långsiktigt lärande organisation, enligt *princip 14* i *Tabell 1: Toyota Way-principer*. Genom att jobba med små stegvisa förbättringar menar filosofin att organisationen sakta men säkert kan närma sig det ideala tillståndet i varje process, se *Figur 1 effektivitetsmatrisen*. Förbättringsarbetet bedrivs i en cyklisk process i vilken läget kontinuerligt utvärderas och lämpliga åtgärder vidtas. Ett vanligt begrepp inom Lean kopplat till förbättringsarbete är Kaizen. Kaizen handlar i grunden om kontinuerliga förbättringar, vilket Liker (2004) menar endast kan ske när en process är stabil och standardiserad. Innebörden av Kaizen är att det hos en stabil process finns det specificerat hur processen ska genomföras och då blir det också tydligt när det sker avvikelser från det standardläget. Om dessa avvikelser kan visualiseras kan också rotorsaker till dem utredas för att sedan möjliggöra för förändring av processen till det bättre. En nyckel till att det ska lyckas är en tydlig kunskaps- och informationsspridning i organisationen. Ett vanligt sätt att nå rotorsakerna är att ställa frågan *”varför?”* fem gånger. Kaizen bygger också på en företagskultur där det ses som positivt att erkänna fel för att kunna rätta till dem (Liker 2004).

2.4.2.2 TQM

TQM är en japansk kvalitetsfilosofi som betonar heltäckande kvalitetstänk och att kvalitet är kärnan i alla processers aktiviteter (Slack et al 2013). Fokus ligger i att möta kundens behov och förväntningar, granska alla kvalitetskostnader samt utveckla kvalitets- och förbättringsstödjande system och processer. Det finns en positiv korrelation mellan implementation av TQM och verksamheters prestation, men det är viktigt att konceptet implementeras heltäckande vad gäller både TQM:s principer och över organisationen. Arbetssättet i TQM är tätt ihopkopplat med inkrementella förbättringar.

2.4.3 Förändringsledning

Enligt John Kotter (1996) finns det åtta steg för att genomdriva förändringsprojekt med gynnsamma utfall. De beskrivs i *Tabell 3*.

Tabell 3: Kotters åtta förändringssteg. Beskriver hur förändringsarbete bör tillgå (Kotter 1996).

Kotters 8 förändringssteg	
Steg	**Beskrivning**
1:	Förankra behovet av förändring i organisationen, behovet av förändring måste kommuniceras ut till samtliga i organisationen.
2:	Tillsätt en ledningsgrupp som ansvarar för förändringsarbetet och som tar initiativ för att driva på utvecklingen.
3:	Skapa en tydlig vision för förändringsarbetet.
4:	Kommunicera ut visionen tydligt och ofta i organisationen.
5:	Ge medarbetare möjlighet att förändra. Människorna i organisationen måste få rätt verktyg och befogenheter för att driva igenom förändringarna ute i organisationen.
6:	Visa upp kortsiktiga vinster när arbetet börjar bli jobbigt ute i organisationen.
7:	Vidhåll förändringarna som gjort och fortsätt utveckla organisationen för att undvika att utvecklingen stannar av.
8:	Förankra de nya arbetssätten ute i organisationen så arbetet inte återgår i de gamla strukturerna.

Om en organisation inte lyckas uppfylla samtliga steg, vilka beskrivs i *Tabell 3*, minskar chansen för att förändringsprojektet ska lyckas. Det är alltså av yttersta vikt att initiativtagarna till förändringen avsätter tillräckliga resurser för att driva igenom förändringsarbetet.

Även Slack et al (2013) beskriver vikten av att skapa rätt förutsättningar inom hela organisationen för att kunna förankra ett förbättringsarbete. Alla måste vara medvetna om varför förbättringar görs och tillgång till pålitlig information krävs för ett strukturerat förbättringsarbete.

För att kunna mäta förbättringar krävs information kring prestationsnivåer i produktionen. Vanligtvis brukar dessa prestationsnivåer benämnas som nyckeltal eller KPI:er, Key Performance Indicators. För att kunna avgöra hur en förändring påverkar produktionen måste lämpliga nyckeltal väljas ut som jämför läget innan och efter förändringen. De fem prestationsmålen, beskrivna i *avsnitt 2.3.4 Prestationsmål* kan delas upp i flera nivåer för att användas vid val av nyckeltal. Beroende på vilken del av organisationen är olika nivåer av uppdelning aktuella. De mest nedbrutna nyckeltalen är de som är kopplade till den dagliga verksamheten och följs upp noggrant och ofta. Exempel på nyckeltal kan vara antal defekter eller omarbeten, genomloppstid, stationstid eller produktivitet. (Slack et al 2013)

Vid förbättringsarbete finns det vanligen en lista på olika förbättringar som behöver genomföras. Att genomföra dem kräver tid och resurser, vilket gör att de olika förbättringarna måste få en inbördes prioritering. En teori som Slack et al (2013) beskriver

är sandkornsteorin. Teorin utgår från de fem prestationsmålen och menar att kvalitet bör ha högst prioritet eftersom det är en förutsättning för all annan förbättring. Därefter kommer tillförlitlighet, hastighet, flexibilitet och kostnad i sjunkande grad.

Även Slack et al (2013) nämner vikten av en företagskultur som är öppen för förändringar för att förbättringsarbete ska kunna lyckas. Stöd från högsta ledningen är essentiellt för att kunna förankra en förbättringskultur inom organisationen. För att få med hela organisationen krävs också att all personal motiveras av och inkluderas i förbättringsarbetet. Ett medel som kan användas för att öka intresset för förbättringar är någon form av utmärkelse eller pris för lyckade förbättringsarbeten (Slack et al 2013). Förbättringsarbetet kan ske på individ-, grupp- eller avdelningsnivå och fungera som en morot för de anställda att bidra till förbättringsarbetet. Det finns dock risker med att använda monetära medel som belöning enligt Kohn (1993) som säger att pengar i sig inte motiverar. Belöningarna riskerar också att bli dyra eftersom monetära belöningar hela tiden måste bli större och större för att anställda vänjer sig och förväntar sig en bonus.

2.5 Lager

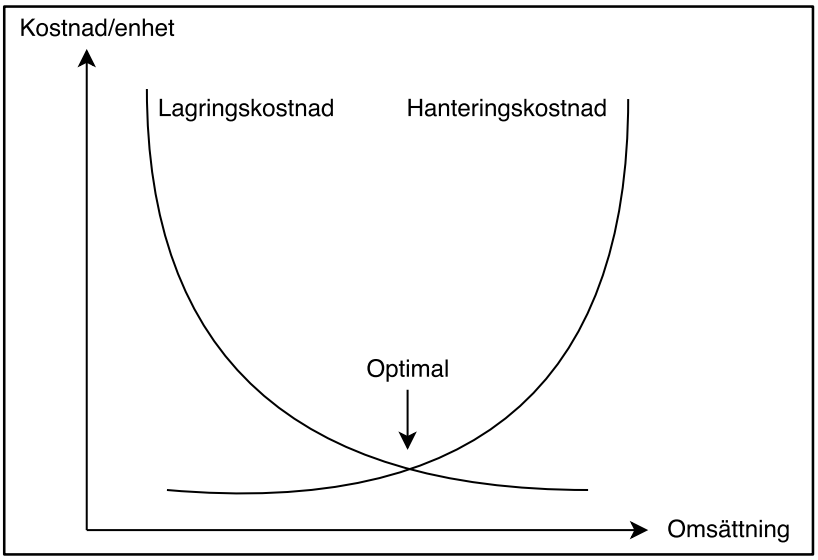
Ett lager är en plats för tillfällig eller långvarig förvaring av material, artiklar eller varor. Det finns olika varianter av lager, som var och en uppfyller specifika syften. I producerande företag är komponentlager, PIA och färdigvarulager exempel på vanligt ingående delar (Lumsden 2011). Begreppet förråd förekommer också för en del lagertyper. I viss litteratur (Jonsson & Matsson 2011; Lumsden 2011) görs en distinktion mellan de två begreppen där förråd används för förvaring av komponenter och halvfabrikat. I den här rapporten används dock begreppet lager som samlingsnamn för alla förvaringstyper. Tompkins och Smith (1998) nämner fyra huvudsakliga funktioner som utförs i ett lager: inleverans, förvaring, uttag samt utleverans av material. Funktionerna är de samma vare sig det rör sig om ett färdigvarulager eller ett komponentlager i produktion, det är endast källan och mottagaren av godset som skiljer dessa åt.

Ett produktionslager innehåller alla artiklar som används för att skapa de slutprodukter som tillverkas i produktionen. Antal unika artiklar kan variera mellan ett hundratal till upp emot tiotusentals, beroende på produktionens storlek, samt produkternas komplexitet och variation. Ett lager med en stor uppsättning unika artiklar skapar behov av effektiva lagrings- och hanteringsmetoder för att minimera kostnader och på bästa sätt stödja produktionen (Tompkins & Smith 1998). Lagerfunktionen ses vanligen som en icke värdeadderande del av en produktion och därför bör aktiviteterna och kostnaderna kring dem hållas nere. Målet med styrningen av ett produktionslager blir därav att på effektivaste sätt hantera och förvara material utan att skapa störningar i produktionen (Lumsden 2011).

Utifrån studerad litteratur om lager har två huvudsakliga faktorer identifierats som påverkar förmågan till effektiv förvaring och hantering av material. En av dessa faktorer är lagrets utformning och den andra är hanteringen av material och artiklar. De båda faktorerna och deras komponenter beskrivs mer djupgående i följande avsnitt.

2.5.1 Lagerutformning

Enligt Lumsden (2011) finns det tre huvudsakliga mål som bör eftersträvas vid utformning av ett lager: Hög fyllnadsgrad, minimalt transportarbete och lättillgänglighet vid inlägg och uttag. Enligt Jarbelius et al (1968) är dock möjligheten till omstrukturering i lagret en ytterligare aspekt att ta hänsyn till. Att uppfylla alla kriterier fullt ut är en omöjlighet då dessa delvis motsäger varandra. En hundraprocentig fyllnadsgrad ger maximalt utnyttjande av tillgänglig yta, men medför sämre hanteringsmöjligheter. En maximerad hanteringseffektivitet ger å andra sidan snabb åtkomst och hantering av material, men kan omöjligt hålla en hög fyllnadsgrad. Utformningen av ett lager innebär alltså en kompromiss mellan lagringskostnad och hanteringskostnad. Genom att hitta rätt balans mellan de två extremerna kan optimal kostnadseffektivitet för lagret uppnås, vilket illustreras av *Figur 6.*



Figur 6: Lagring- och hanteringskostnad, beskriver avvägningen mellan de två kostnadsposterna inom lagret (Lumsden 2011).

Vid utformning av ett lager finns det olika principer att tillämpa. Enligt Lumsden (2011) är det främst aktuell genomströmning i kombination med åtkomsttider som avgör vilken princip som är lämplig. Genomströmning definieras här som den volym av artiklar som passerar genom lagret per tidsenhet. Åtkomsttiden är tiden från beslut av materialuttag till att artikeln fysiskt är plockad från lagret.

Vid uttag av artiklar från lager finns ett flertal principer. De vanligast förekommande är FIFO- eller LIFO-principen. FIFO; *First In, First Out,* innebär att den artikel som har varit i lagret längst är den som ska plockas först, medan LIFO; *Last In, First Out*, menar att den senast inkommande artikeln ska plockas först. De två principerna innebär ingen skillnad i medelliggtid, men däremot ser maximal liggtid avsevärt olika ut beroende på vilken av principerna som efterföljs. Vid LIFO-principen riskerar vissa artiklar att bli liggande länge i lagret vilket kan få följder som inkurans, behov av omarbetning eller att artiklar försvinner. De negativa effekterna av LIFO-principen kan i sin tur dels påverka företaget ekonomiskt, men även ge ökade ledtider i produktionen. (Lumsden 2011)

Jonsson och Mattson (2011) beskriver en rad förvaringstyper varav de vanligaste beskrivs kortfattat här. *Djup- och fristapling* innebär en direkt placering av varor på golvytan med möjlighet att stapla dessa på varandra där endast yttersta enheten är tillgänglig. *Ställagerlagring* innebär att artiklar placeras på lastbärare, till exempel pallar, för att passas in i fack åtkomliga från transportgångar. *Automatlagring* är ett automatiserat lager som använder robotiserad plockutrustning. *Hyllfackslagring* är ett hyllsystem med fack där artiklarna förvaras.

2.5.2 Artikelplacering

Artikelplacering i lagret påverkar åtkomsttiden vid plockning. En logisk placering underlättar att hitta rätt artikel på kort tid. En grundläggande avvägning vid val av artikelplacering är att använda fasta eller flytande lagerplatser. Vid fasta lagerplatser kräver varje artikel en egen plats i lagret, vilket kräver mer yta och lägre fyllnadsgrad. Vid flytande platser placeras artiklar där ledigt utrymme finns, vilket gör att den totala lagringsytan kan komprimeras. Fördelen med fasta platser gentemot flytande är att artiklarna lättare kan hittas. Val av fast eller flytande artikelplacering är således en avvägning mellan fyllnadsgrad och hanteringseffektivitet (Lumsden 2011). Om möjlighet finns kan även en kombination användas där artiklar kan *flyta över* på närliggande artiklars plats om så krävs (Jarbelius et al 1968).

En annan aspekt som också påverkar åtkomsttiden är hur de olika artiklarna inbördes placeras i lagret. Genom att till exempel placera artiklar efter uttagsfrekvens, högfrekventa artiklar längs ut och lågfrekventa längst in, kan den genomsnittliga åtkomsttiden minskas. Vid många högfrekventa artiklar kan en princip med ett yttre lager och ett buffertlager tillämpas för att öka antalet artiklar i det område med högfrekventa artiklar (Jarbelius et al 1968).

Enligt Lumsden (2011) finns det ingen generell metod för att bestämma optimal placering av en artikel. Istället bör ett antal principer fungera som vägledning mot en bättre struktur. Det finns ett flertal olika principer att välja mellan där artikelplacering prioriteras utifrån ett specifikt kriterium. Nedan beskrivs kortfattat några av de vanligaste principerna som används i lager liknande företagets.

2.5.2.1 Produktroteringsprincipen

För företag som lider av hög inkurans eller vars artiklar kräver förbrukning inom en viss tidsrymd, kan produktroteringsprincipen vara intressant. För att effektivt kunna följa FIFO-principen krävs det att lagret utformas så att artiklarna kan placeras i rätt plockordning utan att kräva onödig omplacering och sortering efter leveransdatum (Lumsden 2011).

2.5.2.2 Plockpositionsprincipen

Plockpositionsprincipen säger att artiklar som regelbundet plockas ut samtidigt bör vara placerade nära varandra. Så kan vara fallet vid till exempel satsningar som förbrukar samma material varje gång (Lumsden 2011).

2.5.2.3 *Familjegruppsprincipen*

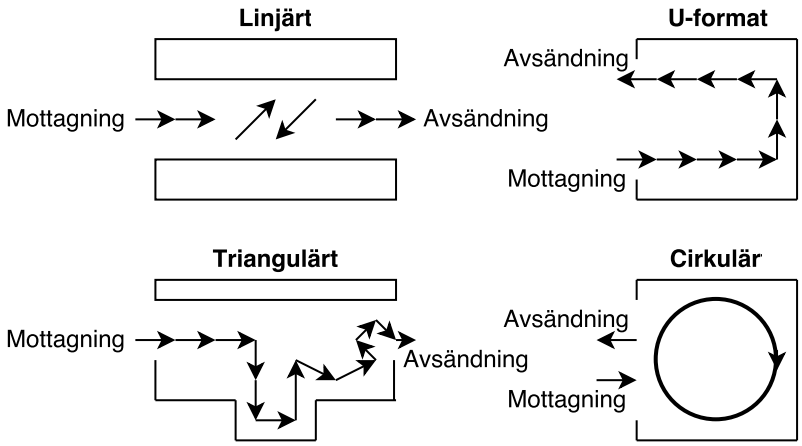
Artiklar med liknande egenskaper bör placeras ihop. Artiklarnas dimension, känslighet eller säkerhetskrav är exempel på egenskaper som kan påverka grupperingen. Genom att förvara dem på samma ställe kan plats sparas eller möjliggöra en effektivare hantering (Lumsden 2011).

2.5.2.4 *Popularitetsprincipen*

Popularitetsprincipen bygger på en klassificering av artiklar utifrån dess uttagsfrekvens. Klassificeringen brukar oftast genomföras genom en ABC-analys. Vid en sådan analys delas artiklarna upp efter A-, B- och C-kategorier baserat på uttagsfrekvens. Genom en sådan indelning kan den genomsnittliga plocktiden minskas (Lumsden 2011).

2.5.3 Flödesaspekter

Lumsden (2011) nämner att fyra huvudprinciper finns för materialflödesstruktur i allmänhet: *Linjärt-, U-format-, triangulärt- samt cirkulärt flöde*. Ett *linjärt flöde* karakteriseras av inflöde av material i ena änden av lagret och utflöde i motsatta änden. Utformningen ger tydliga transportflöden, men samtidigt ökat transportarbete vilket gör det lämpligt för stora volymer med liten variation på artiklar. Ett *triangulärt flöde* liknar det linjära, men med större möjligheter till funktionella avdelningar i flödet. Vid *U-formade* och *cirkulära flöden* är in- och utflöde i samma ände av lagret, vilket möjliggör för effektivare transportarbete och kostnadsbesparingar. De fyra principerna åskådliggörs grafiskt i *Figur 7*.



Figur 7: Lagerflöden, beskriver fyra flödesprinciper inom lager (Lumsden 2011).

2.5.4 Administration

För att få ett välfungerande lager krävs en adekvat administration av lagerverksamheten. En grundpelare i lageradministration är ett system för att bokföra lagersaldo på de artiklar som finns i lagret. De flesta företag använder sig av någon form av lagerhanteringssystem, antingen som ett eget system eller en del av ett större ERP-system. Utöver lagersaldo innehåller många systemen även andra funktioner såsom lagerlägen, artikelplacering, orderhantering och planering (Autry et al 2005).

Vid inleveranser av varor till lagret krävs en ankomstkontroll som säkerställer att antalet artiklar stämmer och att kvaliteten på dessa möter de uppsatta kraven. Efter en godkänd ankomstkontroll kan materialet läggas in i lagret. I samband med att materialet läggs in måste information även föras in i lagerhanteringssytemet. På samma sätt hanteras material vid plock och uttag då artiklar plockas enligt beställning och bokförs i systemet för att uppdatera lagersaldot (Lumsden 2011).

2.5.5 Uttagsprinciper & plockrutiner

En av lagrets huvudfunktioner är att förse produktionen med rätt material vid efterfrågad tidpunkt, för att produktionen ska fortlöpa utan störningar. Denna uppgift kräver uttag av efterfrågade artiklar ur lagret, något som brukar benämnas plockning eller satsning. I en produktion, med flera ingående artiklar och hög komplexitet, brukar vanligtvis en order plockas för att möta materialbehovet för en viss produkt eller uppsättning produkter som ska produceras. En order kan plockas till en eller flera arbetsstationer beroende på hur produktionen ser ut. Hur plockförfarandet går till i detalj skiljer sig åt beroende på vilken uttagsprincip som används. Tompkins och Smith (1998) beskriver tre generella uttagsprinciper i ett produktionslager: *Sekventiell plockning, zonplockning* eller *samplockning*. Lumsden (2011) nämner *artikelplockning* som en ytterligare förekommande uttagsprincip. Nedan följer beskrivningar av dessa principer.

2.5.5.1 Sekventiell plockning

Sekventiell plockning innebär att plocklistan för en order följs från början till slut och material plockas sekventiellt genom lagret tills hela satsningen är klar. En sådan plockrutin är ineffektiv då den kräver mycket förflyttningar och en genomsnittlig låg volym av plockade artiklar per tidsenhet. En fördel med den sekventiella plockningen är dock att det endast görs en satsning åt gången, vilket minskar risken för felplock och eliminerar behov av sortering efter plock (Tompkins & Smith 1998).

2.5.5.2 Zonplockning

Zonplockning bygger på att lagret är uppdelat i olika zoner. En ansvarig plockare finns tilldelad i varje zon och sköter allt uttag av material där. Varje order som plockas delas upp i respektive zon och plockas separat, för att sedan sättas ihop till en komplett sats. Zonplockning möjliggör att plocktiderna kan minskas genom specialisering och kortare förflyttningar. Dock tillkommer ett extra moment för sortering (Tompkins & Smith 1998).

2.5.5.3 Samplockning

Vid samplockning görs uttag av artiklar till flera olika order på en och samma plockrunda. Då plockas allt material för de aktuella satserna först, för att sedan sorteras till respektive sats. Metoden är lämplig i produktioner med en bredd av produktvarianter och ett stort antal plockordrar. Risken med metoden är att tidsvinsten av mindre förflyttning går förlorad genom ökad sorteringstid. Dessutom finns en ökad risk för felplock (Tompkins & Smith 1998).

2.5.5.4 Artikelplockning

Artikelplockning är en vidareutveckling av samplockningen där flera order plockas samtidigt, men endast en artikel åt gången. Artiklarna sorteras vid ett senare tillfälle upp till respektive order. Tillvägagångssättet är lämpligt vid stora order och volymer för att nå skalfördelar och snabbare plock av order (Lumsden 2011).

2.5.5.5 Alternativa uttagsprinciper

Jonsson och Mattson (2011) beskriver uttagsprinciper ur ett annat perspektiv där fokus snarare är på innehållet i en plockorder. En av de principerna är satsning, där material till ett komplett tillverkningsobjekt plockas och därefter levereras sedan till den plats i produktionsflödet där materialet ska förbrukas. En variant av satsning är *batchning*, där principen är den samma, men material plockas bara för att täcka behovet för en viss tid. En tredje variant är kontinuerlig försörjning, en metod som bygger på att små förpackningar byts ut i flödet allt eftersom de förbrukas. Den utgår från att alla artiklar som skall användas vid produktionsplatsen exponeras och kräver således stor yta.

2.5.6 Saldokvalitet & inventering

Att hålla ett uppdaterat och korrekt lagersaldo är viktigt ur flera aspekter. De flesta inköpsprinciper använder sig av aktuellt lagersaldo, liksom materialstyrningen för produktionen. För att dessa aktiviteter ska fungera krävs en hög saldokvalitet. Saldokvalitet är ett mått på hur väl bokfört lagersaldo stämmer överens med det faktiskt antal fysiska artiklar i lagret. I ett lager uppkommer naturligt avvikelser i saldot och därför finns behov av att mäta saldokvaliteten. Det finns tre vanliga skäl till att mäta saldokvalitet. Ett skäl är finansiell redovisning, där ett rättvisande lagervärde krävs. Ett annat skäl är att korrigera saldoavvikelser som uppkommit. Det tredje skälet är att få en effektivare lagerstyrning genom att spåra orsaker till avvikelserna och åtgärda dem (Matsson 2010).

