

CHALMERS



Framtagning av förändringsförslag för en ekonomiskt hållbar produktion hos SKF Actuators

Developing proposals for change aimed at an economically sustainable production at SKF Actuators

Kandidatarbete i Industriell ekonomi

Anders Johansson

Max Olofsson

Tobias Roos

Linus Schönbeck

Emma Uhde Jönsson

Julia Ärnekvist

Institutionen för Teknikens Ekonomi och Organisation

Avdelningen för Supply and Operations Management

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2016

Kandidatarbete TEKX04-16-12

Sammandrag

Den här rapporten avser en studie som gjorts på företaget SKF Actuation Systems GOT, i rapporten benämnd SKF Actuators, som är en del av SKF-koncernen. Företaget tillverkar ställdon i sin fabrik i Göteborg där det upplevs att produktionen ej bedrivs på ett ekonomiskt hållbart vis. Det huvudsakliga problemet kopplas samman till tre problemområden; variation, produktionstekniska förluster och materialförsörjning. Samtidigt står företaget inför utmaningen att frigöra resurser internt för att kunna tillgodose en förväntad ökad produktionsvolym. Syftet med studien är att presentera förändringsförslag för hur problemområdena kan hanteras och på så sätt leda till en mer ekonomiskt hållbar produktion genom att resurser frigörs.

För att syftet med studien skulle kunna uppfyllas utformades ett teoretiskt ramverk för att bemöta problemen. Syntesen av ramverket och litteraturstudien tog formen av en analysmodell. Analysmodellen fick sin utgångspunkt i fyra studieområden som ansågs relevanta att beröra med tanke på problembilden. Inom varje studieområde studerades därefter flera litteraturområden med teori och principer som sedan applicerades på företagets situation. Data till respektive litteraturområde samlades in genom olika metoder och var både av primär och sekundär status. De datainsamlingsmetoder som använts mest flitigt är direkt observation, ostrukturerade intervjuer, data från affärssystemet samt data från tidsstudie.

Vid en tidig förstudie insamlades och analyserades empiriskt material för att identifiera orsaker till den problembild som delgavs från företaget. Variationen i tillverkningsprocesserna härleds orsaka kvalitetsproblem, försvårat upplärningsarbete samt att arbetsutförandet inte kan styras enhetligt. De produktionstekniska förlusterna innebär att en stor del av tillverkningstiden utgörs av icke värdeadderande tid och aktiviteter och kopplas starkt till att produktionen inte bedrivs ekonomiskt hållbart. Företagets materialförsörjning är det sista problemområdet som behandlas i studien. Materialförsörjningssystemet bedöms vara ineffektivt och bidra till de produktionstekniska förlusterna i stor utsträckning. Brist på verktyg och material är ytterligare problem som identifierats inom problemområdet för materialförsörjningen. För att komma tillrätta med problemen och uppfylla studiens syfte föreslås ett antal förändringsförslag inom respektive studieområde. Bland annat förslås SKF Actuators anamma enstyckstillverkning, byta layout till produktionslina, konsolidera materialförsörjningen samt fokusera på kvalitet och flexibilitet i produktionen.

Resultaten och förändringsförslagen som presenteras i rapporten har potential att resultera i en ekonomiskt hållbar produktion. Förändringarna som föreslås inom respektive studieområde kommer enligt datainsamlingen möjliggöra att resurser frigörs och ställs till förfogande för den framtida ökningen av produktionsvolymen. Konkurrenskraften med avseende på prestationsmått kvalitet och flexibilitet förväntas stärkas vid implementering av förändringsförslagen. Det datainsamlingsarbete som utförts i tidsstudien och efterlämnas till företaget förväntas också komma verksamheten till gagn för framtida förbättringsarbete.

Abstract

This report concerns a study that has been conducted at SKF Actuation Systems GOT, henceforth named SKF Actuators, which is a part of the SKF Group. The company produces actuators in its factory in Gothenburg, where it is believed that the production is not conducted in an economically sustainable way. The main problem can be derived from three areas; variability, production losses and material planning. Meanwhile, the company is facing the challenge of making internal resources available to be able to handle the expected increase in production volume. The aim of the study is to present suggestions as to how the problem areas can be managed and changed to generate a more economically sustainable production and to make internal resources available.

To fulfill the aim of the study a theoretical framework was constructed deal with the problems. The synthesis of the framework and the literature study formed the analysis model. The analysis model had its roots in four main areas of study that were considered relevant. Multiple theories and principles within these areas was studied and later applied to the situation of the company. The data of each area was obtained through different methods and consisted of both primary and secondary information. The methods that were most commonly used were direct observation, unstructured interviews and data gathering from the enterprise system as well as from a time study.

Through a pre-study in the early phase of the project empirical material was collected and analyzed to identify causes to the problems described by the company. The variation within the manufacturing processes has been shown to cause problems with quality as well as made the learning process longer and more complex and prevented the tasks to be managed uniformly. The production losses establish that a considerable part of the total production time is made up of non-value adding time and activities, and is closely related to the fact that the productions is not currently conducted in an economically sustainable way. The issue with material planning is the final problem area of the study. The material planning system has shown to be inefficient and contributed to the production technical losses to a great extent. The lack of tools and material is a further problem identified within the area. In order to adjust the problems and fulfill the aim of the study, numerous changes has been proposed within each area of study. Some of these include implementing one-piece flow, switch layout to a line, and consolidate the material supply as well focusing on quality and flexibility within the production.

The results and proposed changes presented in the report has the potential to lay the groundwork for an economically sustainable production. The proposed changes within each area of study will, according to the data gathering, make internal resources available for the expected increase in production volume. By implementing the proposed changes, the competitiveness with regard to quality and flexibility is expected to increase. The data which has been collected is also expected to be beneficial to the company for future adjustments and improvement.

Förord

Den här kandidatuppsatsen skrevs under våren 2016 på Institutionen för Teknikens ekonomi och organisation på avdelningen Supply and Operations Management på Chalmers Tekniska Högskola. Rapporten behandlar företaget SKF Actuators och handledes av Per Medbo, tekniklektor på avdelningen Supply and Operations Management.

Vi vill tacka samtliga anställda på SKF Actuators som varit delaktiga i projektet; produktionsansvarig Admir Mujkanovic som alltid assisterade i den hjälp som efterfrågades samt alla montörer som visade hur tillverkningsprocessen gick till. Vi vill också tacka Rickard Norlén från Solme AB för den assistans och vägledning han gett vid inläring och användning av programvaran AviX.

Ett stort tack riktas dessutom till Per Medbo som i tid och otid, med tålamod och insiktsfullhet, bidragit med assistans, stöd och vägledning. Per har under projektets gång varit engagerad och bidragit med både erfarenhet och kunskap som har varit till stor nytta för studien.

Vi vill också tacka grupp TEKX04-16-09 som under våren bidragit med åsikter och förslag vid hållna opponeringstillfällen.

Anders Johansson
Max Olofsson
Tobias Roos
Linus Schönbeck
Emma Uhde Jönsson
Julia Ärnekvist

Göteborg, 2016-05-19

1.1	Om SKF Actuators	1
1.2	Förstudie av produktionen i dagsläget	1
1.3	Syfte	3
1.4	Problembeskrivning och frågeställning.....	3
1.4.1	Variation i tillverkningsprocesserna	4
1.4.2	Materialförsörjning	4
1.4.3	Produktionstekniska förluster	4
1.5	Studiens omfattning och avgränsningar	5
2.1	Frågor och problem	7
2.2	Planering och informationssökning.....	8
2.3	Teoretiskt ramverk	8
2.3.1	Källkritik	9
2.4	Datainsamling.....	10
2.4.1	Om AviX.....	10
	Tidsstudiens arbetsgång.....	11
2.4.2	Insamling av primärdata	12
	Tidsstudie.....	12
	Direkt observation.....	13
	Intervjuer.....	13
	Workshop.....	13
2.4.3	Insamling av sekundärdata.....	14
	Affärssystem	14
	Monteringsinstruktioner.....	14
	Planritning.....	14
2.4.4	Insamling av empirisk data	14
	Stationstid	15
	Fabrikslayout.....	16
	Nuvarande produktionsflöde.....	16
	Operationer för varje produktvariant	16
	Produktionsplanering	16
	Materialplanering.....	16
	Materialhantering.....	16
	Urval av varianter att filma	16
	Inrapporterade tillverkningstider.....	17
	Brutna löften	17
	Returorder	17
2.5	Analys och reflektion	17
2.5.1	Nulägesanalys	17
2.5.2	Kvalitativ analys	17

2.5.3	Kvantitativ analys	18
	Balansering av produktionsflödet	18
3.1	Teoretiskt ramverk	21
3.2	Produktionens prestationsmått	22
3.2.1	Kvalitet.....	23
3.2.2	Hastighet	24
3.2.3	Tillförlitlighet.....	24
3.2.4	Kostnad	24
3.2.5	Flexibilitet	24
3.2.6	Resurseffektivitet	25
3.2.7	Flödeseffektivitet	25
3.3	Påverkan på prestationsmått.....	26
3.3.1	Variation	26
	Processvariation	26
	Produktvariation.....	26
3.3.2	Standardisering	27
	Standardisering av processerna	27
	Standardisering av produkterna	27
3.3.3	Produktionstekniska förluster	27
	Balanseringsförluster	27
	Hanteringsförluster	28
	Systemförluster	28
3.4	Produktionens fysiska utformning	28
3.4.1	Produkt-processmatrisen.....	28
3.4.2	Produktionsprocess	29
	Projekt.....	30
	Enstycksproduktion.....	30
	Partiproduktion	30
	Massproduktion.....	30
	Processproduktion.....	30
3.4.3	Partistorlek	30
	Enstyckstillverkning	31
	Partitillverkning	31
3.4.4	Produktionslayout	32
	Byggplats-layout.....	32
	Funktionell layout	33
	Cellayout.....	33
	Produktionslina	35
3.5	Materialplanering	38

3.5.1	Materialstyrning.....	38
	Tryckande styrning	38
	Dragande styrning.....	39
	För- och nackdelar med tryckande och dragande system	39
3.5.2	Materialstyrningssystem	39
	Beställningspunktsystem.....	40
	Täcktdsplanering.....	40
	Kanban	40
	Conwip.....	41
	Materialbehovsplanering.....	42
3.5.3	Materialförsörjning	42
3.5.4	Materialhantering	42
3.6	Syntes - Analysmodell av litterär teori.....	43
3.7	Hållbar utveckling	43
	Ekonomisk hållbarhet	44
4.1	Produktionens prestationsmått	45
4.1.1	Nulägesbeskrivning av kvalitet.....	45
4.1.2	Nulägesanalys av kvalitet	46
4.1.3	Nulägesbeskrivning av hastighet	46
4.1.4	Nulägesanalys av hastighet	47
4.1.5	Nulägesbeskrivning av tillförlitlighet	47
4.1.6	Nulägesanalys av tillförlitlighet	47
4.1.7	Nulägesbeskrivning av kostnad	48
4.1.8	Nulägesanalys av kostnad	48
4.1.9	Nulägesbeskrivning av flexibilitet	49
4.1.10	Nulägesanalys av flexibilitet.....	49
4.1.11	Nulägesbeskrivning av resurs- och flödeseffektivitet.....	50
4.1.12	Nulägesanalys av resurs- och flödeseffektivitet	50
4.2	Påverkan på prestationsmått.....	50
4.2.1	Nulägesbeskrivning av processvariation.....	50
4.2.2	Nulägesanalys av processvariation	51
4.2.3	Nulägesbeskrivning av produktionstekniska förluster	51
4.2.4	Nulägesanalys av produktionstekniska förluster	52
4.3	Produktionens fysiska utformning	53
4.3.1	Nulägesbeskrivning av produkternas standardiseringsgrad.....	53
4.3.2	Nulägesanalys över produkternas standardiseringsgrad	53
4.3.3	Nulägesbeskrivning av produkternas produktionsvolym.....	53
4.3.4	Nulägesanalys över produkternas produktionsvolym	53
4.3.5	Nulägesbeskrivning av produktionsprocess och partistorlek.....	54

4.3.6	Nulägesanalys av produktionsprocess och partistorlek	54
4.3.7	Nulägesbeskrivning av produktionslayout.....	54
4.3.8	Nulägesanalys av produktionslayout	55
4.3.9	Nulägesbeskrivning av produktionsflöde	56
4.3.10	Nulägesanalys av produktionsflödet	58
4.4	Materialplanering	59
4.4.1	Nulägesbeskrivning av materialstyrning och materialstyrningssystem	59
4.4.2	Nulägesanalys av materialstyrning och materialstyrningssystem.....	59
4.4.3	Nulägesbeskrivning av materialförsörjning.....	59
4.4.4	Nulägesanalys av materialförsörjning.....	60
4.4.5	Nulägesbeskrivning av materialhantering.....	60
4.4.6	Nulägesanalys av materialhantering	60
4.5	Sammanfattning av nulägesanalys	60
5.1	Produktionens prestationsmått	63
5.2	Påverkan på prestationsmått.....	64
5.3	Produktionens fysiska utformning	64
5.4	Materialplanering	69
5.5	Sammanfattning förändringsförslag.....	70
6.1	Metoddiskussion.....	73
6.1.1	Frågor och problem.....	73
6.1.2	Teoretiskt ramverk.....	73
6.1.3	Datainsamling	73
	Tidsstudie.....	73
	Val av programvara och verktyg.....	74
6.1.4	Analys och reflektion.....	74
6.1.5	Balanseringsresultatet från AviX.....	75
6.1.6	Avgränsningarnas påverkan på slutresultatet.....	75
6.2	Resultatdiskussion.....	76
7.1	Fortsatta studier	79
9.1	Appendix I: AviX och tidsstudier	87
9.1.1	Arbetsmätning.....	87
	Tidsstudier.....	87
	Elementartidssystemet MTM.....	87
	AviX.....	87
9.2	Appendix II: Beräkningar.....	89
9.2.1	Beräkning av cykeltid	89
9.3	Appendix III: Produktmixen för de två senaste åren.....	90

1 Inledning

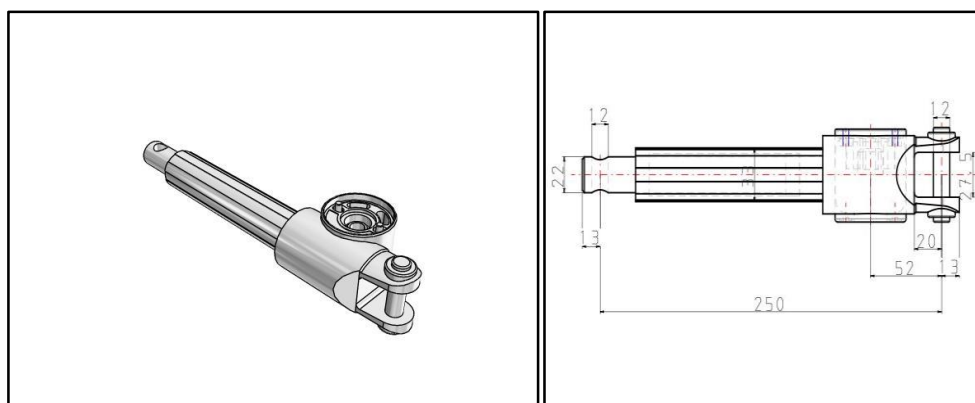
Den här rapporten redogör för en studie som gjorts inom företaget SKF Actuators produktion. Följande kapitel ger inledningsvis en introduktion till företaget och verksamheten som bedrivs. Därefter behandlas en beskrivning av studiens syfte, problembild, frågeställningar och slutligen studiens omfattning respektive avgränsningar.

1.1 Om SKF Actuators

I följande delkapitel ges en introduktion till företaget SKF Actuators som studien baseras på. Introduktionen innefattar en kort beskrivning av företaget och den verksamhet som bedrivs.

SKF (ursprungligen Svenska Kullagerfabriken) är ett av Göteborgsregionens mest betydelsefulla industriföretag och har sedan 1907 varit en globalt ledande leverantör av lager och tätningar (SKF, 2016a). SKF Actuators är en av många affärsenheter inom SKF-koncernen och har tidigare varit ett dotterbolag, men slogs 2011 ihop med övriga SKF. Enheten har fabriker och bedriver verksamhet på flera platser runt om i världen inklusive Göteborg, där det här projektet utförts¹.

SKF Actuators verksamhet består av ställdonstillverkning. Ställdon är mekatroniska alternativ till pneumatiskt och hydrauliskt genererad rörelse i linjär riktning (se *figur 1.1*). I vardagliga livet återfinns företagets produkter i bland annat höj- och sänkbara skrivbord, sjukhussängar och brandbilar (SKF, 2016b). Ett nytt tillämpningsområde för SKF Actuators ställdon är hyttaket på lastbilar där syftet är att reglera en vinge för att minimera luftmotståndets påverkan. Tillämpningsområdet har genererat stor orderkvantitet och säkrat vissa framtida behov av SKF Actuators produkter².



Figur 1.1: 3D- och 2D-skiss av ett ställdon (SKF, 2016c).

1.2 Förstudie av produktionen i dagsläget

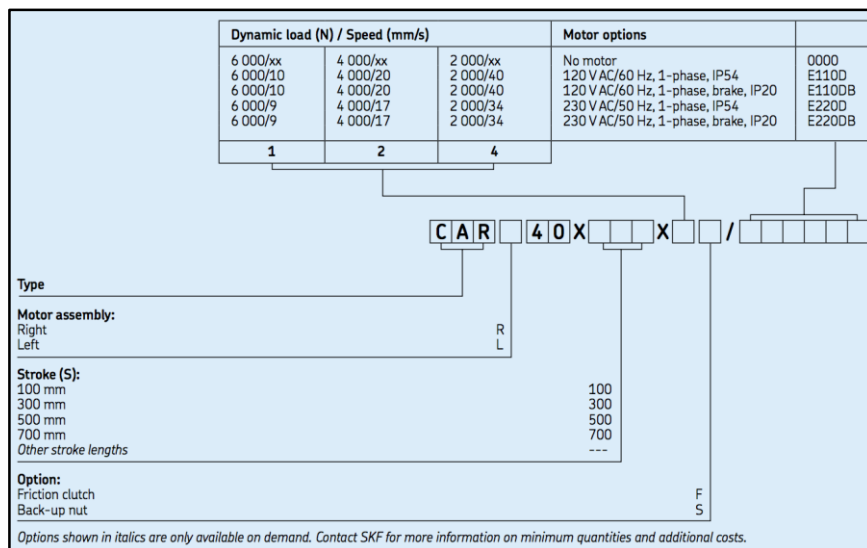
I följande delkapitel presenteras hur företagets produktion ser ut i dagsläget. Presentationen sker i form av en yttlig beskrivning av produkterna och hur monteringsstationerna är utformade.

Produktionen består nästan uteslutande av monteringsarbete där inköpta och egentillverkade komponenter slutmonteras och levereras till kund. Endast en liten del av sysselsättningen består av nödvändigt bearbetningsarbete såsom svetsning eller förberedande tvätt av material.

¹ Produktionsansvarig SKF Actuators, Admir Mujkanovic, ostrukturerad intervju 2016-01-21

² Produktionsansvarig SKF Actuators, Admir Mujkanovic, ostrukturerad intervju 2016-01-21

SKF Actuators produktsortiment består av både det egenbenämnda ”standardsortimentet”, som står för majoriteten av tillverkningsvolymen, samt ett flertal specialvarianter. Produktvarianter avser ställdon från olika produktfamiljer och ställdon ur samma produktfamilj med viss modifikation. Modifikationen innebär att basen av de ingående komponenterna är samma men där till exempel en annan längd eller motortyp används. I *figur 1.2* återfinns en produktnyckel där eventuella valmöjligheter visas och påvisar varför variationen av produkterna existerar. Produktionen är helt kundorderstyrd, det vill säga inga produkter monteras före tillverkningsorder erhållits ³.



Figur 1.2: Produktnyckel för ett CAR40-don (SKF, 2011).

I dagsläget har SKF Actuators sju produktionsgrupper innehållande monteringsstationer där produkterna monteras manuellt av operatörer. Varje grupp består i dagsläget av cirka åtta stationer där olika typer av monteringsarbete utförs genom att montören följer produkten som förflyttas från station till station. Produktionsgrupperna är alltså inte drivna och montören befinner sig därmed inte vid en och samma station under hela monteringsprocessen.

En kundorder kan bestå av flertalet ställdon där flera av dem kan vara av samma typ. En kundorder delas upp i arbetsorder där varje arbetsorder motsvarar en orderrad. I regel tillverkar operatörerna en orderrad i taget. Montörerna står i dagsläget själva för plock av det material som ska användas vid montering av varje orderrad.

Ur finansiellt perspektiv måste SKF Actuators vända ett i dagsläget negativt rörelseresultatet till vinst för att kunna behålla sin verksamhet i Göteborg. Sedan sammanslagningen med övriga SKF har resultatet försämrats för SKF Actuators. Produktionsansvarig härleder dels detta till det faktum att SKF Actuators inte längre har egna dedikerade säljare som är speciellt inriktade på att sälja ställdon men även till produktionsproblem som företaget dras med⁴. Från centralt håll på SKF har alltså skalfördelar inom säljorganisationen försökt erhållas.

Orderinflödet uppges dock inte vara det primära problemet då företaget redan säkrat värdefulla framtida order som förväntas öka produktionsvolymen utanför standardsortimentet. För att

³ Produktionsansvarig SKF Actuators, Admir Mujkanovic, ostrukturerad intervju 2016-01-21

⁴ Produktionsansvarig SKF Actuators, Admir Mujkanovic, ostrukturerad intervju 2016-01-21

åstadkomma vändningen belyser produktionsansvarige vikten av att öka produktiviteten i produktionen⁵. Ökad produktivitet avser i detta projekt att färre av dagens befintliga resurser ska kunna tillgodose den befintliga efterfrågan och frigöra resurser för att hantera den framtida produktionsökningen av det nya produktsortimentet. På grund av företagets ekonomiska situation är utrymmet för större nyinvesteringar i utrustning mycket begränsad och nyanställningar är inaktuellt.