Syftet med en inventering är att rutinmässigt identifiera avvikelser mellan fysiskt och registrerat lagersaldo i lagerhanteringssytemet (Matsson 2010). Inventeringar bör genomföras så ofta att inte differenser i saldo uppkommer som kan medföra störningar i produktionen och verksamheten. Samtidigt är inventeringsarbete både tids- och kostnadskrävande vilket gör att dessa tillfällen vill göras med lägsta möjliga frekvens och arbetsinsats (Lumsden 2011). Tompkins och Smith (1998) nämner två metoder för att säkerställa ett korrekt lagersaldo: periodisk inventering och cyklisk inventering. Matsson (2010) kompletterar den bilden med ytterligare två inventeringsmetoder: impulsinventering och stickprovsinventering. Vilken metod som är lämplig beror på det bakomliggande syftet är för inventeringen.

2.5.6.1 Periodisk inventering

Den traditionellt vanligaste inventeringsformen är periodisk inventering. Då genomförs en periodisk återkommande kontroll av hela artikelsortimentet, vilket vanligen sker årsvis eller halvårsvis. Det vanligaste motivet till periodiska inventeringar är att bestämma lagervärdet (Matsson 2010). För ett lager med många artiklar är det en tids- och resurskrävande aktivitet som ofta kräver ett avbrott i den vanliga verksamheten vilket medför höga kostnader. Enligt Tompkins och Smith (1998) finns det, utöver höga

kostnader, flera nackdelar med periodisk inventering. Ofta används personal som är ovana med artiklarna, vilket lätt leder till felräkningar. Även för erfaren personal är risken för felräkning stor på grund av trötthet och det stora antalet artiklar som räknas på kort tid. Ytterligare en felkälla vid periodisk inventering är momentet då lagersaldo ska uppdateras i lagerhanteringssystemet. När ett stort antal artiklar ska ändras på kort tid finns en risk för att felinslag uppstår. Dessutom utreds sällan orsakerna till saldoavvikelserna vid en periodisk inventering.

2.5.6.2 Cyklisk inventering

Cyklisk inventering har blivit en allt vanligare metod för att höja saldosäkerheten på artiklarna i ett lager. Dess syfte är att till skillnad från periodisk inventering löpande utföra mindre inventeringar på vissa utvalda artiklar. Syftet med det är att få en effektivare och mer kontinuerlig saldouppföljning som kräver mindre resurser och skapar möjligheter för att spåra orsaker till avvikelser (Tompkins & Smith 1998). De artiklar som ska inventeras väljs ut efter lämpligt kriterium, exempelvis volymvärde eller kritikalitet, där de viktigaste artiklarna räknas mest frekvent. Genom att sätta en tydlig struktur för hur cyklisk inventering ska genomföras kan både saldosäkerhet skapas och saldokvalitet mätas (Matsson 2010). Enligt Tompkins och Smith (1998) gör därför den cykliska inventeringen att periodisk inventering blir föråldrad.

2.5.6.3 Impulsinventering

Impulsinventering genomförs vanligen då en avvikelse i lagersaldo har upptäckts, genom exempelvis minussaldo eller tomt lagerläge vid plock. Då inventeras aktuell artikel för att korrigera saldot (Matsson 2010).

2.5.6.4 Stickprovsinventering

Stickprovsinventering utförs med syftet att mäta saldokvalitet. Metoden innebär att stickprov görs regelbundet på ett antal artiklar och jämförs med tidigare resultat för att få ut ett mått på saldokvaliteten (Matsson 2010).

2.6 Hållbar utveckling

Begreppet hållbar utveckling innebär att behov som finns idag ska mötas utan att möjligheten att möta framtida behov ska påverkas negativt. Hållbar utveckling begränsas inte till ekologiska termer utan innefattar också ekonomisk och social hållbarhet (Brundtland et al 1987). Genom att befinna sig i ett hållbart tillstånd kan ett samhälle, och därmed också en organisation, hantera eventuella förändringar på ett optimalt sätt utan att riskera sin existens (Mulder 2006).

Den ekologiska hållbarheten innebär att naturens resurser ska förbrukas på ett sådant vis att den långsiktiga tillgången av dem inte riskeras, samt att verksamheter verkar på ett sådant vis att de inte åstadkommer naturen skada (Brundtland et al 1987).

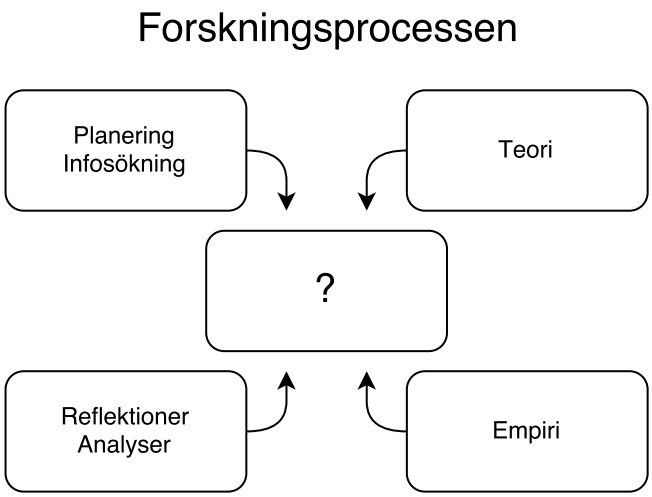
Social hållbarhet är relaterat till välmåendet hos de personer som på något vis är kopplade till verksamheten. Den gängse uppfattningen är att företag har ett ansvar för sina anställdas välmående. Genom att ta hand om de anställda kan produktiviteten hållas hög

och kompetens säkras genom att de anställda stannar kvar på företaget under en längre tid (Slack et al 2013). En viktig del av det sociala välmåendet för exempelvis de anställda på ett företag är den psykosociala arbetsmiljön, vilken beskrivs i *avsnitt 2.3.6 Psykosocial arbetsmiljö.* Dessutom kan ytterligare kompetens attraheras om verksamheten är omhändertagande om de anställda (Rubenowitz 2004).

Den ekonomiska hållbarheten syftar till att säkerställa verksamhetens fortlevnad. Om inte verksamheten är ekonomiskt hållbar kommer dess existens sannolikt inte att vara långvarig. Om inte verksamheten fortgår finns det inga möjligheter att uppfylla övriga hållbarhetsmål. Svårigheterna uppstår när samtliga hållbarhetsaspekter ska optimeras samtidigt då det i vissa fall uppstår konflikter dem emellan, till exempel huruvida den mest miljömässiga lösningen ska väljas eller den mest ekonomiskt lönsamma (Mulder 2006).

3 Metod

Den övergripande arbetsprocessen för kandidatarbetet som valts beskrivs av Eriksson och Wiedersheim-Paul (2014) i form av den så kallade *forskningsprocessen* som grundar sig i fem delprocesser. Processerna berör frågeställning, planering och informationssökning, teori, empiri samt reflektioner och analyser. I följande avsnitt beskrivs dessa fem delprocesser och i *Figur* 8 illustreras deras relation till varandra. Den centrala delen av processen är frågeställningen och illustreras av ett frågetecken i *Figur 8*.



Figur 8: Forskningsprocessen, en modell över hur en studie kan struktureras (Eriksson och Wiedersheim-Paul 2014).

3.1 Frågeställning

Den första delprocessen syftar till att formulera en fråga som ska besvaras. Frågeställningen ger rapporten dess grundinriktning. En viktig del i utveckling av en frågeställning är att identifiera frågans intressenter och vem som skulle gynnas av ett svar eller en lösning. Rapporten bör sedan riktas till rätt intressenter för att fylla sitt ändamål. Genom att analysera och problematisera nulägets tillstånd ska problem identifieras som kan åtgärdas med realistiska lösningar (Eriksson och Wiedersheim-Paul 2014).

I utvecklandet av rapportens frågeställning har en *öppen frågeinriktning* valts. En sådan inriktning innebär i teori (Eriksson och Wiedersheim-Paul 2014) att en allmän frågeställning väljs innan en förstudie utreder i vilken riktning och till vilket omfång frågeställningen ska utvecklas.

Under början av oktober valdes en öppen frågeställning gällande produktionsförbättringar hos företaget. Den femte oktober genomfördes ett första företagsbesök innehållande en halvstrukturerad intervju med företagets BDM, Business Development Manager, samt en

rundvandring i produktionen, se *appendix B* för intervjumall.[3] Målet med besöket var att undersöka om planerad frågeställning var relevant samt hur och inom vilka områden den skulle kunna vidareutvecklas.

Under efterföljande veckor söktes rådgivning och diskussioner fördes med möjliga individer på Chalmers Tekniska Högskola som skulle kunna handleda rapportskrivandet. Vad som lades fokus på under denna period var framför allt hur arbetet skulle avgränsas till lämpligt omfång samtidigt som kandidatgruppen började inläsning av relevant litteratur inom området för att kunna vidareutveckla frågeställningen i lämplig riktning.

Den tredje februari genomfördes ett andra företagsbesök med en ny halvstrukturerad intervju samt rundtur i produktionen, se *appendix B*.[4] Besöket var mer inriktat mot specifik problematisering av företagets verksamhet än första besöket och ledde till djupare förståelse av produktionen samt produktionens brister och förutsättningar. I samråd med företaget och Chalmers Tekniska Högskola begränsades frågeställningen till hur produktionens output skulle kunna förbättras genom att angripa situationen ur ett systemperspektiv.

3.2 Planering & informationssökning

Bra planering och informationssökning krävs för att effektivisera arbetet och göra rapportskrivandet överskådligt i ett tidigt skede. Risken är, om denna process inte prioriteras tillräckligt, att arbetet resulterar i ett utredningsarbete istället för att nå satta mål och slutsatser. Eriksson och Wierdersheim-Paul (2014) rekommenderar att tidigt planera slutrapportens utformning och påbörja preliminär rubriksättning. Att ständigt skriva på aktuella delar i slutrapporten under projektets gång förhöjer textens kvalitet.

Att bestämma en tidsplan är enligt Eriksson och Wiedersheim-Paul (2014) komplicerat, speciellt vid arbeten som rör organisationsutveckling. Det är viktigt att som utredare vara beredd på att behöva revidera planeringen flera gånger. För att skapa en överskådlig tidsplan kan ett Gantt-schema skapas som visuellt beskriver arbetets delmoment och delmomentens preliminära start- och slutpunkter.

Informationssökningen ska vara opartisk och inhämtas från tillförlitliga källor på ett vetenskapligt sätt. Validitet, reliabilitet och objektivitet är tre nyckelfaktorer som måste uppnås. God validitet innebär att tillvägagångssättet för att nå information är lämpligt i varje specifikt fall. Hög reliabilitet nås då datas kvalitet är tillförlitlig. Objektivitet innebär att metoden inte ska ha en underliggande agenda utan följa uppsatta syften och mål (Eriksson och Wiedersheim-Paul 2014).

Planeringen av rapporten påbörjades i början av februari med ett planeringsseminarium[5] på Chalmers Tekniska Högskola. Under seminariet tydliggjordes vikten av en tidig och välgjord planering samt att tidigt bygga upp en rapportstruktur. Därefter påbörjades arbete

---

[3] BDM, (Business Development Manager, Företag X), intervjuad av rapportförfattarna den 5 oktober 2015.

[4] BDM, (Business Development Manager, Företag X), interjuad av rapportförfattarna den 3 februari 2016.

[5] Per Svensson (Universitetslektor, Teknikens ekonomi och organisation, Chalmers tekniska högskola), seminarium den 1 februari 2016.

med en planeringsrapport som berörde studiens syfte, problemformulering, avgränsningar, planerad metod samt tidsplan. Tidsplanen bestod av grova uppskattningar av delmomentens start- och slutpunkter samt officiella deadlines för att ge en tydlig översikt av arbetet. Under arbetets gång har tidsplanen ständigt reviderats för att ge en mer exakt plan.

Informationsökningen har genomförts med hjälp av tidigare kurslitteratur från produktionsrelaterade kurser samt via databaserna Google Scholar och lokalt på Chalmers bibliotek i kombination med rådfrågning av ämnesexperter från Chalmers Tekniska Högskola. Metoden för informationssökning har valts för att säkerställa att vetenskaplig och relevant information har använts. Exempel på sökord som använts i databassystem är: *operations management*, *production engineering*, *lean production, lean*, *logistics*, *warehouse management*, *assembly effectiveness*, *effective production*, *industrial engineering, lager, förrådsstruktur, lagerstruktur, materialhantering, lagerstyrning.*

3.3 Teori

Genom att kombinera teorier med iakttagelser av verkligheten kan modeller konstrueras. Gemensamt för teorier och modeller är att de ska kunna tillämpas på ett område, testas för att utröna huruvida de stämmer eller ej samt ha möjlighet att utvecklas. Modellerna och teorierna utvärderas kontinuerligt för att utreda huruvida de stämmer eller inte. Finns det inga motbevis för ett sambands existens antas sambandet stämma (Eriksson och Wiedersheim-Paul 2014).

I teoriprocessen tas befintliga teorier och modeller till vara på för att bygga upp ett teoretiskt ramverk för rapporten. Ramverket ligger till grund för rapportens utförande, empiri, analyser och slutsatser (Eriksson och Wiedersheim-Paul 2014).

De teorier och modeller som har studerats har värderats utifrån dess relevans för rapportens syfte. Ett antal kriterier ställdes upp för att värdera källornas relevans. Dessa var: vem författaren var och till vilken organisation denne var knuten, huruvida källan var publicerad eller ej, hur djupt innehållet var, när källan publicerades, om källan berör ämnet, samt om källan refereras till av andra forskare (Rumsey 2008). Uppfylldes samtliga kriterier ansågs källan vara lämpad för bruk, övriga påtänkta källor avyttrades. Studien syftade till att tillämpa existerande teorier och modeller.

Litteraturen delades upp i sex områden som kategoriserades som *Operations Management, Produktionsflöde, Organisation, Kvalitet & förbättringsarbete, Lager* och *Hållbar utveckling*. Sökning och val av ny litteratur har varit en iterativ process som pågått under arbetets gång.

3.4 Empiri

Empiriprocessen ämnar till att samla in information kopplad till frågeställningen för analys. Det finns två olika typer av datainsamlingar, insamling av befintlig data och insamling av tidigare okänd data. Befintlig data kan benämnas sekundärdata och kan på företag finnas i exempelvis register, databaser eller arkiv. Primärdata är sådan data som aktivt samlas in av den rapportskrivande gruppen. Vid dataanalys behöver kvalitet, effektivitet och etik bedömas utifrån både källa och data. Kvaliteten rör källkritik som beskrivs i *avsnitt 3.2 Planering & informationssökning*. Effektivitet avser tillgänglighet och kostnad på data i samband med inhämtande. Etik berör integritets- och plagiatfrågor (Eriksson och Wiedersheim-Paul 2014).

Eriksson och Wiedersheim-Paul (2014) beskriver en modell gällande inhämtning av sekundärdata som består av sex steg. Det första steget innebär formulering av vad som eftersöks för att avgränsa sökning mot relevant information. Steg två avser val av sökmotorer som ska användas för att hitta relevanta resultat. Steg tre gäller inläsning av bakgrundsinformation för att skaffa en överblick av ämnet. Steg fyra avser den faktiska litteratursökningen i form av böcker. Steg fem avser samma ändamål som steg fyra men i form av vetenskapliga artiklar. Steg sex gäller insamling av empirisk sekundärdata som kan hittas i företags ägo.

Insamling av primärdata kan genomföras på tre grundläggande sätt: genom direkt observation, elektronisk registrering eller frågor till uppgiftslämnare. Direkta observationer innebär att information inhämtas visuellt på plats, vid elektronisk registrering hämtas information med hjälp av någon form av utrustning och vid frågor till uppgiftslämnaren inhämtas information direkt från berörda individer (Eriksson och Wiedersheim-Paul 2014).

Då information inhämtas direkt från individer kan antingen intervjuer eller enkäter användas. Intervjuer kännetecknas av en intervjuare som ställer frågor, strukturerat, halvstrukturerat eller ostrukturerat, till en eller flera personer som blir intervjuade. Desto bättre förberedd eller insatt i ämnet intervjuaren är, desto mer strukturerade kan intervjuerna vara. Ostrukturerade intervjuer fungerar bra som metod för att utveckla en förståelse inom ett ämne. Den intervjuade personen spelar då en större roll i intervjuprocessen. Enkäter skiljer sig mot intervjuer genom att frågorna skrivs ner och skickas till personen eller personerna som ombeds svara. Eftersom frågorna inte kan omformuleras eller förtydligas efter att enkäten färdigställts ställs höga krav på att frågorna formulerats på ett sätt som minimerar risken för feltolkningar (Eriksson och Wiedersheim-Paul 2014).

Rapportens datainsamlingar har utgått från både primära och sekundära datakällor. Kombinationen av primär- och sekundärdata har använts för att uppnå tillräcklig mängd samtidigt som kvaliteten inte ska påverkas negativt (Eriksson och Wiedersheim-Paul 2014). Fördelen med sekundärdata är främst att mycket data relativt enkelt kan samlas in i jämförelse med primärdata. Sekundärdata har dock nackdelen att dess insamlingssyfte kan ha varit ett annat än den aktuella studiens syfte, att det är en återgivelse av information som därmed kan ha inneburit översättningsfel eller att informationen helt enkelt är felaktig (Medbo 1998). Innan sekundärdata används måste därför både data och källa analyseras och bedömas enligt resonemang i *avsnitt 3.2 Planering & informationssökning.*

3.4.1 Primärdata

Arbetet började med en konvergent telefonintervju med företagets BDM[6] vilket innebar att en öppen fråga ställdes om huruvida företaget hade potentiella problem som var relevanta för arbetsgruppen att utreda (Williamson 2002). Utifrån det identifierade problemområdet påbörjades en förstudiefas som innefattade två studiebesök i produktionen samt ett antal intervjuer med BDM. Under det första besöket, den femte oktober 2015, genomfördes en halvstrukturerad intervju, se *appendix B*, för att få en överblick av företagets helhet och relaterade problemområden. Besöket innebar även en allmän rundtur tillsammans med BDM i produktionen för att införskaffa nödvändig bakgrundsinformation i enlighet med Erikssons och Wiedersheim-Pauls (2014) rekommendation som återges i *avsnitt 3.1 Frågeställning*.

Fram tills nästkommande intervju och företagsbesök, den 3:e februari 2016, hölls regelbunden kontakt med BDM för att bekräfta och utveckla problemformuleringen. Även den andra intervjun var en halvstrukturerad intervju med ändamål att fördjupa förståelsen kring företagets produktion, lagerhantering och interna processer. Den tillhörande rundvandringen bekräftade problembilden ytterligare samt fungerade som en förstudie inför arbetets frekvensstudie. Under februari, mars och april hölls kompletterande telefonintervjuer med BDM då ytterligare frågor uppstod.

Från den 15:e till och med den 18:e mars 2016 genomfördes en frekvensstudie i företagets produktion för att synliggöra frekvenserna av produktionspersonalens arbetssysslor (Almström 2012). Frekvensstudien syftade framför allt till att visa hur mycket av operatörernas tid som innebar värdeskapande arbete och inte.

I frekvensstudien kategoriserades operatörernas arbete på förhand, utgående från information från BDM och tidigare förstudier, i samråd med handledare från Chalmers Tekniska Högskola. En första kategorisering av aktiviteterna skapades innan utförandet av frekvensstudien och redovisas i *Tabell 4* på nästa sida. Av produktionens åtta stationer valdes fyra stationer ut att ingå i frekvensstudien. De utvalda stationerna låg i samma lokal och kunde därför med enkelhet observeras. Arbetsuppgifterna på stationerna skiljde sig inte åt avsevärt då samtliga stationer hade montering som huvuduppgift.

[6] BDM (Business Development Manager, Företag X) intervjuad av rapportförfattarna den 28 september 2015

Tabell 4: Kategoriseringen av aktiviteter inför frekvensstudiens genomförande.

Beskrivning av aktiviteter i frekvensstudie	
Aktivitet	**Beskrivning av aktivitet**
Värdeadderande arbete	Värdeadderande arbete vid operatörens station. Exempelvis montering, elarbete eller ytbehandling av material.
Materialhämtning vid station	Hämtning av material som redan plockats och förvaras vid stationen.
Instruktionsläsning	Inläsning av arbetsinstruktionerna som finns i pärmar vid varje station.
Datorsystem	Arbetsrelaterad användning av datorer som finns i anknytning till stationerna.
Personlig tid	Tid avsatt för exempelvis rast, vila eller personlig hygien.
Väntan i produktion	Icke sysselsatt tid till följd av synkroniserade arbetsmoment.
Hämtning av material utanför station	Hämtning av material från lagerlokalen eller annan förvaringsplats som ej är i direkt anknytning till arbetsstation.
Hämtning av verktyg utanför station	Hämtning av verktyg vid förvaringsplats som ej är i direkt anknytning till arbetsstation.
Nedmontering	Komponenter av material monteras ner från konstruktionen.
Organisering	Aktiviteter likt städning och sortering av material eller verktyg.
Kontroll	Kvalitetssäkring och kontroll av genomförda arbetsmoment.
Diskussion med montör	Verbal kommunikation montörer emellan.
Diskussion med icke-montör	Verbal kommunikation mellan montör och person som inte är montör, exempelvis konstruktörer eller produktionsledare.
Hjälp annan station	Montör utför arbete vid annan station än montörens hemmahörande station.
Hittar inte objekt	*Observatör kan ej lokalisera objektet i fråga vid utsatt tid för observation. Då det varit möjligt att ta reda på aktivitet i efterhand har detta gjorts.*

Tabellen ovan, *Tabell 4* beskriver vilka aktiviteter som valdes ut inför frekvensstudien. I efterhand slogs vissa kategorier samman då frekvenserna av dem var lägre än den statistisk signifikanta nivån, se *appendix F*. De resulterande aktiviteterna redovisas i *Tabell 5* i *avsnitt 3.5 Analyser & reflektioner*.

Frekvensstudien genomfördes av en observatör som fanns på plats under fyra arbetsdagar. Den första förmiddagen ägnades åt förstudier samt testning av frekvensstudiens upplägg. Förstudien gjordes för att vänja observatören vid arbetet samt lära denne hur de olika arbetsmomenten tedde sig och därmed minimera risken för felnoteringar. Observatören satt på en högt belägen plats med sikt över lokalen med relevanta stationer.

Då en intervjubaserad problemidentifiering har använts kan de problemområden som identifierats vara av subjektiv natur vilka inte överensstämmer med verkligheten. För att uppnå objektivitet i rapporten har intervjuer enbart legat till grund för identifiering av problemområden och inte av specifika problem eller problemens seriositet. Intervjumallarna återfinns i *appendix B.* Det finns en risk med att en alltför ensidig bild av företaget har erhållits då intervjuerna genomförts med endast en person. Anledning till att enbart ett intervjuobjekt har använts är att företaget har valt av avsätta just den resursen till studien. Rapportförfattarnas egna observationer stämmer dock väl överens med den beskrivning som förmedlas av BDM. Därför anses informationen vara valid.