Inom en överskådlig framtid kommer SKF Actuators flytta till nya lokaler. Företaget har själva påbörjat flyttarbetet genom att krympa sin produktionsyta. Produktionens kapacitet förblev oförändrad av det förberedande flyttarbetet vilket innebär att företaget nu driver sin verksamhet i större och dyrare lokaler än de behöver. Genom det här har produktionen uppnått en ökad produktivitet då den klarar att producera lika mycket fast på mindre arbetsyta. För att ytterligare reducera produktionsytan krävs dock en större omstrukturering av layouten. För att genomföra den här omstruktureringen är produktionsansvariges önskan att reducera antalet produktionsflöden, helst till endast ett, där samtliga produktvarianter från standardsortimentet ska tillverkas⁶.

1.3 Syfte

Syftet med studien är att presentera förslag för hur SKF Actuators kan uppnå en ekonomiskt hållbar produktion av ställdon ur standardsortimentet så att resurser kan frigöras för att tillmötesgå den framtida ökade efterfrågan.

1.4 Problembeskrivning och frågeställning

I följande delkapitel ges en beskrivning över de problem som angetts och identifierats. Varje problembeskrivning resulterar i en frågeställning som besvaras senare i rapporten. I slutet av delkapitlet sammanfattas kopplingen mellan projektets syfte, problemsituationer och frågeställningar i figur 1.3.

I takt med den ökade globaliseringen tvingas allt fler företag konkurrera mot inte enbart lokala företag utan mot företag från hela världen. Detta ställer ökade krav på väldesignade produktionssystem med hög produktivitet och effektivitet (Bellgran & Säfsten, 2010).

SKF Actuators påtalade i projektinitieringen att de misstänkte flera problem i produktionen vilka alla tillsammans troddes bidragit till de bristfälliga resultat som företaget levererat under de senaste åren⁷. Det huvudsakliga problemet förklarades vara att produktionen har för låg produktivitet. I SKF Actuators fall innebär låg produktivitet att resurser i form av personal, maskiner och yta inte används på bästa sätt, det vill säga att det i dagsläget krävs mer resurser än nödvändigt för att uppnå dagens tillverkningsvolym.

För att undersöka den givna problembilden genomfördes en förstudie i tidigt skede av projektet. Vid förstudien identifierades via direkt observation av verksamheten en rad områden som uppfattades relevanta att utvärdera huruvida de faktiskt bidrog till den lägre produktiviteten eller inte. Den direkta observationen kompletterades därefter med ett flertal ostrukturerade intervjuer med produktionsansvarig för att diskutera problembilden och dagssituationen.

⁵ Produktionsansvarig SKF Actuators, Admir Mujkanovic, ostrukturerad intervju 2016-01-21

⁶ Produktionsansvarig SKF Actuators, Admir Mujkanovic, ostrukturerad intervju 2016-03-17

⁷ Produktionsansvarig SKF Actuators, Admir Mujkanovic, ostrukturerad intervju 2016-01-21

Under den ostrukturerade intervjun fastslogs de problemområden som studien skulle inriktas på. I problembeskrivningen nedan följer en kort beskrivning och analys av resultatet från förstudien. De tre huvudområdena för produktionsproblemen som behandlas är: variation, materialförsörjning och produktionstekniska förluster.

1.4.1 Variation i tillverkningsprocesserna

SKF Actuators har problem med att det finns en hög grad av variation i tillverkningsprocesserna. I en ostrukturerad intervju med produktionsansvarig framkom det att montörerna sällan följer de monteringsinstruktioner som finns vid montering av ställdonen vilket har resulterat i "lika många monteringsätt som det finns montörer"⁸. Produktionsansvarig menar att det tillverkningstider som anges i MOVEX, det affärssystem som SKF Actuators i dagsläget använder, är väl tilltagna⁹.

Ytterligare ett problem är att vissa montörer, i linje med citatet "lika många monteringsätt som montörer", i dagsläget tillverkar ställdonen i partier trots ledningens önskemål om enstyckstillverkning. Detta leder till att kvalitetskontrollen, som varje produkt genomgår innan den är klar för leverans, påbörjas först när hela partiet är färdigmonterat med följden att eventuella fel inte hinner åtgärdas i tid eftersom samtliga produkter riskerar innehålla samma defekt.

En annan följd som den höga graden av variation gett upphov till är det faktum att det är svårare att lära upp nya montörer. SKF Actuators har i dagsläget flera produktvarianter där det endast finns ett fåtal montörer med kunskap kring hur tillverkningen ska gå till. Bicheno m.fl. (2008) menar att problem av denna typ för med sig stora risker då det ökar beroendet av enskilda montörer och kan leda till att produktionen av dessa produkter helt stannar om dessa montörer skulle drabbas av sjukdom eller lämna företaget.

Frågeställning 1: Hur kan SKF Actuators utveckla ett effektivare produktionsflöde med ett standardiserat arbetssätt?

1.4.2 Materialförsörjning

Lagret befinner sig i dagsläget långt ifrån monteringsstationerna i fabriken. Eftersom det är montörerna som plockar materialet inför varje order medför detta att mycket tid läggs på att transportera det material som krävs för tillverkning. Transport är enligt Bicheno m.fl. (2008) en aktivitet som inte är värdeadderande och klassificeras därmed som slöseri.

Den nuvarande materialförsörjningen resulterar i brist på material vid vissa stationer och bidrar därmed till hanteringsförluster när montörerna lägger tid på att hämta och hantera verktyg och material. Även brist på utrustning förekommer vid vissa stationer vilket resulterar i att montörerna behöver gå och låna utrustning från andra stationer.

Frågeställning 2: Hur kan SKF Actuators materialförsörjning effektiviseras?

1.4.3 Produktionstekniska förluster

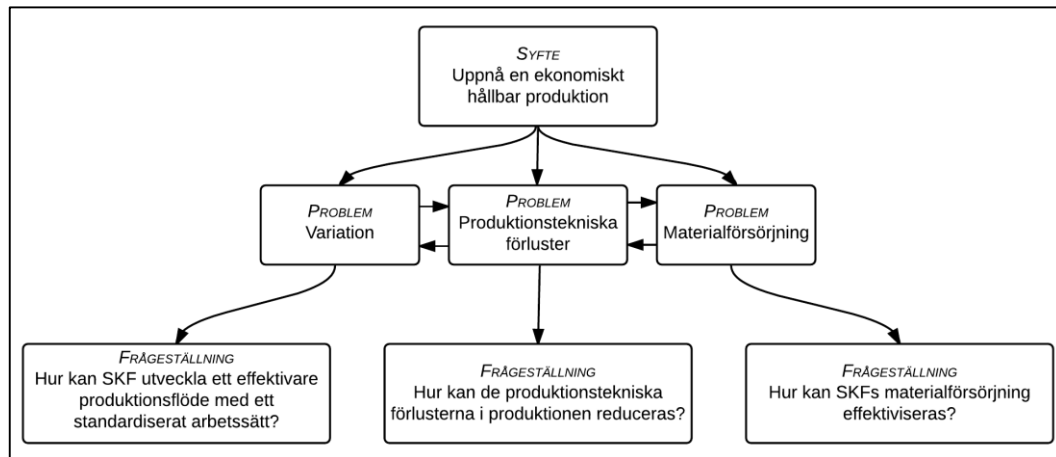
SKF Actuators anses ha problem med olika typer av produktionstekniska förluster. Brist på

⁸ Produktionsansvarig SKF Actuators, Admir Mujkanovic, ostrukturerad intervju 2016-01-21

⁹ Produktionsansvarig SKF Actuators, Admir Mujkanovic, ostrukturerad intervju 2016-01-21

utrustning och material vid vissa stationer bidrar till höga hanteringsförluster, det vill säga tid montörerna lägger på att hämta och hantera verktyg och material. Även systemförluster i form av justering av felaktigt montage, kontroll av order och slutkontroll av motor förekommer i produktionen. Totalt sett leder detta till betydande produktionstekniska förluster vilket är en bidragande orsak till den låga produktiviteten.

Frågeställning 3: Hur kan de produktionstekniska förlusterna i produktionen reduceras?



Figur 1.3: Koppling mellan syfte, problemanalys och frågeställning. Figuren illustrerar den frågeställning som varje problemområde resulterat i. Produktionstekniska förluster är starkt kopplat till de andra problemområdena vilket illustreras genom pilar i horisontellt led.

1.5 Studiens omfattning och avgränsningar

I följande delkapitel beskrivs de fokusområden som studien omfattar. Områdena togs fram utifrån vad som krävs för uppfylla studiens syfte. Därefter beskrivs det som lämnas utanför studien, det vill säga avgränsningsområden.

Studien kommer fokusera på att presentera ett förslag över ett produktionsflöde som är bättre lämpat för SKF Actuators verksamhet och som kan rätta till de produktionsrelaterade problemen. Studien har följande omfattning:

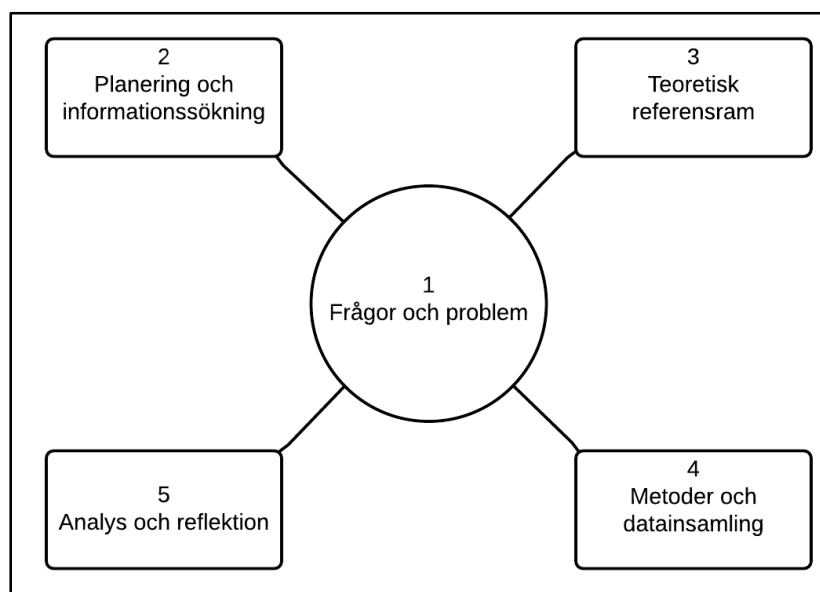
- *Produktionsflödet för standardsortimentet* - standardsortimentet utgör merparten av produktionsvolymen och bedöms därför vara av störst vikt att analysera.
- *Ytterligare produktionsrelaterade problem* - aspekter så som problem med produktionsrelaterade förluster och kvalitetsproblem behandlas kvalitativt.
- *Materialförsörjningen* - den interna materialförsörjningen från lager till arbetsstation bedöms ha problem och behandlas.
- *Utformning av ett nytt balanserat flöde* - ett balanserat flöde utformas för att exemplifiera och påvisa att det nya flödet är gångbart.

Studien har följande avgränsningar:

- *Extern materialförsörjning* - materialförsörjningen till fabriken bedöms ligga utanför studiens omfattning och behandlas därför inte.
- *Ekonomisk aspekt* - det ekonomiska resultatet behandlas enbart kvalitativt vilket innebär att det ekonomiska perspektivet inte behandlas på en monetär nivå.
- *Tillverkningsteknologier* - De tillverkningsmetoder och tillverkningsteknologier som används ligger inte inom ramen för studien.
- *Implementation* - Studien fokuserar inte på hur förändringsförslaget ska implementeras utan syftar endast till att presentera förslag.

2 Metod

Nedan presenteras inledningsvis den principiella metodik som anammats för att uppnå studiens syfte. Därefter redovisas de specifika tillvägagångssätt som använts i studien för att besvara de framtagna frågeställningarna. Metoden som tillämpats under projektets gång är framtagen av Eriksson och Wiedersheim-Paul (2014) och innefattar fem delmoment enligt *figur 2.1*.



Figur 2.1: Den metodmodell som använts i studien (Eriksson och Wiedersheim-Paul, 2014).

2.1 Frågor och problem

I följande delkapitel presenteras momentet Frågor och problem. Momentet innefattade skapandet av en egenbild av den angivna problemsituationen samt fastställande av projektets syfte.

Företaget kontaktade avdelningen Supply and Operations Management på Institutionen för Teknikens Ekonomi och Organisation på Chalmers Tekniska Högskola för att få ingenjörsmässig hjälp med att identifiera och åtgärda de problem som misstänktes finnas i produktionen. SKF Actuators förhoppning med projektet var att erhålla en produktivare produktion genom att få hjälp med att utforma lösningsförslag för produktionsrelaterade.

Det första momentet innefattade att fastställa projektets syfte och vilket effektmål som förväntades åstadkommas vid projektets slut. Detta utfördes dels med hjälp av en på förhand tilldelad problembeskrivning från SKF Actuators, som i en tidig förstudiefas kompletterades med ett introduktionsmöte som innefattade en rundvandring i fabriken med företagets produktionsansvarig. Under detta besök skapades en egenbild av den angivna problemsituationen att utgå ifrån genom projektet. Den här problemsituationen utgörs av de problem som tagits upp under delkapitel 1.4 *Problembeskrivning och frågeställning*.

Efter att ha format en uppfattning om problemet bestämdes det slutliga syftet med projektet. Med syfte och effektmål på plats konkretiserades problemområden och frågeställningar med funktionen att leda projektet och bestämma vad som var tvunget att undersökas och besvaras för att uppnå syftet. Arbetet med fastställande av problem i produktionen har skett kontinuerligt under projektets gång och nya identifierade problemområden har bekräftats tillsammans med produktionsansvarig.

2.2 Planering och informationssökning

I följande delkapitel presenteras momentet Planering och informationssökning som inleddes då studiens syfte fastställes. Planeringen resulterade i den tidsplan som använts i studien och att tillgängliga resurser kartlades.

I studiens begynnelse framlades vilka resurser som skulle finnas tillgängliga. Bland annat framfördes från SKF Actuators håll att studien önskades genomföras tillsammans med en representant från företaget Solme AB som utvecklar och levererar programvaran AviX som används för tidsstudier (se 2.4.1 Om AviX för en beskrivning av programvaran). Tillfället sågs som en möjlighet att arbeta med metoder och verktyg som SKF Actuators hade tidigare erfarenhet av och att detta skulle göra studien smidigare än om helt nya arbetsverktyg skulle hanteras.

I nästa sekvens av studien skapades en grov tidsplan samt en övergripande kartläggning över de resurser som kom att finnas tillgängliga, exempelvis tillgång till data. För att analysera produktionen och utforma ett balanserat flöde beslutades att en tidsstudie skulle utföras. Den här tidsstudien planerades ligga till grund för majoriteten av studiens databehov gällande monteringsarbetet. En kartläggning av den faktiska tillverkningstiden för ett urval av produktvarianterna skulle erhållas i form av uppdaterade stationstider och cykeltider. Tidsstudien sågs dessutom som nödvändig för att eliminera de tidsförluster som faktiskt uppstår i och med att de monteringsstider som står angivna i affärssystemet inte stämmer med de faktiska tillverkningstiderna.

Innan flödesutformningsarbetet påbörjades kartlades de existerande produktionsflödena för att ge en förståelse för dessa, (se 2.4 Datainsamling för en vidare förklaring av hur kartläggningen gick till). Resurstillgången i den här fasen utgjordes främst av kompetens från personal på SKF Actuators. Arbetet startade med en initial informationssökning för att få en uppfattning om hur andra behandlat och besvarat liknande frågeställningar som den här studien. Huvudsyftet med fasen var att avgöra hur god och tillgänglig olika former av information var.

2.3 Teoretiskt ramverk

I följande delkapitel presenteras förutsättningarna och tillvägagångssätten för att ta fram det teoretiska ramverk som använts i studien. Dessutom presenteras den typ av teori och forskning inom berörda ämnen som använts och funnits att tillgå.

För att kunna uppfylla syftet med studien och angripa framtagna frågeställningar var det väsentligt att upprätta ett teoretiskt ramverk innehållande referenser som kan härledas till det aktuella ämnet. Det teoretiska ramverket lade grunden för en litteraturstudie som undersökte och kartlade tidigare forskning som gjorts inom relevanta områden. Syftet med litteraturstudien och det teoretiska ramverket var att bidra med de förkunskaper som projektet skulle utgå ifrån. Ramverket skulle sedan sammanfattas i en syntes som sedan grundlade utformandet av en applicerbar analysmodell för den specifika studien på SKF Actuators.

Litteraturstudien genomfördes genom sökning efter relevant litteratur. Den information och de teorier som presenteras i litteraturstudien har i största möjliga mån hämtats från vetenskapliga artiklar. För definitioner och information som inte bedöms behöva vara dagsfärska har studentlitteratur och handböcker använts. För att säkerställa källornas trovärdighet gjordes litteratursökningarna främst genom Chalmers biblioteks sökfunktion Summon och Google Scholar.

Sökningar gjordes exempelvis inom följande områden: *produktionsutformning, produktionsföresättningar, materialplanering och prestationsmått*. Exempel på sökord som använts är: *cellular manufacturing, production layout, cellular layout, process layout, product-process matrix, functional layout, batch production, one-piece flow, Lean Production, Kanban, flow efficiency, resource utilization, performance measures, variability, standardization, production losses, push and pull strategy, production flow, Conwip, time studies, MTM, sustainable development, triple bottom line*. Litteraturstudiens omfattning har kontinuerligt utökats allteftersom litteratursökningar visat på ytterligare områden med relevans.

Med ramverket på plats kunde indatabehovet och datainsamlingen utformas och styras. Utgående från ramverket erhålls variabler och data som krävs för att kunna använda den inlästa teorin samt erforderad status på data. Med status avses sekundär- och primärdata, alltså om den redan finns insamlad eller om ny datainsamling måste genomföras (Eriksson och Wiederheim-Paul, 2014).

2.3.1 Källkritik

Eriksson och Wiederheim-Paul (2014) menar att det är av yttersta vikt att den litteratur som studeras är trovärdig och aktuell och tillhandahåller en utarbetad mall för hur trovärdigheten avgörs. Mallen bygger på fyra källkritiska kriterier; samtidskrav, tendenskritik, beroendekritik och källans äkthet.

För att leva upp till samtidskravet bör litteraturstudien främst ha sin grund i vetenskapliga artiklar som ofta är mer dagsaktuella för ämnet än utgivna böcker. Informationen har alltså betraktats som mer trovärdig om materialet författats av en dagsaktuell eller närvarande källa än om texten skrivits i efterhand eller av en avlägsen författare. Vid behov kompletterades studien med relevant studentlitteratur samt fack- och handböcker.

Tendenskritik innefattar analys över huruvida uppgiftslämnaren har några egna intressen i en given fråga och i sådana fall vilka dessa är. En källa med tendens har inte betraktats som direkt ointressant utan har istället eftersträvat att balanseras med en annan källa med motsatt tendens. Eftersom nästan alla teorier som litteraturstudien baseras på hämtats från vetenskapliga tidskrifter med mer eller mindre oberoende referenser bedöms risken att studien, som genomförs på kandidatnivå, påverkas negativt av att några originalkällor skulle vara aningen säljande i sin argumentation.

Beroendekritik innebär att en kontroll över huruvida källorna är beroende av varandra utförs. Beroende innebär i detta sammanhang att flera källor grundas på samma grundinformation, varpå det blir relevant att undersöka huvudkällan. Litteratursökningarna som gjorts har i stor utsträckning lett till sökresultat med artiklar som refererar till varandra. Det har därför varit viktigt att undersöka om en källa är vad den utger sig för att vara så att informationen inte är uppenbart felaktig.

Källans äkthet är huruvida informationen är en förfälskning, det vill säga om informationen som återges hänvisar till ursprungskällan vid de tillfällen där information som inte är ens egen återges. Källornas äkthet i studien har upplevts svår att bedöma och stor tillit har satts till att vetenskapliga artiklar påvisar äkthet.

För att utforma ett så korrekt ramverk som möjligt behövde samtliga kriterier värderas och beaktas under framtagning av det teoretiska ramverket. Användning av felaktiga och opålitliga källor och teorier kan leda till slutsatser som i slutändan inte är valida. Oäkta och beroendebundna källor bedömdes utgöra de största riskerna, eftersom undersökningsområdena inte innefattar stora tolkningsutrymmen. De teorier, beräkningsmetoder och analysmodeller som upplevs relevanta är alltså allmänt accepterade vilken förväntas sänka vikten av samtidskrav och tendensperspektivet.

2.4 Datainsamling

I följande delkapitel återges hur datainsamlingen för projektet utförts. Data och information som samlats in har varit både primär- och sekundärdata. En grundlig tidsstudie har sedan genomförts för att generera, använda och analysera data. Dessutom ges beskrivning av programvaran som använts för tidsstudien i hopp om att ge läsaren bättre förståelse för hur den använts i studien.

För att göra en kartläggning av arbetsprocesserna och nuläget hos SKF Actuators behövde en stor mängd data samlas in. Data samlades in i de två kategorierna primär- och sekundärdata. Primärdata samlades in genom filmning av monteringsarbetet samt direkt observation av den löpande verksamheten, medan sekundärdata samlades in från affärssystemet. Då SKF tidigare använt programvaran AviX (Solme AB, 2016a) användes den som analysverktyg av de insamlade filmerna även under detta projekt.

De produkter som undersöktes ingår i standardsortimentet och består utav fyra huvudkategorier som var för sig innehåller ett stort antal varianter. Videoanalysen genererade primärdata om bland annat monterings- och monteringsrörelser som sedan användes för att ta fram förändringsförslag.

Primärdata om produktsortimentet samlades in genom en monteringsdemonstration från de anställda. Då många produkter visade sig innefatta liknande monteringsmoment upprättades en plan över vilka produkter som skulle filmas och analyseras för att undvika dubbelarbete.

2.4.1 Om AviX

AviX är en metod- och tidsstudieprogramvara som bygger på videoanalys och standardtider. AviX är en verktygslåda baserad på Lean Production och används av företag för att optimera allt från enklare monteringsstationer till massproducerande linor (Solme AB, 2016a).

Genom modulen AviX-metod utförs en analys av vald aktivitet i produktionen där exempelvis slöseri och förbättringar kan identifieras. I arbetet på SKF Actuators kommer ovannämnda analys av aktiviteter att göras. Detta kommer sedan ligga till grund för utformningen och balanseringen av det nya monteringsflödet (Solme AB, 2016a).

Genom programvaran AviX är det möjligt att klassificera de olika moment som en operatör utför på varje station och på så sätt få fram en så kallad standardtid. Standardtiden blir alltså den tid det tar för en genomsnittlig operatör, som arbetar i normal takt, att utföra en specificerad uppgift med en speciell metod. Normal takt benämns även 100-takt som är ett tempo som fastställts acceptabelt av Landsorganisationen (LO) (Thunberg, 2011). 100-takt innebär exempelvis att det tar 91 sekunder för en person att gå 100 m ¹⁰.

¹⁰ Representant för Solme AB, Rickard Norlén, ostrukturerad intervju 2016-01-25

Genom att för varje arbetsmoment kategorisera de rörelser som montörerna utför är det möjligt att bestämma hur lång tid arbetet faktiskt tar. Tidsstudiens resultat tar således alltså helt avstånd från montörens specifika prestation vid själva filmandet. Detta eliminerar därmed till stor del behovet av flera observationer av samma produktvariant för att uppnå ett representativt resultat¹¹.

Tidsstudiens arbetsgång

För att bestämma en tid på tillverkningsarbetet används MTM-baserade standardtider. Det innebär att en standardtid för arbetet, oberoende av montören som filmats, kan bestämmas. Standardtid för en operation sätts genom att samtliga rörelser kategoriseras efter dess svårighetsgrad och rörelsens längd (Solme AB, 2016b). Kategoriseringen av rörelserna beskrivs utförligare i *Appendix I*.

Bestämning av tillverkningstider utfördes genom att för varje produktvariant skapa en *Lina* bestående av flera *Stationer*. Varje station består av flera *Tempon* där ett tempo är det arbete som måste utföras innan produkten kan föras vidare i produktionsflödet. Varje tempo består i sig utav av flera *Operationer* där en operation är den aktivitet som en operatör utför med ett verktyg eller med en komponent. För varje operation klassificeras montörens rörelser. I *AviX* finns det tolv olika aktiviteter: *ta, placera, hantera, fixera, justera, montera, avsyna, lägg tillbaka, läs instruktion, administration, vänta och bearbeta*. Utav dessa aktiviteter är det endast montera och bearbeta som är *värdeadderande*, endast vänta som är *onödigt* medan de andra aktiviteterna är *nödvändiga men icke värdeadderande*. Aktiviteter kan även klassas som icke värdeadderande, exempelvis förflyttandet av objekt och montör. Aktiviteter som innefattar långa omflyttningar eller icke ergonomiska rörelser klassas som förlust (Solme AB, 2016b).

Kunskaperna som krävdes för att kunna bestämma tillverkningstiderna inhämtades genom en demonstration av representanten från Solme AB. Demonstrationen, där en PowerPointpresentation hölls, följdes av en kortare introduktion på plats. Kunskaper i programvaran inhämtades genom självlärande inom projektgruppen i kombination med kontinuerlig handledning från Solme ABs representant. Den här inläringstekniken uppgavs enligt representanten vara tidseffektiv för studiens ändamål och kunskapsbehov.

Merparten av tillverkningstiderna sattes i samband med filmningen för att ha informationen om monteringen så aktuell som möjligt. För att öka kvaliteten på analysen assisterade montörerna med att förklara monteringsarbetet under filmningen. Viss analys genomfördes på plats i SKFs lokaler för att kunna erhålla stöd och support för både *AviX* och monteringsprocesserna. För varje produktvariant sparades analysen i *AviX* för att kunna möjliggöra användandet av samma tempo för flera produktvarianter.

Efter att bestämt tillverkningstider i *AviX* för samtliga produktvarianter ur standardsortimentet infördes så kallade variantkoder. En variantkod beskriver vilka moment som är specifika för en viss produktvariant och vilka moment som är gemensamma. Genom att införa variantkoder för samtliga monteringsmoment är det möjligt att balansera en lina med flera olika produktvarianter¹².

¹¹ Representant för Solme AB, Rickard Norlén, ostrukturerad intervju 2016-01-25

¹² Representant för Solme AB, Rickard Norlén, ostrukturerad intervju 2016-04-12

2.4.2 Insamling av primärdata

Eftersom befintlig data för monteringstider och arbetsutförande var inaktuell behövde primärdata främst samlas in inom dessa områden. Primärdata har främst använts till att analysera själva monteringsarbetet och identifiera den procentuella andelen *slöseri*, *värdeadderande*, *nödvändigt* respektive *icke värdeadderande* arbete.

Odokumenterad insamling av ytterligare primärdata via visuella intryck har också nyttjats för att identifiera och utvärdera potentiella problemområden. Användandet av så mycket primärdata som möjligt eftersträvades då den insamlats för studiens ändamål. Risker med att data samlats in med annat syfte eller av annan part, och således inte är valid (Medbo, 1998), eliminerades därmed i stor utsträckning från studien.

Tidsstudie

För att analysera ställdonstillverkningen utfördes en tidsstudie i form av en videoanalys med syftet att samla in primärdata över produktionen. Enligt Medbo (1998) har tidsstudier som datainsamlingsmetod främst sina fördelar i att den djupgående insamlingen kan användas för att designa framtida, icke existerande, system. Om tidsstudien dessutom görs utifrån en video erhålls en enkel och kostnadseffektiv datainsamling, minimalt störande för montören samt att förloppen kan återuppspelas.

Tidsstudien utgjordes av de två huvudsakliga momenten filmning och videoanalys. Datainsamlingen utfördes genom att en montör filmades medan denne monterade ett ställdon genom enstyckstillverkning. Filmandet av monteringsarbetet utfördes under perioden 2016-01-25 - 2016-03-13. Anledningen till att datainsamlingen blev såpass tidsmässigt utspridd var att datainsamlingen krävde flera olika produktvarianter som endast tillverkades vid enstaka tillfällen. För att inte störa den fortlöpande verksamheten anpassades filmandet efter den redan lagda produktionsplaneringen, vilket medförde att en del filmarbete emellanåt tvingades invänta produktionsstart.

Parallellt med filmandet utfördes videoanalysen i programvaran AviX. Videoanalysen resulterade i primärdata för stationstider, nödvändiga operationer för respektive produktvariant och eventuella produktionstekniska förluster. Data som erhöles från tidsstudien användes sedan till att utforma och föreslå en ny produktionsutformning med huvudmål att innehålla mindre slöseritid och högre grad av balansering.

Vid datainsamling är det viktigt att samla in neutral och representativ data. Exempel på anledningar som kan göra insamlad data icke-neutral är om montören jobbar snabbare eller långsammare än dess vanliga arbetstakt (Chung, 2004). Insamlad filmdata har dock ansetts vara neutral eftersom filmandet skett med minsta möjliga störning av montören. Eftersom AviX använder standardtider baserade på tusentals observationer är tanken att videoanalysen inte ska behöva baseras på filmer i upprepade cykler för att validera datainsamlingen¹³.

Att inte filma upprepade cykler gör det dock svårt att kvantifiera de identifierade variationerna i produktionsprocessen. Trots det görs den här förenklingen då det upplevs ligga utanför studiens detaljnivå att kartlägga de exakta variationerna i monteringsutförande.

¹³ Representant för Solme AB, Rickard Norlén, ostrukturerad intervju 2016-01-25

Direkt observation

Direkt observation medför framförallt möjligheten att snabbt samla in kvalitativ data (Medbo, 1998). I studien har kvalitativ data behandlats utifrån Åsbergs (2001) tankar och definierats som datainsamling som inte innefattar siffror utan snarare syftar på förståelse och helhetsinsikt. Exempelvis kan observatören förstå hur ett system är uppbyggt och fungerar genom att endast betrakta det. Om datainsamlingen utförs av flera personer ökar samtidigt risken för skilda tolkningar och slutsatser mellan observatörerna (Medbo, 1998).

I studien har direkt observation framförallt nyttjats för att behandla materialförsörjningsaspekten. Via direkt observation har projektgruppen snabbt kunnat samla på sig kunskap om komplexa system såsom hur materialförsörjningssystemet fungerar. En första datainsamling om materialförsörjningen genomfördes med direkt observation under en guddad tur ledd av produktionsansvarig 2016-01-21. Under rundvandringen uppvisades den interna materialförsörjningen av de komponenter som förs fram till arbetsstationerna. Rundvandringen och den direkta observationen kompletterades i direkt anknytning med en ostrukturerad intervju med produktionsansvarig i syfte att bredda och fördjupa insikten i verksamhetens materialstyrningsprinciper.

Informationen från den initiala rundvandringen har under studiens gång kontinuerligt kompletterats via direkt observation av materialförsörjningen ute i verkstaden på gruppmedlemmarnas eget bevåg vid behov. Genom att gemensamt samla tankar och omedelbart efter observationerna föra diskussioner har den negativa inverkan av skilda uppfattningar kunnat minimeras.

Intervjuer

Utöver data som samlats in genom filmningen och sedan erhålls från videoanalysen fördes kontinuerligt ostrukturerade intervjuer med produktionsansvarig och montörer. Den information som erhöles från de ostrukturerade intervjuerna bekräftades sedan med produktionsansvarig för att säkerställa att informationen var korrekt uppfattad.

Ostrukturerade intervjuer definieras enligt Gillham (2005) som att intervjun genomförs utan en specifik intervjumall. Personen som intervjuas ges möjlighet till att driva dialogen framåt och fokusera på det den anser kunna vara relevant för intervjuens syfte. Den här intervjustilen är fördelaktig för att fånga upp information som intervjuaren inte på förhand kunnat förutsäga. En strukturerad intervju med en förutbestämd mall kan hämma personen som intervjuas vilket eventuellt leder till att viktig information inte fångas upp (Gillham, 2005).

Workshop

För att kunna förändra antalet produktionsflöden behövdes liknande tillverkningsmoment inom de olika produktfamiljerna identifieras. Som tidigare nämnts erhöles en övergripande uppfattning om vad som skiljer familjerna åt via videoinsamlingen i produktionen. Vid en workshop på SKF Actuators 2016-04-15 gjordes senare en mer grundläggande utredning av likheter och skillnader mellan produktfamiljerna med hjälp av produktionsansvariga från företaget.

Under workshopen identifierades likheter och skillnader fysiskt genom att ingående komponenter från de olika produktfamiljerna sorterades efter monteringsordning och liknande attribut. Den här kännedomen var nödvändig för att kunna strukturera ett nytt flöde. Under workshopen framtogs även en skiss (se *figur 5.1* under *5.3 Produktionens fysiska utformning*) över hur processerna kan ordnas i det nya flödet. Detta arbete tillsammans med de

förutsättningar som identifierats vid datainsamling i produktionen samt vid samtal med produktionsansvarig och montörer lade grunden för balanseringen av stationstider i AviX.

2.4.3 Insamling av sekundärdata

Sekundärdata i form av befintliga produktspecifikationer och monteringsinstruktioner fanns tillgängliga och utnyttjades för att tillsammans med produktionsingenjören bestämma de variantkoder som behövdes. Genom att sätta variantkoder för de produkter som filmats undviks behovet att filma exakt alla produktvarianter. Med andra ord specificeras istället vilka monteringsmoment som är gemensamma för flera produkter.

Affärssystem

Som tidigare nämnts använder SKF Actuators affärssystemet MOVEX. Från detta system har sekundärdata kring de inrapporterade tillverkningstiderna, brutna löften och antal returorder erhållits. Dessa datatyper insamlades i syfte att ge en bättre bild kring hur produktionen hos SKF Actuators har presterat den senaste tiden.

Monteringsinstruktioner

För varje produkt finns monteringsinstruktioner i form av en pärm som är placerade vid arbetsstationerna. Instruktionerna är övergripande och beskriver inte tillverkningsprocessen i detalj utan endast de större stegen. Montörer och produktionsansvarig menade att monteringsinstruktionerna är inaktuella, vilket bekräftades genom direkt observation.

Planritning

Planritningen erhöles från produktionsansvarig i form av ett PDF-dokument och beskriver layouten för produktionsgrupperna. Planritningen innefattar alltså inte layouten för övriga delar av fabriken, till exempel lager, tvätt och kontor.

2.4.4 Insamling av empirisk data

Under projektets gång har empirisk data av olika typ samlats in genom olika insamlingsmetoder. *Tabell 2.1* nedan presenterar en sammanställning av denna data. Nedan redogörs hur respektive information insamlats och vad den använts till.

Tabell 2.1: Sammanställning över insamlad data, datatyp, insamlingsmetod, insamlingens datum och användningsområde för insamlad data.

Informationstyp	Datatyp	Insamlingsmetod	Datum	Användnings-område
Stationstid	Primär	Direkt observation	2016-01-25 - 2016-03-13	Utformning av nytt, balanserat flöde
Fabrikslayout	Primär/ sekundär	Direkt observation/ planritning över fabriken	2016-01-25	Förutsättning för eventuell layoutförändring
Nuvarande produktionsflöde	Primär	Direkt observation	2016-01-25 - 2016-03-13	Kartläggning av produktionsflöde och processer
Operationer för varje produktvariant	Primär/ sekundär	Direkt observation/ workshop/ monteringsinstruktion	2016-01-25 - 2016-03-13	Bestämning av faktisk tillverkningstid
Produktions- planering	Sekundär	Affärssystem	2016-01-22	Bestämning av cykeltid
Materialstyrning	Primär	Direkt observation/ Ostrukturerad intervju	2016-01-21	Identifiering av övriga förbättringsområden
Materialhantering	Primär	Direkt observation	2016-01-25 - 2016-03-13	Identifiering av övriga förbättringsområden
Urval av varianter att filma	Primär	Ostrukturerad intervju	2016-01-25 - 2016-03-13	Identifiering av relevanta produktvarianter
Inrapporterade tillverkningstider	Sekundär	Affärssystem	2015-04-28	Identifiering av nuvarande hastighet
Brutna löften	Sekundär	Affärssystem	2015-05-28	Identifiering av tillförlitlighet
Returorder	Sekundär	Affärssystem	2016-05-10	Identifiering av produktkvalitet

Stationstid

Data för stationstiderna erhöles genom direkt observation i form av filmning. Filmandet utfördes under perioden 2016-01-25 - 2016-03-13. Genom återuppspelning av filmerna kunde montörernas rörelser identifieras och stationstider sättas med hjälp av standardtider. En station definierades av det monteringsarbete som kunde utföras utan att förflytta materialet. Data för stationstiderna användes sedan för utformningen av det nya, balanserade produktionsflödet.

Fabrikslayout

Data över fabrikslayouten erhöjls genom direkt observation vid det introducerande mötet (2016-01-21) och kompletterades över de nästkommande veckorna. Efter introduktionsmötet erhöjls även en planritning över fabrikslayouten för standardsortimentet. Denna data kom att bli en förutsättning för en eventuell layoutförändring samt vid identifiering av problem med exempelvis materialhanteringen.

Nuvarande produktionsflöde

Information och kartläggning över det nuvarande produktionsflödet erhöjls i samband med filmandet under period 2016-01-25 – 2016-03-13.

Operationer för varje produktvariant

Data över de operationer som utförs vid tillverkning för varje produktvariant erhöjls genom direkt observation i form av filmning. Filmandet utfördes under perioden 2016-01-25 - 2016-03-13. Genom återuppspelning av filmerna kunde montörernas rörelser och operationer för varje produktvariant identifieras. En operation definierades som de rörelser en montör kan utföra utan att byta verktyg eller komponent. Data för de operationer som utförs vid tillverkning för varje produktvariant användes för att med AviX bestämma den faktiska tillverkningstiden.

Produktionsplanering

Data om produktionsplaneringen inkluderar orderhistorik från de senaste två och erhöjls från produktionsansvarig 2016-01-22 i form av ett Excel-dokument. Denna data användes för att bestämma den cykeltid som produktionen skulle balanseras efter.

Materialplanering

Data för materialplanering samlades in genom en ostrukturerad intervju med produktionsansvarig. Syftet med den ostrukturerade intervjun var att få en övergripande bild över hur materialplaneringen fungerade och de problem som uppfattades med denna. Materialplaneringen innefattar de metoder för tillförsel av material och komponenter till produktionsflödena.

Materialhantering

Data för materialhantering samlades in genom direkt observation i form av visuell inspektion av lagret och materialhanteringen inom detta. De direkta observationerna utfördes under perioden 2016-01-25 - 2016-03-13 och användes för att identifiera problem med den nuvarande materialhanteringen. En kvantitativ klockstudie utfördes när montörerna plockade material till respektive order. Materialhanteringen innefattar den fysiska hanteringen av material från lagret till produktionsflödena. Data för materialhantering användes för identifiering av övriga förbättringsområden.

Urval av varianter att filma

Ur de ostrukturerade intervjuerna med produktionsansvarig framkom det att flera produktvarianter är snarlika varandra monteringsmässigt och således eliminerades behovet av att filma samtliga produktvarianter. Den data som erhöjls för en viss variant kunde alltså sedan användas vid analys av snarlika varianter. Urvalet av vilka produktvarianter som skulle filmas gjordes av produktionsansvarig eftersom denne besitter mest kunskap om produktstrukturen och vilka monteringsmoment som ingår i vilka produktvarianter.

Inrapporterade tillverkningstider

Ur MOVEX erhöles de inrapporterade tillverkningstiderna för olika typer av ställdon. Detta gjordes i syfte för att undersöka huruvida dessa stämmer överens med de faktiska monteringsstiderna. Tiderna baseras enligt produktionsansvarig ursprungligen på en äldre tidsstudie, men har justerats många gånger i samband med prisförändringar på produkter. Detta beroende på att slutpriset i affärssystemet tidigare var direkt kopplat till den arbetstid det tar att tillverka donet.

Brutna löften

Från MOVEX har även data kring brutna löften erhöles i syfte att ge en bild kring hur felaktiga prioriteringar påverkar möjligheterna att leverera i tid. SKF Actuators har tidigare haft ett mål att ej ha större andel än 3 % brutna löften, men detta har nyligen reviderats till 6 %¹⁴.

Returorder

För att få en inblick i produktkvaliteten hos SKF Actuators insamlades data kring antal returorder. Data erhöles från kvalitetsavdelningen i form av en sammanställning av de returorder som inkom under 2015. I informationen framgick det att returorder inte alltid blev godkända av SKF Actuators, alltså ansågs det att kunden förorsakat problemet. Därför erhöles även information om antal godkända returorder.

2.5 Analys och reflektion

I följande delkapitel redogörs hur det sista momentet i den använda arbetsmodellen genomförts. Momentet innefattade en analys och tolkning av analysmodellen kombinerat med insamlad data för att komma fram till ett resultat. Analysen behandlade såväl en kvantitativ som en kvalitativ del. Den kvantitativa delen berörde främst balanseringsarbetet av det utformade flödet. Den kvalitativa analysen berörde produktflödesutformningen samt övriga identifierade förbättringsområden såsom materialplanering och produktionslayout.

Målet med analys- och tolkningsprocessen var att koppla samman teori med beskrivningen och det som observerats under datainsamlingen, för att sedan ta fram förändringsförslag till de identifierade problemen. Den förväntade och även erhölesna outputen från analysen var således svar på de frågeställningar som satts upp för studien. Analysen genomfördes med förankring i den teori och litteratur som studerats vid utformning av analysmodellen.

2.5.1 Nulägesanalys

För att kunna ta fram ett förändringsförslag för hur produktionen hos SKF Actuators kan bli mer ekonomiskt hållbar utfördes en nulägesanalys över produktionen direkt efter en beskrivning från datainsamlingen. Analysen baserades på den litteraturstudie som utförts och styrdes av den syntes som denna resulterat i. Analysen identifierade de bakomliggande orsakerna till de problem som presenterats i studien. Genom att jämföra den nuvarande produktionsutformningen med litterära studieområden kunde förslag på en förbättrad utformning tas fram.

2.5.2 Kvalitativ analys

En kvalitativ analys är en analys över områden som är svåra, omöjliga eller meningslösa att operationalisera. Kontexter, mönster och innebörder är typiska områden att analysera kvalitativt (Eriksson och Wiedersheim-Paul, 2014). Med kvalitativ analys avses i rapporten

¹⁴ Produktionsansvarig SKF Actuators, Admir Mujkanovic, ostrukturerad intervju 2016-04-28

den analys som baseras på data som inte utgörs av siffror. Istället syftar den till att koppla samman och analysera verkligheten med principer från teorin. Studiens kvalitativa analys resulterade i förändringsförslag inom de problemområden där det antingen var för svårt eller irrelevant att samla in kvantitativ data.