För att säkerställa en bredare informationsbas har rapportförfattarna genomfört egna mätningar och observationer då tillfället gavs för att påvisa trender vilka indikerar existensen av eventuella problem samt seriositeten hos de eventuella problemen. För att minimera risken för att en missvisande bild förmedlas genom kartläggningen av produktionen genomfördes ett flertal kartläggningar på plats samt reflektioner över dessa. Vad gäller frekvensstudien genomfördes denna under enbart fyra arbetsdagar vilket kan ge en missvisande bild av verkligheten. För att erhålla ett till fullo rättvisande resultat skulle en frekvensstudie under betydligt längre tid kräva. Dessvärre fanns inte möjlighet att genomföra det varken från företagets eller från rapportförfattarnas sida.

3.4.2 Sekundärdata

Sekundärdata har införskaffats från företagets affärssystem med hjälp av företagets BDM. Data har valts ut för att ge information om produktion och lagerhantering. Anledningen till att sekundärdata i dessa fall har använts, istället för primärdata, är främst för att resurser varit otillräckliga för att nå samma mängd och kvalitet på data samt att data i många fall varit historisk och omöjlig att få tag på med andra metoder. Eftersom företaget har mycket långa cykeltider hade det inte varit möjligt att samla in tillräckliga mängder data från primära källor under tiden för studiens genomförande.

I samband med frekvensstudien utnyttjades affärssystemet för att komplettera data med specificering av omarbete i produktionen. Anledningen till att sekundärdata användes var eftersom omarbete var svårt att särskilja från värdeadderande arbete. Data användes även för att avgöra varje tillverkad produkts byggtid vilken användes vid identifiering av flaskhalsar och vid linjebalanseringen, se *avsnitt 4.2.2 Linjebalansering* samt *5.2.1 Störningar* Insamlad sekundärdata anses vara valid, dels då företaget lägger stor vikt vid en hög precision av denna information,[7] men också då den överensstämde väl med de observationer som genomfördes på plats.

För analys av lagret krävdes en stor datamängd för att påvisa trender inom materialhanteringen. Utnyttjande av sekundärdata var det enda möjliga alternativet för att uppfylla datavolymskravet inom den tillgängliga tidsperioden.

Risker relaterade till sekundärdatas validitet existerar då varken insamlingsmetoder eller insamlingssyften kan säkerställas. Alternativet till att använda sekundärdata i denna studies fall var att inte använda någon sekundärdata, vilket ansågs generera ett sämre utfall än att eventuellt det resultat som skulle tolkas ur icke fullt pålitlig data.

[7] BDM (Business Development Manager, Företag X) intervjuad av rapportförfattarna den 3 februari 2016.

Sekundärdata kompletterades antingen med primärdata eller med djupare utredning relaterat till dess validitet. Vid situationer då komplettering inte var möjlig valdes aktuell sekundärdata bort.

3.5 Analyser & reflektioner

Först ska insamlad information och data bedömas efter dess relevans och tillförlitlighet. Därefter kan insamlad data analyseras och kopplas till frågeställning och teori för att formulera slutsatser. Analysen kan genomföras enligt två grundläggande principer, kvantitativ- eller kvalitativ analys. Kvantitativ analys utgår från central- och spridningsmått för att jämföra observationer av objekt eller händelser. Kvalitativ analys innebär bedömning som inte bygger på jämförande av siffervärden (Eriksson och Wiedersheim-Paul 2014).

Efter att den första datainsamlingen genomförts sammanställdes data och i fallet av frekvensstudien bearbetades resultatet för att uppfylla statistisk signifikans, se appendix *F*. Insamlad data bedömdes efter dess relevans och icke relevant data sorterades bort innan fortsatt analys. I frekvensstudien var en del aktiviteters frekvenser mindre än uppsatt felmarginal vilket gjorde resultaten svårtolkade. För att data skulle vara statistiskt signifikant krävdes att data placerades i kategorier med tillräckligt stor frekvens för att vara större än felmarginalen. Åtgärden var att slå ihop likartade aktivitetskategorier för att nå en större frekvensandel som översteg felmarginalen. De nya aktivitetskategorierna redovisas i *Tabell 5*. Det kan noteras att aktiviteten *Hittar inte objekt* inte är med i den senare sammanställningen av frekvensstudien, då dessa datapunkter inte innefattar någon faktisk aktivitet.

Tabell 5 Reviderad aktivitetslista utförd efter frekvensstudie.

Beskrivning av sammanslagna aktiviteter i frekvensstudie		
Aktivitet	**Beskrivning av aktivitet**	**Bestående av**
Värdeadderande arbete vid station	Värdeadderande arbete vid operatörens station samt nedmontering, då det i flera fall ses som en nödvändig del av monteringen vid inpassning och likande. Exempelvis montering, elarbete eller ytbehandling.	Värdeadderande arbete Nedmontering
Materielhämtning vid station	Hämtning av material som redan plockats och förvaras vid station samt verktyg som finns vid station.	Materialhämtning vid station
Personlig tid	Tid för exempelvis rast, vila eller personlig hygien.	Personlig tid Väntan i produktion
Hämtning av materiel utanför station	Hämtning av materiel, såsom material eller verktyg, från lagerlokalen eller annan förvaringsplats som ej är i direkt anknytning till arbetsstation.	Hämtning av material utanför station Hämtning av verktyg utanför station
Förberedelser	Inläsning av arbetsinstruktionerna som finns i pärmar vid varje station, arbetsrelaterad användning av datorer som finns i anknytning till stationerna samt organisering av materiel och städning.	Instruktionsinläsning Datorsystem Organisering
Diskussion med montör	Verbal kommunikation montörer emellan.	Diskussion med montör
Diskussion med icke-montör	Verbal kommunikation mellan montör och person som inte är montör, exempelvis konstruktörer eller produktionsledare.	Diskussion med icke-montör
Övrigt	Kvalitetssäkring och kontroll av genomförda arbetsmoment samt arbete vid annan station.	Kontroll Hjälpa annan station
Hittar inte objekt	Observatör kan ej lokalisera objektet i fråga vid utsatt tid för observation. Då det varit möjligt att ta reda på aktivitet i efterhand har detta gjorts.	(Hittar inte objekt)

Då data bearbetats och presenterats i lämpligt format kopplades resultaten samman med frågeställning och analyserades utgående från det teoretiska ramverket. Analysen ledde till att svar på frågeställningar delvis närmades samtidigt som nya frågor uppkom. De nya frågorna värderades utifrån avgränsning, relevans och möjlighet att besvaras varefter ett antal valdes ut för vidare utredning. Den fortsatta utredningen skedde i form av nya datainsamlingar bestående av dels information från företagets affärssystem och dels intervjuer av BDM. I och med att ytterligare datainsamlingar genomfördes nåddes också fler resultat vilka bearbetades i enlighet med det tidigare beskrivna tillvägagångssättet. Processen upprepades tills nya frågor ej uppkom och frågeställningarna ansågs vara besvarade. Utgående från analysen av resultaten författades ett antal åtgärdsförslag. Av åtgärdsförslagen valdes ett antal ut vilka representerade ett antal större problemområden vilka anses vara viktigare att åtgärda. Kontentan av analyserna av datainsamlingarna och åtgärdsförslagen sammanställdes och formulerades i form av ett antal slutsatser.

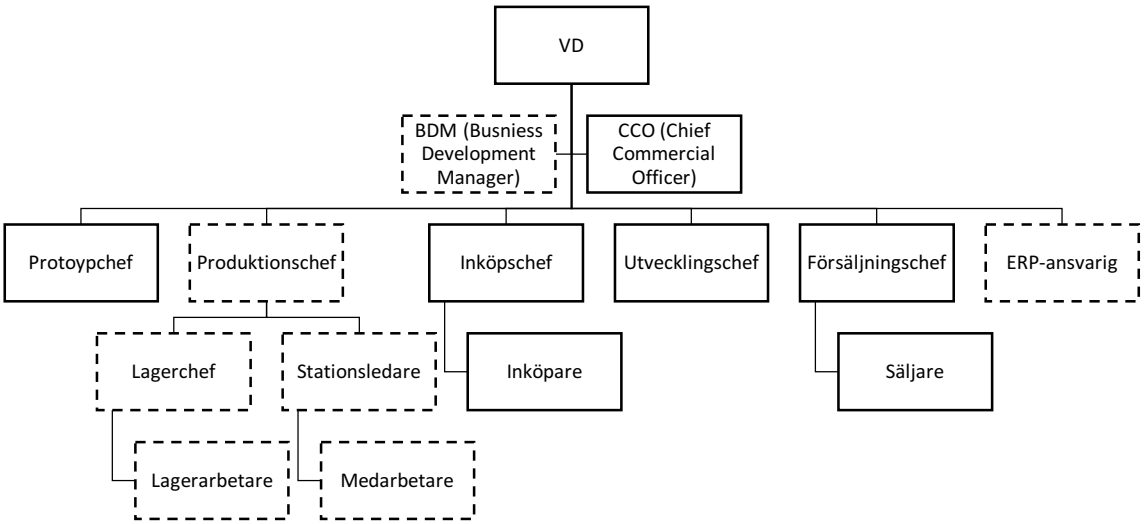
4 Nulägesbeskrivning

I följande kapitel presenteras resultatet från studien och en beskrivning av nuläget inom företaget. Denna ämnar till att ge ett underlag för analysen i *kapitel 5*.

4.1 Organisation

Företaget består av ett antal olika avdelningar med olika ansvarsområden vilka illustreras i *Figur 9.* Rapporten inriktar sig mot produktion och relaterade stödjande funktioner där de rutor med streckad ram är de av relevans. Organisationskartan *Figur 9* beskriver en tydlig särskiljning av arbetsuppgifter, men i intervju med BDM beskrivs att många frågeställningar och beslut arbetas fram tillsammans mellan positionerna både i vertikalt och horisontellt led. BDM beskriver organisationen som platt.[8]

Produktionen är en av företagets kärnfunktioner och innefattar ett hundratal anställda med



Figur 9: Organisationskarta över företagets funktioner. Medarbetare innefattar montörer samt anställda i produktion

olika befattningar relaterade till montering samt behandling och hantering av material. Lagerfunktionen är tätt sammankopplad med produktionen, men fungerar som en stödjande funktion. Mellan montörer och produktionschef finns ett antal gruppchefer vilka har arbetsledande roller utöver sina monteringsuppgifter. Aktiviteterna i produktionen innefattar allt mellan tillverkning av komponenter till lagerhållning och montering av komponenter.

[8] BDM (Business Development Manager, Företag X) intervjuad av rapportförfattarna den 4 april 2016.

4.1.1 Informationsflöde

Informationsflödet i organisationen kan delas upp i tre olika delar som berör montörerna på olika sätt. Navet i informationsflödet är ERP-systemet där information om problem och arbetsmoment som är utförda skickas till rätt ansvarig och loggas. Ett problem vid montering på grund av felaktigt designad del skulle således skickas till en konstruktör som designar om delen för rätt passform. Det samma gäller för lagret där en felaktig artikel skulle skickas till inköparen av artikeln som kan åtgärda problemet med leverantören. I dagsläget finns ett visst motstånd till användningen av ERP-systemet i det dagliga arbetet för montörerna. Konsekvenser kan bli oregistrerade eller felaktigt registrerade aktiviteter.[9]

Produktionen startar varje morgon med möte för att montörerna ska kunna avrapportera status för sina stationer samt om det är något de behöver från tidigare station. Tanken är att alla i produktionen ska ha statusuppdateringar kring de olika enheterna och på så sätt ska kunna samordna sig och arbeta effektivare. Mötena innehåller även möjligheter för produktionschefen att informera om viktiga händelser inom företaget. Deltagare på mötet är utöver produktionschefen samtliga stationsledare.

Företaget har idag ingen visuell information på tavlor eller liknande i produktionen som stöd under dessa möten. Det företaget har är en tavla som visar varje påbörjad produkt, vilken station den produkten befinner sig på samt när produkten ska levereras. Tavlan är lokaliserad mellan produktionen och kontoret för att båda avdelningarna ska påminnas och motiveras. KPI:erna som produktionsledningen främst inriktar sig på är i dagsläget att taktdatum hålls samt antal arbetade timmar per station.

För att varje moment ska utföras på rätt sätt och på ett så effektivt sätt som möjligt finns det pärmar på varje station som innehåller information kring hur monteringen ska utföras. Pärmarna uppdateras kontinuerligt men då många av produkterna har speciella detaljer blir pärmarna ibland inaktuella. Vid inträffande av inkuranta instruktioner förs diskussion mellan konstruktör och montör.

4.1.2 Processegenskaper

Nedan följer en beskrivning av företagets processer utifrån de fyra V:na beskrivna i *avsnitt 2.3.3 Processegenskaper*.

Produktionsvolymen är i dagsläget cirka 13 enheter per år med ett mål på 26 enheter per år. Kunderna har stor valfrihet vid utformning av produkten både designmässigt samt komponentmässigt då företaget arbetar med moduler och standardiserade infästningar. Extern efterfrågan på produkten är stadig och produktionen producerar endast på beställning och har i nuläget full beläggning i tre års tid. Däremot kan den intern efterfrågan fluktuera mellan processer och kan ändras från dag till dag. Gällande visibilitet har de externa kunderna möjlighet att påverka och se produkten i produktion hela vägen fram tills leveransdatum. Interna kunder har insikt i samtliga processer relaterade till värdeskapandet.[10]

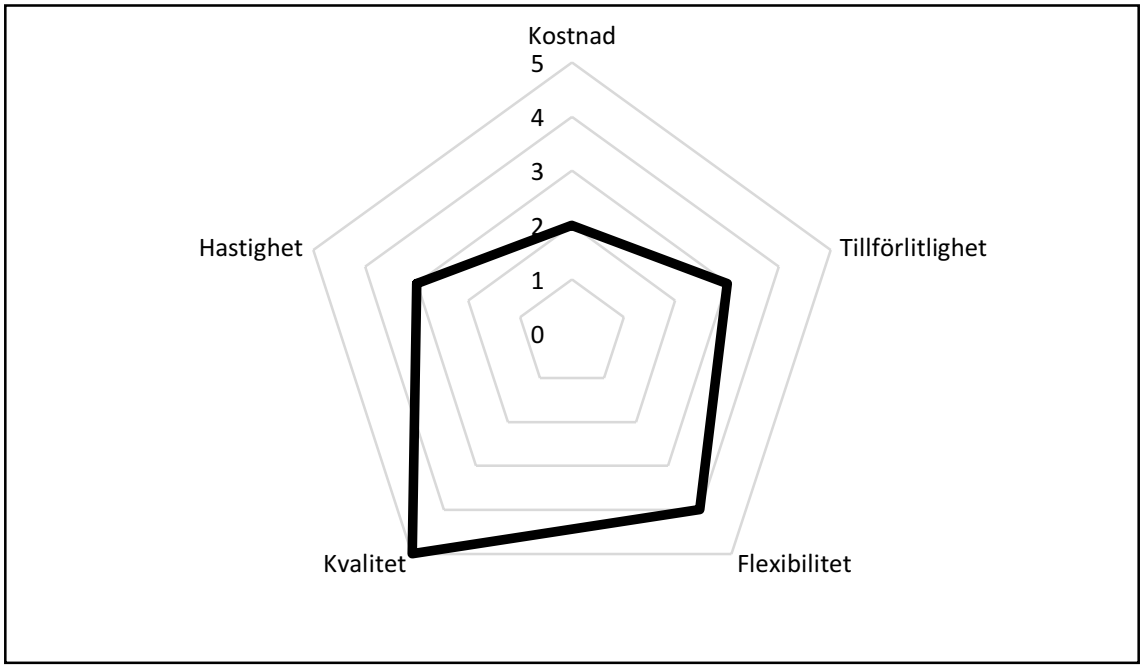
---

[9] BDM, (Business Development Manager, Företag X), intervjuad av rapportförfattarna den 26 april 2016.

[10] BDM, (Business Development Manager, Företag X) intervjuad av rapportförfattarna den 5 oktober 2015.

4.1.3 Prestationsmål

Figur 10 Polärdiagram över företagets prestationsmål är en visualisering av de fem prestationsmålen beskrivna i *avsnitt 2.3.4 Prestationsmål* och hur företagets aktiviteter prioriteras utifrån dem, enligt BDM.[11] Prestationsmålet som har högst prioritet är kvalitet där bästa möjliga kvalitet i varje detalj eftersträvas. Ett annat krav som värdesätts är flexibilitet, då det är viktigt att kunna anpassa produkterna efter kunders önskemål. Tillförlitlighet prioriteras högt vid leverans till kund men ofta prioriteras det ned inom produktionen då flexibilitet tenderar att ta överhanden. Hastighet är ett av de prestationsmål som är av mindre vikt eftersom kvalitet och flexibilitet har högre prioritet. Samma resonemang gäller för kostnad som ses som sekundärt till förmån för att kunna leverera högkvalitativa slutprodukter.



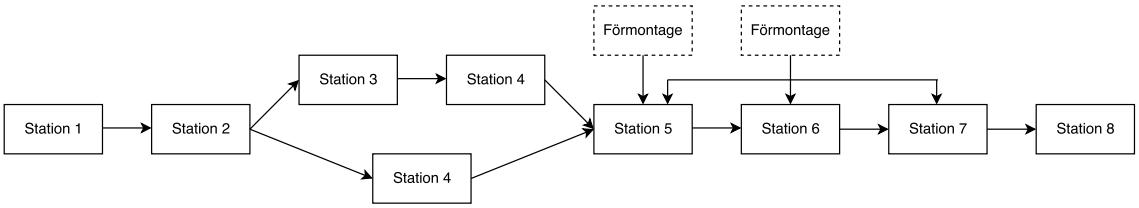
Figur 10: Polärdiagram över företagets prestationsmål (Företag X 2016)

[11] BDM, (Business Development Manager, Företag X) intervjuad av rapportförfattarna den 26 april 2016.

4.2 Produktionsflöde & layout

Företagets produktionsflöde visualiseras i *Figur 11* nedan. Antalet stationer är åtta och struktureras i ett fast flöde. Stationerna är fördelade i två intilliggande lokaler. Huvudflödet försörjs av ett antal flöden som ansluter i form av en fiskbensstruktur. Alla stationerna består av montage förutom station 3 och 4 som utför ytbehandling och station 8 utför kontroll och eventuella felåtgärder.

Företaget beskriver själva sin produktion som en odriven produktlina med åtta stationer. Byggplatslayout har enligt BDM använts tidigare och används delvis på företagets produktutvecklingsavdelning som är skild från övrig produktion. [12]



Figur 11: Stationer och produktionsflöde hos företaget (Företag X 2016).

4.2.1 Störningar

Ett antal störningar vilka påverkar företagets produktionsflöde negativt har beskrivits av BDM[13] och observerats på plats. Dessa beskrivs nedan och innefattar: *skador på material och komponenter till följd av intern materialhantering, försenad materialtillförsel, obalanserat produktionsflöde, kundspecifika förfrågningar* samt *nytillkomna kundspecifika förfrågningar efter produktionsstart*.

Skador på material och komponenter till följd av intern materialhantering: I och med kravet på precision på företagets produkter kan inte produkter färdigställas om defekta komponenter är monterade. Skadorna på komponenterna uppkommer till följd av bearbetning och förflyttning av material. Har skador uppkommit måste den monterade delen demonteras och bytas ut under pågående produktion, vilket innebär att produktionen på den aktuella stationen stannar upp. Slöserierna som uppkommer till följd av skador är omarbete samt att buffertar konstrueras för att hantera eventuella skador på material.

Försenad materialtillförsel: Det förekommer att material inte finns tillgängligt för bearbetning eller montering när det behövs. Då stannar den berörda delen av produktionen upp till följd. Störningen ger upphov till väntan hos berörda stationer samt att onödigt stora lager krävs för att motverka förseningar.

[12] BDM (Business Development Manager, Företag X) intervjuad av rapportförfattarna den 3 februari 2016.

[13] BDM (Business Development Manager, Företag X) intervjuad av rapportförfattarna den 5 oktober 2015

Obalanserat produktionsflöde: Ett obalanserat produktionsflöde innebär att olika delar av produktionen tar olika lång tid att genomföra, följden av obalansen blir att det kan uppstå väntetid i form av köer som hindrar utflödet av nyproducerade enheter. Obalansen i produktionsflödet beskrivs vidare i *avsnitt 4.2.2 Linjebalansering.*

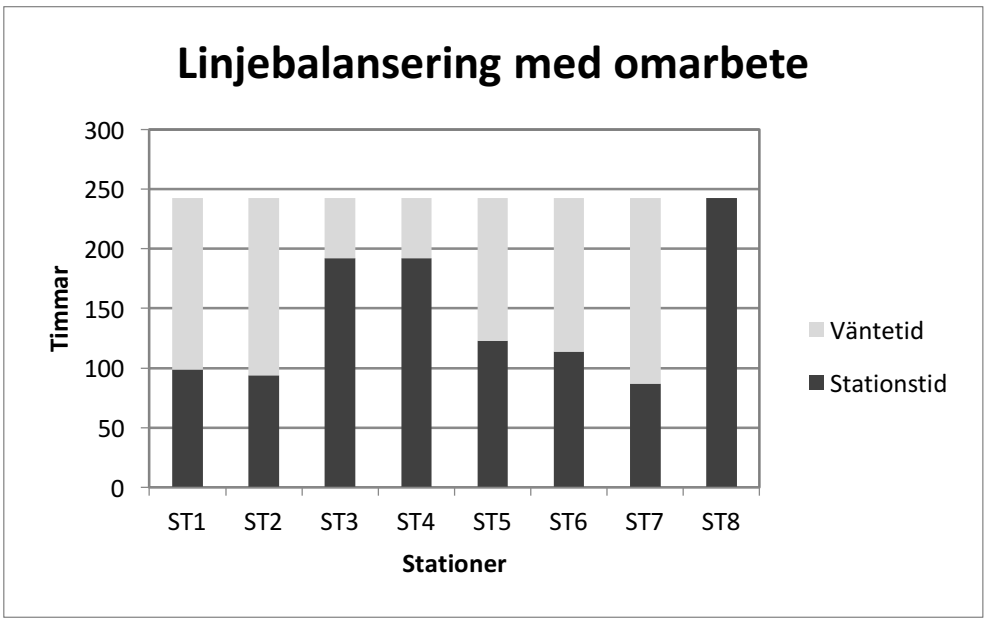
Kundspecifika förfrågningar: Beroende på vad kundens önskan gällande produkten är kan tillverkningsmetoder, material samt arbetstimmar som krävs för att slutföra produkten variera mycket. Vissa moment i produktionen kan upp till dubbleras vilket således kan stoppa upp flödet.