Arbetet med den kvalitativa analysen har inte skett vid någon särskild tidpunkt utan anses ha fortlöpt under hela projektet, där analysens resultat successivt växt fram. Argumentet till detta är främst att den initiala datainsamlingen från första rundvandringen genast satte igång en tankeverksamhet och analysprocess i projektgruppen, såväl på gruppnivå som individnivå. Analysprocessen har alltså skett både individuellt och i grupp. Ett vanligt förfarande har varit att individuella tankar, frågor och slutsatser lyfts upp till diskussion i grupp och behandlats.

Typiska områden som främst behandlats kvalitativt är de litterära områdena för prestationsmåten flexibilitet och kostnad, variation i tillverkningsprocesserna, produktionsprocess, -layout, -flöde samt materialhantering, -försörjning, -styrning som återfinns inom studieområdena produktionens prestationsmått, påverkan på prestationsmåten, produktionens fysiska utformning respektive materialplanering.

2.5.3 Kvantitativ analys

Enligt Eriksson och Wiedersheim-Paul (2014) innebär en kvantitativ analys att data komprimeras, värdespridning studeras, samband identifieras och att en generalisering av resultaten slutligen genomförs.

Den kvantitativa analysen påbörjades parallellt med datainsamlingen och fortlöpte under perioden 2016-01-25 - 2016-03-25. Data genererades och hämtades från den tidsstudie som genomfördes med AviX där standardtider för monteringsarbetet bestämts. Data hämtades också från workshopen med SKF Actuators.

Efterföljande analys av tidsstudien innefattande utformning och balansering av det nya produktionsflödet baserat på operationstider från tidsstudien. Analysarbetet resulterade i det flöde och den balansering som presenteras under 5.3. *Produktionens fysiska utformning*.

Analysarbetet i den här fasen skedde i par snarare än i helgrupp. Syftet med detta var att skapa viss specialistkunskap inom gruppen. Då datamängden både var omfattande och ombytlig under studien ansågs analysarbetet tyngas och bli mer trögrörligt om alla gruppmedlemmar skulle sätta sig in i samtliga områden i detalj. För att säkerställa att kvaliteten på analysen skulle vara så hög som möjligt utfördes dock allt balanseringsarbete till en början i samråd med Solme ABs representant.

Balansering av produktionsflödet

När den grova skissen över det nya produktionsflödet färdigställts utfördes en balansering av det. Balanseringen innefattar en analys och applicering av de monteringtider som framtagits. Med andra ord är den data som använts kvantitativ och arbetet analytiskt snarare än empiriskt beskrivande varpå momentet anses vara en kvantitativ analys.

Balanseringen gjordes med grund i den nödvändiga cykeltid SKF Actuators skulle behöva hålla under nästkommande år för att klara av att möta efterfrågan, cykeltiden beräknades till 387 sekunder (se *Appendix II* för beräkning). Representanten från Solme AB assisterade i arbetet med balanseringen i programvaran och den kunskap som krävdes. Stationerna i flödet balanserades med en effektivitet på strax under 90 %, vilket är högre än 70 % som betraktas

industristandard. Detta genomförs med anledning för att driva på utvecklingen av flödet då det ställer högre krav på förbättring¹⁵.

Balanseringen baserades på den cykeltid som produktionen behöver hålla för att kunna möta framtida efterfrågan. Cykeltiden, kombinerad med en effektivitet på strax under 90 %, ger den effektiva cykeltiden på vilken samtliga steg i produktionsflödet kan fördelas. I AviX klassificeras de olika stegen efter den inbördes ordning de måste utföras i och placeras därefter ut på en station tills summan av cykeltiden för de ingående momenten närmar sig den effektiva cykeltiden. Med utgångspunkt i det produktionsflöde som illustreras i *figur 5.1* skapades en station för förmontage.

Efter att ha satt variantkoder på samtliga tempon sorterades dessa utifrån delprocesserna så att likvärdiga moment placerades under samma station. Balanseringen utgick utifrån historisk produktmix från de senaste två åren då det anses tillräckligt representativt för framtiden. Detta innebär att produkter som tidigare år haft hög volym väger tyngre vid balanseringen av det nya flödet. När detta genomförts visar AviX stationscykeltider baserat på den framtagna produktmixen som då manuellt balanseras för att minimera balanseringsförluster.

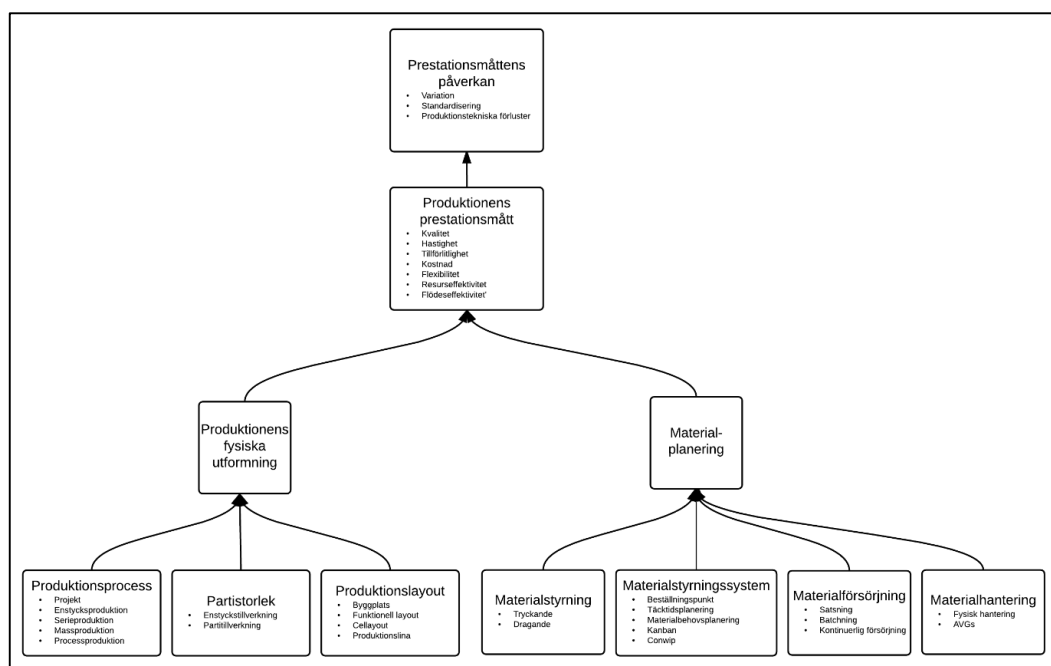
¹⁵ Representant för Solme AB, Rickard Norlén, ostrukturerad intervju 2015-04-25

3 Litteraturstudie

För att kunna analysera nuläget i produktionen och besvara det syfte, de problem och de frågeställningar som tagits fram krävdes en analysmodell. Genom att behandla litteratur och teorier inom relevanta områden kunde en analysmodell utformas. Analysmodellen kan sedan appliceras på SKF Actuators verksamhet för att identifiera och förklara varför nuläget ser ut som det gör och även agera som grund för de förändringsförslag som presenteras.

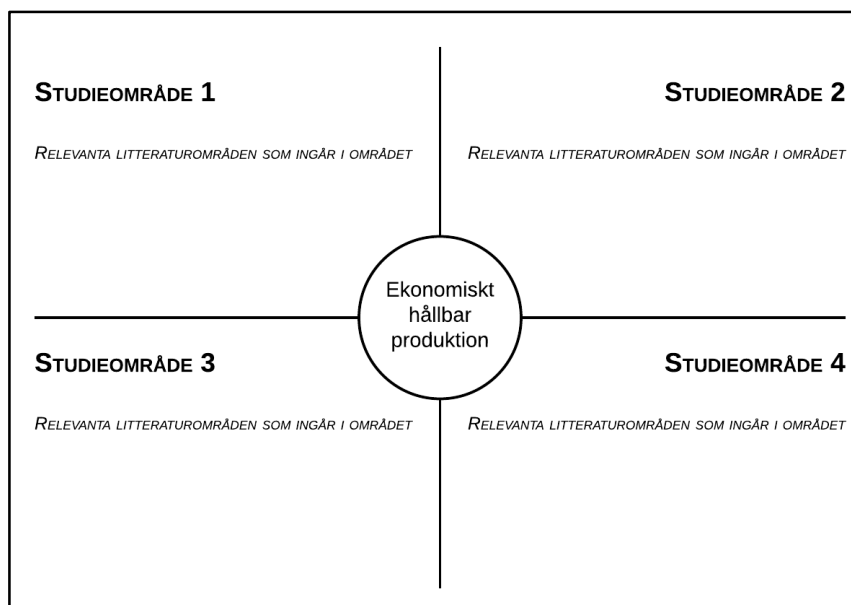
3.1 Teoretiskt ramverk

I följande delkapitel presenteras relevanta områden som ska ligga till grund för de analyser och slutsatser som presenteras i rapporten. Det teoretiska ramverket mynnar ut i en analysmodell uppdelad i fyra studieområden för att täcka in hela problembilden; Produktionens prestation, Produktionsmåttens påverkan, Produktionens fysiska utformning och Materialplanering. Varje område är uppbyggt av flera mindre litteraturområden.



Figur 3.1: Disposition av det teoretiska ramverket.

Med det teoretiska ramverket att utgå ifrån, där flera studieområden identifierats och sammanlänkats med varandra (se figur 3.1), genererade litteraturstudien slutligen en syntes. Syntesen tar form som en analysmodell som hänvisar användaren till vilka faktorer som är relevanta att studera inom respektive studieområde. Respektive studieområde kretsar kring mittpunkten som i studien definieras som ekonomiskt hållbar produktion. Samtliga studieområden kopplas därmed samman till att påverka förutsättningarna för en ekonomiskt hållbar produktion. Analysmodellen presenteras i figurform där grundidén för denna åskådliggörs nedan i figur 3.2.



Figur 3.2: Illustration över hur analysmodellen byggs upp under litteraturstudien. Kompletta analysmodell återfinns i slutet av litteraturstudien under 3.6 Syntes – Analysmodell av litterär teori.

3.2 Produktionens prestationsmätt

I följande delkapitel ges en inblick i de produktionsrelaterade faktorer som påverkar produktionens prestation. Faktorerna som behandlas är både traditionella prestationsmätt och andra aspekter som används för att styra verksamheten.

Innan en produktion kan förbättras måste begreppet produktionens prestanda definieras. Efterföljande avsnitt presenterar olika mått och faktorer som påverkar produktionens prestation. Åsikterna om vilka prestationsmätt som ska användas för att bedöma en produktion eller verksamhets prestation är skilda (se tabell 3.1). Neely m.fl. (1995) definierar ett prestationsmätt som ett mått som används för att kvantifiera effektiviteten av en handling. Följande citat från H. James Harrington illustrerar vikten av prestationsmätt.

'Measurements are the key. If you cannot measure it, you cannot control it. If you cannot control it, you cannot manage it. If you cannot manage it, you cannot improve it.' - Harrington (1991)

Gunsekaran och Kobu (2007) undersökte användandet av prestationsmätt och fann att kostnad var det vanligaste prestationsmättet men att även hastighet, produktivitet, resurseffektivitet och flexibilitet användes i stor utsträckning. Najmi och Makui (2012) utformade en modell för att bedöma ett företags prestation. Modellen bestod av prestationsmått flexibilitet, tillförlitlighet, reaktionsförmåga/hastighet (eng. responsiveness), kvalitet och kapitalförvaltning. Beamon (1998) skiljer på kvalitativa och kvantitativa prestationsmätt. De kvalitativa inkluderar bland annat flexibilitet medan de kvantitativa inkluderar kostnad och reaktionsförmåga/hastighet. Laura XU och Bin MA (2007) skapade ett ramverk med bland annat prestationsmått tillförlitlighet, reaktionsförmåga/hastighet, flexibilitet och kostnad.

I stor utsträckning har litteratur från Slack m.fl. (2013) använts i litteraturstudien och framförallt i kapitlet om produktionens prestation. Anledningen är att informationen upplevts aktuell samtidigt som den funnits samlad på en plats. Vid beröring av områden där källor påvisar skilda åsikter har det självklart eftersträövats att bredda källanvändandet och presentera båda dessa åsikter. Det ska dock understrykas att den mesta informationen som hämtats från

källor i litteraturen varit enhälligt, framförallt gällande produktionens prestation och prestationsmätt. Nedan återfinns en tabell som påvisar läsaren vilken litteratur som behandlar vilka prestationsmätt där den intresserade kan inspireras för vidare läsning.

Tabell 3.1: Kartläggning av tidigare litteratur inom prestationsmätt.

Prestationsmätt	Slack m.fl. (2013)	Gunsekaran och Kobu (2007)	Beamon (1998)	Najmi och Makui (2012)	Laura och Bin (2007)	Liker (2013)
Kvalitet	x			x		x
Hastighet	x	x		x	x	
Tillförlitlighet	x			x	x	x
Flexibilitet	x	x	x	x	x	x
Kostnad	x	x	x		x	x
Produktivitet		x				x
Resurseffektivitet		x				
Flödeseffektivitet						x

I de flesta fall klarar inte verksamheten att prestera väl på samtliga prestationsmätt, varpå tillverkaren tvingas välja ut och fokusera på ett färre antal. Verksamheten sätter därefter upp mål för mätetalen som produktionen sedan styrs mot att uppnå (Slack m.fl., 2013). Via de prestationsmätt som sätts i fokus kan aktören nischas sig inom branschen och hävda sig mot konkurrensen. I detta sammanhang menar Slack m.fl. (2013) att nischningen innebär att aktören specialiserar sig på ett eller flera prestationsmätt och ser till att bli bättre än sina konkurrenter på det måttet. På detta vis kan aktören skapa sig ett gott rykte inom branschen där kunderna vet vad just denna aktör är duktig och säker på.

Genom nischning kan dessutom kunder gynnas eftersom det blir enklare att utröna vilken aktör som kan tillgodose kundens specifika behov. Vid behov av exempelvis snabb leverans vet kunden således vilken leverantör som klarar att leva upp till leveranskravet. Nischningen fungerar alltså som ett sätt att vinna kundorder. Det bör samtidigt beläggas att de olika prestationsmåten betyder olika saker beroende på vilken bransch som behandlas (Slack m.fl., 2013).

3.2.1 Kvalitet

Kvaliteten definieras som graden av likhet mellan kundens förväntan och det faktiska resultatet som presteras. Genom att välja kvalitet som prestationsmätt undviks dåligt rykte, kostnader för omarbete och ersättning till kund. En hög kvalitet är alltså ett sätt att sänka kostnaderna, samtidigt som tillförlitligheten ökar eftersom det som produceras faktiskt går att använda. Vid tillverkning av varor som säljs inom detaljhandeln kan kvalitetsfokus ligga på att till exempel undvika att varor tvingas slängas eller returneras från handlaren vilket skulle kunna leda till utbudsbrist och potentiell irritation hos kunderna. Kvalitet är således starkt kopplat till kundnöjdhet och kan mätas via exempelvis antal returordrar. Kvalitet som prestationsmätt gäller dessutom såväl externt som internt inom produktionen och får hela kedjan att flyta jämnare om korrigeringsarbete och inkurans undviks (Slack m.fl., 2013).

Kvalitetssäkring är en metod för att säkerställa att de produkter som tillverkas håller hög kvalitet genom att arbeta för att förhindra att fel uppstår. Vinod m.fl. (2015) menar att Poka-Yoke är ett verktyg som kan användas för att förhindra uppkomsten av defekter i en produktion.

3.2.2 Hastighet

Hastighet är ett prestationsmått med innebörden att tillverkningen sker snabbt, där huvudfokus är att minimera tiden från kundens förfrågan till leverans. Slack m.fl. (2013) menar att en snabb leverans ökar kundvärdet då produkten kan användas tidigare. Hastighetsfördelarna återfinns även i det faktum att en snabb leverans reducerar risken att efterfrågan från kundens kunder ändras medan kunden väntar på leverans från tillverkaren. På samma sätt riskerar efterfrågan på tillverkarens produkter att ändras om ledtiderna är långa. En kort ledtid från tillverkare till kund är således en riskminimeringsåtgärd. Dessutom innebär korta ledtider att mängden lager och lageryta reduceras eftersom varorna lämnar fabriken snabbare (Slack m.fl., 2013).

3.2.3 Tillförlitlighet

Tillförlitlighet är ett prestationsmått som ofta används av verksamheter verksamma i miljöer där det är viktigt att hålla leveranstider eller kunna leverera direkt till kund. Om en aktör brister i denna prestation riskerar den att tappa kunder och marknadsandelar. Tillförlitligheten gäller också både internt och externt, där framförallt internt tillförlitliga verksamheter visat sig vara effektivare än andra. Anledningen är att tillförlitlighet sparar tid som i längden sparar pengar, där tidsvinsten likställs med den väntan som undviks genom hög tillförlitlighet. Väntan på leveranser kan i värsta fall orsaka produktionsstopp eller intäktsbortfall, vilket påverkar det ekonomiska resultatet negativt (Slack m.fl., 2013).

3.2.4 Kostnad

Verksamheter med kostnad som huvudsakligt prestationsmått eftersträvar att bedriva en såpass kostnadseffektiv produktion att ett konkurrenskraftigt pris kan sättas och samtidigt generera vinst. Kostnadsfokus är vanligt inom tillverkande verksamheter där lägre kostnader kan öka vinstmarginalen, förutsatt att prisenivån stannar på samma nivå. Kostnadsfokus handlar om att minimera de kostnader som krävs för att bedriva verksamheten, exempelvis kostnader för personal, faciliteter, teknologi, utrustning och material. Även om det inte är ett krav för företag med kostnadsfokus väljer många verksamheter med kostnad som prestationsmått att flytta sin produktion till länder där kostnadsnivån avseende personal och faciliteter är betydligt lägre än i de utvecklade länderna (Slack m.fl., 2013).

3.2.5 Flexibilitet

Tillverkningens grad av flexibilitet avgörs av de olika processernas förmåga att ställa om tillverkningen. Omställningen avser både *vad* som produceras, *hur* det produceras samt *när* produktionen sker. Eftersom flexibilitet är ett brett prestationsmått som kan avse flera olika parametrar måste det definieras vad begreppet flexibilitet innefattar. Flexibilitet som prestationsmått anammas i regel av verksamheter vars kunders efterfrågan varierar stort. Fokus på flexibilitet är därmed vanligt i mindre eller yngre verksamheter som ännu inte nått en kundbas med stabil efterfrågan. Rent operationellt återfinns flexibilitetens fördelar i ökad reaktionsförmåga mot efterfrågeändringar. Genom förmågan att snabbt kunna styra om och anpassa verksamheten sparar både tillverkaren och kunden tid. Dessutom klarar verksamheter med hög flexibilitet av att upprätthålla en hög tillförlitlighet, även i branschmiljöer där efterfrågan skiftar mycket (Slack m.fl., 2013).

3.2.6 Resurseffektivitet

Resurseffektivitet innebär att fokus ligger på att säkerställa att varje resurs har så hög beläggning som möjligt. Det sker vanligtvis inom industrin genom att producera produkter i stora partier, vilket minskar behovet av omställningar av utrustning och resulterar i reducerade omställningstider. Större partier underlättar även för att sänka inköpskostnaderna då materialet kan köpas in i större kvantitet vilket leder till lägre materialkostnader. Genom dessa effekter är målet att uppnå en lägre styckkostnad (Gung och Steudel, 1999).

Nackdelarna med att fokusera på resurseffektivitet är att det ger upphov till en längre ledtid och fler produkter i arbete (PIA) genom att det troligtvis ett större lager för att säkerhetsställa driften av maskinerna samtidigt som färdiga produkter förvaras längre. Dessa negativa faktorer leder till kapitalbindningskostnader och historiskt sett har industrier varit mindre bra på att ta hänsyn till denna kostnad. Den längre ledtiden leder till en längre leveranstid till kund och därmed lägre leveransservicenivå. En längre ledtid leder även till problem för kvalitetskontrollen då risken finns att en defekt som identifieras på en produkt återfinns på hela det producerade partiet. Fördröjningen av kontroll kan få mycket kostsamma konsekvenser i form av omarbetning eller i värsta fall reklamationer (Gung och Steudel, 1999).

3.2.7 Flödeseffektivitet

Fokus för flödeseffektivitet ligger på den enskilda produktens väg genom flödet och därför blir dess huvudfokus att reducera ledtiden. Tidigare nämndes att större partier ledde till ökade ledtider av samma anledning kräver det givetvis mindre partier för att uppnå en bättre flödeseffektivitet. För att bibehålla samma produktivitet som en mer resurseffektivinriktning ställer det höga krav på att omställningstiden är låg då det kommer krävas fler omställningar (Gung och Steudel, 1999).

Fördelarna med en mer flödeseffektiv inriktning är ökad respons för kvalitetsgranskning vilket reducerar risken för problem med omarbetning och reklamationer. Leveranstiderna till slutkund reduceras, då det underlättar för färdigställandet utav en order åt gången snarare än konsolideringen av order som tillämpas vid resurseffektivitet. Kortare ledtider och mindre partier leder till att materialet och produkterna i lagret samt PIA kan reduceras och därigenom sänka kapitalbindningen (Gung och Steudel, 1999).

Lager upptar en relativt stor del av fabriksytan. Om lagerytan reduceras ökar utrymmet för själva produktionen vilket möjliggör en ökad kapacitet inom fabriken utan nya investeringar av fabriksytor (Liker, 2013).

Att tillverka i mindre partier eller enstyckstillverkning kan även öka produktiviteten. Vid en hög resurseffektivitet kommer de stationer med kort cykeltid att överproducera. Detta leder till ökad belastning för de stationer som redan har en längre cykeltid i form av lagerhållning, hantering och administration av materialet som matas till stationen. Detta leder till ytterligare obalans i produktionen (Liker, 2013).

Teorin om ett snabbt, jämnt flöde är ett begrepp som är starkt förknippat med produktivitet och säger att ju snabbare och jämnare materialflödet genom en process är, desto produktivare är den. Flödet kan bli snabbare genom att reducera eller eliminera icke värdeadderande aktiviteter i produktionsprocessen samt genom att få bort eventuella flaskhalsar (Schmenner och Swink, 1998).

3.3 Påverkan på prestationsmått

I följande delkapitel presenteras vilken påverkan de olika prestationsmåten har på andra delar av produktionen. De olika delarna tillhör de litterära områdena variation, standardisering och produktionstekniska förluster.

3.3.1 Variation

Variation delas vanligtvis in i kategorierna okontrollerad och kontrollerad variation (Liker, 2013; Krajewski och Ritzman, 2002). Liker (2013) definierar okontrollerad variation som något externt som företaget inte själva kan förändra och kontrollerad variation som variation som företaget själv orsakar. De okontrollerade formerna av variation uppkommer slumpmässigt och dess ursprung kan ej identifieras eller undvikas. De kontrollerade variationerna kan däremot identifieras och reduceras och kan utgöras av exempelvis kompetensbrist eller defekta maskiner (Krajewski och Ritzman, 2002). Slack m.fl. (2013) menar att ett ökat utbud av produkter och produktvarianter leder till en komplex produktstruktur med ökad variation, vilket medför högre kostnader.

Processvariation

Processvariation är ett fenomen som naturligt uppkommer inom produktion och påverkar produkters prestanda, kvalitet samt processernas output. Den ger även upphov till osäkerhet, risk och potentiella defekter (Jugulum och Samuel, 2008). Variation i processerna påverkar även aspekter såsom lagerstorlek, returer och kapacitetsutnyttjande, samt ökar slöseri och sänker lönsamheten (Thornton, 2004). Det är omöjligt att helt eliminera variation, men den kan däremot reduceras genom att undersöka dess bakomliggande orsaker (Liker, 2013).

Ett företags förmåga att hantera variation kan ses som mått på hur flexibelt det är i sina processer. Flexibiliteten påverkas i sin tur av hastighet, där en högre hastighet innebär att fluktuationer i efterfrågan hanteras genom kortare ledtider.

Produktvariation

Produktvariation definieras i denna rapport som den grad produkters utformning varierar. En hög produktvariation kan till exempel innebära att de ingående komponenterna i produkterna är olika eller att produkterna som företaget erbjuder till kund är olika.

Yu (2012) menar att det kan vara fördelaktigt för ett företag att erbjuda variation i dess produktsortiment. Att ha högre variation hjälper företaget att bättre matcha produkterna med kundernas krav och därmed öka försäljningsvolymen.

Ett exempel på extern variation är variation i produktsortimentet (Liker, 2013). Att den nuvarande tillverkningsmiljön gått från tillverkning i hög volym med låg variation till tillverkning i låg volym med hög variation har fört med sig flera utmaningar. Yu (2012) menar att högre variation leder till högre produktionskostnader och reducerade skalfördelar. Wan m.fl. (2012) fann att ökad variation i produktsortimentet endast leder till ökad försäljning fram till en viss punkt och att det efter detta har en negativ effekt på försäljning.

Liker (2013) menar att det i princip är omöjligt att balansera människor, maskiner och material utan att isolera variationen. Han menar att detta kan göras genom att dela in produkterna i produktfamiljer utefter dess likheter. Andra metoder för isolering av variation inkluderar införandet av enstyckstillverkning, tillämpandet av dragande materialstyrning och standardisering.

3.3.2 Standardisering

Standardisering definieras av Slack m.fl. (2013) som den grad processer, produkter eller tjänster förhindras att variera över tid och kan användas som ett medel för att sänka kostnaderna som kommer till följd av en högre produktflexibilitet.

Standardisering av processerna

Liker (2013) beskriver det standardiserade arbetet hos Toyota som att innehållet, sekvenserna, tiden, utfallet och takten är noggrant specificerat och att alla förbättringar utgår ifrån vetenskapliga metoder. Standarder ska tas fram kontinuerligt och utav experter inom det aktuella området i samband med montörerna som sedan själva ska utföra arbetet.

Vidare menar Liker (2013) att via standardisering av processer kan en hög flödeseffektivitet upprätthållas genom att förhindra återkommande defekta produkter, operationella misstag och olyckor. Vidare menar han att standardisering, och därmed stabilisering av en process, måste ligga till grund för att kontinuerliga förbättringar ska kunna ske.

Enligt Slack m.fl. (2013) finns det flera problem med att tillåta samma process att utföras på många olika sätt, däribland att det leder till förvirring, missförstånd och ineffektivitet. Enhetliga arbetssätt är en förutsättning för att kunna säkerställa god och homogen kvalitet. Med standardiserade arbetssätt läggs också en grund för framtida förbättringsarbete.

Standardiserat arbete handlar om att identifiera och fastställa det bästa arbetssättet och säkerställa att detta alltid tillämpas. Att bestämma arbetssättet görs genom att den allra bästa av flera möjliga metoder väljs (Sörqvist, 2013).

Standardisering av produkterna

Ett produktsortiment är standardiserat om produkterna liknar varandra sett till ingående komponenter och montering. En kombination av standardisering och kundanpassning kan uppnås genom att produkterna byggs samman av moduler där dessa är gemensamma för flera produkter. Vid framtagning av en ny produktvariant sker detta med existerande moduler som utgångspunkt (Agard och Kusiak, 2004).

3.3.3 Produktionstekniska förluster

En produktionslina som inte är perfekt designad kommer resultera i så kallade produktionstekniska förluster. De produktionstekniska förlusterna kan ta tre former: balanserings-, hanterings-, och systemförluster. (Ellegård m.fl., 1992).

Balanseringsförluster

Slack m.fl. (2013) definierar linjebalansering som ”aktiviteten att utjämna belastningen på varje station eller del av en produktionslina”. För att maximera produktionseffektivitet med begränsade resurser behöver produktionen balanseras (Wang m.fl., 2013).

Balanseringsförluster uppstår när en produktionslina inte är helt balanserad och definieras som den tid som slösas, det vill säga icke värdeadderande tid, som följd av en ojämn fördelning av arbete (Slack, 2013). Eftersom det i praktiken inte är möjligt att dela arbetet i lika delar och fördela dem längs en produktionslina kommer förluster uppstå för den tid som inte kan beläggas med arbete (Ellegård m.fl., 1992).

Balanseringsförluster är beroende av cykeltiden, det vill säga tiden mellan de föremål som kommer ut ur processen (Slack, 2013), och ökar ju kortare cykeltiden är. Antalet produktvarianter har även en påverkan på balanseringsförlusterna där ett större antal varianter ger varierande beläggning på stationerna (Ellegård m.fl., 1992).

Att balansera arbetsbelastningen i processer är en förutsättning för ett kontinuerligt och avbrottsfritt flöde. Att göra en sådan balansering innebär att arbetsuppgifter fördelas så att tidsåtgången är jämbördig i samtliga steg genom flödet. Tiden det tar att utföra en av dessa aktiviteter enskilt benämns ofta takttid. Genom balansering av arbetsbelastning och införandet av en bestämd takt kan balanseringsförluster reduceras. En förutsättning för att kunna införa en takttid är att det finns en bestämd takt med små variationer (Sörqvist, 2013).

Hanteringsförluster

Hanteringsförluster uppstår när montören förflyttar sig mellan olika platser på arbetsstationen eller hanterar verktyg och material under arbetets gång. Liksom balanseringsförluster ökar hanteringsförluster med kortare cykeltid eftersom en större andel av arbetstiden går åt för att flytta material och verktyg (Ellegård m.fl., 1992). Icke värdeadderande aktiviteter är som namnet antyder aktiviteter som inte är värdeadderande för kunden och anses därmed vara slöseri. Det finns enligt Liker (2013) åtta olika former av slöseri: överproduktion, väntan, onödig transport, överproduktion, för stora lager, onödiga rörelser, defekter eller oanvänd kreativitet från de anställda.

Systemförluster

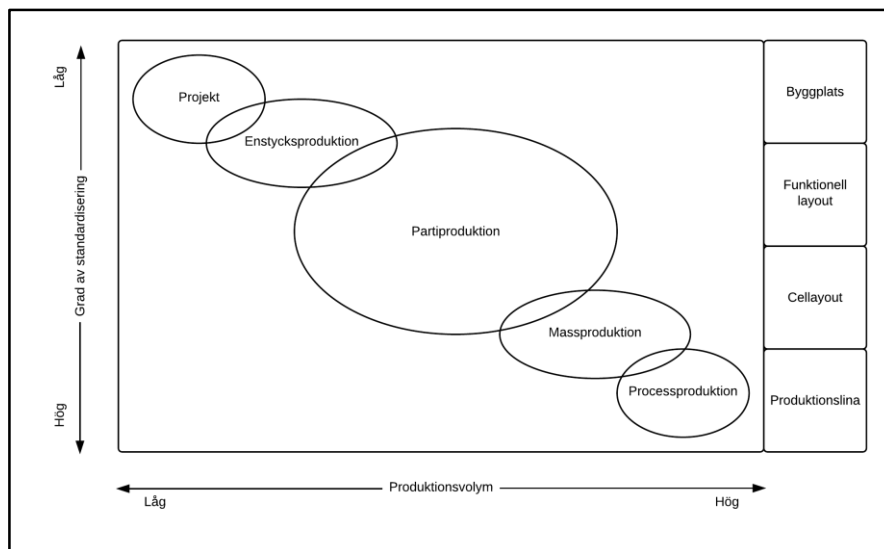
Det finns en naturlig variation i arbetstakten för montörer som inte är direkt påverkbar. Detta ger upphov till systemförluster, oberoende om produktionslinan är driven (körs i ett fast tempo) eller odriven. Vid en driven lina uppstår systemförluster som montören utför arbetet på kortare tid än stationstiden (Ellegård m.fl., 1992) eller om montören inte hinner utföra sitt arbete vilket ger upphov till efterjustering. Vid en odriven lina uppstår systemförluster i form av väntetid när en montör på föregående station behöver mer tid (Ellegård m.fl., 1992) eller om montören får vänta på grund av att efterföljande station inte är klar med sitt arbete och därför blockerar flödet. Systemförlusterna för små variationer i flödet för en odriven lina kan motverkas genom användning av buffertlager. Systemförluster består utöver detta av tid för kontrollanter, justerare, obelagda ersättare och personlig fördelningstid, det vill säga tid när operatören till exempel går på toaletten. Systemförluster ökar när antalet stationer direkt efter varandra i ett flöde ökar (Ellegård m.fl., 1992).

3.4 Produktionens fysiska utformning

I följande delkapitel presenteras produktionens process och layout som två designparametrar av en produktion. En produktions fysiska utformning betraktas således bestå av främst en produktionsprocess - hur produkterna tillverkas, och en produktionslayout - hur de fysiska resurserna arrangeras och placeras.

3.4.1 Produkt-processmatrisen

Vid beskrivning och utformning av produktionsprocesser används Hayes och Wheelwrights (1979) produkt-processmatris som ramverk. I figur 3.3 nedan syns en egengjord illustration som kombinerar den ursprungliga produkt-processmatrisen med Slacks (2013) åsikter angående layoutstrategier kopplat till processval.



Figur 3.3: Produkt-processmatrisen illustrerar hur sambandet mellan produktionsvolym och grad av standardisering påverkar lämplig produktionsprocess och val av produktionslayout (egen illustration baserad och kombinerad på Hayes och Wheelwrights (1979) samt Slack m.fl. (2013)).

Matrisen påvisar vilken layout och produktionsprocess som är lämplig vid en given grad av standardisering och produktionsvolym. Med fokus på extremfallen gynnas, enligt Hayes och Wheelwright (1979), verksamheter som tillverkar unika produkter i låg produktionsvolym av att arbeta i projektform och utforma layouten som en byggplats där alla resurser förs till produkten, exempel på sådan verksamhet är byggindustrin. Oljeraffinaderier exemplifierar verksamheter som gynnas av att utforma tillverkningslayouten som en processproduktion. I detta sammanhang är produkten homogen och produktionsvolymen hög.

Schmenner och Swink (1998) adderar ytterligare en dimension till ämnet och belyser att det inte är tillräckligt att enbart betänka maskinernas placering för att nå fördelar med layouten. Genom hänvisning till empiriska studier fastställer Schmenner och Swink (1998) att produkt-processmatrisen är användbar för nästintill alla produktioner, samtidigt som det fastslås vara minst lika viktigt att förstå bakomliggande principer och finansiella mekanismer för att lyckas maximera outputen. Den mest effektiva tillverkningen uppnås alltså genom kontroll som erhålls genom styrning av både material, personal och teknik. På så vis påtalar Schmenner och Swink (1998) att det inte är tillräckligt att enbart flytta om maskinparken, utan att ta hänsyn till övriga produktionsfaktorer, för att nå den mest effektiva tillverkningslayouten.

3.4.2 Produktionsprocess

En produktion kan ta flera former beroende på vilket produktionsprocess som används. Gemensamt för alla produktionsprocesser är att de transformerar input till output. De skiljer sig dock med avseende på fyra variabler: volym, flexibilitet, variation och synlighet (Slack m.fl., 2013). Hur produktionsprocesserna utformas bestäms till stor del av i vilken mängd och variation produkterna produceras. Produkt-processmatrisen illustrerar en produktionsprocess som är lämplig vid en viss volym och variation. Slack m.fl. (2013) definierar fem typer av produktionsprocesser: projekt, enstycksproduktion, partiproduktion, massproduktion och processproduktion.

Med ursprung i SKF Actuators produktionssituation, sett till volym och variation, läggs mest fokus på produktionsprocesserna partiproduktion och massproduktion. Övriga produktionsprocesser presenteras dock så att läsaren kan förstå vilka de är och själv inse varför de diskvalificeras ur studien.

Projekt

Produktionsprocesser av typen projekt har låg volym och hög variation. Projekt hanterar ofta enskilda produkter som är specialanpassade till en hög grad. Varje arbete har ofta en definierad start- och slutpunkt och processerna kan ha hög komplexitet. Exempel på en produktproduktion kan vara bygget av en bro eller inspelning av en långfilm (Slack m.fl., 2013).

Enstycksproduktion

Enstycksproduktion är likt produktionsprocessen projekt lämpligt att tillämpa vid hög variation och låg volym. En skillnad mot projekt är att verksamhetens resurser delas till större utsträckning vid enstycksproduktion. Produkterna är ofta komplexa men fysiskt mindre än vid projekt. Exempel på produkter som tillverkas vid enstycksproduktion är skräddarsydda kläder och möbelreparatörer (Slack m.fl., 2013).

Partiproduktion

Partiproduktion skiljer sig från enstycksproduktion i den mening att mer än en produkt produceras åt gången. Detta leder till att partiproduktion har lägre flexibilitet och är mer lämplig vid produktion av produkter med högre volym och lägre variation än enstycksproduktion. Partiproduktion används exempelvis vid produktion av bilkomponenter (Slack m.fl., 2013).

Cooney (2002) menar att partiproduktion traditionellt sett använts för att tillverka specialanpassade produkter i små volymer, till exempel vid produktion av bussar och truckar. Vidare menar han att partiproduktion fortfarande är aktuellt då Lean Production är svårt att implementera.

Massproduktion

Massproduktion används för att producera produkter med relativt låg variation i höga volymer. Aktiviteterna är ofta repetitiva och förutsägbara. Massproduktion används exempelvis vid produktion av bilar och DVD-spelare. (Slack m.fl., 2013). Liker (2013) menar att massproduktion ger fördelar i form av skalfördelar och den flexibilitet som fås genom att montörerna till en större grad kan välja sina arbetsuppgifter. Hur stora partier som tillverkas vid massproduktion påverkar dess förmåga att hantera volym och variation. Partistorlekarna kan vara i allt från enstyck till större partier.

Processproduktion

Processproduktion hanterar ännu högre volymer och lägre variation än massproduktion. Processerna är ofta aktiva under längre perioder och är relativt oflexibla, kapitalintensiva teknologier med ett förutsägbart flöde. Processproduktion används vanligtvis inom kemisk- och massindustri. (Slack m.fl., 2013). Skillnaden mot massproduktion kan ses som att processproduktion ofta divergerar (en produkt blir flera) medan massproduktion konvergerar (flera produkter blir en).

3.4.3 Partistorlek

Beslut om den partistorlek som produkterna ska tillverkas i är delvis baserat på vilken produktionsprocess som används. För massproduktion kan exempelvis både enstycks- och partitillverkning användas. Partistorleken definieras som det antal produkter som tillverkas samtidigt.

Enstyckstillverkning

Li m.fl. (2012) definierar enstyckstillverkning som en process där endast en produkt förflyttas mellan två operationer åt gången. Enstycksproduktion är lämpligt när produktionen består av produkter med hög variation och låg volym (Slack m.fl., 2013). Enstycksproduktion brukar användas hos bland annat snickerier och tillverkare av specialverktyg.

Liker (2013) menar att en förutsättning för att enstyckstillverkning ska fungera är att samtliga montörer arbetar i samma takt och Sörqvist (2013) menar att en annan förutsättning är korta omställningstider, det vill säga det ska vara enkelt att ställa om ett verktyg från en produktvariant till en annan.

Liker (2013) menar att införandet av enstyckstillverkning har flera fördelar och pekar bland annat på att enstyckstillverkning:

- Bygger in kvalitet - varje operatör inspekterar och arbetar för att åtgärda eventuella problem innan de skickas vidare. Om defekter missas och skickas vidare upptäcks de och kan åtgärdas snabbt.
- Skapar riktig flexibilitet - kortare ledtider gör det möjligt att snabbare svara på förändringar i efterfråga.
- Skapar högre produktivitet - tillverkning i enstyck har få icke värdeadderade aktiviteter. Det är även lättare att bestämma hur många montörer som krävs en att nå en given produktionsnivå.
- Tar upp mindre golvyta - genom att ha mindre lager så krävs mindre utrymme för produktionen.
- Förbättrar säkerheten - genom att arbeta med mindre produktionsstorlekar sänks behovet av truckar som i vanliga fall är en stor bidragande anledning till olyckor. Mindre produktionsstorlekar innebär även att mindre behållare behöver flyttas vilket reducerar olyckor kopplade till lyft.
- Sänker lagerhållningskostnader - mindre lager frigör kapital.

En enstyckstillverkning har även fördelen att den avslöjar problem i produktionen. Ett illustrerande exempel på detta är att se produktionsproblem som stenar i vattnet och produktionsstorleken som vattennivån. Genom att närma sig enstycksproduktion sänks vattennivån och produktionsproblem visar sig. När problemen väl är synliga ökar möjligheterna att åtgärda dem (Liker, 2013).

Wang & Li (2013) menar att en enstyckstillverkning ökar andelen värdeadderade tid vilket leder till högre produktivitet. Eftersom antalet produkter i arbete är lågt är det enklare att synkronisera de olika aktiviteterna i produktionen.

Det finns dock problem med enstyckstillverkning. Traditionell massproduktion har mindre beroende mellan de olika processerna eftersom produktionen sker mot lager. Detta gör att om en process av någon anledning stannar kommer produktionen kunna fortgå eftersom det finns ett lager att ta från (Liker, 2013).

Partitillverkning

Till skillnad från enstyckstillverkning befinner sig vid partitillverkning flertalet produkter samtidigt i varje process. Wang och Li (2013) menar att det vid partiproduktion är svårt att synkronisera operationerna eftersom PIA är högt. Enligt Liker (2013) garanterar tillverkning i stora serier överproduktion vilket leder till större lager som döljer produktionsproblem.

Liker (2013) menar också att partitillverkning för med sig problem som inte uppkommer vid enstyckstillverkning. Vid partitillverkning försämrans kvaliteten eftersom det tar längre tid att identifiera och åtgärda defekter. Ju längre tid det tar för defekten att upptäckas, desto svårare blir det att spåra problemet och dess orsak. Även olyckor kopplade till lyft ökar eftersom partistorleken ökar. Sörqvist (2013) menar att partitillverkning också för med sig andra problem såsom långa genomloppstider, kötid, ökad kapitalbindning och reducerad flexibilitet. Det kan också leda till att fel i montering eller problem i någon process uppmärksammas betydligt senare än vid enstyckstillverkning.

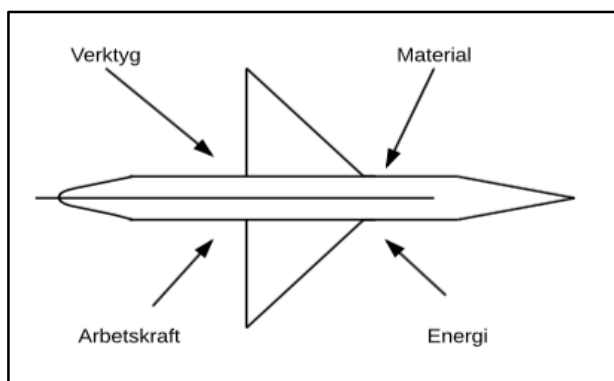
3.4.4 Produktionslayout

I denna rapport nyttjas benämningen layout för att beskriva produktionens flödesutformning ur ett fysiskt perspektiv. Utformningen kan se olika ut för olika verksamheter men påverkar i samtliga fall såväl styrningsprinciper som produktionsflöde. Layouten för produktionen påverkas alltså av mer än hur maskinerna och arbetsstationerna placerats. Den optimala layouten för verksamheters produktion är förknippad med produktionsvolym respektive processtrukturen för tillverkningen. Efterföljande avsnitt presenterar layoututformningarna byggplats-layout, funktionell layout, cello layout och produktionslina, som föregås och understöds av ett ramverk för olika layoutstrategier.