Nytillkomna kundspecifika förfrågningar efter produktionsstart: Kunderna har möjlighet att ändra produktens specifikationer efter att produktionen startat, vilket kan resultera i störningar då körscheman behöver ändras för att åtgärda den förändrade produktspecifikationen. Den nya produktspecifikationen kan innebära en förlängd tillverkningsprocess vilken stör produktionen ytterligare.

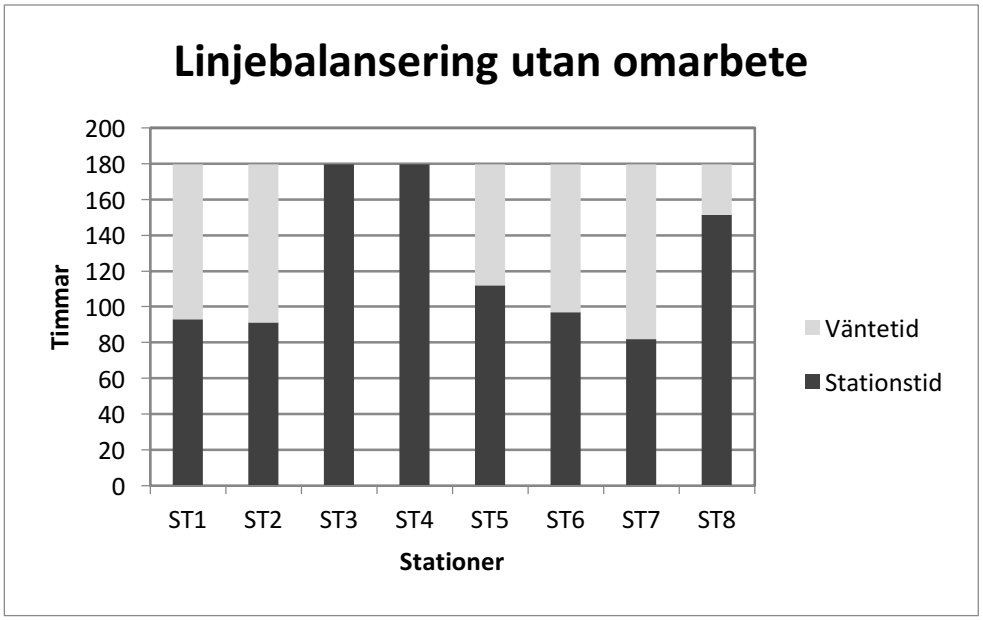
4.2.2 Linjebalansering

I diagrammen som följer visas de genomsnittliga stationstiderna för de enskilda arbetsstationerna på linan. *Figur 12* visar stations tiderna med omarbete och *Figur 13* visar stationstiderna utan omarbete. Maximal stationstid för produktionslinan med omarbete är cirka 242 timmar, vilket innebär en cykeltid på cirka sex veckor baserat på en 40 timmars arbetsvecka. Maximal stationstid för produktionslinan utan omarbete är cirka 180 timmar, vilket innebär en cykeltid på fyra och en halv vecka baserat på en 40 timmars arbetsvecka (Företag X 2016). I företagets fall nyttjas övertid för att hålla den satta cykeltiden på fyra veckor.[14] Analys av linjebalansering sker vidare i avsnitt *5.2.2 Linjebalansering*.

[14] BDM, (Business Development Manager, Företag X), intervjuad av rapportförfattarna den 19 april 2016.



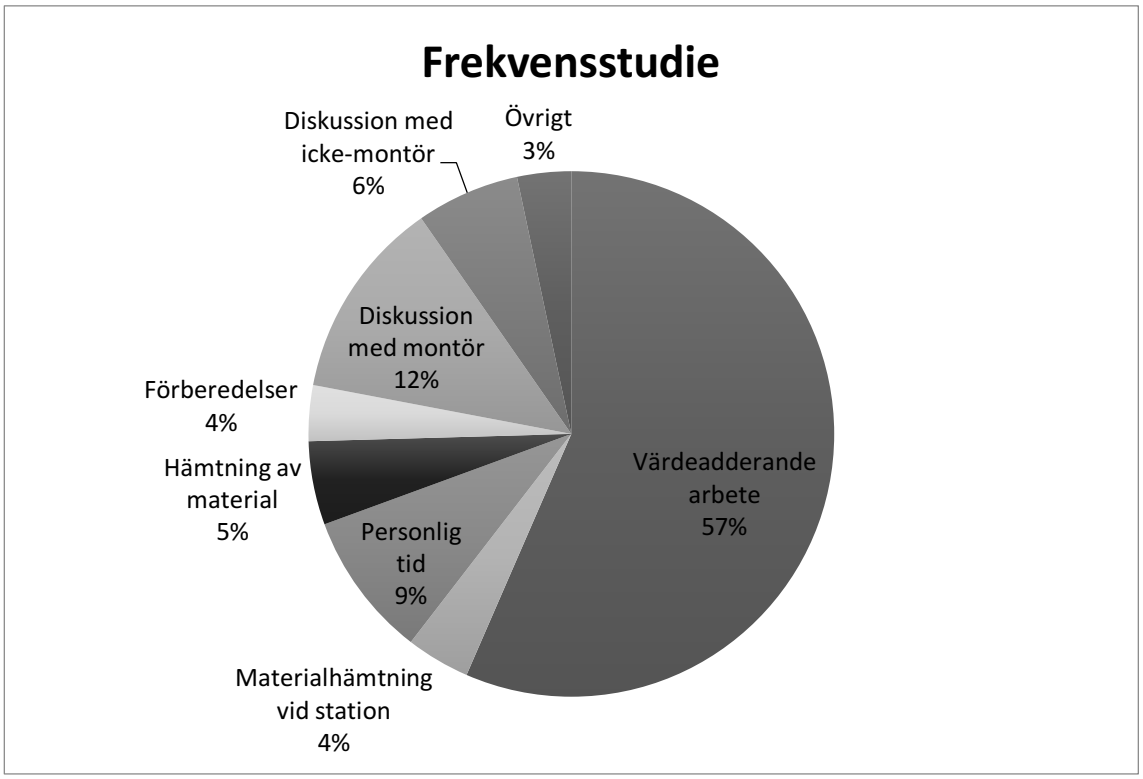
Figur 12: Diagram över linjebalansering med omarbete, illustrerar total tid på varje station för en produkt, bestående av stationstid och väntetid (Företag X 2016).



Figur 13: Diagram över linjebalansering utan omarbete, illustrerar total tid på varje station för en produkt, bestående av stationstid, tid för omarbete och väntetid (Företag X 2016).

4.2.3 Frekvensstudie

Resultatet från den frekvensstudie som genomförts redovisas i *Figur 14*. Varje enskild aktivitet förklaras och kategoriseras i enlighet med beskrivning i avsnitt *3.5 Analyser & reflektioner* och analys av frekvensstudiens resultat sker i avsnitt *5.2.3 Frekvensstudie.* Den värdeadderande andelen av arbetet står för 57 % av den totala arbetstiden. Den icke-värdeadderande andelen står 43 % av den totala arbetstiden.



Figur 14: Beskriver hur stor andel varje enskild aktivitet står för av den totala arbetstiden för montörerna i produktionen.

4.3 Lager

I följande avsnitt beskrivs företagets lager utifrån dess utformning, funktioner och arbetsrutiner.

4.3.1 Lagerutformning

Lagret är placerat mellan de två produktionsytorna med hälften av arbetsstationerna på ena sidan och resterande stationer på andra sidan av lagret. Lagret har utgångar anslutna till båda sidorna av produktionen för att kunna leverera och ta emot material. Ytterligare en ingång finns för att möjliggör direkta inleveranser av nytt material. Förvaringssystemet som används är hyllfackslagring, med hyllor och fack i varierande storlek anpassat efter materialets utformning. Lagret består av två våningar där varje våning är cirka två och en halv meter i höjd och har två gångar med hyllor på sidorna som går ända upp till taket. På ovanvåningen är artiklar med lägre uttagsfrekvens placerade.

Artiklarna har fasta lagerlägen främst eftersom en del av artiklarna är ömtåliga eller av annan orsak kräver specialutformad lagring. Anledningen till fasta lagerlägen beror också på att artiklar lätt kan lokaliseras och ger därmed en effektiv hantering. Artiklarnas placering i lagret är utformad så att artiklar som används vid en och samma station är placerade nära varandra i zoner.

Företaget har utöver lagerytan i produktionen ett externt lager som är beläget cirka tio kilometer bort. Det externa lagret utgörs till största delen av ett kallager men innefattar även en mindre yta med varmlager. Materialet som förvaras i det externa lagret är sådant material som förbrukas sällan eller som tar för stor plats för att kunna förvaras i fabriken. I och med att en stor del av ytan inte är uppvärmd finns det begränsningar för vad som kan förvaras där och temperaturkänsliga artiklar kan således endast förvaras i produktionslagret eller i den uppvärmda delen av det externlagret.

Lagerhanteringssytemet som används är en del av det ERP-system som används i resterande del av produktionen. Lagerhanteringssystemet innefattar de mesta grundläggande funktioner som krävs för lagerhantering men även mer avancerade verktyg som kan användas vid behov.

4.3.2 Uttagsprinciper & plockrutiner

Rutinen för materialplockning sker i form av satsning där en satsvagn förbereds tre veckor innan förbrukning av lagerpersonalen. Den långa förberedelsetiden är till för att kunna åtgärda problem i tid och beställa hem artiklar som saknas för att inte linan ska få vänta på material. Vagnarna ska aldrig levereras halvfulla utan ska lastas för en komplett arbetscykel. FIFO används som princip vid materialuttag och uttaget sker enligt sekventiell plockning.[15] Endast lagerpersonalen har rätt att röra sig inne i lagret och göra inlägg och uttag. Det händer ändå frekvent att montörerna hämtar artiklar i lagret när den förberedda vagnen inte är komplett eller artiklar är defekta. Kompletteringar ska inte behöva ske då vagnen ska vara komplett när den levereras ut till linan.[16] I de fall då komplettering ändå behövs är det lagerpersonalen som är ansvarig för den leveransen. Utifrån data erhållen från företagets affärssystem är 56% av alla artikelplock till den förberedda vagnen och 44% är kompletterande plock, antingen av lagerpersonal eller montörer. Dessutom kan det noteras att rapporterade defekta artiklar i systemet står för 0,1% av alla lagerrörelser (Företag X 2016).

4.3.3 Saldokvalitet

Vid de två senaste årens inventeringar var det 74 % (år 2014), respektive 71 % (år 2015) av de lagerförda artiklarna som hade korrekt saldo. Alltså var det 26 % respektive 29 % av artiklarna där bokfört saldo inte stämde överrens med det fysiska (Förteg X 2016). Vid en toleransnivå satt till två avvikande enheter erhölls en saldokvalitet på 90 % respektive 92 % , *se appendix G*. Det kan också noteras från insamlad data att antalet unika artiklar i lagret ökade med 10 % från år 2014 till år 2015 (Företag X 2016).

[15] BDM (Business Development Manager, Företag X) intervjuad av rapportförfattarna den 4 april 2016.

[16] BDM (Business Development Manager, Företag X) intervjuad av rapportförfattarna den 3 februari 2016.

4.3.4 Inventering

Kontroller gällande kvalitet och korrekt antal artiklar vid inleveranser sker vid ett flertal olika tillfällen. En primär kontroll görs alltid när första leveransen från en ny leverantör anländer, därefter nyttjas en princip som baseras på att artikelns väg i flödet kan spåras tillbaka om det visar sig att den är defekt. Säkerhetskritiska artiklar kontrolleras i en högre grad.[17]

Den inventeringsrutin som används är periodisk inventering något som sker en gång om året där artiklarna räknas och jämförs med bokfört lagersaldo. Då saldoavvikelser eller andra fel upptäcks, utöver den årliga inventeringen, kan ibland impulsinventeringar utföras för att kontrollera saldot.[18]

[17] BDM (Business Development Manager, Företag X) intervjuad av rapportförfattarna den 26 april 2016.

[18] BDM (Business Development Manager, Företag X) intervjuad av rapportförfattarna den 3 februari 2016.

5 Nulägesanalys

I följande kapitel analyseras och diskuteras företagets situation utgående från nulägesbeskrivningen i föregående kapitel samt utifrån det teoretiska ramverk som har författats.

5.1 Organisation

Den organisationsstruktur som företaget har idag kan närmast jämföras med en linjestabsorganisation, vilken beskrivs i avsnitt *2.3.1 Organisationsstrukturer*. Organisationen har, enligt organisationskartan i *Figur 9* få nivåer och tydligt avgränsade funktioner. Det som skiljer sig från en traditionell linjestabsorganisation är framförallt att företagets nyckelpersoner delvis rör sig mellan funktionerna inom bolaget. Beslut fattas därav ofta tillsammans med chefer från andra avdelningar. Även montörerna har möjlighet att interagera med andra stationer och funktioner inom företaget.

Fördelarna med dagens organisationsstruktur är att det skapar möjligheter för en bra arbetsmiljö och hög delaktighet hos de anställda. En bra arbetsmiljö och hög delaktighet leder till ökat välmående och motivation. Genom att tillåta kommunikation i flera riktningar och nivåer tillåts de anställda att få ett systemperspektiv av verksamheten, vilket i högre utsträckning leder till optimeringar istället för suboptimeringar enligt Gupta och Starr (2014), se *avsnitt 2.1.2 Systemperspektiv*.

Kritik som finns mot den här typen av organisationsstruktur riktas bland annat från Scientific Management-rörelsen och de ursprungliga byråkraterna. Framförallt riktas kritiken mot minskad effektivitet hos individen då specialiseringsgraden hos de anställda minskar.

5.1.1 Informationsflöde

Informationsflödet i produktionen uppvisar varierande grad av omfång och tydlighet. Arbetsinstruktioner är tydligt specificerade och fungerar överlag väl. Dock finns det en risk i att instruktionerna inte hinner uppdateras i samma takt som processer och standarder förändras, vilket medför risker för fel i hantering och montering. Det är positivt att det hålls dagliga avstämningsmöten i produktionen, men frågan är om de är utformade på ett optimalt sätt i dagsläget. Fokus ligger idag på statusrapportering, vilket är en viktig del, men även att lyfta problem och avvikelser i processerna bör få ett större fokus (Kniberg 2015). På så sätt kan avvikelserna användas för ett mer standardiserat och kontinuerligt förbättringsarbete enligt *princip 14* i *Tabell 1: Toyota Way-principer*. Liker (2004) menar att det som tas upp på mötena även bör visualiseras på något sätt. Visualisering är till för att kunna följa status under en längre tid och inte tappa viktiga ämnen som riskerar att snabbt glömmas av i andra fall. Att mötena idag sker stående är enligt Stray et al (2016) bra för att få effektiva möten.

På mötena finns inga bestämda KPI:er som tas upp. Genom att skapa en standardiserad mall med relevanta mått kan gruppen varje morgon tydligt se statusen i produktionen, samt enklare sätta upp mål att arbeta mot och tidigare vidta åtgärder vid behov (Slack et al 2013). KPI:erna kan även motivera montörerna om dessa görs visuella och därmed inte enbart intressera stationsledare och produktionschef (Liker 2004).

I och med att företaget arbetar med stor flexibilitet i produktionen och att varje produkt är kundanpassad leder det ofta till att problemlösning görs reaktivt snarare än proaktivt. Ett exempel är att vissa produkter har en speciell ytbehandling som leder till längre bearbetningstid och därav stopp i produktionen på stationen efter. Istället för att utveckla en metod för att lösa tidsvariationen motiverar företaget det med att det ingår i affärsidén och det förväntas av dem. Diskussionen kommer vidare lyftas i *avsnitt 5.2 Produktionsflöde & layout*.

ERP-systemet fungerar bra som informationsnav i problemhantering vid enklare problem såsom fel vid inleveranser eller komponentfel. Problematik kan dock uppstå när ERP-systemet ska användas för att sammanställa mycket information och problem ska härledas. Problematiken grundar sig i att programvaran är anpassad till tillverkande företag överlag och inte specifikt till företaget. Vid framtagning av KPI:er kanske inte alla funktioner som är önskvärda då finns tillgängliga. Dessutom har affärssystemet ofta svårt att nå direkt till montörerna då de gärna undviker systemet, något som stämmer överens med Magnusson och Nilssons (2014) bild av icke användarvänliga ERP-system. I och med att de gärna undviker systemet kan det också leda till att arbete inte loggas eller arbete loggas på fel sätt. I och med att det inte går att garantera att rätt information erhålls kan beslutsunderlaget bli undermåligt. Insatser kan då riktas felaktigt vilket i sin tur kan förvärra problemet ytterligare.

5.1.2 Processegenskaper

En av de processegenskaper som de fyra V:na tar upp är volym. Den låga produktionsvolymen är något som styr och påverkar flera parametrar i resten av produktionen. Att nå skalfördelar och att skapa standardiserade processer är svårt vid låga volymer (Slack et al 2013).

Variationen är hög mellan de olika produkterna eftersom de externa kunderna har stor valfrihet gällande utformning av produkten, främst designmässigt. Följden av de externa kundernas valfrihet är att interna kunder har en varierande kravbild på sina processer. Även om företaget jobbar med moduler och standardiserade infästningar kan skillnaderna i utförande vara stora och medför därmed också en hög tidsmässig variation mellan varje produkt som produceras. I och med den ständigt pågående produktutvecklingen förändras komponenter också under tidens gång vilket i vissa fall kräver ny upplärningstid vid montering.

Produktionen har idag ingen märkbar extern efterfrågevariation då företaget har beställningar tre år framöver. Fluktuationerna på marknaden märks således inte av i produktionen. Internt kan det förekomma variationer i efterfrågan på grund av obalans i arbetsbelastningen. För kunderna är visibiliteten i produktionen relativt hög. Kunden har möjlighet att påverka produkten efter startdatum och ha en nära kontakt med företaget.

5.1.3 Prestationsmål

Företagets processegenskaper kan även kopplas till prestationsmålen. Den låga volymen gynnar möjligheten till kvalitet och tillförlitlighet; den höga variationen i produkterna sammanfaller med flexibilitetskraven från kunderna; avsaknaden av variation i efterfrågan är kopplat till betydelsen av kostnader då kunderna varken är priskänsliga eller har hastighet som en viktig parameter; det sista V:et, visibiliteten är en följd av den långa ledtiden och kravet på kvalitet.

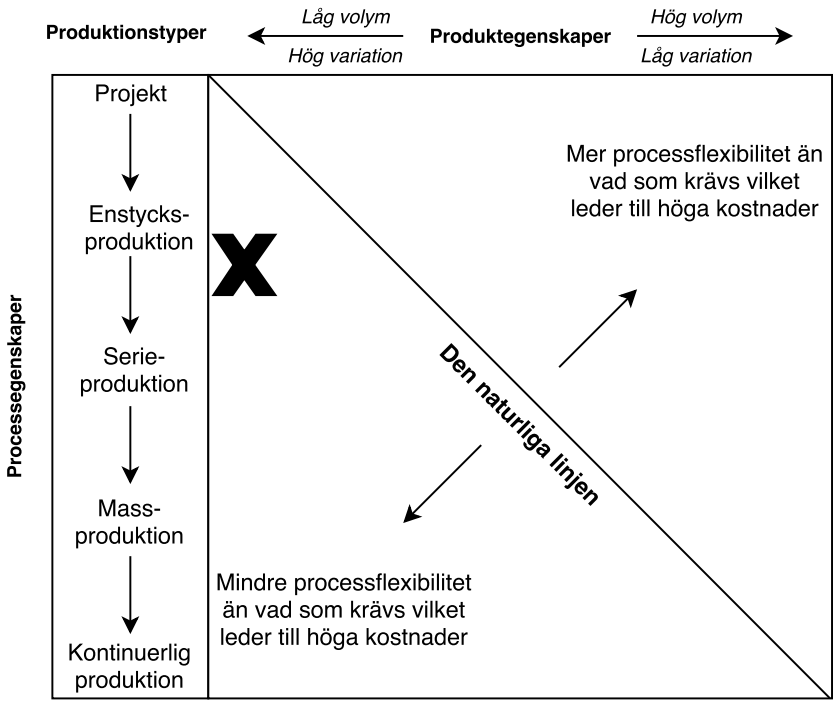
Parametrarnas utformning bidrar till företagets exklusiva bild av sin produkt Omega. Ett högt pris i kombination med hög kvalitet, kundspecifika krav och tillförlitlighet är några av de faktorer som ger företaget sin unika status. Det är också dessa faktorer som i dagsläget hämmar den ökade produktionstakten som företaget vill nå. Att hastighet har en låg prioritet avspeglar sig i avvägningar mellan prestationsmålen. Produktionsprocesser anpassas för att uppnå hög kvalitet och flexibilitet medan hastigheten blir lägre. Därför är en av utmaningarna i kommande produktionsförbättringar att kunna öka produktionstakten, utan att kompromissa på sina viktigaste parametrar.

5.1.4 Produkt- & processmatrisen

I Operations Management (2013) nämner Slack et al hur ett företag kan beskrivas genom en produkt-och processmatris. X:et i *Figur 15* nedan visar företagets nuvarande position i matrisen. Företaget placerar sig i den vänstra delen av matrisen på grund av den låga volymen och höga variationen för produkten.

Då produkterna tillverkas i serier kan en jämförelse mellan företagets produktionsprocess och en serieproduktion göras. Dock är volymen så pass låg och variationen på produkterna hög att produktionsprocessen närmare kan liknas vid en enstycksproduktion (Slack et al 2013). I och med att produktionsprocessen närmast kan liknas vid en enstycksproduktion, befinner sig företaget en bit ned i matrisen och då också en bit ifrån den naturliga linjen. Avsteget från den naturliga linjen innebär att företaget har mindre processflexibilitet än vad som krävs. En konsekvens blir därmed höga kostnader.

I dagsläget finns det ett gap mellan processflexibilitet och produktvariation. Gapet och därmed avståndet till den naturliga linjen i produkt- och processmatrisen, se *Figur 15* får som följd en ökad kostnad då processerna inte kan hantera produkterna på ett optimalt sätt. Företaget har strävat mot att öka sin kapacitet genom att arbeta med batcher och därmed gå ifrån den byggplatsliknande layouten de tidigare haft. Förändringen har gjorts för att skapa förutsättningar för en högre produktionsvolym. För att nå tillbaka till den naturliga linjen igen bör företaget anpassa sin produktionsvolym och variation för att röra sig åt höger i matrisen och därmed nå en mer optimal position.



Figur 15: Produkt- och processmatrisen med markering av företagets nuvarande position i matrisen. Modifierad bild från Slack et al (2013).

5.2 Produktionsflöde & layout

Företaget beskriver idag sin produktionslayout som en odriven produktlina. Det som kännetecknar en odriven produktlina, se *avsnitt 2.2.6.4 Produktlayout,* är att produkterna följer ett förutbestämt flöde som ser identiskt ut för alla produkter. Produkterna förs framåt i linan med hjälp av manuell förflyttning efter att varje stations arbetsmoment genomförts. Beskrivningen stämmer överens med hur produktionen ser ut. Skillnaden mot en traditionell produktlina är att produktionsvolymen är mycket liten, att både genomloppstiden och cykeltiden är långa samt att arbetsmomenten är komplexa, varierade och många till antalet.