Likt valet av produktionsprocess är valet av produktionslayout förknippad med volym och variation. Valet av produktionslayout påverkar flödet av både information och material i verksamheten. Med avseende på analysen av SKF Actuators produktionsförutsättningar behandlas inte samtliga av produkt-processmatrisens layoutalternativ i lika stor utsträckning i kapitlet. Layoutalternativen byggplats och funktionell layout presenteras endast ytligt för läsaren i syfte att sänka graden av överflödigt information i rapporten. Anledningen till detta är att dessa layouttyper bygger på principer som inte är aktuella för SKF Actuators. Istället behandlas cello layout och produktionslina på djupare nivå eftersom enbart teori om just dessa två används för layoutanalysen.

Byggplats-layout

En byggplats är enligt Hayes och Wheelwright (1979) en lämplig layout när tillverkningen gäller små volymer med mycket låg grad av standardisering. På en byggplats fungerar materialstyrningen genom att alla resurser såsom material och personal förs till produkten som står still på samma plats tills den är klar. Enligt Slack m.fl. (2013) appliceras byggplatsen när unika och kundspecifika produkter, ofta är tekniskt komplicerade och resurskrävande gällande planering och specifik kompetens, tillverkas. I praktiken arbetar verksamheter som utgår från byggplatser ofta i projektform snarare än i en löpande verksamhet. Exempel på sådana verksamheter är byggentreprenörer och fartygstillverkare.



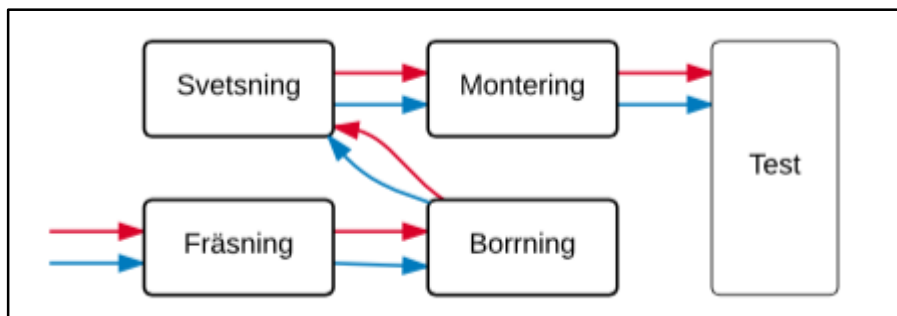
Figur 3.4: Egengjord illustration av byggplats-layout. Verktyg, material, arbetskraft och energi förs till produkten som inte förflyttas.

Funktionell layout

Den andra layouttypen som i tidigt skede diskvalificeras ur rapportens relevansomfång är funktionell layout som enligt produkt-processmatrisen kan vara gångbar när såväl standardiseringsgraden och tillverkningsvolymen befinner sig på en lägre medelnivå (Hayes och Wheelwright, 1979).

I en funktionell verkstad grupperas maskiner och resurser utifrån deras uppgift och syfte, där exempelvis fräsmaskiner samlas tillsammans på en plats, svetsar på en annan, bormaskiner på en tredje och så vidare (Slack m.fl., 2013). Fördelarna som erhålls är främst robusthet där ett resurshaveri, till exempel en trasig maskin, inte stoppar upp hela tillverkningen då en likadan resurs bredvid lätt kan användas.

Enligt Slack m.fl. (2013) är den stora nackdelen för en funktionell verkstad det komplicerade flöde som produkten får genom verkstaden. Eftersom flödet bygger på principen att produkten ska föras till resurser som finns ansamlade på fasta platser i verkstaden riskerar transportbehovet inuti verkstaden bli stort. I verksamheter vars produkter inte kräver samma resurser blir dessutom produktflödet oerhört komplext att överskåda och planera. Funktionella layouter används i regel flitigt på exempelvis sjukhus och inte minst inom tillverkande industri.



Figur 3.5: Egengjord illustration av funktionell layout. Maskiner och resurser grupperas utifrån uppgift och syfte.

Cellayout

Via avläsning av produkt-processmatrisen (se figur 3.3) framträder en cellayout som fördelaktig för verksamheter vars produktstandardisering och produktionsvolym befinner sig på en medelnivå (Hayes och Wheelwright, 1979). En cellayout karaktäriseras av att resurser, såsom maskiner och verktyg, placeras i kluster i fabriken - så kallade celler. Varje cell innehåller resurser med olika användningsområden avsedda för en viss produkt/produktfamilj och bildar i praktiken små fabriker inom fabriken (Rajgopal och Abdulmalek, 2006).

Cellayouter förekommer exempelvis i matbutiker där salladsbaren kan betraktas som en egen cell. Även mödravårdsavdelningen på sjukhus kan användas för att exemplifiera en typisk cellayoutsapplicering (Slack m.fl., 2013). Vid utformning av cellerna är det centralt att eftersträva möjligheten för majoriteten av de nödvändiga processerna att utföras inom samma cell. I idealfallet utförs samtliga processer från råmaterial till färdig produkt inom samma cell (Singh, 1993).

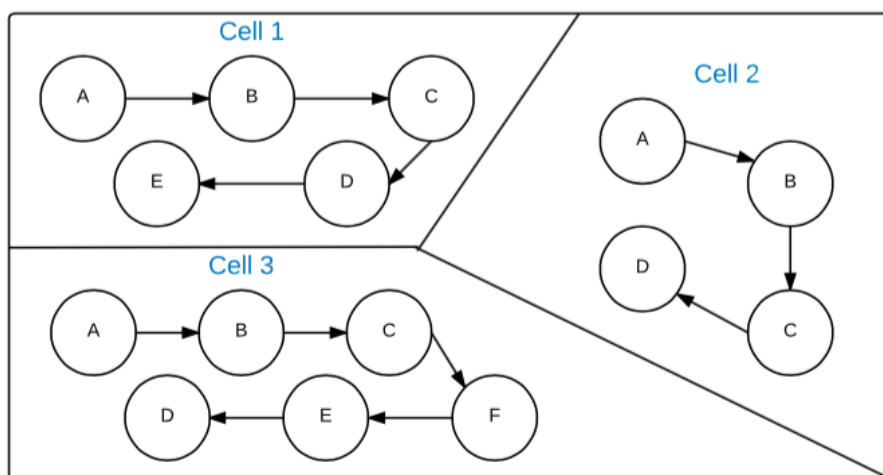
Det huvudsakliga syftet med cellayouten är att reducera och eliminera den i många fall stigande komplexitetens inflytande som följd av många produktvarianter, maskinutnyttjande, tillverkningsvolym med mera, genom uppdelning av produktionsflöden (Greene och Sadowski, 1984). Därmed bestyrks uppfattningen av cellayouten som fördelaktig för produktioner med hög variation och låga volymer (Malmberg, 1995). I linje med denna uppfattning uppger Jensen m.fl. (1996) att många produktvarianter är mer skadligt för

produktionens prestation avseende produktivitet än tillverkningsvolymen, och således den mest kritiska faktorn.

Schmenner och Swink's teori om ett snabbt och jämnt flöde (1998) ser fördelaktigt på skapandet av kompakta cellayouter. Ett stort mål med cellayouten är att reducera totala antalet materialflöden och begränsa dem till respektive cell. Inom cellerna lämnas endast utrymme för små buffertlagringar för att uppnå viss resurseffektivitet och samtidigt sänka lagernivåerna inuti cellen (Malmberg, 1995). Genom tillåtande av buffertlagringar möjliggörs samtidigt serieproduktion som gör tillverkningen än mer resurseffektiv, via högre maskinutnyttjande, på bekostnad av flödeseffektivitet, med längre genomloppstid per produkt. Tillverkaren kan således själv kombinera och styra såväl flexibilitet som skalfördelar inom cellerna (Rajamani m.fl., 1996).

Utmaningen vid utformning av cellayouten är själva designen och fördelningen av resurser till cellerna. Vid misslyckande riskerar tillverkaren att suboptimera tillverkningen och förpassa de fördelar inkluderande kortare ställtider, kortare genomloppstider, sänkt verktygsbehov, ökad produktivitet samt ökad grad av styrningskontroll som celluppdelningen är tilltänkt att generera (Singh, 1993). Enligt Wemmerlöv och Hyer (1986) är det centralt att beakta cellayouten som ett komplext moment med en utbredd konsekvens över hela organisationen. Som en följd av detta måste celldesignen stödja den taktiska och operationella målbilden gällande exempelvis maskinutnyttjande eller PIA som verksamheten satt upp (Singh och Rajamani, 1996).

En cellayout reducerar i stor utsträckning ställtiden av maskinerna eftersom cellen är avsedd för produkter av liknande karaktär (Jensen m.fl., 1996). Som konsekvens av cellutformningen noterar Greene och Sadowski (1984) att överkapacitet av maskiner kan förekomma eftersom varje cell måste utformas med full utrustning. En positiv aspekt av cellayouter som Hyer och Wemmerlöv (2002) lyfter fram är det faktum att materialplaneringen för material, lager med mera, underlättas eftersom styrningen avser varje enskild cell och därmed blir mer lättmanövrerad.



Figur 3.6: Egengjord illustration över en cellayout. Resurser placeras i kluster och innehåller verktyg och material för olika användningsområden..

Produktionslina

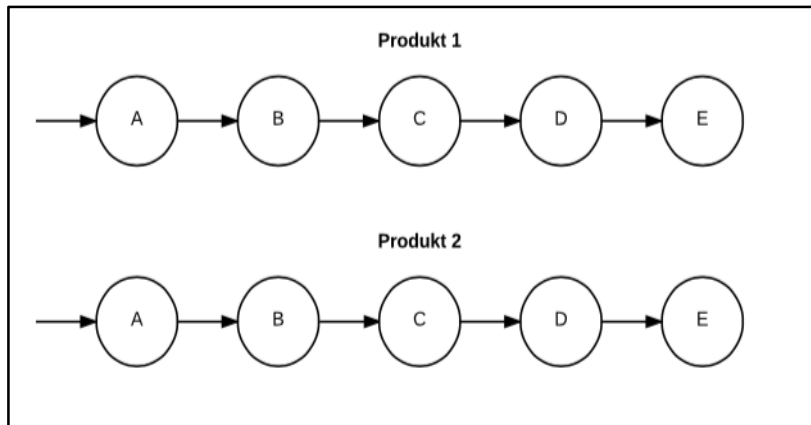
Återkopplat till produkt-processmatrisen är en produktionslina ett fördelaktigt layoutalternativ för verksamheter vars tillverkning består av ett fåtal produktvarianter i stora kvantiteter (Hayes och Wheelwright, 1979). En linjeorienterad fabrikslayout kan se ut på många sätt, med till exempel raka linor vilket är vanligast förekommande. Det grundläggande konceptet är dock att arrangera linorna utifrån produkterna som tillverkas, där bilindustrins dynamiska monteringslinor figurerar som ett typiskt applikationsexempel (Waeyenbergh och Pintelon, 2002). Produktionslinor används vid mass- och processproduktion, vilket illustreras i produkt-processmatrisen, och innebär följaktligen ett kontinuerligt flöde.

Den konceptuella idén vid utformning av en produktionslina är att placera produktionsresurser såsom maskiner och personal i ordningsföljd bredvid varandra (Drira m.fl., 2007). Produkten förs därefter framåt i en jämn takt, ofta via ett självgående band, där resurser tillförs och arbete utförs på produkten (Slack m.fl., 2013).

Produktionslinor gör produktionsflödet mer överblickbart och förutsägbart än i en cellayout. Därigenom ökar styrningsprecisionen och graden av kontroll över flödet jämfört med andra layoutalternativ (Burns och Daganzo, 1987). Samtidigt påtalar Waeyenbergh och Pintelon (2002) att tillverkningsprocessen blir mer sårbar för störningar där hela linan stannar om en station utsätts för ett avbrott. För att hantera störningarna är det möjligt att modifiera linan och utforma den utefter fiskbensprincipen (även kallad Ishikawapprincipen efter uppfinnaren). Principen innebär att produktionssystemet består av en huvudlina där produkten färdas framåt samt flera anslutande sidolinor som kompletterar med delarbete, vilket visuellt påminner om ett fiske skelett sett ovanifrån. Eftersom arbetet sprids ut på flera sidolinor uppträder systemet mer robust och säkerställer god prestation och kvalitet för den stora huvudlinan. Dessutom klarar produktionslinan av att producera flera olika produktvarianter (Quentin och Skrabec, 1991).

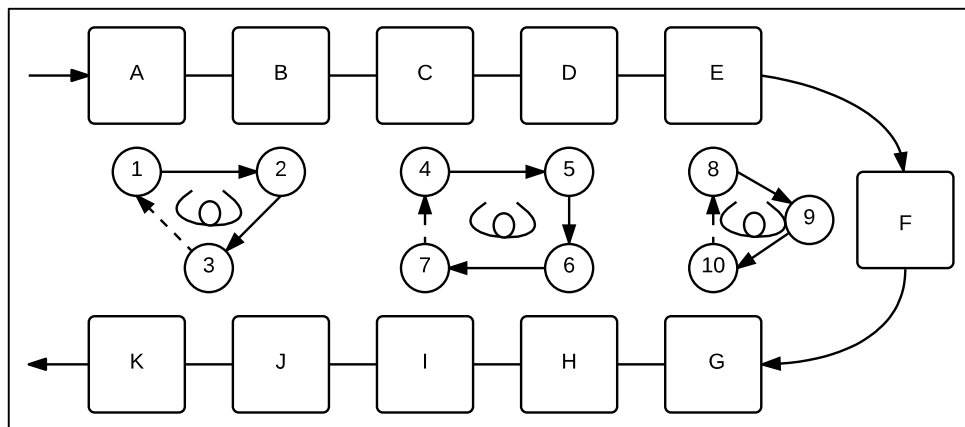
Däremot finns det motsägande åsikter som hävdar att robusthet försämrar tillverkningens prestation. Liker (2013) påtalar att en stor del av framgången för Lean Production-filosofin kommer från den lägre graden av robusthet. Enligt Liker (2013) är känsliga produktionslinor en grundbult för att kunna bedriva kontinuerligt förbättringsarbete. Genom att flödet stannar omedelbart när fel uppstår göms inga problem och verksamheten kan ständigt genomföra små förbättringar som standardiseras och undviks i framtiden. På detta vis förväntas produktionens prestation bli bättre ur ett långsiktigt perspektiv och där förbättringsarbetet sker kontinuerligt i liten skala istället för stora riskfyllda projekt.

Vid etablering av en produktionslina är det av stor vikt att fördela arbetsuppgifterna mellan de tillgängliga resurserna så jämnt som möjligt. Genom att hela tiden föra produkten framåt undviks små buffertar på linan och både kapitalkostnaden för lagring samt genomloppstiden sänks. Samtidigt riskerar utnyttjad tid till arbete minska och ge upphov till systemförluster. (Burns och Daganzo, 1987). Läs mer om balansering under 3.3.3. *Produktionstekniska förluster*.



Figur 3.7: Egengjord illustration av produktionslina. Produkterna rör sig från en station till nästa.

Ytterligare en modifiering av den raka produktionslinan utöver fiskbensprincipen är den U-formade linan. Genom att forma flödet som ett U krävs mindre personalresurser eftersom operatören kan vända sig om och utföra en andra operation på tidigare passerat objekt efter att ha slutfört den första. U-linan kan också appliceras om maskinutrustningen är begränsad eller som ett hjälpmedel att uppnå balanserad arbetsfördelning mellan arbetsstationerna (Becker och Scholl, 2006). Enligt Liker (2013) återfinns stora fördelar med U-linor i de interaktionsmöjligheter som öppnas upp. Personalen längs linan kan enklare interagera och kommunicera i realtid varpå informationsutbytet blir både snabbare och mer effektivt.



Figur 3.8: En U-layout är en modifiering av en rak produktionslina där flödet är utformat som ett U (Inspiration Monden, 1994).

Inom japanska Lean Production ses kontinuerliga produktionsflöden, alltså linor som aldrig stannar, som grundläggande för en produktiv tillverkning. Att hela tiden låta produkten röra sig framåt och komma till resurserna istället för tvärtom anses minimera slöseri och icke värdeadderande aktiviteter (Liker, 2013). En förutsättning för detta, enligt Waeyenbergh och Pintelon (2002), är pålitliga produktionslinor vilket bör uppnås genom väl underhållna och servade maskiner och band.

En produktionslina där mer än en produktvariant tillverkas kallas “mixed-model line” och ställer högre krav på verksamheten för att bli effektiv, jämfört med en produktionslina där enbart en homogen produkt tillverkas. Mängden arbete som krävs för att tillverka respektive produktvariant varierar oftast vilket skapar svårigheter att nå det snabba och jämna flödet som Schmenner och Swink (1998) hävdar vara grundläggande för ett produktivt produktionsflöde (Thomopoulos, 1967).

Mixed-model linor blev allt vanligare i industrierna som svar på tillverkande verksamheters strävan efter att bemöta kundernas allt mer varierande och kundanpassade efterfrågan på ett kostnadseffektivt sätt, alltså kombinera prestationsmåten flexibilitet och kostnad (Hyun m.fl., 1998). Dessa linors utformning karaktäriseras av ett fåtal arbetsstationer, manuell förflyttning av produkten samt personal med brett kompetensområde. Ofta återfinns mixed-model linorna i verksamheter med en orderstyrd tillverkning för att korta ledtiden till kund (Bukchin m.fl., 2002).

Fördelarna med mixed-model linor återfinns främst i möjligheten att producera produkter med högre variation på samma produktionslina (Fast-Berglund m.fl., 2013). Att styra och planera produktionen efter en förbestämd takt är dessutom enklare än att sprida ut. Ur denna aspekt blir således mixed-model linor att föredra över cellproduktion. Samtidigt uppstår samma linjebalanseringsproblem för mixed-model linor som för alla sorters linor. Problemet innebär att en perfekt balansering är svårt att uppnå, eftersom en underbalanserad linan kommer medföra brist på arbetsuppgifter på någon/några arbetsstationer under varje cykeltid. En överbalanserad linan innebär att varje cykeltid fylls med arbete men att buffertlager bildas mellan arbetsstationer (Duplaga m.fl., 1996).

Enligt Thomopoulos (1967) medför mixed-model linorna, förutom samma linjebalanseringsproblem som för alla linor, även modellsekvenseringsproblem. Detta sekvenseringsproblem grundas i att verksamheten endast vill producera mot order istället för mot lager vilket påverkar möjligheten att styra vilken modell som produceras när. Produktionsvariationen blir alltså än mer komplex och medför både ställtidskostnader och svårigheter att planera produktionen.

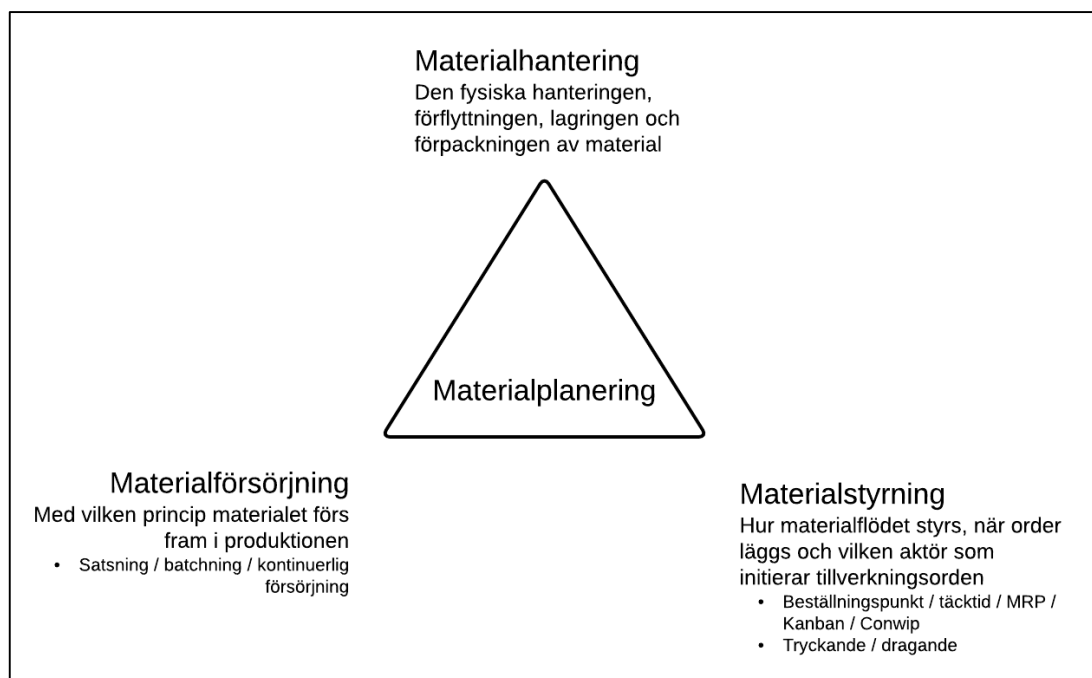
I praktiken tenderar produktionernas utformning emellanåt att kombinera celler och linor. Vid cellayout byggs ofta små linor inom själva cellen och kombinerar därmed de båda flödenas egenskaper där cellen hanterar produkttypernas variation och linan inuti cellen bidrar med en fast produktionstakt (Slack m.fl. 2013).

Cellayout och produktionslinor kan också kombineras i större skala. Verksamheter med en eller flera stora produktionslinor kan ibland komplettera dessa med en eller flera produktionsceller bredvid. Dessa cellers huvuduppgift är att tillverka eller hantera de produktvarianter som inte ryms på linan eftersom de kräver onormalt lång cykeltid och gör linan svårbalanserad, kräver andra verktyg eller speciell kompetens etcetera. Med hjälp av kompletterande celler kan alltså verksamheten på ytterligare ett sätt hantera produktvariationer (Becker och Scholl, 2006).

3.5 Materialplanering

I följande delkapitel presenteras och behandlas begreppet materialplanering och dess beståndsdelar; materialstyrning, materialförsörjning och materialhantering.

Materialplanering används i denna rapport som ett samlande begrepp för områdena materialhantering, materialförsörjning och materialstyrning. Figur 3.9 nedan illustrerar dessa områden och en kort sammanfattning över vilken definition som används.



Figur 3.9: Illustration över materialplanering och de områden som innefattas.

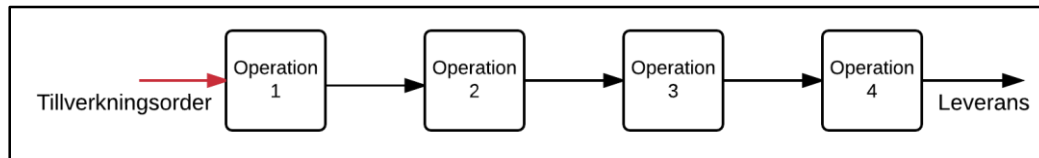
3.5.1 Materialstyrning

Syftet med materialstyrning är att för varje artikel fastställa de kvantiteter samt de tidpunkter som dessa kvantiteter måste beställas för att tillgodose framtida behov. Materialstyrning handlar därför om balansen mellan tillgångar och behov. De vanligast förekommande systemen för materialstyrning är beställningspunktssystem, täcktidsplanering, materialbehovsplanering och Kanban (Jonsson och Mattson, 2011).

Materialstyrning kan vara antingen tryckande eller dragande. Huruvida materialstyrningen är av tryckande eller dragande karaktär avgörs dock inte av materialstyrningsmetoderna utan av tillämpningen av dem. Flera materialstyrningsmetoder kan användas både inom ramen för tryckande och dragande styrning (Jonsson och Mattson, 2011). De menar att den avgörande skillnaden mellan dragande och tryckande strategier är huruvida produktion och materialförflyttning sker på eller utan initiativ av en aktör i materialflödet.

Tryckande styrning

En tryckande strategi (eng. push) karaktäriseras av att produktionen sker utan initiering av förbrukande aktör, det vill säga det är den producerande aktören som initierar produktionen. Fördelarna med tryckande styrning går att finna i den låga grad av beroende som de olika processerna i produktionen har mellan varandra (Hopp & Spearman, 2004). Slack m.fl. (2013) menar att ett problem med tryckande styrning är att det är troligare att stora lager byggs upp jämfört med en dragande strategi.

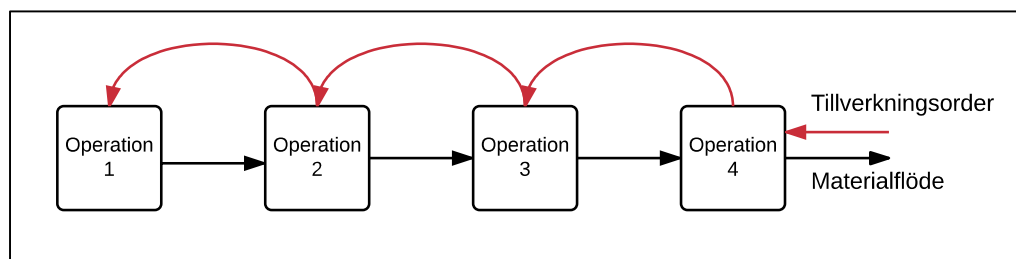


Figur 3.11: Illustration av ett tryckande system (Jonsson och Mattson, 2011).

Dragande styrning

En dragande strategi (eng. pull) skiljer sig från en tryckande strategi på flera sätt, däribland att det finns en definierad överenskommelse med specificerade gränser avseende produktvolym, modellmix och sekvens (Liker, 2013). Ett dragande system kan användas för att undvika överproduktion och öka möjligheterna för så små lagernivåer som möjligt. På grund av naturliga stopp i olika produktionsflöden är det dock inte möjligt att ha en helt lagerfri produktion (Liker, 2013).

Ett dragande system kan använda mellanlager mellan operationerna för att kontrollera lagerhållningen. Genom att använda ett Kanbansystem och producera mot detta lager kan överproduktion begränsas till storleken på mellanlagret (Liker, 2013).



Figur 3.10: Illustration av ett dragande system (Jonsson och Mattson, 2011).

För- och nackdelar med tryckande och dragande system

Prashanth och Sanchoy (1999) menar att ett tryckande system erbjuder bättre planeringsmöjligheter än ett dragande men att ett dragande system erbjuder bättre kontroll över de dagliga aktiviteterna. De menar även att ett tryckande system är applicerbart på i stort sett alla tillverkande företag medan dragande system begränsas till företag med repetitiv och seriell tillverkning. Inman (1999) påtalar samtidigt att om inte produktionen kan stödja ett dragande system kommer ett tryckande system vara bättre och mer effektivt. Karrer (2012) belyser att ett tryckande system till skillnad från ett dragande kan agera proaktivt baserat på prognostiserad efterfråga. Bhaskaran (1998) fann att tryckande systems förmåga att använda prognoser fick det att prestera bättre än dragande.

Samtidigt menar Schmenner och Swink (1998) att ett dragande system har större möjlighet att vara produktivt än ett tryckande om förväntningarna på processerna är konstanta. Författarna grundar detta påstående på att ett dragande system enklare kan nå ett snabbt och jämnt flöde eftersom PIA reduceras. Jämnheten uppnås eftersom processer och aktiviteter inte kan påbörjas utan auktorisering från föregående processer. Även Steinbrunner (2005) kopplar dragande system till repetitiv och seriell tillverkning och adderar dessutom att dragningsprincipen fungerar bäst för cellayout och produktionslina.

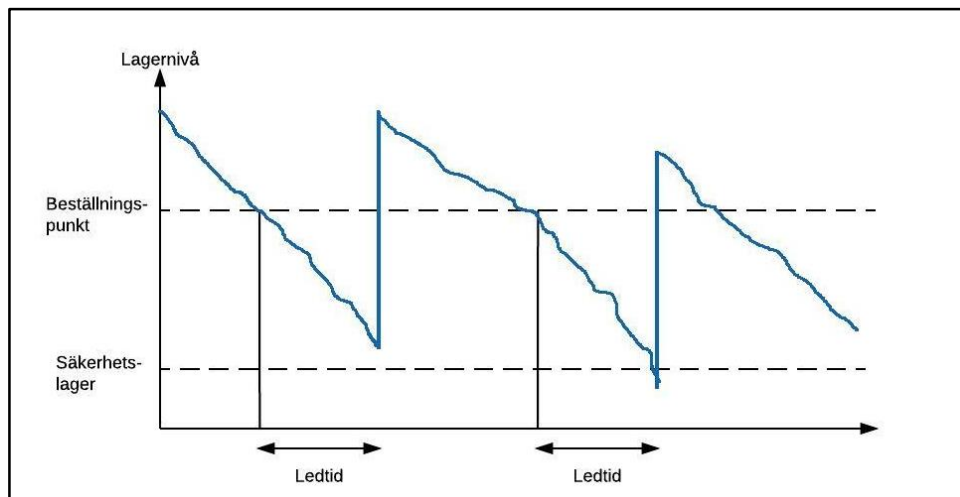
3.5.2 Materialstyrningssystem

Det finns flera olika system för materialstyrning. Dessa system används tillsammans med de strategier som tagits upp i föregående avsnitt för att säkerställa tillförseln av material.

Systemen fokuserar till skillnad från de tidigare nämnda strategierna på den principiella styrningen, till exempel när material ska beställas.

Beställningspunktsystem

Grunden i ett beställningspunktsystem ligger i den jämförelse som görs mellan den kvantitet som finns tillgängligt i lager och en referenskvantitet kallad beställningspunkt. När lagernivån når beställningspunkten initieras en anskaffningsprocess för att nå önskad lagerkvantitet. Kvantiteten för beställningspunkten bestäms med avseende på förväntad efterfråga under ledtiden för återanskaffning (Jonsson och Mattson, 2011). Beställningspunktsystem används ofta för artiklar med en hög förbrukning och då orderkvantiteten tenderar att vara konstant. Då det är vanligt att beställningspunkten kontrolleras automatiskt kräver metoden generellt inte mycket administrativa insatser (Oskarsson m.fl., 2003).



Figur 3.12: Illustration av grundprincipen för beställningspunktsystem (Jonsson och Mattson, 2011). Ny order läggs när beställningspunkten nås.

Täcktidspanering

Täcktidspanering är i många avseenden likt ett beställningspunktsystem. Skillnaden är att täcktidsplanering uttrycker nödvändig behovstäckning som en tid istället för en kvantitet. Täcktid är den tid som det tillgängliga lagret tillsammans med planerade inleveranser förväntas räcka (Jonsson och Mattson, 2011).

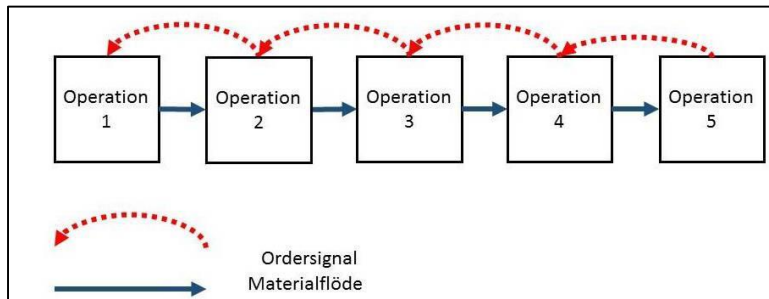
Kanban

Ett välbeprövat sätt att få fram material till stationerna är beställning med Kanban vilket ingår i konceptet Just In Time (JIT) som växt fram i Japan och framförallt dess bilindustri. JIT går ut på att materialet och produkten ska levereras till rätt plats precis när det behövs (Andersson, 2002).

Kanbanmetodiken är uppbyggd på att ett antal Kanbankort finns i omlopp i fabriken och att alla fulla lastbärare med material måste innehålla en förutbestämd kvantitet som finns angiven på Kanbankortet och dessutom måste alla lastbärare som innehåller material innehålla ett Kanbankort. Utöver vilken kvantitet som lastbäraren ska innehålla står det också information om vart materialet ska levereras, det vill säga till vilken arbetsstation men också produktnumret så rätt material tas fram (Mattsson et.al, 2003).

Syftet med Kanbanmetodiken är att när en montör vid en station börjar få slut på material och behöver påfyllning för att kunna försätta sitt arbete tar denne Kanbankortet som låg i

lastbäraren med de material som montören önskar. Det vill säga att ett Kanbankort frigörs när en lastbärare blir tom alternativt när montören plockar första detaljen från lastbäraren. Kanbankortet skickas sedan vidare till den enhet som har hand om materialförsörjningen. Då börjar tillverkningen av den förutbestämda kvantiteten och fyller upp en lastbärare alternativt plockar en lastbärare från lagret med inköpt material. I lastbäraren placeras sedan Kanbankortet och sedan körs materialet ut till monteringsstationen innan det att materialet har tagit slut på stationen. Detta är en effektiv metod, eftersom att montören inte behöver avbryta sitt arbete för att fylla på material, men en förutsättning är att Kanbankortet har skickats iväg i tid så att montören inte blir utan material (Mattsson et.al, 2003).

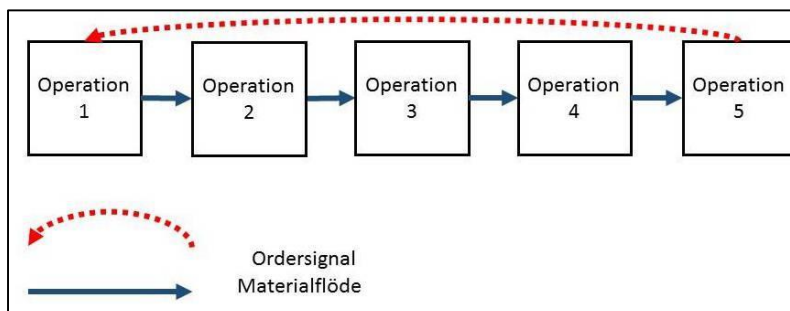


Figur 3.13: Egengjord illustration av principen för Kanban. Materialflödet initieras när ordersignal skickas.

Conwip

Vissa tillverkande företag har uppnått framgångsrika dragande system i sin produktionsplanering och dessa system är ofta jämförelsebara med ett JIT-system och Kanban. Enligt Spearman (1990) är Kanban inte applicerbart i alla industrier då det inte kommer att fungera fullt ut i en kundorderstyrd fabrik med mindre och varierande order. Men utifrån samma tank som i Kanban kan dessa företag utforma liknande lösningar.

Conwip är ett exempel på en sådan lösning som enligt Spearman (1990) går ut på att materialet som färdas fram till monteringsstationerna ligger fördelade i lådor. Likt Kanban innehåller dessa lådor en fördefinierad mängd, så att varje låda tar lika lång tid att bearbeta för montören. När materialet tar slut vid stationen signaleras att påfyllnad krävs på samma sätt som i Kanban. Skillnaden är att kortet inte skickas från en produktionsenhet till närmast föregående i flödet, likt Kanban. Kortet skickas istället från den sista till den första produktionsenheten i flödet när den aktuella artikeln är färdigtillverkad. Det här blir en startsignal för att en ny tillverkningsprocess kan påbörjas. Med sista produktionsenhet menas den produktionsenheten som utför den sista operationen i tillverkningsprocessen. Dessutom är det viktigt att följa rådet för Conwip att ingen tillverkning får påbörjas utan att det finns ett frigjort kort tillgängligt (Spearman, 1990).



Figur 3.14: Egengjord illustration av Conwip. Samma princip som Kanban men med längre ordersignal.

Materialbehovsplanering

Till skillnad från de andra materialstyrningsmetoderna som är förbrukningsinitierade så bygger materialbehovsplanering, även benämnt MRP, på att tidpunkter för inplanering av nya leveranser fastställs då lagertillgången förväntas bli negativ. MRP är användbart för såväl härledda som oberoende behov, det vill säga både när en artikel är beroende och oberoende av andra artiklar (Jonsson och Mattson, 2011). MRP är därför starkt förknippat med tryckande styrning.

3.5.3 Materialförsörjning

Materialförsörjning innefattar hur materialet ska föras fram från förråd ut till tillverkningsplatsen. Det finns tre principer när det gäller materialförsörjning; satsning, batchning och kontinuerlig försörjning. Med satsning menas att material till en produkt plockas ut ur förråd och levereras som en sats till den arbetsplats där materialet kommer att förbrukas. Med metoden som benämns batchning menas att större förpackningar av det urval artiklar som kommer att användas under ett tidsintervall förs fram till arbetsplatsen. Den sista principen är kontinuerlig försörjning, vilket innebär att små förpackningar av en större mängd artiklar flyttas fram till arbetsplatsen. I takt med att de små förpackningarna förbrukas byts de ut (Jonsson och Mattson, 2011).

Att föra fram material från förrådet kan göras på ett antal olika sätt, i många fall plockas material i förrådet allt eftersom som produktionen ska starta och då vanligen, som tas upp nedan, med hjälp av bemannad truck. (Jonsson och Mattson, 2011).

3.5.4 Materialhantering

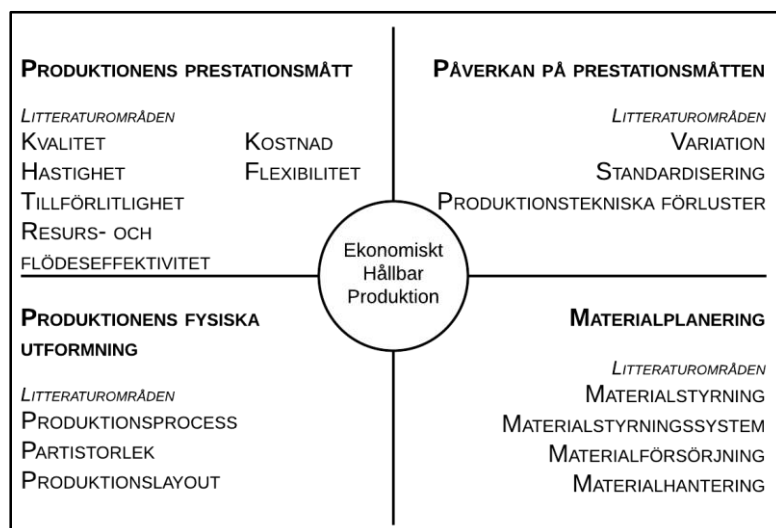
Materialhantering är en sammanfattande beteckning för fysisk hantering, förflyttning, lagring och förpackning av material och färdiga produkter (NE, 2016). Dessutom kan det enligt Jonsson och Mattson (2011) definieras som förflyttning och hantering av material internt och i anläggningen. Vanligen är materialhantering en integrerad del av lagersystemet och i många fall är det omöjligt att separera lagring från hantering. Hanteringssystemen kan vara mer eller mindre automatiserade. Vid materialförflyttning i funktionellt organiserade tillverkningsprocesser med flöden av varierande frekvens är den vanligaste utrustningen en bemannad truck som kan transportera och lyfta förpackningar (Jonsson och Mattson, 2011).

Ett materialflöde är vanligtvis inte kontinuerligt utan mer intermittent till sin natur, det vill säga med avbrott mellan operationsstegen. Det är därför vanligt att olika delflöden inte är sammankopplade för att försöka undvika störningar och att dessa fortplantas i andra delflöden. Lagrens primära funktion är att lyckas med denna frikoppling av system. Därför kan ett lager betraktas som en integrerad del av det totala materialflödessystemet. (Mattsson och Jonsson, 2003).

3.6 Syntes - Analysmodell av litterär teori

I följande delkapitel redovisas den analysmodell som framkom som syntes från det teoretiska ramverket som presenterades tidigare i kapitlet.

Analysmodellen består av fyra studieområdena som anses ha påverkan på ett företags förmåga att bedriva en ekonomiskt hållbar produktion. *Figur 3.15* nedan illustrerar vilka de olika studieområdena är och vilka litteraturområden som behandlas under respektive område.

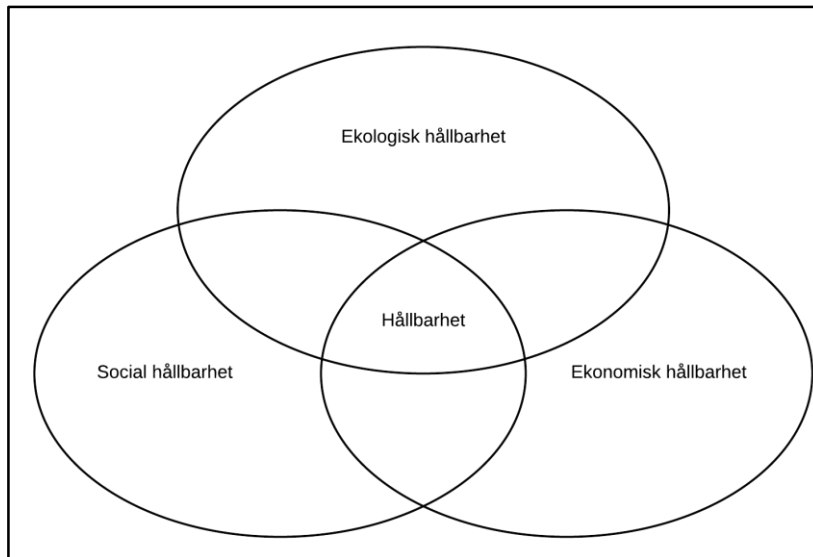


Figur 3.15: Analysmodell från litteraturstudien. Illustrerar de beståndsdelar som identifierats som viktigast att behandla för den produktion som behandlas i studien.

3.7 Hållbar utveckling

I följande delkapitel behandlas den litteratur som behövs för att få en insikt i vad hållbar utveckling innebär. Därefter görs en noggrannare beskrivning kring ekonomisk hållbarhet då detta anses mest relevant för studien och ingår i dess syfte.

Brundtlandkommisionen fastslog 1987 en definition av hållbar utveckling som lyder “En hållbar utveckling är en utveckling som tillfredsställer dagens behov utan att äventyra förutsättningarna för kommande generationers möjligheter att tillfredsställa sina behov” (Persson m.fl., 2015). Utifrån detta har normer växt fram som står till grund för hur människan samt företag ska eftersträva att tillfredsställa sina behov utan att resurserna förbrukas. Hållbar utveckling delas vanligen in i tre dimensioner: ekonomisk, ekologisk och social hållbarhet (Jordbruksverket, 2012). Ekonomisk hållbarhet innebär att de ansvariga använder verksamhetens resurser effektivt. Ekologisk hållbarhet innebär att företagets verksamhet inte har en negativ påverkan på miljön. Social hållbarhet syftar till att företag ska erkänna att de har ett ansvar för den påverkan de har på samhället och vad deras handlingar får för konsekvenser (Slack m.fl., 2013).



Figur 3.16: Illustration över sambandet mellan social, ekologisk och ekonomisk hållbarhet. (Inspiration från Slack m.fl., 2013).

På lång sikt krävs det att samtliga tre dimensioner är uppfyllda och stöttar varandra. Denna punkt illustrerar i *figur 3.16* ovan där samtliga dimensioner överlappar. Trots detta kommer rapporten endast fokusera på de ekonomiska aspekterna eftersom möjligheten att behandla och påverka den ekologiska och sociala hållbarheten anses ligga utanför studieområdet.