Det som argumenterar för att produktionen istället är designad efter så kallad cellayout, se *avsnitt 2.2.6.3 Cellayout*, är att stationerna utför fullständiga transformationer på specifika delar av produkterna. Därefter skickas produkten vidare till en ny cell där nya produktdelar transformeras. I en traditionell cellayout kan produkter flöda genom produktionen på olika sätt beroende på vilka transformationer som krävs och i vilken ordning de kan eller ska utföras. Hos företaget stämmer stationernas beskrivning väl överens med cellbeskrivningen. Däremot är flödesvägen låst och avvikelser från flödet är inte möjlig då produkterna är så pass standardiserade att alla kräver samma flödesordning.

Att flödet är utformat efter en lina gör att produkter inte kan flöda alternativa vägar genom produktionen. Det är ett problem när produkter inte hunnit färdigställas på aktuell station eller när omarbete krävs. Vid dessa störningar påverkas samtliga stationer och skapar därmed negativa konsekvenser för hela produktionen.

Fördelen med dagens layout i form av en lina är att flödet är enkelt att följa och att produkter inte behöver konkurrera om de transformerande resurserna i stationerna eftersom produkterna följer samma flöde och förflyttas framåt synkroniserat. Konkurrens om de transformerande resurserna hade kunnat vara fallet i en traditionell cellayout. Enligt Slack et al (2013) skulle en traditionell cellayout istället ge produktionen en bättre flexibilitet, men samtidigt kräva ett mer komplext planeringsarbete.

Dagens platsbrist gör en ökning av output komplicerad. På grund av att det är trångt på fabriksgolvet är risken stor för skador på produkter och produktkomponenter som mellanlagras i anslutning till stationerna. Att öka outputen genom att investera i ökad kapacitet riskerar därför att dessa skador ökar i antal. Konsekvenser av skador på produkter och komponenter är ökade materialkostnader och störningar i produktionen.

5.2.1 Störningar

I nulägesbeskrivningen kunde det konstateras att produktionsflödet idag lider av ett antal olika störningar. Alla störningar har, en mer eller mindre, direkt negativ påverkan på genomloppstiden även om vissa är tydligare.

Kundspecifika förfrågningar före och efter produktionsstart bidrar onekligen till en längre genomloppstid under förutsättning att PIA är konstant. Det hade därför varit fördelaktigt att minska de kundspecifika förfrågningarna för att öka outputen. Dock är det svårt då det är en av företagets konkurrensfördelar och en del av det som gör dem unika. Dessa störningar kan dels klassas som väntetid då föregående och efterkommande stationer kan komma att stå utan arbetsuppgifter. Störningarna kan delvis också klassas som överarbete då processerna kan ta mycket längre tid än det vanliga utförandet.

Störningar som uppkommer på grund av skador på material och komponenter kan kopplas till den stora mängd omarbete som identifierades i *avsnitt 4.2.2 Linjebalansering.* Även om inte allt omarbete sker på grund av defekt material skulle färre materialskador minska tiden för omarbete. Uppkomsten av defekter kan också kopplas till diskussionen kring nuvarande platsbrist. Genom att frigöra mer plats bör därför antal defekter och omarbeten minska, vilket också sänker cykeltiden.

I direkt koppling till skadat material kan också störningar i form av försenad materialförsörjning nämnas. Materialbrister orsakar stopp och störningar i produktionen och är något som bör minimeras. Orsaken till materialbristen kan förutom skadat material knytas till problem relaterade till inköpsprocessen och osynkroniserade produktionsflöden. En ytterligare orsak till materialbristerna är låg saldokvalitet vilket diskuteras närmare i *avsnitt 5.3.3 Saldokvalitet*. En ökad saldokvalitet kan således också bidra till en sänkt cykeltid.

I nulägesbeskrivningen nämndes även obalansen på produktionslinan som en orsak till störningar, något som analyseras djupare i nästkommande avsnitt.

5.2.2 Linjebalansering

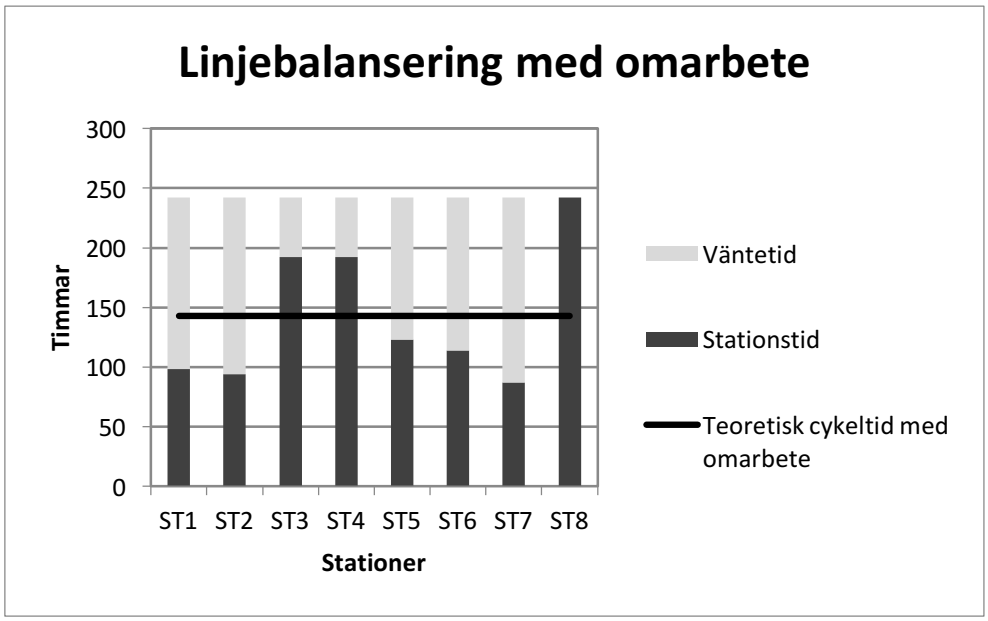
Enligt nulägesbeskrivningen av produktionsflödet framkommer det att det finns ett tydligt balanseringsproblem. Flera orsaker kan knytas till den obalans som finns i flödet idag. En möjlig orsak kan vara att den teoretiska cykeltiden som företaget räknat med vid

utformning av linan inte stämmer med den faktiska cykeltiden. Vid en intervju med BDM nämndes att linan har som mål att ha en cykeltid på 2 veckor,[19] vilket är hälften av vad den satta cykeltiden i nuläget. Att övertid används för att hålla den satta cykeltiden är ett ytterligare tecken på den obalans som finns i linan och skillnaden mellan mål och nuläge. Dessutom kan det, enligt Rubenowitz (2012), ifrågasättas om övertiden är en hållbar åtgärd ur ett långsiktigt perspektiv gällande psykosocial arbetsmiljö.

Skillnaden mellan företagets eftersträvade cykeltid och faktisk cykeltid beror till viss del på att arbetet vid stationerna har stor tidsvariation. Differensen mellan målbilden och den faktiska cykeltiden kan även bero på att stationstiderna skiljer sig stort för den produkt som produceras i dagsläget jämfört med föregående produktserie.

Obalansen kan dels uppkomma på grund av fysiska begränsningar från produktdesign och monteringsmoment. Exempelvis är arbetsmomenten på station 3 och 4 tidskrävande och svåra att dela upp i mindre moment. Dessutom är det enligt Groover (2008) så att några arbetsmoment kan behöva utföras i en viss ordning och det kan medföra att station 8 får en längre stationstid om de sista momenten kräver mycket tid.

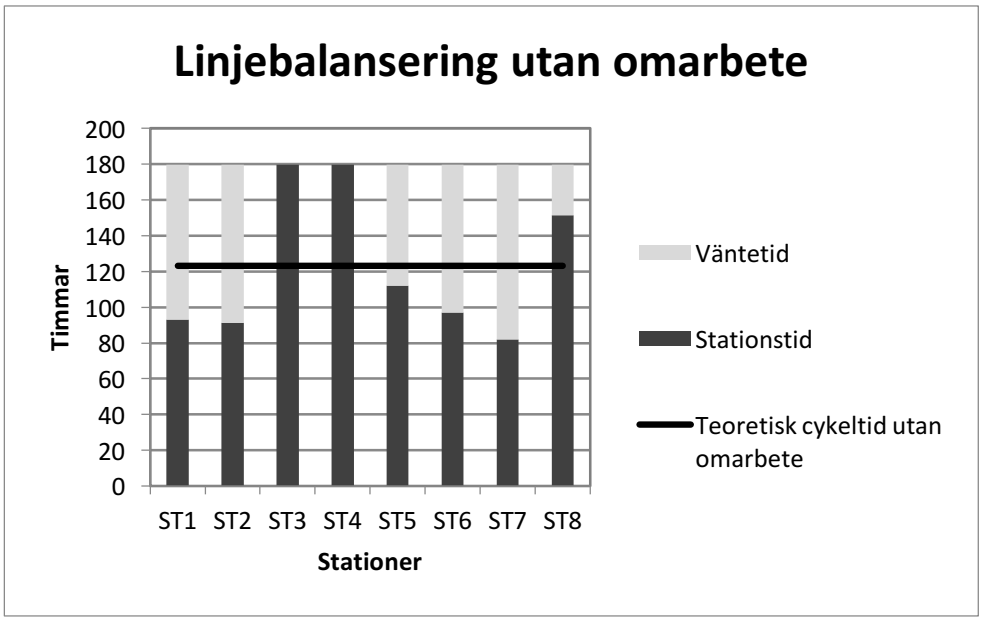
Om moment inte kunnat utföras på tidigare stationer finns en risk att arbete ackumuleras och fler moment än önskvärt måste utföras på senare stationer. Utifrån staplarna i *Figur 16* skulle ett potentiellt problem vara att fel uppkommer i station 5, 6 och 7 och ackumuleras till station 8. Den linje som är dragen i *Figur 16* visar vilken teoretisk cykeltid som skulle kunna nås genom att den totala tiden som läggs per produkt sprids jämnt mellan stationerna. Den utjämnade cykeltiden skulle vara cirka 143 timmar, vilket motsvarar en teoretisk skillnad på cirka 100 arbetstimmar.



Figur 16: Total tid per station bestående av stationstid, tid för omarbete, väntetid samt uträknad teoretisk cykeltid med omarbete (Företag X 2016).

[19] BDM (Business Development Manager, Företag X) intervjuad av rapportförfattarna den 3 februari 2016.

Ett perfekt balanserat flöde där omarbete har eliminerats hade i teorin resulterat i en cykeltid på cirka 123 timmar enligt diagrammet nedan, *Figur 17*, vilket motsvarar en skillnad på cirka 120 timmar från nuläget inklusive omarbete. Även om det inte är praktiskt möjligt att nå ett fullt balanserat flöde visar det på vilken potential som finns i att skapa mer balans och öka den värdeadderande tiden. Dock visar det att en perfekt balanserad lina inte är tillräckligt för att nå företagets mål om en cykeltid på två veckor eller 80 timmar.



Figur 17: Total tid per station bestående av stationstid, tid för omarbete, väntetid samt uträknad teoretisk cykeltid utan omarbete (Företag X 2016).

Faran med en lina där stationerna är obalanserade är att flera problem inte är synliga på övriga stationer då de döljs av den långa obalanserade tiden. Enligt *princip 2* i *Tabell 1: Toyota Way-principer* ska produktionsflödet jämnas ut för att synliggöra sådana problem. Brown et al (2003) benämner det här som isbergsmodellen, vilket innebär att om den obalanserade tiden minskas kommer ytterligare problem upp till ytan. Problemen kan då påverka resultatet efter minskning av den längsta cykeltiden. Fördelen är dock att problemen blir synliga och går att åtgärda.

Sammanfattningsvis kan det konstateras att produktionslinan idag är i obalans. Beroende på vilka de bakomliggande orsakerna är kan en balansering av flödet vara mer eller mindre lätt att utföra. Balanseringen är dock något som bör göras, dels för att direkt minska cykeltiden och möjliggöra en ökad output, men också för att öka visibiliteten i produktionen och lyfta tidigare dolda problem. En balanserad lina i dagens utformning är i sig ändå inte tillräckligt för att nå företagets produktionsmål.

5.2.3 Frekvensstudie

Frekvensstudien visar att majoriteten av tiden går till värdeadderande arbete samt att övriga poster är relativt små i förhållande till denna, se *Figur 14* i *avsnitt 4.2.3 Frekvensstudie.* Värt att notera är att den näst största posten är diskussioner av olika slag, som tillsammans utgör cirka 19 procent. Varje aktivitet analyseras mer djupgående nedan. De icke värdeadderande aktiviteterna klassificeras enligt de ”7+1 slöserierna”, *se tabell 2 Leans ”7+1 slöserier”.*

5.2.3.1 Värdeadderande arbete

Posten står för 56,53 % av den totala arbetstiden. Enligt Almström kan en högeffektiv produktion nå nivåer på 80-85 % gällande värdeadderande arbete.[20] Således skulle tiden på värdeadderande arbete kunna ökas med maximalt cirka 25 procentenheter. En ökning av den värdeadderande tiden hade inneburit en minskning av genomloppstiden för en produkt med cirka 31 %, se *appendix D* , förutsatt att de andra momenten kunde utföras med andra resurser. Dock är det inte realistiskt att andelen värdeadderande arbetstid i en produktion av företagets utformning kan maximeras till den nivån. En mer rimlig nivå för liknande produktioner är mellan 60-75 %.[20] Därför bör ändå en ökning på 5-10 % ses som en realistisk ökning med rätt åtgärder, något som skulle kunna sänka genomloppstiden med upp till 15 %, se *appendix D.* En ökning av andelen värdeadderande arbete kan uppnås genom en minskning av de andra posterna i frekvensstudien.

5.2.3.2 Materielhämtning vid station

Posten ligger idag på 3,93 %, vilket enligt Almström[20] är inom normalt intervall. Därför kan posten inte förändras i en högre grad. Tiden som läggs på materialhämtningen är beroende av vilka arbetsmoment som ligger i följd på stationen samt hur material och verktyg är placerade på stationen. För att kunna minska den här posten skulle en noggrannare studie kring arbetsmetoderna behöva göras. Materialhämtning vid station betecknas överarbete.

5.2.3.3 Personlig tid

Personlig tid står för 8,96 % av den totala arbetstiden. Då arbetet som sker på linan stundtals är komplicerat kan montören behöva tid att förbereda sig inför kommande moment. Det finns ingen lagstadgad fördelning av pauser, men personlig tid i en produktion ligger normalt mellan 5-10% (Almström 2013). Därför kan det inte förväntas att denna post ska sänkas nämnvärt. Det är också rimligt att hålla den personliga tiden på en lagom nivå för att hålla uppe arbetsmotivationen och säkerställa de grundläggande behoven i *Maslows behovstrappa*, se *avsnitt 2.3.6 Psykosocial arbetsmiljö* (Rubenowitz 2012).

---

[20] Peter Almström (Docent, Teknikens ekonomi och organisation, Chalmers Tekniska Högskola) samtal med rapportförfattarna den 12 april 2016.

5.2.3.4 Materielhämtning utanför station

5,14 % av arbetstiden läggs på materialhämtning utanför stationen. Då arbetsrutinerna är satta på det vis att montören inte ska hämta material utan all leverans till linan ska göras av lagerpersonal, skulle denna post teoretiskt sett kunna elimineras helt. Levereras rätt material till stationen vid rätt tillfälle utan några fel på materialet skulle denna post kunna minimeras och gå mot noll. En åtgärd i lagerfunktionen är därför nödvändig för att minska posten. Materialhämtning utanför station kan betecknas som en onödig transport eller överarbete.

5.2.3.5 Förberedelser

Förberedelser står för 3,43 % av arbetstiden och är en svårhanterlig post då förändring av denna kan påverka andra moment i hög grad. Det finns en möjlighet att minska den här posten med ett förbättrat informationsflöde, likt det som diskuteras i *avsnitt 5.1.1 Informationsflöde*, som gör instruktionsläsning och användande av datorsystem mer effektivt. Den klassiska synen på produktion är att montören enbart skall syssla med montering (Taylor 1911). Dock är tiden som läggs på förberedelser en delvis positiv aspekt då montörerna använder sin arbetstid till något relaterat till arbetsuppgifterna istället för att bara vänta, även om det inte är deras huvuduppgift. Förberedande arbete kan till och med vara nödvändigt för att minimera störningar och öka effektiviteten i det normala arbetet (Liker 2004). Ur det perspektivet kan det diskuteras om den här posten till och med skulle kunna ökas för att skapa förutsättningar för effektivare värdeadderande arbete. Förberedelser kan klassas som överarbete eller som en följd av väntetid.

5.2.3.6 Diskussion med montör

12,33 % av arbetstiden läggs på diskussioner montörer emellan. Den tid som ingår i den här posten skulle kunna påverka kvaliteten på produkten och även bidra till att monteringen sker på rätt sätt från början och därmed inte orsakar omarbete (Liker 2004). Vissa delar av denna post är sannolikt inte bara diskussion om arbetsuppgifter utan konversation av lättare natur. Dessa kan inte vara konversationer vilka direkt bidrar till produktionen, men kan vara ett nödvändigt moment för att den psykosociala arbetsmiljön på företaget ska vara tillfredställande och att det tredje steget i *Maslows behovstrappa*, se *avsnitt 2.3.6 Psykosocial arbetsmiljö,* uppfylls (Rubenowitz 2012). Företaget bör sträva mot att minska posten och ett välutvecklat informationsflöde inom organisationen skulle kunna bidra genom ett minskat behov av arbetsrelaterade diskussioner montörerna emellan. Diskussion med montör kan klassas antingen som överarbete eller som en följd av outnyttjad kapacitet hos medarbetarna.

5.2.3.7 Diskussion med icke-montör

Diskussion mellan montör och icke-montörer uppgår till 6,36 % av arbetstiden och kan bero på flera orsaker. Företagets BDM beskriver i intervju att en betydande del av produktutveckling och uppföljning av denna sker på linan i interaktion med montörer. Enligt BDM är diskussionerna en del av affärsidén för att ständigt kunna utveckla produkterna och anpassa dem efter nya kundönskemål och behov.[21] Diskussionerna

[21] BDM (Business Development Manager, Företag X) intervjuad av rapportförfattarna den 3 februari 2016.

skulle även kunna vara en del av förbättringsarbeten som rör kvalitetsgap mellan montering och konstruktionsritningar. Tiden som läggs på diskussioner skulle således kunna kopplas till ett suboptimalt informationsflöde alternativt otydliga arbetsbeskrivningar, som diskuteras i *avsnitt 5.1.1 Informationsflöde*. I sammanhanget bör det också nämnas att likt vid *Diskussion med montör* som beskrivs ovan, kan det inte säkerställas att diskussionerna endast berör arbetsrelaterade frågor. I och med det sätt företaget utvecklar sina produkter kommer aldrig denna post att kunna sättas till noll även om en minskning inte är att utesluta. Diskussion med icke-montör kan klassas som antingen överarbete eller som en följd av outnyttjad kapacitet hos medarbetarna.

5.2.3.8 Övrigt

Då posten är en sammanslagning av kontroll och att hjälpa annan station samt är av en liten storlek, 3,32 %, kommer en minskning av denna inte kunna påverka produktionen nämnvärt. Kontrollen är nödvändig för att säkerställa kvalitet och därför svår att minska utan att riskera defekter. *Hjälp vid annan station* kan antingen vara en konsekvens av den obalanserade linan. Det kan även vara så att vissa arbetsmoment vid andra arbetsstationer kräver tillfällig extra arbetskraft för att kunna utföras.

5.3 Lager

Nedan följer en analys av lagret utifrån nulägesbeskrivningen och det teoretiska ramverket.

5.3.1 Lagerutformning

Placeringen av lagret mitt i produktionen gör att transportsträckan blir den genomsnittligt kortaste möjliga från lagret och ut till de olika stationerna. Om utleverans av material till produktionen hade skett med hög frekvens kunde det varit en viktig del i effektiv materialförsörjning. Som det ser ut idag levereras dock materialet ut i samma takt som cykeltiden i produktionen, det vill säga var fjärde vecka, vilket minskar betydelsen av lagrets placering gällande effektiv materialförsörjning. Om satsningen och plockrutinerna följs som de ska, ska inte heller kompletterande utleveranser behövas i alltför stor utsträckning. Därför finns det en möjlighet att omplacera lagret utan att det får någon märkbar effekt på leveransen av material.

Att använda sig av fasta lagerlägen, vilket företaget gör, medför en låg fyllnadsgrad (Lumsden 2011). Ett problem som företaget upplever idag är platsbrist i nuvarande produktion. Ur den aspekten kan en låg fyllnadsgrad ses som outnyttjade ytor och resurser. Även om vissa artiklar kräver specialhantering så gör en stor del inte det vilket öppnar upp för en möjlighet att differentiera lagerutformningen därefter. Fyllnadsgraden bör kunna höjas om den del av artiklarna som inte kräver speciallägen tilldelas flytande lagerlägen. Valet av fasta eller flytande lagerlägen påverkar också hanteringseffektiviteten, vilket gör att om flytande lagerlägen skulle införas kommer också ett effektivt lagersystem krävas för att hålla uppe den nivån (Tompkins & Smith 1998).

Den plockrutin som används kan närmast liknas vid plockpositionsprincipen. Materialflödet på lagret kan närmast beskrivas som ett cirkulärt flöde, då mottagning och avsändning sker på samma plats. Plockpositionsprincipen som företaget använder vid artikelplacering passar bra till hur produktionen ser ut, då plock görs i stora satser till varje station och detta sker relativt sällan (Lumsden 2011). Att FIFO används som princip för materialuttag är lämpligt eftersom det minskar risken för inkurans, behov av omarbete och material som försvinner (Lumsden 2011).

5.3.2 Uttagsprinciper & plockrutiner

Att nästan hälften av alla plock utgörs av kompletteringar till den ursprungliga satsningen visar på att det finns brister i lagerhanteringen. En brist är att material inte finns tillgängligt när det plockas, vilket dels kan härledas till låg saldokvalitet, men även till den psykologiska bufferten i inköpsförfarandet som har skapats genom tre veckors plockmarginal. En annan brist som påvisas är att uppsatta standarder kring materialplock inte följs och att montörer, som inte ska ha tillgång till lagret, hämtar kompletterande material på egen hand. Att mycket personal som inte är väl insatta i lagersystemet plockar material ökar risken för att saldoavvikelser uppstår (Tompkins & Smith 1998). Att uppsatta standarder gällande arbetsrutiner efterföljs är således viktigt både för saldokvalitet, men även för andel värdeadderande tid i produktionen, *se avsnitt 5.2.3.1 Värdeadderande arbete*.

I systemet var det endast 0,1% av alla lagerrörelser som var inrapporterade som defekta artiklar (Företag X 2016). Andelen är låg jämfört med den stora post som var kompletterande plock. En stor del av de kompletterande plocken kan bero på att artiklar saknats vid ursprungliga plocken, men den höga siffran tyder ändå på att antal rapporterade defekter inte stämmer överens med det faktiska antalet. Samma bild av situationen gav BDM vid en intervju.[22] Det tyder på att en stor del av de defekta artiklar som upptäcks eller uppkommer i produktionen inte rapporteras in i affärssystemet, vilket gör att storleken på problemet inte blir synlig.

Den långa förberedelsetiden i kombination med att potentiellt missvisande data om defekta produkter kan orsaka att de problem som finns i lagersystemet inte utreds till fullo. Problemet löses för det specifika tillfället och frågan om varför felet uppstod ställs aldrig. Denna felhantering kan kopplas till tidigare diskussion kring brister i informationsflödet och brist på strukturerad avvikelsehantering, *se avsnitt 5.1.1 Informationsflöde*.

I förhållande till hur verksamheten fungerar i dagsläget är den kontroll och hantering av inleveranser som utförs väl lämpad. Detta då antalet artiklar och mängden av varje artikel gör det orimligt att kontrollera alla artiklar specifikt och flertalet gånger, men ett systematiskt arbetssätt används ändå för att hantera kontroller på ett effektivt sätt likt beskrivet av Lumsden (2011).

[22] BDM (Business Development Manager, Företag X) intervjuad av rapportförfattarna den 3 februari 2016.

5.3.3 Saldokvalitet

Av de 26 % respektive 29 % av artiklarna som hade saldodifferenser vid de två senaste inventeringarna är det ett stort antal av differenserna som endast ligger på en eller ett par artiklar (Företag X 2016). Eftersom det inte finns några toleransgränser uppsatta av företaget är det svårt att veta hur kritiska artiklarna är, men flera av dem är inte så kritiska att en avvikelse orsakar stopp i produktionsflödet. Det räcker dock att några av de avvikande artiklarna är kritiska för att skapa störningar och stopp i flödet. Därför bör företaget sträva mot att minska antalet saldoavvikelser, främst på artiklar som är kritiska för produktionen.

Vid beräkning av saldokvaliteten på 90 % respektive 92 % sattes en toleransgräns, *se appendix G*, eftersom några toleransgränser inte satts upp av företaget själva. Valet av toleransgräns på två enheter vid beräkning av lagersaldo kan ifrågasättas och en procentsats gentemot lagersaldo hade varit att föredra. Dessutom hade en differentierad toleransgräns utefter artiklars kritikalitet gett en mer exakt indikation på saldokvaliteten. Det som dock kan konstateras är att en stor andel av artiklarna avviker mot saldo och det bör också ha en störande effekt på produktionsflödet.

5.3.4 Inventering

Enligt Mattson (2010) är periodisk inventering en olämplig princip om saldokvalitet ska upprätthållas, även om det är en tillräcklig metod i redovisningssyfte. Periodisk inventering är tidskrävande på ett lager av den storlek som företagets samt att det kan innebära avbrott och störningar i produktionssystemet. Dessutom är risken för fel vid inventeringen stor då inventeringspersonalen inte alltid är bekanta med artiklarna och att efter en längre tid av inventering blir denne trött. Periodisk inventering är således en suboptimal inventeringsrutin för att kunna hålla en hög saldokvalitet, minska störningar och bäst stödja produktionen i målet att nå en högre output.

6 Åtgärdsförslag

Utgående från det teoretiska ramverket, nulägesbeskrivningen samt nulägesanalysen har ett antal åtgärdsförslag utformats för företaget. Dessa redogörs för i följande kapitel, vidare diskussion kring samband och prioritering mellan förslagen presenteras i *avsnitt 7 Diskussion av åtgärdsförslag*.

Som Gupta och Starr (2014) nämner är ett systemperspektiv viktigt för att resultatet av en förändring ska få önskad effekt. Genom att se till de ingående delarna i systemet och parallellt beakta övriga processer har följande åtgärdsförslag tagits fram för att vägleda företaget.

6.1 Organisation

Nedan beskrivs de åtgärdsförslag som kan kopplas till organisationen. De utgörs av förbättringar av företagets *informationsflöde* som behandlar *visualisering* och *KPI:er, avstämningsmöten* och *digitala informationsrapporter* samt *förbättringsarbete.*

6.1.1 Informationsflöde

I dagens informationsflöde finns viss problematik, som beskrivs i *avsnitt 5.1.1 Informationsflöde*, vilket påverkar företagets output negativt. Följande åtgärdsförslag har tagits fram för att stödja verksamhetens mål mot en bättre output och anses vara essentiella inför kommande åtgärder och vidareutveckling inom företaget.

6.1.1.1 Visualinsering & KPI:er

För att åtgärda de brister i informationsflödet som nämndes i nulägesanalysen bör företaget införa en gemensam informationskanal i produktionen som enkelt och tydligt kan ta in och sprida information genom verksamheten. En gemensam informationskanal bör lämpligen göras genom ett verktyg som kan öka visualiseringen i produktionen i enlighet med *princip 7* i *Tabell 1: Toyota Way-principer* (Liker 2004). Ett verktyg som kan användas är en whiteboardtavla där processer och nyckeltal knutna till dessa visualiseras (Stray et al 2016). Genom att välja ut ett antal lämpliga KPI:er kan en tydligare bild av nuläget i produktionen skapas (Liker 2004). KPI:erna kan med fördel kopplas till företagets prestationsmål (Slack et al 2013).

Exempel på KPI:er för produktionens kvalitet är antal timmar som lagts på omarbete, antal defekter, hur allvarliga defekterna är samt var de uppkommer. Gällande produktionens tillförlitlighet kan antalet och andelen produkter som når kunden i tid redovisas. När det kommer till hastigheten i produktionsflöden kan takttid, medeltid på utsatta moment samt total genomloppstid användas, grundat i Littles lag (Little 1961). Anledningen till att flexibilitet och kostnad valdes bort som KPI:er är på grund av svårigheterna med att välja relevanta mätvärden vilka tydligt kan härledas utifrån produktionens handlande. Ett sätt att bestämma vilken information som är viktigast, gällande KPI:ernas innehåll, är att fråga vilken information som varje station behöver för att utföra sitt jobb på bästa sätt. På så vis kan en fingervisning ges om vad som är viktigast

(Harris och Harris 2008). Tillsammans med de KPI:er som redovisas på whiteboardtavlan bör det också finnas en yta för att ta upp avvikelser. Genom att dessa kan noteras och åskådliggöras blir den samlade problembilden större, vilket skapar ett underlag för kontinuerligt förbättringsarbete (Liker 2004). Åtgärden är av inkrementell art då de positiva resultat som kommer av förändringarna kommer utvecklas allteftersom organisationen utvecklar det fördjupade arbetet med informationsflöden (Slack et al 2013).

6.1.1.2 Avstämningsmöten

I anslutning till whiteboardtavlan bör de dagliga avstämningsmötena hållas. Enligt Kniberg (2015) behöver avstämningsmöten nödvändigtvis inte ske varje dag, utan det viktigaste är att de sker regelbundet. Om mötena sker på daglig basis är det dock lättare att se till att de blir av. Likt de möten som hålls idag, vilka beskrivs i *avsnitt 4.1.1 Informationsflöde*, bör en representant från varje arbetsstation samt produktionsledaren delta. I övrigt bör mötena utvecklas i en riktning där både återkoppling av tidigare händelser och hur problem kan undvikas får större fokus. Mötena bör låta varje station avhandla kort och koncist vad som har utförts, vad som ska utföras och vilka eventuella avvikelser eller problem som dykt upp samt hur de bör hanteras (Kniberg 2015). Genom möten av sådan karaktär kan problem och information spridas snabbare och mer enhetligt. Tack vare dessa möten skapas förutsättningar för ökat informationsutbyte mellan stationer och en atmosfär som uppmuntrar processförbättringar och ger förutsättningar till en effektivare produktion (Liker 2004). Avstämningsmöten behöver inte begränsas till produktionen, utan kan även med fördel implementeras på andra avdelningar. Ytterligare en positiv effekt som avstämningarna kan bidra med är att minska tid som går åt till diskussioner på produktionslinan genom att koncentrera en del av informationsutbytet till dessa tillfällen. Viss typ av kommunikation mellan montörer och icke-montörer i produktionen kommer fortfarande krävas och är önskvärd för att behålla dagens positiva delar ur organisationsstrukturen, se diskussionen under *5.2.3.7 Diskussion med icke-montör.* Likt den åtgärd som presenteras ovan är denna åtgärd av inkrementell art då resultatet kommer att förbättras allteftersom samtliga inblandade får mer erfarenhet av arbetssättet (Slack et al 2013).

6.1.1.3 Digitala informationsrapporter

För att underlätta informationsflödet är en möjlighet att införskaffa enklare digital teknik som plattform för informationsflödet till och från montörer samt kringliggande funktioner. Systemet skulle kunna finnas på surfplattor eller vara webbaserat. Orsaken till att en förenkling av systemet skulle vara intressant är på grund av den felrapporteringen som idag riskerar ske i det befintliga ERP-systemet. Genom ett digitalt verktyg kan uppdaterade checklistor, tidsrapportering, rutiner, instruktioner, felrapportering samt kommunikation hanteras på ett enkelt sätt. Ett digitalt verktyg skulle kunna hjälpa till med att minska tid som idag läggs på icke värdeadderande arbete, exempelvis förberedelser eller diskussioner, *se avsnitt 5.2.3 Frekvensstudie*. Magnusson och Nilsson (2014) beskriver hur klassiska ERP-system ej används av operatörer och andra anställda inom företag då programmen är för komplexa att använda, *se avsnitt 4.1.1 Informationsflöde*. Istället bör företaget satsa på teknik som är mer konsumentanpassat men som kompletterar ERP-systemet och synkroniserar data via standardiserade API:er. Ett eget enklare system skulle således kunna bidra till en högre effektivitet hos operatörerna och

enligt Magnusson och Nilsson (2014) mer standardiserade processer. Åtgärden kan ses som en blandning av en radikal och en inkrementell förbättring då det initialt kommer bli en stor förändring, sett till dagsläget, i form av ett effektivare informationsflöde samt att resultatet stegvis kommer bli bättre allteftersom personalen blir mer erfaren i användandet av systemet (Slack et al 2013).

6.1.2 Förbättringsarbete

Företaget bör se över hur förbättringsarbetet fungerar idag och införa tydligare rutiner för att fånga upp avvikelser och skapa förutsättningar för att förfina och därefter standardisera dessa processer. Förslagsvis kan företaget se till metodiken i Lean, vilken syftar till att hitta grundorsakerna till problemen och arbeta med kontinuerliga förbättringar, se *princip 14* i *Tabell 1: Toyota Way-principer* (Liker 2004). Ett annat alternativ är TQM, vilken förespråkar att se till helheten gällande förbättringar och kvalitet (Slack et al 2013). Båda föreslagna metodiker grundar sig i kontinuerliga och inkrementella förbättringar, vilket passar väl in med företagets kontinuerliga produkt- och processutveckling. Företaget bör utvärdera båda metodikerna för att hitta en struktur som passar in bäst i verksamheten. När det finns flera potentiella förbättringsområden bör organisationen prioritera kvalitet framför övriga prestationsmålen då det, enligt sandkornsteorin, är en förutsättning för fortsatt förbättringsarbete (Slack et al 2013).

En annan viktig aspekt är att organisationen skapar en motiverande kultur kring avvikelsehantering och förbättringsarbete (Slack et al 2013). Den motiverande kulturen är tätt sammankopplat med steg fyra och fem i *Maslows behovstrappa*. Om det krävs, kan något form av pris eller belöning för lyckat förbättringsarbete införas för att öka motivationen, vilket kan härledas från Vrooms behovsteori (Rubenowitz 2012). Dock kan en särbehandling av förbättringsarbetet leda till att förbättringar behandlas som en aktivitet utöver de ordinarie arbetsuppgifterna, vilket innebär att de tilldelas lägre prioritet. För att se till att ett förbättringsarbete drivs framåt bör en eller flera personer få ansvar för området. Enligt den modell Kotter (1996) beskriver för förändringsarbete krävs stöd och resurser från ledningen för att få önskad effekt, om dessa uteblir finns det en stor risk att förbättringsarbetet sker förgäves. Dock kan arbetet för att förankra förbättringsarbetet i organisationen ta tid och vara resurskrävande (Monden 1983).

6.2 Layout

För att förbättra företagets output kan två alternativ för layoutförändringar användas. Det första alternativet bygger på att disponera om resurser så att fler stationer kan få plats i fabriken. Alternativ två bygger på att mer plats kan användas för att minimera omarbete till följd av skador på produkter och komponenter som uppkommer i produktionen tack vare platsbrist. I dagsläget upplevs produktionsytan som trång och alternativen bygger därför på att åtgärdsförslaget om att flytta lagret till extern plats genomförs, vilket beskrivs i *avsnitt 6.4.4 Flytt av lager*. Båda förslagen på åtgärder är radikala åtgärder då det positiva resultatet av förändringarna infinner sig direkt vid införandet och därefter inte utvecklas (Slack et al 2013).

Alternativ ett bygger på Littles lags principer, vilka beskriver hur genomloppstid förhåller sig till cykeltid samt PIA (Slack et al 2013). Då cykeltiden avgör företagets output skapar en layoutförändring möjligheter till att införa nya stationer. Genom att bryta ner produktionen i fler delar, under förutsättningen att genomloppstid är konstant, skulle outputen av produkter öka, vilket beskrivs vidare under *7.2.2 Åtgärder relaterade till stationsuppdelning*. Problemen som kan uppstå vid uppdelning i fler stationer är att vissa flaskhalsar kan vara svåra att eliminera. Problematiken vid station 3 och 4 kan till exempel vara mer svårlöst vilket kan leda att cykeltiden inte minskas trots åtgärderna, mer information redovisas i *avsnitt 4.2 Produktionsflöde & layout.*

Alternativ två grundar sig i samma åtgärd som nämnt innan, att lagret flyttas till annan plats. I det här fallet skapas lösningar för säkerhetsutrymme kring komponenter och produkter och syftar således till att minimera omarbete som är en av produktionens orsaker till flaskhalsar. Då omarbetet minskar kommer andelen värdeadderande arbete automatiskt öka så länge inga andra störning uppstår. En ökad andel av det värdeadderande arbetet leder i sin tur till högre output och högre produktionshastighet. Den ökade produktionenshastigheten kan komma att ställa ännu högre krav på att tillräcklig plats finns för att transportera och förvara PIA och delkomponenter innan montering. Enligt Isbergsmodellen kan dolda problem bli synliga då de synliga problemen har åtgärdats (Brown et al 2013). Att jobba proaktivt genom att skapa en rymlig produktionsmiljö kan därför hindra att nya problem relaterade till platsbristen uppstår då cykeltiden minskar.

6.3 Produktionsflöde

Produktionsflödet är i behov av att jämna ut stationstiderna för att kunna åstadkomma önskad ökning i output, vilket beskrivs under *avsnitt 5.2.2 Linjebalansering*. Ågärderna som presenteras nedan grundas på att PIA är konstant. För att åstadkomma utjämningen av cykeltiderna krävs det antingen att nuvarande flaskhalsar, station 3, 4 och 8, tillförs mer kapacitet, att moment vid station 3 och 4 outsourcas till en extern aktör, att företaget begränsar de kundspecifika anpassningarna som är möjliga att göra eller att balansera linan. Att station 8 inte är aktuell för outsourcing beror på att den består av kontroller som är svåra för en extern aktör att utföra.

6.3.1 Tillförd kapacitet

Den mest intuitiva lösningen för att öka kapaciteten på de stationer som är flaskhalsar är att tillföra kapacitet. Det finns två alternativ för att tillföra kapacitet till stationerna: det första alternativet grundar sig i att mer arbetskraft eller fler maskiner tillförs till stationerna och det andra alternativet på ett förändrat arbetssätt. Ett förändrat arbetssätt består av både organisatoriska förändringar samt detaljstyrning i arbetsmomenten vilket leder till effektiviseringar i processerna. Detaljstyrningen i arbetsmomenten faller bort i enighet med rapportens avgränsningar.

För att genomföra alternativ ett, att tillföra kapacitet, krävs dock även andra åtgärder såsom att frigöra mer plats i produktionen. Åtgärdsförslag för det beskrivs i *avsnitt 6.4.4 Flytt av lager*. I dagsläget är den här lösningen således inte realistisk. Utöver platsbristen kommer sannolikt en kapacitetstillförsel enbart lösa kapacitetsbristen istället

för grundproblemet med en för låg output, vilket kan ses som ett strukturellt problem inom organisationen (Liker 2004). Åtgärden ses som en radikal förändring då resultatet infinner sig momentant vid införandet (Slack et al 2013) om inlärningseffekter från eventuell ny personal bortses från.

Alternativ två, att förändra arbetssättet och därmed organisationsförändringar, innebär att på något sätt minimera icke värdeskapande arbete. För att minimera icke värdeskapande arbete krävs det att de egentliga orsakerna identifieras, vilket med fördel görs i enlighet med Lean-metodiken (Liker 2004). Problemidentifieringen i produktionen kan underlättas av ett mer utförligt arbete med KPI:er och tydligare informationsflöden, vilket beskrivs under *avsnitt 6.1.1.1 Visualinsering & KPI:er*. Då grundproblemen löses kommer poster såsom omarbete minska vilket leder till förbättring på samtliga stationstider, speciellt för station 8 där omarbete antas ansamlas på grund av tidigare uppkomna fel. Enligt Slack et al (2013) är åtgärden ett exempel på en inkrementell förbättring då resultatet kommer fortsätta utvecklas under en längre tid och stegvis förbättras. Anledningen till den stegvisa förbättringen är att problem kommer upptäckas och lösas allteftersom vilket leder till en stegvis bättre produktionsprocess.

6.3.2 Outsourcing

Denna åtgärd syftar till att förlägga hela eller delar av flaskhalsar på en extern aktör vilken har större möjlighet att slutföra arbetsmomenten inom önskad tidsperiod. Sannolikt kommer en aktör vars huvudsyssla är ytbehandling ha större kapacitet för önskade moment, vilket kommer innebära att cykeltiden för de utsatta momenten minskar och närmar sig en önskad nivå. Genom att förlägga sådana stationer externt kan fluktuationerna i tillverkningstiden minimeras mellan varje produkt och därmed minimera de förluster som finns i produktionssystemet (Slack et al 2013). Företagets småskaliga produktion kan dock innebära problem vid samarbete med en extern aktör. Problematik kan uppstå då den låga volymen på beställningen kan orsaka en nedprioritering jämfört med större ordrar. För att kringgå problematiken kring småskaligheten kan företaget vara tvunget att kompensera den externa aktören ekonomiskt utöver det värde som tjänsten är värderad till.

När väl produktionen kan anses vara flödeseffektiv bör den eftersträva att nå det *perfekta stadiet* för att utöver flödeseffektivitet också uppnå resurseffektivitet, se *Figur 1 Effektivitetsmatrisen*. Att enbart balansera linan kommer inte leda till att företagets målsättning för cykeltid nås, vilket beskrivs i *avsnitt 5.2.2 Linjebalansering*. Balanseringen måste kombineras med ytterligare åtgärder för att resultera i önskvärt resultat.

6.3.3 Minska variationen i producerade enheter

Ett alternativ skulle kunna vara att försöka begränsa kundspecifika anpassningar till vissa moduler eller att inte tillåta ändringar efter produktionsstart. Den här åtgärden skulle dock riskera att påverka vissa av företagets konkurrensfördelar vilket kan leda till minskad tillströmning av kunder.

6.3.4 Balansering av linan

En lösning till den obalanserade linan skulle kunna erhållas genom att omfördela arbetsuppgifterna och således skapa en jämnare fördelning. Detta kan vara svårt om arbetsuppgifterna är låsta till varandra och stationerna kräver en viss typ av sammansättning eller arbetsföljd. Vad som dock skulle kunna tillämpas är att eventuellt förarbete görs på de stationer som är mindre belastande och således underlättar för de med längre stationstid. Teoretiskt sett skulle en ökning upp till linjen i *Figur 16* endast vara positivt för företagets produktionstakt om det minskar omarbetet på de högst belastade stationerna. Sett ur ett annat perspektiv skulle ett noggrannare arbete kunna minimera tiden för omarbete och därmed minska den högsta stationstiden.

6.4 Lager

För att bidra till att lösa de problem som identifierats i nulägesanalysen har ett antal åtgärdsförslag tagits fram gällande nuvarande lagerfunktion.

6.4.1 Cyklisk inventering

Då låg saldokvalitet är ett återkommande problem föreslås en ändring av inventeringsmetod från periodisk inventering till en standardiserad cyklisk inventering. Denna åtgärd kan höja saldokvaliteten, minska resursanvändning och bättre anpassas till produktionens behov. Samtidigt fungerar åtgärden även ur ett redovisningsperspektiv (Matsson 2010). Åtgärden kan dessutom minska störningar i form av mindre behov av impulsinventeringar och en jämnare arbetsbelastning med kortare planerade inventeringar. Det är även lättare att anpassa dessa inventeringar efter artiklars kritikalitet. (Tompkins & Smith 1998). En förändrad inventeringsrutin kan således reducera produktionsstörningar relaterade till materialbrister och bidra till en ökad output. Den jämnare arbetsbelastningen stämmer också väl ihop med *princip 4* i *Tabell 1: Toyota Way-principer* (Liker 2004).

Risker med införandet av cykliska inventeringar är att resurser tas från värdeadderande arbetsuppgifter utan att tillräcklig värdefullt arbete genereras i form av inventering, vilket riskerar att försämra materialförsörjning under tidpunkterna för inventering. På lång sikt anses dock att inventeringsarbetet skapar en mer tillförlitlig lagerfunktion som kan bidra till produktionen på ett optimalt sätt.

6.4.2 Streckkoder

Genom att införa streckkoder vid varje lagerläge och som knyts till artikeln på platsen, skapas bättre förutsättningar för en hög saldokvalitet. Användning av en scanner vid inlägg och plock av material kan minska både antal felplock och andel artiklar som läggs på fel plats. Scannern bör då också vara uppkopplad mot lagerhanteringssystemet för snabb avläsning och saldouppdatering (Groover 2008).

Ett införande av streckkoder på lagerlägen skulle också skapa förutsättningar för att använda flytande lagerlägen på ett effektivt sätt eftersom lagerlägen då snabbt och effektivt kan uppdateras. Eftersom vissa artiklar kräver specialhantering är det svårt att

göra alla lagerlägen flytande, men om alla andra artiklar ges flytande lagerlägen skulle fyllnadsgraden kunna höjas enligt Lumsden (2011) och frigöra mer plats.

Vid införandet av nya system kommer utbildning sannolikt att krävas. Risk finns att ett nytt system med nya processer är så avancerat att det sker på bekostnad av användarvänligheten vilket kan leda till fel i utförande (Magnusson och Nilsson 2014).

6.4.3 Förändrad plockrutin

Genom den ökade saldokvaliteten, som en cyklisk inventeringsrutin skapar, kan även den i dagsläget tre veckors långa bufferttiden för plock lättare reduceras. En minskning av bufferttiden skulle medföra att de problem som nu döljs i lagersystemet kommer upp till ytan och lättare kan åtgärdas på lång sikt istället för att bara lösas momentant, i enlighet med Isbergsmodellen (Brown et al 2013). Denna åtgärd är även något som också skulle stödjas av ett effektivare förbättringsarbete, *se avsnitt 6.1.2 Förbättringsarbete*.

Då plockrutiner förändras och bufferttiden elimineras finns en risk för att materialförsörjningen blir lidande. Främst är denna risk påtaglig under omställningsfasen om inte alla relaterade processer hunnit ställa om till de nya förhållandena. Därför är det viktigt att involvera funktioner såsom produktion och inköp innan och under förändringsfasen.

6.4.4 Flytt av lager

I enlighet med det förslag som beskrivs under *6.2 Layout* där en lagerflytt sker för att skapa mer utrymme för produktion, kommer majoriteten av lagerartiklarna, förutom bulkprodukter, att förflyttas från produktionslokalen. Den princip som tillämpas vid plockning är inte bunden till att lagret är närliggande och med bättre saldokvalitet och plockrutiner anses risken för materialbrist försumbar. Utöver den frigjorda ytan elimineras även problemet med att montörer går in i lagret och således måste plockningen ske av lagerpersonal. Följden blir att uttag kommer kunna registreras på ett säkrare sätt då lagerpersonalen använder rapporteringssystemet mer frekvent. En direkt följd av det här blir också att den tid som idag går åt för montörer att hämta material utanför stationen, *se avsnitt 4.2.3 Frekvensstudie*, kan elimineras och andelen värdeadderande arbete ökar.

En flytt av lagret innebär dock ett ökat transportbehov. Transporterna bör ske med uppsatta tider för dagliga transporter, förslagsvis två eller tre transporter per dag. De ökade transporterna kommer att medföra kostnader, men lagret är en av få funktioner som kan omlokaliseras utan att produktionsflödet påverkas negativt, förutsatt att det sker på rätt sätt. De ökade kostnaderna till följd av materialhanteringen får därför ställas i proportion till den frigjorda produktionsyta som stödjer målet med en ökad output beskrivet i *avsnitt 6.2 Layout*.

7 Diskussion av åtgärdsförslag

Följande avsnitt syftar till att diskutera sambanden mellan olika åtgärdsförslag, hur förslagen ska prioriteras inbördes samt i vilken ordning åtgärderna bör genomföras för att uppnå största möjliga kapacitetsökning. Åtgärdsförslagen har tagits fram då det finns en risk att om inga förändringar sker kommer produktionen inte behålla konkurrenskraft ur ett långsiktigt perspektiv. Utan konkurrenskraft på lång sikt kommer företaget få svårigheter att nå en ekonomisk hållbarhet i sin verksamheten.

De flesta av de åtgärdsförslag som har presenterats är av mindre karaktär sett till resurs- och tidsbehov och kan klassificeras som inkrementella förbättringar som beskrivs i *avsnitt 2.4.1 Kvalitetsförbättring*. Övriga förbättringar klassas som radikala, däribland flytten av lagret, se *avsnitt 6.4.4 Flytt av lager,* vilken är mer omfattande och innebär större förändringar, vilket beskrivs i *avsnitt 2.4.1 Kvalitetsförbättring.*

7.1 Samband mellan olika åtgärdsförslag

Likt beskrivet i *avsnitt 2.1.2 Systemperspektiv* är det viktigt att se till helheter och inte enbart enskilda händelser, således följer här en del som diskuterar sambanden mellan olika åtgärder. Ordningsföljden av delkapitlen återspeglar åtgärdernas kronologiska ordning.

7.1.1 Informationsflöde

Området som anses ge störst förbättring och bidrag till syftet om att öka produktionens output med enklast medel är produktionens informationsflöde vilket är en förutsättning för att företaget ska kunna växa ytterligare. Ett förändringsarbete rekommenderas att påbörjas så snart som möjligt för att på så sätt skapa goda förutsättningar, dels för ett mer omfattande kvalitets- och förbättringsarbete och dels som en bra grund i företaget för att kunna lyckas med övriga åtgärder. De förändringar som berör informationsflödet bestämmer i hög grad förutsättningarna för den framtida produktionsverksamheten. Denna förändring syftar i grund och botten till att ändra verksamhetens filosofi till att arbeta mer med proaktiv problemlösning och förbättringsarbete från dagens mer reaktiva handlingssätt.

Ett första steg är att placera informationstavlor i produktionen som visuellt visar lämpliga KPI:er samt relevant information som ständigt samlas in och uppdateras. Informationen som presenteras bör samlas in från processer som berör produktionen såsom olika produktionsprocesser, lagerfunktionen, planering samt problem som uppstått. KPI:erna, som noga väljs ut av ledningen, ska fungera som måttstock och visa i vilken riktning produktionens utveckling går. En mer omfattande insamling av information kring produktionens processer, i kombination med KPI:erna, kan i dagsläget och i senare skede vara mycket värdefull som beslutsunderlag för ledningen.

Kontinuerliga avstämningsmöten med all produktionsrelaterad personal ska hållas där informationstavlornas innehåll är utgångspunkt för diskussion kring nuläget, problem som uppstått och förbättringsförslag. En mötesansvarig ska ha i uppdrag att följa upp

avstämningsmötena med utredningar om förändringsarbete om det är motiverat. Då förbättringspotential inom något område upptäcks ska en förändringsprocess påbörjas om det kan gynna någon dimension av produktionen och vara ekonomiskt försvarbart. Återkoppling till alla berörda parter ska ske via avstämningsmötena med jämna mellanrum för att fortsatt involvera all personal i det ständiga förbättringsarbetet som krävs då nya problem upptäcks på grund av isbergsmodellen, se *avsnitt 2.1.3*.

7.1.2 Produktionsflöde

Då de första åtgärderna kring produktionens informationsflöde satts i verket och börjat ge resultat är det möjligt att påbörja nästa förändringsfas, vilken inleds med en punktinsats på produktionsflödet. Genom att åstadkomma en ny balansering av produktionslinan ska en jämnare cykeltid på stationerna uppnås, se *avsnitt6.3 Produktionsflöde.* Den åttonde stationen, som också har potential att agera flaskhals då station tre och fyra har förbättrats, har problem med mycket omarbete. Om de primära åtgärderna lyckats vad gäller proaktiv problemlösning och ett informationsflöde skapats som tillåter brett engagemang i kvalitetsförbättringsarbetet finns möjlighet att minska det omarbetet som misstänks ansamlas på den åttonde stationen, *se avsnitt 5.2.2 Linjebalansering*.

En jämnare stationstid leder till mindre tids- och resursspill i produktionen och målet är att även cykeltiden ska sänkas med hjälp av denna åtgärd, vilket påverkar produktionens output positivt. Under förändring av produktionsflödet är det viktigt att informationsflödet är välfungerande och all personal är engagerad i en ständig förbättring samt att resurser finns för att följa upp alla diskussioner, detta för att beakta isbergsmodellen (Brown et al 2013).

7.1.3 Lager

Då produktionens cykeltid jämnats ut har förutsättningarna för att genomföra framgångsrika åtgärder riktade mot lagret skapats. Åtgärderna som berör lagerfunktionen syftar till att förändra arbetssättet inom lagret och på så sätt uppnå högre medvetenhet om lagerinnehållet för att kunna ge optimal materialförsörjning till produktionen. Första åtgärden är att införa cyklisk inventering för att höja saldokvaliteten och manuellt kunna försäkra sig om att lagersaldot stämmer. Andra åtgärden är att införa ett streckkodsystem för alla artiklar så att arbetsprocesserna i högre grad kan digitaliseras. Under förändringsfasen verkar de cykliska inventeringarna som en extra säkerhet då ett nytt system kan innebära en inlärningsfas för de inblandade och att det till en början kan uppstå fel i de nya arbetsprocesserna. På längre sikt är målet att med hjälp av bättre kontroll över lagerinnehållet kunna minska tidsbufferten som i nuläget finns i samband med plockning inför montering.

7.1.4 Layout

För att komma till bukt med den stora andelen omarbete som till viss del kan härledas från skador på produkter i arbete och komponenter som uppkommer i produktionen ska, i ett fjärde åtgärdssteg, layouten förändras för att ge mer utrymme åt produktionen. Då materialförsörjningen blivit mer tillförlitlig är det möjligt att frigöra lagerytan och förflytta majoriteten av lagerartiklarna till det existerande externa lagret cirka 10 km från

produktionslokalerna. Åtgärden innebär den största förändringen och förutom en stor investering följer också en stor risk, varför den också bör prioriteras att utföras efter de andra åtgärderna. Anledning till prioriteringen av denna åtgärd är att produktionen måste ha uppnått en högre nivå vad gäller framför allt tillförlitligheten hos materialförsörjning och effektivare informationsflöde. Vidare kan externaliseringen av utvalda produktionsmoment frigöra ytterligare yta i produktionslokalerna.

7.2 Åtgärdsförslagens påverkan på output

Nedan följer resultat av de åtgärder som resulterar i mätbara förändringar. Samtliga uträkningar återfinns i *Appendix E*.

7.2.1 Åtgärder relaterade till informationsflödet och förbättringsarbetet

I enlighet med de uppskattningar som gjorts under *avsnitt 5.2.3.1 Värdeadderande arbete* är det rimligt att andelen värdeadderande arbete skulle kunna öka med tio procentenheter, vilket skulle innebära en 15 % kortare genomloppstid än i dagsläget. Förutsatt att PIA är konstant kommer den förkortade genomloppstiden att innebära en ökning i output från 13 produkter per år till cirka 15 produkter per år. PIA antas vara konstant då arbetet inte omfördelas på ett större antal stationer.

7.2.2 Åtgärder relaterade till stationsuppdelning

Vid en förflyttning av lagret, vilket beskrivs i *avsnitt 6.4.4 Flytt av lager*, kommer det vara möjligt att dela upp arbetet på ett större antal stationer vilket skulle innebära att PIA ökar samt att cykeltiden skulle minska, förutsatt att genomloppstiden skulle vara konstant. Om stationerna i produktionsflödet skulle ökas från åtta till elva skulle det innebära att outputen skulle öka från 13 produkter per år till cirka 18 produkter per år vilket är en ökning om cirka 38 %. Genomloppstiden antas vara konstant då enbart PIA och cykeltiden förändras till följd av att arbetet fördelas på ett större antal stationer samt att arbetet utförs på ett annat vis.

7.2.3 Åtgärder relaterade till informationsflödet, förbättringsarbetet och stationsuppdelning kombinerat

Om de tidigare nämnda åtgärderna kombineras, det vill säga att genomloppstiden skulle minska med 15 % samt att arbetet skulle fördelas på elva stationer, skulle det innebära att outputen skulle öka från 13 produkter per år till cirka 19 produkter per år vilket motsvaras av en ökning om cirka 46 %.

7.2.4 Åtgärder relaterade till linjebalansering

Skulle en cykeltid på 143 timmar, det vill säga 3,575 veckor vilket beskrivs i *avsnitt 5.2.2 Linjebalansering*, uppnås genom att balansera stationerna skulle det innebära att genomloppstiden minskar till cirka 29 veckor, förutsatt att PIA är konstant. Minskningen av genomloppstiden skulle innebära att outputen ökar till cirka 14 produkter per år vilket motsvarar cirka 8 %. PIA antas vara konstant då arbetet inte fördelas på ett annat antal stationer, utan enbart på de stationer som är i bruk idag.

En perfekt balanserad lina utan omarbete skulle ha en cykeltid på 123 timmar, det vill säga 3,075 veckor vilket beskrivs i *avsnitt 5.2.2 Linjebalansering*. Denna balansering skulle i sin tur leda till en minskning av genomloppstiden till cirka 25 veckor, förutsatt att PIA är konstant. Outputen skulle således öka till cirka 16,00 produkter per år. Dessvärre är det inte realistiskt att allt omarbete elimineras. Ökningen skulle procentuellt motsvara cirka 23 %.

7.2.5 Åtgärder relaterade till linjebalansering

I Tabell 6 redovisas åtgärder vilka inte kombineras. Orsaken till att de inte kombineras är att de enligt Littles lag (Little 1961) inte går att kombinera matematisk på grund av antaganden som görs under respektive avsnitt och kan därmed inte beräknas.

Tabell 6 Åtgärdskombinationer vilka inte går att kombinera matematisk på grund av antaganden som görs under respektive avsnitt och därmed inte beräknas.

Åtgärd	Kombineras inte med
7.2.1	7.2.4
7.2.2	7.2.4
7.2.3	7.2.4
7.2.4	7.2.1, 7.2.2, 7.2.3

7.3 Åtgärdsförslagens påverkan på hållbar utveckling

I följande avsnitt diskuteras åtgärdsförslagen utifrån de utvalda hållbarhetsaspekterna, social och ekonomisk. Diskussionen förs för att få en förståelse för hur de åtgärdsförslag som har tagits fram påverkar produktionen och företaget ur ett brett och långsiktigt perspektiv.

7.3.1 Social hållbarhet

De åtgärder som föreslås kommer skapa både indirekt och direkt påverkan på den sociala hållbarheten inom företaget. Genom ett förbättrat informationsflöde och införandet av KPI:er som nämns i *avsnitt 6.1 Organisation* kommer flertalet aspekter att förbättras. Förbättringarna leder till ökad förståelse för hela produktionen och kan ligga till grund för ett kvalitets- och utvecklingsarbete som engagerar de anställda. Resultatet är att

personalen känner sig mer involverad i hela arbetet och därmed känner att deras arbetsuppgifter har betydelse för produktionen. Uppgiftens betydelse är en av parametrarna i Vrooms behovsteori, *se ekvation 3, avsnitt 2.3.6 Psykosocial arbetsmiljö,* som används för att beskriva motivation. Då all personal involveras i kvalitets- och utvecklingsarbetet skapas större variation i arbetet vilket enligt Rubenowitz (2012) leder till ökad trivsel och förbättrad psykosocial arbetsmiljö.

Den i dagsläget obalanserade linan är ett potentiellt problem för företaget som begränsar de anställda i sina arbetsmoment och även lockar till övertid. Avsaknaden av egenkontroll och att möjligheten att påverka så att arbetsmomenten blir klara i tid benämns av Rubenowitz (2012) som faktorer som påverkar motivationsnivån. En bättre balanserad lina skulle leda till jämnare arbetsbelastning och minska behovet av övertidstimmar, vilket enligt Rubenowitz (2012) borde förbättra arbetsmiljön och ge positiva effekter som till exempel minskad sjukfrånvaro.

De förändringar som föreslås under *avsnitt 6.4 Lager,* såsom den cykliska inventeringen, kommer jämna ut arbetsbelastningen för lagerpersonal och dessutom skapa en större säkerhet för montören att de artiklar de söker finns i lager. Aspekterna kopplas till att såväl monterings- samt lagerpersonal får ökad kontroll över sina ansvarsområden vilket benämns som en positiv faktor för den psykosociala arbetsmiljön av Rubenowitz (2012).

Flera av de åtgärdsförslag som presenterats bidrar till att tillgodose de högre stegen i Maslows behovstrappa*, se avsnitt 2.3.6 Psykosocial arbetsmiljö,* vilket är bra för att skapa en motiverande och utvecklande kultur på företaget (Rubenowitz 2012). Det är dock viktigt att ha i åtanke att de mer grundläggande behoven fortsatt ska tillgodoses och inte bli bortprioriterade i förändringsarbetet.

7.3.2 Ekonomisk hållbarhet

Åtgärderna som föreslås ämnar att ge en positiv inverkan på den ekonomiska hållbarheten. De angivna förändringsförslagen bidrar till att eliminera produktionsstörande moment och öka outputen i produktionen. Med en effektivare och tydligare informationskanal minskas osäkerheten och fel i produktionen.

Införandet av KPI:er syftar till att förenkla arbetet med ständiga förbättringar genom att tydliggöra avvikelser från normalläget. Liker (2004) menar att användandet av KPI:er är avgörande för att ett förbättringsarbete ska fungera. Förbättringsarbete är avgörande för att ekonomisk hållbarhet över tid ska kunna upprätthållas, vilket Mulder (2006) skriver är en förutsättning för att övriga hållbarhetsdimensioner den sociala hållbarheten ska kunna upprätthållas över tid.

Flera av de åtgärdsförslag som tagits fram är anpassade för att produktionen ska bli effektivare ur ett långsiktigt perspektiv i enlighet med *princip 1* i *Tabell 1: Toyota Way-principer*. För att klara av att ta steget till en större produktion med högre effektivitet krävs att rätt förutsättningar ges. Genom ett standardiserat informationsflöde och förbättringsarbete kan de skapa en ekonomisk hållbar verksamhet.

7.3.3 Samspel mellan hållbarhetsaspekter

Mellan de två analyserade aspekterna finns ett samspel. Den förbättrade arbetsmiljön, berört inom den sociala hållbarheten, kommer i förlängning att generera en bättre presterande personalstyrka som därmed bidrar till den ekonomiska hållbarheten. Likt åtgärdsförslaget att införa en cyklisk inventering, som är en positiv aspekt till den psykosociala arbetsmiljön, bidrar även det till den ekonomiska hållbarheten genom en förbättrad lagerfunktion tack vare kostnadsrationaliseringar. En arbetsplats med en socialt hållbar arbetsmiljö ökar möjligheten till att attrahera personal med hög kompetens vilka kan bidra till företagets fortlevnad.

8 Slutsatser

För att bättre möta efterfrågan och lösa företagets problem med en för låg output har en kartläggning av produktionens processer och en identifikation av processernas störningar genomförts. Dessutom har förslag till standardisering av informationsflöden och rutiner tagits fram.

Den teori som använts har legat till grund för undersökningen så väl som för analys och åtgärder. Litteraturen som använts har generellt haft ett brett perspektiv vilket gett fördelen att modellerna kunnat implementeras på företaget som studien utförts på. Risken med litteraturvalet har dock varit att specifika och möjligen mer relevanta modeller för företaget fallit bort. Med det här sagt skulle också ett olikformat teoretiskt ramverk kunna generera ett helt annat resultat utifrån frågeställningarna och syftet.

Metoden har följt en tydlig struktur som bidragit till fullföljandet av syftet där en avgränsning gjorts både gällande omfattning av studien och gällande insamlad data.

8.1 Återkoppling till frågeställningar

För att stödja rapportens syfte har frågeställningarna nedan besvarats på följande vis:

1: Vilka områden med förbättringspotential inom företaget kan identifieras som har en betydande påverkan på outputen?

De identifierade områdena som har störst förbättringspotential gällande företagets output är organisation, layout, produktionsflöde och lager.

2: Vilka störningar och orsaker till dessa finns inom de identifierade områdena från frågeställning 1?

De störningar som identifierats inom de ovannämnda områdena är relaterade till platsbrist, omarbete, kundspecifika krav samt icke standardiserade arbetsrutiner, arbetsmoment och informationsflöden.

3: Hur kan informationsflöden, rutiner och förutsättningar förändras för att öka företagets output?

Genom att införa mer visuell information ihop med relevanta KPI:er kan en grund för ett strömlinjeformat förbättringsarbete skapas. Dessa faktorer kommer tillsammans att bidra till ett förbättrat informationsflöde. En balansering av linan i kombination med minskat omarbete samt förändring av lagerrutinerna ger företaget en god möjlighet att öka sin output. Åtgärder innefattar också layoutförändringar som kan genomföras vid flytt av lager. Frigörelsen av ytan som det skulle medföra kan då användas till direkt värdeskapande aktiviteter och en ökad output.

8.2 Implikationer

Den kartläggning som rapporten bidrar med kan ligga till grund för förbättringsarbete för företagets produktionen. De åtgärdsförslag som redovisas är framtagna för att bidra till företagets mål med en ökad output, samtidigt som det här sker på ett långsiktigt hållbart sätt. För att önskade effekter ska kunna uppnås krävs dock att förändringarna prioriteras och förankras inom organisationen.

Den direkta ökningen av output som åtgärdsförslagen kan bidra till är upp emot 6 enheter, vilket är en ökning med cirka 46 %. Ökningen är inte tillräcklig för att nå företagets mål med en fördubblad output, men ett tydligt steg på vägen. Vissa av åtgärdsförslagen såsom förbättrat informationsflöde förväntas få positiva sidoeffekter som i sin tur också kan bidra till en ökad output. Sidoeffekterna kan i dagsläget inte kvantifierats, men tillsammans bör de framtagna förslagen ge företaget förutsättningar för att nå sitt mål på längre sikt.

Referenser

Almström, P. (2012). *Arbetsmätning.* Göteborg: Operations Management, Teknikens ekonomi och organisation, Chalmers Tekniska Högskola.

Almström, P. (2013). *Performance and utilization factors for manual and semi-automated work.* Göteborg: Operations Management, Teknikens ekonomi och organisation, Chalmers Tekniska Högskola.

Autry, C.W., Griffiths, S.E., Goldsby, T.J. & Bobbitt, M.L. (2005). Warehouse Management Systems: Resource commitment, capabilities and organizational performance. *Journal of Business Logistics*, 26(2), ss.165-183.

Brown, S., Bessant, J., Lamming, R. (2013). *Strategic Operations Management*. 3. uppl., Oxon: Routledge

Brundtland G. et al. (1987). *Our Common Future: Report of the 1987 World Commission on Environment and Development*. Oxford: Oxford University Press.

Eriksson, L.T. & Wiedersheim-Paul, F. (2014). *Att utreda, forska och rapportera*. 10. uppl., Stockholm: Liber AB.

Företag X (2016). *Data från affärssystem* [internt material]. Sverige: Företag X.

Giannantonio, C.M. & Hurley-Hanson, A.E. (2011). Frederick Winslow Taylor: Reflections on the Relevance of the Principles of Scientific Management 100 Years Later. *Journal of Business and Management,* 17(1), ss. 7.

Gordon, M.J. (2002). *Six Sigma quality for business & manufacture.* 1. uppl., Amsterdam; Boston: Elsevier.

Greasley, A. (2013). *Operations Management*. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.

Groover, M. (2008). *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing*. 3. uppl. New Jersey: Pearson Education Inc.

Gupta, S. & Starr, M. (2014). *Production and Operations Management Systems*. Boca Raton: CRC Press - Taylor & Francis Group

Harris, C. & Harris, R. (2008). *Lean Connections: Making Information Flow Efficiently and Effectively*. Chicago: Productivity Press.

Jarbelius, K-Å., Edwardson, S., Schultz C-I., Åberg, H. (1968). *Materialhantering i förråd.* Stockholm: Sveriges mekanförbund.

Johnson, D.J. (2003) A Framework for Reducing Manufacturing Throughput Time. *Journal of Manufacturing Systems*, 22(4), ss. 283-298.

Jonsson, P., Mattson, S-A. (2011). *Logistik: Läran om effektiva materialflöden.* 2. uppl. Lund: Studentlitteratur AB.

Kniberg H. (2015). *Scrum and XP from the Trenches.* 2. uppl. Toronto: C4Media Inc.

Kohn, A. (1993). *Why incentive plans cannot work*. Vol. 71. Boulder: Harvard Business Review.

Kotter, J. (1996). *Leading Change.* Brighton: Harvard Business School Press.

Ledtid, 2013. *Svenska Akademins ordlista (SAOL)*. http://www.svenskaakademien.se/svenska-spraket/svenska-akademiens-ordlista-saol/saol-13-pa-natet/sok-i-ordlistan (Hämtad 2016-05-18).

Liker, J.K. (2004). *The Toyota Way – 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York: McGraw-Hill.

Little, J.D.C. (1961). A Proof for the Queuing Formula: L= λ W. *Operations Research,* 9(3), ss. 383-387.

Little, J.D.C. (2011). Little's Law as Viewed on Its 50th Anniversary. *Operations Research,* 59(3), ss. 536.

Lumsden, K. (2011). *Logistikens grunder*. 2. uppl. Lund: Studentlitteratur AB.

Magnusson, J. & Nilsson, A. (2014). *Enterprise System Platforms.* Lund: Studentlitteratur AB.

Chincholkar, M. & Herrmann, J.W. (2008). Estimating manufacturing cycle time and throughput in flow shops with process drift and inspection. *International Journal of Production Research*, 46(24), ss.7057-7072, DOI: 10.1080/00207540701513893.

Mattson, S-A. (2010). *Handbok i materialstyrning: Mätning av saldokvalitet*. uppl. 2., http://lagerstyrningsakademin.se/Hbok%20A/a11_matning_av_saldokvalitet.pdf, [hämtad 2016-03-16].

Medbo, P. (1998). Significance of input data quality for materials flow analysis, Licentiate thesis, Report 36, *Department of Transportation and Logistics*, Göteborg: Chalmers University of Technology.

Modig, N. & Åhlström, P. (2013). *This is Lean*. Ericsson edition. Stockholm: Rheologica Publishing.

Monden, Y. (1983). *The Toyota Production System*, Cambridge: Productivity Press.

Mulder, K. (2006). *Sustainable Development for Engineers*. Sheffield: Greenleaf Publishing Limited.

Plossl, G.W. (1988). Throughput Time Control, *International Journal of Production Research*, 26(3), ss. 493-499.

Rubenowitz, S. (2004). *Organisationspsykologi och ledarskap*. uppl. 2:9. Lund: Studentlitteratur.

Rumsey, S. (2008). *How to find information - A guide for researchers*. 2. uppl. New York: Open University Press.

Slack, N., Brandon-Jones, A., Johnston, R. (2013). *Operations Management*. 7. uppl. Harlow: Pearson Education Limited.

Stray, V., Sjøberg, D., Dybå, T. (2016). *The daily stand-up meeting: A grounded theory study, Journal of Systems and Software*. 114(C). Amsterdam; New York: Elsevier.

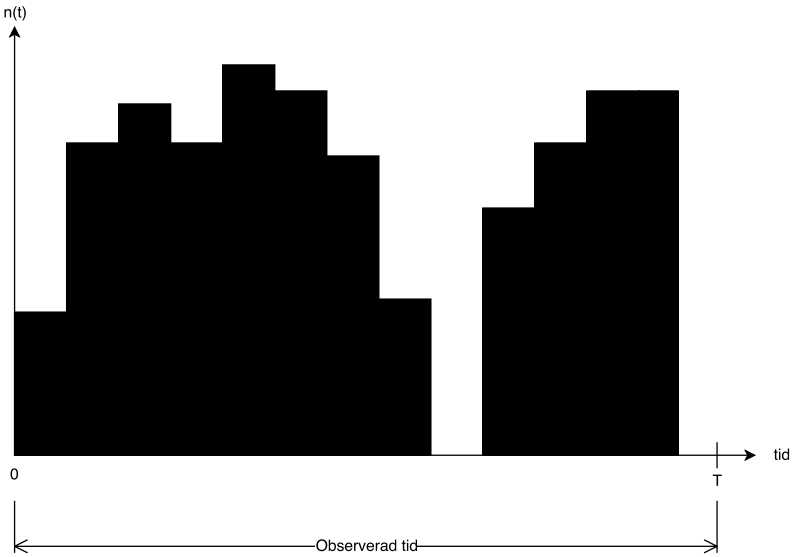
Taylor, F.W. (1911). *The principles of scientific management.* New York: Harper & Brother.

Tompkins, J.A. & Smith, J.D. (1998). *The Warehouse Management Handbook*. 2. uppl. Raleigh: Tompkins press.

Williamson, K. (2002). *Research methods for students, academics and professionals - Information management and systems.* 2. uppl. Wagga Wagga: Centre for informations studies.

Appendix A – Littles lag

Nedan följer beviset för Littles lag (Little 1961): $L = \lambda W$. Tänk ett system bestående av en kö under tidsintervallet $[0, T]$. Där plottas en graf över antalet enheter i systemet under tidsintervallet erhålls en graf med tid på X-axeln och antal enheter på Y-axeln likt *Figur 18*.



Figur 1: llustration av antalet enheter i ett system under ett givet tidsintervall (Little 1961)

Låt nu

$n(t) = \ antal\ enheter\ i\ systemet\ vid\ tid\ t$

$\lambda = ankomstfrekvens$

$N = antal\ enheter\ som\ ankommer\ under\ [0, T]$

$L = genomsnittligt\ antal\ förvändade\ enheter\ i\ systemet\ \infty$

$W = genomsnittlig\ kötid\ för\ en\ en$ enhet under [0,T] (tidsenheter)

$$A = \int_0^T n(t)\, dt = arean\ under\ n(t)\ under\ [0, T]\ (tidsenheter)$$

Sats 1: För ett köande system som observeras under $[0, T]$ som är tomt vid tiden 0 och T och har $0 < T < \infty$, blir ekvationen $L = \lambda W$.

Bevis.

$L = A/T$

$\lambda = N/T$

$W = A/N$

där $\quad L = \frac{A}{T} = \left(\frac{A}{T}\right)\left(\frac{N}{N}\right) = \left(\frac{N}{T}\right)\left(\frac{A}{N}\right) = \lambda W$

Appendix B – Intervjumallar

Intervjufrågor till Business Development Manager på Företag X (2015-10-05)

Leverantörer/Marknadsföring

Hur många leverantörer har ni totalt?

Hur är leverantörerna distribuerade geografiskt/storleksmässigt (omsättning etc.)?

Hur stora delar (hur djupt) av leverantörskedjan kartlägger ni?

Kategoriserar ni leverantörer på något sätt?

Hur väl är Företag X integrerade med leverantörerna? Väljer ni leverantörer för att kunna ingå ett nära samarbete eller handlar det mest om att pressa priser?

Hur definierar/rangordnar ni era prestationsmått? Hur mäts prestationsmåtten? Vad är viktigast för er/era kunder?

- *Price*
- *Flexiblity*
- *Quality*
- *Speed*
- *Dependability*

Hur hanteras avvägningen mellan leverantörernas vilja att leverera stora partier med företagets små behov? Inkuransproblem?

Operations

Vilka operationer är mest kritiska i produktionen? Vilka är era flaskhalsar? Hur mycket säger statistiskt urval om era processer då de är små flöden?

Har ni sett över vilka operationer ni kan "outsourca"? Finns det ett intresse av att flytta ut verksamheten till en extern aktör?

Hur lång ledtid har produktionen? Hur mycket skiljer sig ledtiden för olika produkter?

Vilken typ av spill anser ni är det mest kritiska i produktionen?

Hur mycket spill är det i produktionen? Hur arbetar ni för att minimera spillet?

Hur väl är förbättringsarbetet integrerat med den dagliga verksamheten? Vilka delar av verksamheten är delaktiga?

Hur väl är kunden/övriga intressenter integrerad i produktionen?

Logistik

Kategoriserar ni era komponenter efter deras kritikalitet/kostnad/servicegrad...? (ABC-kategorisering?)

Vilken är kundorderpunkterna för intressanta/viktiga komponenter (A-produkterna?)?

Övrigt

Hur stor del av företagets inkomster genereras från olika delar av företaget? Vilka operations skapar störst inkomster?

Hur viktigt är "det extra", som fås vid köp från er, för kunden? Ordervinnare? Orderkvalificerare?

Är era kunder friställda från den utvecklingen branschen i övrigt går mot? Hållbarhet, livcykelperspektiv osv.

"Time-to-market" för en genomsnittlig produkt? Resultat för konkurrenter?

Intervjufrågor till Business Development Manager på Företag X (2016-02-03)

Kartläggning av flödet och produktionen

Vilka arbetsstationer finns?

- *Antal stationer, namn/moment*
- *Bemanning på varje station. Flytande ansvarsområde eller fasta positioner? - Layout i fabrik och lager*
- *Arbetstider och raster*
- *Finns det någon beskrivning av arbetsmetod eller går montörerna på erfarenhet?*

Har du någon exakt siffra på hur många komponenter som ingår i varje produkt, hur mycket varierar detta mellan olika entiteter. Hur många av komponenterna är exakt samma i de olika produkterna och hur många varierar?

När det uppkommer variationer, hur hanteras dessa? Hur håller man koll på det, klarar montörerna av att montera variationerna eller kan det uppstå problem här?

Lager och materialhantering

Hur skapas orders internt i produktionen? (Kanban)

Vilken typ av lager har ni?

Finns det specifik lagerpersonal?

Hur transporteras materialet från lagret till arbetsstationerna?

Övriga frågor

Vad är den teoretiska kapaciteten i linan? Har ni provat att köra den farten?

Telefonintervjufrågor till Business Development Manager på Företag X (2016-04-19)

Lager

Vilka artikelplatser och zoner finns i lagret och hur de fungerar?

Hur ofta genomförs en inventering?

Hur ser inventeringsrutinerna ut? Hur? Av hur många? Av vilka? Hur ofta?

Vilka rutiner och principer gäller i lagret? FIFO, LIFO eller ingen särskild?

Hur går plockningen till? Sekventiell-, zon-, sam- eller artikelplockning?

Produktion

Kan utomstående ytbehandlingen appliceras på den befintliga produktionen?

Begränsar miljötillstånd station 3 och 4?

Vilken output strävar företaget efter?

Hur är balanseringen på linan gjord?

Övrigt

Använder företaget några KPI:er i dagsläget? I sådana fall vilka?

Vad innehåller informationstavlan i dag?

Hur fungerar informationsmöten för de olika grupperna i dagsläget?

- *Hur ofta hålls informationsmötena?*
- *Vad diskuteras under informationsmötena?*

Hur hanteras fel och avvikelser som dyker upp? Registreras det någonstans? Följs de upp?

Hur jobbar ni med förbättringsarbete i dagsläget?

Telefonintervjufrågor till Business Development Manager på Företag X (2016-04-26)

Hur ser rutinerna ut vid rapportering av plocket?

Hur knyts användaren till rapporteringen?

Hur mycket kassering på grund av inkurans då produkter har blivit inaktuella? Det vill säga inte kassering som beror av defekter.

Plockrutiner? Hur ofta? Vid vilken tidpunkt i förhållande till montering? Av vem?

Hur fungerar inleveranserna till företaget? Genomförs kvalitets- och volymkontroller? Om så görs hur?

Hur ofta förekommer defekta produkter i produktion? Hur ofta upptäcks de vid montering, kvalitetskontroll eller annat tillfälle? Relatera till artikelvärde!

Hur ser företaget på de 5 prestationsmålen?

- *Kvalitet*
- *Hastighet*
- *Kostnad*
- *Flexibilitet*
- *Pålitlighet*

Appendix C – Frekvensstudie resultat

Tabell 1:

Beskrivning av aktiviteter i frekvensstudie		Registrerade aktiviteter 1883st	
Aktivitet	**Beskrivning av aktivitet**	**Antal**	**%**
Värdeadderande arbete	Värdeadderande arbete vid operatörens station. Exempelvis montering, elarbete eller ytbehandling av material.	1017st	54,01%
Materialhämtning vid station	Hämtning av material som redan plockats och förvaras vid stationen.	71st	3,77%
Instruktionsläsning	Inläsning av arbetsinstruktionerna som finns i pärmar vid varje station.	16st	0,85%
Datorsystem	Arbetsrelaterad användning av datorer som finns i anknytning till stationerna.	23st	1,22%
Personlig tid	Tid avsatt för exempelvis rast, vila eller personlig hygien.	154st	8,18%
Väntan i produktion	Icke sysselsatt tid till följd av synkroniserade arbetsmoment.	8st	0,42%
Hämtning av material utanför station	Hämtning av material från lagerlokalen eller annan förvaringsplats som ej är i direkt anknytning till arbetsstation.	89st	4,73%
Hämtning av verktyg utanför station	Hämtning av verktyg vid förvaringsplats som ej är i direkt anknytning till arbetsstation.	4st	0,21%
Nedmontering	Komponenter av material monteras ner från konstruktionen.	5st	0,27%
Organisering	Aktiviteter likt städning och sortering av material eller verktyg.	23st	1,22%
Kontroll	Kvalitetssäkring och kontroll av genomförda arbetsmoment.	13st	0,69%
Diskussion med montör	Verbal kommunikation montörer emellan.	223st	11,84%
Diskussion med icke-montör	Verbal kommunikation mellan montör och person som inte är montör, exempelvis konstruktörer eller produktionsledare.	115st	6,11%
Hjälp annan station	Montör utför arbete vid annan station än montörens hemmahörande station.	47st	2,50%

Hittar inte objekt	*Observatör kan ej lokalisera objektet i fråga vid utsatt tid för observation. Då det varit möjligt att ta reda på aktivitet i efterhand har detta gjorts.*	*75st*	*3,98%*

Tabell 2:

Beskrivning av sammanslagna aktiviteter i frekvensstudie			**Registrerade aktiviteter efter sammanslagnin, 1808st. Utan kategori "Hittar inte objekt"**	
Aktivitet	**Beskrivning av aktivitet**	**Bestående av**	**Antal**	**%**
Värde-adderande vid station	Värdeadderande arbete vid operatörens station samt nedmontering, då det i flera fall ses som en nödvändig del av monteringen vid inpassning och likande. Exempelvis montering, elarbete eller ytbehandling.	Värdeadderande arbete Nedmontering	1022st	56,53%
Materiel-hämtning vid station	Hämtning av material som redan plockats och förvaras vid station samt verktyg som finns vid station.	Materielhämtning vid station	71st	3,93%
Förberedande arbete	Inläsning av arbetsinstruktionerna som finns i pärmar vid varje station, arbetsrelaterad användning av datorer som finns i anknytning till stationerna samt organisering av materiel och städning.	Instruktions-inläsning Datorsystem Organisering	62st	3,43%
Personlig tid	Tid för exempelvis rast, vila eller personlig hygien.	Personlig tid Väntan i produktion	162st	8,96%
Hämtning av materiell utanför station	Hämtning av materiel, såsom material eller verktyg, från lagerlokalen eller annan förvaringsplats som ej är i direkt anknytning till arbetsstation.	Hämtning av material utanför station Hämtning av verktyg utanför station	93st	5,14%
Övrigt	Kvalitetssäkring och kontroll av genomförda arbetsmoment samt arbete vid annan station.	Kontroll Hjälpa annan station	60st	3,32%

Diskussion med montör	Verbal kommunikation montörer emellan.	Diskussion med montör	223st	12,33%
Diskussion med icke-montör	Verbal kommunikation mellan montör och person som inte är montör, exempelvis konstruktörer eller produktionsledare.	Diskussion med icke montör	115st	6,36%
Hittar inte objekt	Observatör kan ej lokalisera objektet i fråga vid utsatt tid för observation. Då det varit möjligt att ta reda på aktivitet i efterhand har detta gjorts.	(Hittar inte objekt)	Borttagen (75st)	Ingår ej

Appendix D – Potentiell förbättring av värdeadderande tid

$$Genomloppstid = \frac{9}{a}[mån]$$

$$Värdeadderande\ arbete: v_0 = 56{,}53\ \%$$

$$Skalfaktor\ för\ genomloppstiden: a$$

$$Skalfaktor\ för\ ursprungsvärdet\ på\ genomloppstiden: a_0 = 1$$

$$Ökning\ i\ procentenheter: f$$

$$Minskning\ av\ genomloppstid: d$$

Fall 1:

$$f_1 = 0\ procentenheter$$

$$a_1 = a_0 * \left(1 + \frac{f_1}{v_0}\right) = 1 * (1 + \frac{0}{56{,}53}) = 1$$

$$Genomloppstid_1 = \frac{9}{a_1} = \frac{9}{1} = 9\ mån$$

$$d_1 = \frac{Genomloppstid_1 - Genomloppstid_1}{Genomloppstid_1} = 0\%$$

Fall 2:

$$f_2 = 10\ procentenheter$$

$$a_2 = a_0 * \left(1 + \frac{f_2}{v_0}\right) = 1 * (1 + \frac{10}{56{,}53}) \approx 1{,}18$$

$$Genomloppstid_2 = \frac{9}{a_2} \approx \frac{9}{1{,}18} \approx 7{,}65\ mån$$

$$d_2 = \frac{Genomloppstid_1 - Genomloppstid_2}{Genomloppstid_1} \approx 15{,}0\%$$

Fall 3:

$$f_3 = 25\ procentenheter$$

$$a_3 = a_0 * \left(1 + \frac{f_3}{v_0}\right) = 1 * (1 + \frac{25}{56{,}53}) \approx 1{,}44$$

$$Genomloppstid_3 = \frac{9}{a_3} \approx \frac{9}{1{,}44} \approx 6{,}24\ mån$$

$$d_3 = \frac{Genomloppstid_1 - Genomloppstid_3}{Genomloppstid_1} \approx 30{,}7\%$$

Appendix E – Uträkning av åtgärdsförslagens resultat

$$Littles\ lag: Genomloppstid = PIA * T_c$$

$$Output\ per\ \text{år} = \frac{\text{År}\ [veckor]}{T_c}$$

$$Output\ per\ \text{år} = \left(1 + \frac{Genomloppstid_0 - Genomloppstid_i}{Genomloppstid_0}\right) * Output_0$$
$$= \left(1 + \frac{Genomloppstid_0 - Genomloppstid_i}{Genomloppstid_0}\right) * 13$$

$$Genomloppstid_0 = 32\ veckor$$

$$PIA_0 = 8$$

$$T_{c,0} = 4\ veckor$$

Åtgärd 7.2.1:

$$Genomloppstid_1 \approx 30{,}566\ veckor$$

$$Output\ per\ \text{år}_1 = \left(1 + \frac{Genomloppstid_0 - Genomloppstid_1}{Genomloppstid_0}\right) * Output_0$$
$$\approx \left(1 + \frac{32 - 30{,}566}{32}\right) * 13 \approx 14{,}96\ st$$

Åtgärd 7.2.2:

$$Genomloppstid_2 = Genomloppstid_0 = 32\ veckor$$

$$PIA_2 = 11\ st$$

$$T_{c,2} \approx \frac{Genomloppstid_2}{PIA} \approx \frac{32}{11} \approx 2{,}91\ veckor$$

$$Output\ per\ \text{år}_2 = \frac{\text{År}\ [veckor]}{T_c} \approx \frac{52}{2{,}91} \approx 17{,}9\ st$$

Åtgärd 7.2.3:

$$Genomloppstid_3 = 30{,}566\ veckor$$

$$PIA_3 = 11\ st$$

$$T_{c,3} \approx \frac{Genomloppstid_3}{PIA_3} \approx \frac{30{,}566}{11} \approx 2{,}78\ veckor$$

$$Output\ per\ \text{år}_3 = \frac{\text{År}\ [veckor]}{T_c} \approx \frac{52}{2{,}78} \approx 18{,}71\ st$$

Åtgärd 7.2.4:

Alternativ 1:

$$Genomloppstid_{4,1} = 28{,}6\ veckor$$

$$Output\ per\ år_{4,1} = \left(1 + \frac{Genomloppstid_0 - Genomloppstid_{4,1}}{Genomloppstid_0}\right) * Output_0$$
$$= \left(1 + \frac{32 - 28{,}6}{32}\right) * 13 \approx 14{,}38\ st$$

Alternativ 2:

$$Genomloppstid_{4,2} = 24{,}6\ veckor$$

$$Output\ per\ år_{4,2} = \left(1 + \frac{Genomloppstid_0 - Genomloppstid_{4,2}}{Genomloppstid_0}\right) * Output_0$$
$$= \left(1 + \frac{32 - 24{,}6}{32}\right) * 13 \approx 16{,}00\ st$$

Appendix F – Frekvensstudiens statistiska signifikans

Nedan är två beräkningar kopplade till frekvensstudiens upplägg. Beräkning a) visar den beräkning som utfördes för att bestämma minsta antal observationer som skulle utföras för att nå ett statistiskt signifikant resultat. Beräkning b) visar den beräkning som utfördes efter frekvensstudien för att räkna ut medelfelet och säkerställa att en statistisk signifikans har nåtts. Den beräkningen låg också till grund för den sammanslagning av aktiviteter som gjorts.

a)

$$n = \frac{z^2 s(1-s)}{f_1^2}$$

z - standardavvikelser	1,96
s - minsta aktivitet	0,034292
f_1 - acceptabel felgräns	0,01

$$n = \frac{1{,}96^2 0{,}34292(1-0{,}034292)}{0{,}01^2} \approx 1825\ observationer$$

Antal observationer som måste genomföras för att nå statistisk signifikans är 1825 observationer.

b)

$$f_2 = \pm\sqrt{\frac{s(1-s)}{n}}$$

s - minsta aktivitet	0,034292
f_2 – medelfel	
n - antal observationer	1808

$$f_2 = \pm\sqrt{\frac{0{,}034292(1-0{,}034292)}{1808}} \approx \pm 0{,}839\ \%$$

Medelfelet är 0,839 % för resultatet från frekvensstudien.

Appendix G – Beräkning av saldokvalitet

Nedan följer en beskrivning av hur saldokvaliteten har beräknats. Utifrån den inventeringsdata som erhölls från företaget gjordes först en kontroll av vilka artiklar som hade saldoavvikelser. För att beräkna saldokvalitet bör en toleransnivå användas enligt Matsson (2010) för att ta hänsyn till olika värdering av artiklar och för att tillåta en rimlig felgräns. Då företaget ej hade uppsatta toleransnivåer i dagsläget sattes därför en nivå på 2 stycken enheter som grund, med undantag för vissa artiklar där det var uppenbart att en högre eller lägre nivå var mer lämpligt. Därefter erhölls en saldokvalitet genom att se hur stor del av de artiklar som inte avvek mer än den uppsatta toleransnivån utav det totala antalet artiklar.