Ekonomisk hållbarhet

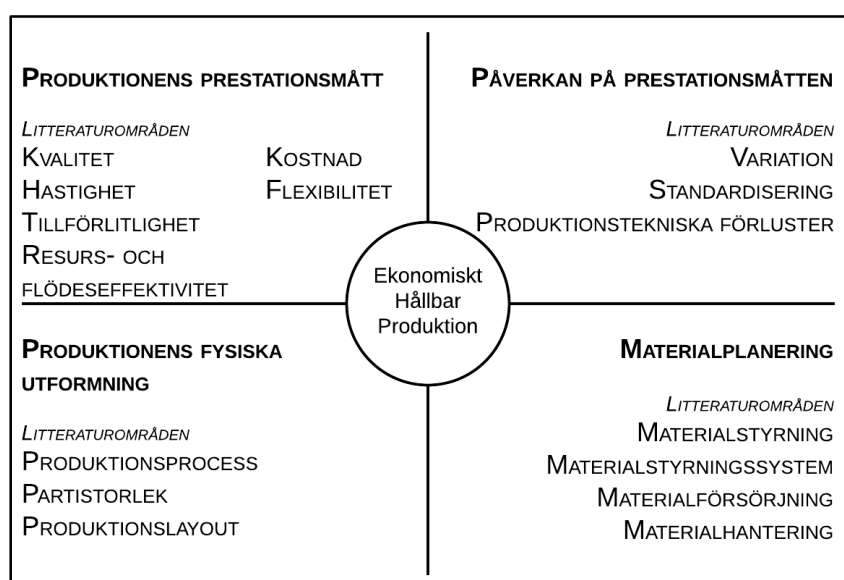
Att det ekonomiska kapitalet måste behandlas på ett hållbart sätt är inte någon nyhet. Redan år 1946 framtogs en modell på hur mycket människor kan konsumera utan att sätta sig själva i konkurs (Persson m.fl., 2015). En definition av god ekonomisk hållbarhet är att företaget vid alla tidpunkter har ett tillräckligt stort kassaflöde för att undvika likviditetsbrist och samtidigt ha god avkastning till aktieägarna. Detta medför att företaget bör göra långsiktiga investeringar så att utdelning till aktieägarna kan ske även under sämre år (Dyllick och Hockerts, 2002).

Ekonomisk hållbarhet kan också associeras till att det alltid finns nya uppfinningar, lösningar samt att företaget är medvetna om att vissa resurser är en bristvara och att detta används på ett sparsamt sätt. Viktigt att tillägga är att företaget måste öka sin ekonomiska hållbarhet utan att påverka och därmed göra en minskning i naturkapital eller socialt kapital (Ekonomer för miljö, 2016).

4 Nulägesbeskrivning och nulägesanalys

Detta kapitel inleds med att verksamheten beskrivs utifrån den datainsamling som genomförts. Beskrivningen återges objektivt och utan analys för de områden som studien inriktats. I direkt anslutning till nulägesbeskrivningen över respektive studieområde presenteras en analys över nyss beskrivet område. I analysen kopplas teori in för att påvisa konsekvenserna av den beskrivna produktionsutformningen. Dessutom ämnar analysen att härleda orsakerna till de problem SKF Actuators produktionsverksamhet har. Analysen mynnar ut i ett förändringsförslag över respektive område som presenteras i nästföljande kapitel.

I figur 4.1 nedan åskådliggörs den analysmodell som litteraturstudien genererat. Följande delkapitel kommer presentera en nulägesbeskrivning och nulägesanalys för de inriktade studieområdena *Produktionens prestationsmått*, *Påverkan på prestationsmåten*, *Produktionens fysiska utformning* och *Materialplanering*. I analysmodellen framgår vilka litterära teoriområden som studeras och behandlas inom respektive studieområde.



Figur 4.1: Analysmodell från litteraturstudien.

4.1 Produktionens prestationsmått

I följande delkapitel behandlas en nulägesbeskrivning och analys över studieområdet *Produktionens prestationsmått*. Delkapitlet inleds med en nulägesbeskrivning följt av en nulägesanalys över olika prestationsmått och hur dessa är kopplade till SKF Actuators.

4.1.1 Nulägesbeskrivning av kvalitet

Kvalitet definieras som den grad av likhet mellan kundens förväntan och det resultat som kunden erhåller (Slack m.fl., 2013). I studien behandlas antal returorder och kvalitetsreklamationer för att avgöra kvaliteten på SKF Actuators produkter.

Den information som insamlats från företaget visar att det inkom 88 returorder på grund av bristande kvalitet till SKF Actuators år 2015. Av kvalitetsreklamationerna blev 40 godkända av SKF Actuators medan företaget för övriga ansåg att det var kunden själv som orsakat problemet. Kvalitet är ett prestationsmått som företaget i dagsläget försöker konkurrera med¹⁶.

¹⁶ Produktionsansvarig SKF Actuators, Admir Mujkanovic, ostrukturerad intervju 2015-04-25

4.1.2 Nulägesanalys av kvalitet

Med avseende på antalet returorder bedöms det finnas förbättringspotential gällande produktkvaliteten. Enligt produktionsansvarig påstås kvalitetsproblemen till stor del uppkomma från avsaknaden av ett standardiserat arbetssätt¹⁷. Denna avsaknad ökar risken att montören missar ett steg i tillverkningsprocessen som kan ha en stor påverkan på produktens slutgiltiga kvalitet.

Att SKF Actuators erhåller ett flertal returorder är en indikation på att den levererade produkten inte alltid lever upp till kundens förväntningar. Slack m.fl. (2013) menar att genom att inte alltid leverera god kvalitet påverkas företaget negativt på flera plan. Som en följd av den bristande kvaliteten kommer kostnaderna öka då företaget behöver ersätta kunden samt åtgärda defekta produkter.

Utöver de negativa ekonomiska aspekterna som bristfällig kvalitet för med sig kan även ryktet kring företaget påverkas negativt. Slack m.fl. (2013) menar att detta kan resultera i att kunder istället väljer att gå till konkurrenter vilket kan resultera i förlorade marknadsandelar. Kvalitet bedöms vara en av de faktorer som har störst påverkan på SKF Actuators konkurrenskraft och därmed deras möjlighet att bedriva en ekonomiskt hållbar produktion.

4.1.3 Nulägesbeskrivning av hastighet

Den tidsstudie som utförts hade kunnat användas som hjälpmedel för att bestämma genomloppstiden, men på grund av att den enbart ger data om ren monterings- och inte behandlings- eller tvätttider ger den inte en representativ bild av den faktiska genomloppstiden. Studien har istället fokuserat på den faktiska tillverknings- och monterings- tiden för produkterna, det vill säga den tid det tar för montörerna att tillverka en produkt från det att monteringen startar vid första stationen tills produkten är färdigtillverkad. Alltså har materialplock och väntetid, såsom torktid för produkterna, exkluderats.

Enligt produktionsansvarig stämmer de tillverknings- och monterings- tider i MOVEX som i dagsläget ligger till grund för planeringen inte överens med faktiska tillverknings- och monterings- tider, utan anses vara väl tilltagna¹⁸. *Tabell 4.1* nedan visar hur de tillverknings- och monterings- tider som tidsstudien i AviX resulterade i förhåller sig till de tider som finns i MOVEX. Data i tabellen bekräftar produktionsansvarigs påstående om att tillverknings- och monterings- tider var väl tilltagna.

¹⁷ Produktionsansvarig SKF Actuators, Admir Mujkanovic, ostrukturerad intervju 2015-01-21

¹⁸ Produktionsansvarig SKF Actuators, Admir Mujkanovic, ostrukturerad intervju 2015-01-21

Tabell 4.1: Tillverkningstidernas differens mellan MOVEX och AviX. På begäran av SKF Actuators redovisas inte de faktiska tillverkningstiderna utan endast differensen.

Variant	Differens mellan MOVEX och AviX
CAT32B	+ 39 %
CATL	+ 48 %
CATR	+ 17 %
CAPL	+ 43 %
CALA	+ 42 %
CARE	+ 47 %
CARR	+ 9 %
CARL	+ 20 %

Ett möjligt prestationsmått på hastighet är cykeltid. Cykeltid kan benämnas som produktionens hjärtslag, det vill säga hur lång tid det i genomsnitt tar mellan varje produkt som kommer ut ur processen. Cykeltiden under år 2015 beräknades till 450 sekunder (se *Appendix II* för beräkning).

4.1.4 Nulägesanalys av hastighet

Tidsstudien påvisade att en stor del av tillverkningstiden utgörs av icke värdeadderande tid vilket talar för att hastigheten i produktionen är låg. Icke värdeadderade tid beskrivs utförligare under 4.2.3 *Nulägesbeskrivning av produktionstekniska förluster*. Att tillverkningstiderna i MOVEX är väl tilltagna innebär att produktionen anpassas efter en lägre hastighet.

Fördelen med att producera produkter till en högre hastighet är att tillverkningstiden reduceras samt att värdet för kunden ökar i och med att produkterna erhålls tidigare. Korta leveranstider leder även till riskminimering, då de sänker risken för att kundens efterfrågan hinner förändras medan de inväntar leverans. Ytterligare fördelar med att ha en hög hastighet i produktionen är att PIA reduceras och därmed även kapitalbindningen (Slack m.fl., 2013).

4.1.5 Nulägesbeskrivning av tillförlitlighet

Tillförlitlighet mäter hur väl företaget håller sina leveranstider till kund och för SKF Actuators uppstår brutna löften då de inte lyckas hålla dessa. Sekundärdata erhållen från företaget visar att SKF Actuators år 2015 hade 5,59 % brutna löften ut till kund. Företaget har ett mål på 3 % brutna löften och ett reviderat mål på 6 % som följd av att det tidigare målet inte ansågs uppnåbart¹⁹.

4.1.6 Nulägesanalys av tillförlitlighet

Slack m.fl. (2013) menar att tillförlitlighet för med sig fördelar i form av lägre kostnader och stabilitet. Tillförlitligheten för SKF Actuators bedöms innehålla förbättringspotential då antalet brutna löften är högt.

¹⁹ Produktionsansvarig SKF Actuators, Admir Mujkanovic, ostrukturerad intervju 2015-04-28

Att löften bryts uppges, enligt produktionsansvarig, delvis ha sina rötter i att montörerna tillverkar produkterna i partier vilket leder till att kvalitetskontrollen påbörjas först när hela partiet är färdigmonterat²⁰. I SKF Actuators fall riskeras eventuella fel att inte hinner upptäckas och åtgärdas i tid och risken finns att samtliga produkter i hela partiet har samma defekt.

Materialbrist påverkar också antalet brutna löften mot kund. De huvudsakliga orsakerna till att materialbrist uppstår är att felaktig inrapportering av saldot i affärssystemet och högre förbrukning av komponenter än planerat. Att det förbrukas fler komponenter än det borde beror till stor del av felmontage, då vissa komponenter tvingas kasseras vid omarbetningen av produkten inte registreras som svinn²¹.

Vidare påstås saldofelet bero på att montörerna stundvis använder komponenter som egentligen inte är ämnade för den specifika varianten som ska monteras utan anpassas därefter. Exempelvis kapar montörer ibland en längre kabel menad för en annan produkt för att få en kortare kabel som krävs för den aktuella produkten. Detta utförs då den planerade komponenten inte finns i lager och registreras inte i affärssystemet, varpå saldofel uppstår²².

Att montörerna ges möjlighet att välja från sekvenslistan gör att krävande order ibland nedprioriteras. Att order med senare planerad tillverkningsstart väljs före de som ligger först i sekvenslistan kan leda till brutna löften mot kund eftersom en order kan glömmas bort. Det händer att en order ibland går till tillverkning två gånger, vilket enligt produktionsingenjören inte borde kunna inträffa eftersom det i programmet kan utläsas om ordern tidigare skrivits ut²³.

4.1.7 Nulägesbeskrivning av kostnad

Många företag har stort kostnadsfokus och värdesätter arbete för att hålla nere och minimera kostnaderna för verksamheten. Kostnad är därför ett ofta ett prioriterat prestationsmål för att bedriva en konkurrenskraftig verksamhet (Slack m.fl., 2013). Enligt produktionsansvarig har företaget i dagsläget ingen möjlighet att konkurrera med pris gentemot sina konkurrenter på grund av de höga tillverkningskostnader som företaget har²⁴.

I dagsläget har SKF Actuators en lokal som anses vara för stor. Dessutom produceras en låg produktionsvolym på vissa flöden vilket gör att kostsam utrustning står oanvänd stora delar av tiden samtidigt som viss lokalyta inte används, vilket binder kapital. Produktiviteten i produktionen anses därmed vara låg²⁵ vilket betyder att det går åt mer resurser än nödvändigt för att tillverka produkterna. Resurser avser i SKF Actuators fall personal, utrustning och lokal.

4.1.8 Nulägesanalys av kostnad

Den låga produktiviteten med avseende på resursutnyttjande i form av personal gör att kostnaden i produktionen bedöms vara hög. I dagsläget är inte de tillverkningstider som finns i affärssystemet utsatta efter de faktiska tillverkningstiderna. Detta gör att montören i många fall har längre tid på sig att producera ställdon än vad som egentligen krävs, vilket medför att

²⁰ Produktionsansvarig SKF Actuators, Admir Mujkanovic, ostrukturerad intervju 2015-01-21

²¹ Produktionsansvarig SKF Actuators, Admir Mujkanovic, ostrukturerad intervju 2015-04-25

²² Produktionsingenjör SKF Actuators, Jerry Dahlgren, ostrukturerad intervju 2015-04-25

²³ Produktionsingenjör SKF Actuators, Jerry Dahlgren, ostrukturerad intervju 2015-04-25

²⁴ Produktionsansvarig SKF Actuators, Admir Mujkanovic, ostrukturerad intervju 2015-04-25

²⁵ Produktionsansvarig SKF Actuators, Admir Mujkanovic, ostrukturerad intervju 2015-01-21

kostnaden per tillverkat ställdon blir högre än vad den hade blivit om tiden för tillverkning var planerad utefter den faktiska tiden. Alltså är andelen värdeadderande tid per producerad enhet onödigt låg.

Idag har SKF Actuators en stor lokal vars yta inte nyttjas fullt ut, vilket leder till en onödigt hög lokalhyra. Att lokalen inte utnyttjas till fullo beror på att företaget de senaste åren genomgått förändringar som medfört att produktionsytan reducerats. Att vissa flöden står stilla har sin rot i att företaget accepterat många nya kunder som efterfrågat en specialvariant. Det har i många fall lett till att företaget skapat ett nytt flöde för tillgodose efterfrågan. Om ordern inte förnyas blir SKF Actuators då stående med maskiner och utrustning som inte används.

Höga kostnader påverkar verksamheten negativt på flera plan. Det sänker företagets förmåga att konkurrera med pris gentemot konkurrenter med lägre produktionskostnader samtidigt som möjligheterna för nyinvesteringar reduceras (Slack m.fl., 2013).

4.1.9 Nulägesbeskrivning av flexibilitet

Prestationsmättet flexibilitet som behandlar företagets förmåga att ställa om tillverkningen är svår att mäta. Som tidigare nämnts beror denna omställning på vad som produceras, när det produceras samt när produktionen sker (Slack m.fl., 2013).

SKF Actuators påstår sig dock ha en god förmåga att hantera och möta efterfrågevariationer. Den främsta huvudkonkurrenten innehar en större marknadsdel och erbjuder ett smalare produktsortiment. Enligt produktionsansvarig är flexibilitet en av företagets starkaste konkurrensfaktorer²⁶ och en förutsättning för att kunna bedriva en ekonomiskt hållbar produktion.

4.1.10 Nulägesanalys av flexibilitet

SKF Actuators bedöms ha en hög flexibilitet gällande produktsortimentet då företaget under lång tid accepterat beställningar av produkter som inte ingår i standardsortimentet. Flexibilitet ses som SKF Actuators starkaste konkurrensfaktor och anses vara positivt för verksamheten då företaget når en bredare marknad. SKF Actuators uppger dock att den höga graden av flexibilitet påverkar företagets prestation gällande tillförlitlighet genom brutna löften till kund i form av försenade leveranser²⁷.

Flexibilitet i processerna finns i den mening av SKF Actuators brukar om möjligt arbeta för att möta kunders önskemål om ändrat leveransdatum. Om kunden önskar att få sin beställning tidigare kan detta dock orsaka att andra kunders order blir försenade och enligt produktionsansvarig är inte detta ett optimalt sätt att arbeta på²⁸.

SKF Actuators strävan mot att erbjuda hög flexibilitet anses också till viss del påverka produktionen negativt. Företaget har varit flexibla gentemot kund och tillverkat ställdon som i vissa fall krävt omfattande investeringar i speciell produktionsutrustning som nu till stor del av tiden står oanvänd²⁹.

²⁶ Produktionsansvarig SKF Actuators, Admir Mujkanovic, ostrukturerad intervju 2016-04-25

²⁷ Produktionsansvarig SKF Actuators, Admir Mujkanovic, ostrukturerad intervju 2016-01-21

²⁸ Produktionsansvarig SKF Actuators, Admir Mujkanovic, ostrukturerad intervju 2016-05-10

²⁹ Produktionsansvarig SKF Actuators, Admir Mujkanovic, ostrukturerad intervju 2016-03-17

4.1.11 Nulägesbeskrivning av resurs- och flödeseffektivitet

I en ostrukturerad intervju med produktionsansvarig framgick att SKF Actuators i dagsläget lägger stor vikt vid att samtliga montörer ska vara fullt sysselsatta under sina arbetstimmar³⁰. Produktionen planeras utefter de mantimmar som finns tillgängliga för att samtliga dagar ska få så hög beläggning som möjligt. Fokus ligger inte på att reducera PIA eller sänka genomloppstiden.

4.1.12 Nulägesanalys av resurs- och flödeseffektivitet

Eftersom företaget försöker planera så att montörerna är sysselsatta hela arbetsdagen bedöms företaget enligt Gung och Steudels (1999) fokusera på resurseffektivitet. Vanligen lyckas företag vara resurseffektiva genom att producera produkter i stora partier eftersom detta reducerar omställningsbehovet av maskiner. Hög resurseffektivitet leder vanligen till ökad ledtid eftersom högt resursutnyttjande kräver större mellanlager som leder till högre PIA (Gung och Steudel, 1999).

Resurseffektiviteten påverkas negativt av att företaget planerar sin produktion efter tider som inte är faktiska. Detta medför att montörerna inte alltid är fullt belagda även om systemet indikerar detta. Att företaget inte utgår från tider som är faktiska innebär att montörerna tar mer tid på sig att tillverka ställdonen än vad som egentligen är nödvändigt vilket drar ned produktiviteten.

Om SKF Actuators skulle vilja fokusera på flödeseffektivitet, det vill säga reducera PIA och genomloppstid, skulle den nuvarande partitillverkningen ha en negativ påverkan på detta. Avsnitt 4.3.5. *Nulägesbeskrivning av produktionsprocess och partistorlek* ger en djupare förklaring till det här. Fördelarna med ett flödeseffektivt arbetssätt är att färdiga produkter kommer ut i ett jämnare tempo men också att färre antal produkter i arbete erhålls och på så sätt en lägre kapitalbindning (Liker, 2013).

4.2 Påverkan på prestationsmått

I följande delkapitel behandlas en nulägesbeskrivning och analys över studieområdet Påverkan på prestationsmått. Delkapitlet inleds med en nulägesbeskrivning följt av en nulägesanalys över olika faktors påverkan på prestationsmått för SKF Actuators.

4.2.1 Nulägesbeskrivning av processvariation

Produktionsansvarig uppger att det finns en stor mängd variation i tillverkningsprocesserna. *Tidsstudien* påvisade att tillverkningstiderna för de studerade produktvarianterna skiljer sig åt relativt mycket.

I dagsläget finns det inte några tydliga direktiv för hur en produkt ska byggas. Data från direkt observation visar att det finns skriftliga monteringsinstruktioner men de varierar i detaljeringsnivå och förklarar enbart vilka steg som ska genomföras men inte hur eller i vilken ordning. Detta leder till att olika montörer har olika system i vilken ordning produkten ska byggas i. Enligt produktionsansvarig sker upplärningen av nya montörer främst av befintliga montörer som visar hur monteringsarbetet går till³¹.

³⁰ Produktionsansvarig SKF Actuators, Admir Mujkanovic, ostrukturerad intervju 2016-04-25

³¹ Produktionsansvarig SKF Actuators, Admir Mujkanovic, ostrukturerad intervju 2016-01-21

4.2.2 Nulägesanalys av processvariation

Produktionsansvarig menar att det finns en stor mängd variation i både tillverkningsprocessen, som följd av bristande standardisering av processerna, och i tillverkningstiderna, som följd av olika montörers prestation³².

Den bristande detaljnivån på monteringsinstruktionerna leder till att momenten i tillverkningsprocessen i dagsläget genomförs på olika sätt. Exempelvis varierar mängden applicerat fett, typ av lim som används eller antal varv som skruvas. En av de bidragande orsakerna till uppkomsten av processvariation bedöms vara avsaknaden av tydliga och standardiserade arbetssätt. Kombinationen av avsaknaden av tydliga och uppdaterade monteringsinstruktioner och viljan att följa dessa som ändå framtagits betraktas vara orsaken och lämnar utrymme för förbättring.

Att upplärningen av nya montörer sker godtyckligt vilket medför att graden av processvariation fortsätter vara hög. Anledningen är att nya montörer lär sig en av montörernas högst personliga version av hur monteringen ska genomföras och därefter följer egna tolkningar som sedan sprids vidare till nya montörer. Processvariationen gör även att upplärning av nya montörer försvåras eftersom olika montörer kan instruera olika tillverkningssätt.

Processvariationen beror dels på vilken montör som tillverkat ordern då olika montörer har olika mycket kunskap om produkterna. Oerfarna montörer läser vanligen monteringsinstruktioner om hur produkten ska monteras medan de mer erfarna montörerna inte behöver göra detta. Varierande tillverkningstider kan också uppstå på grund av störningar som uppstår under monteringsgången. Exempelvis uppstår det ibland kö till viss utrustning eller materialbrist på monteringsplatsen så att montörerna får fylla på från lagret.

Processvariationen har en negativ påverkan på SKF Actuators förmåga att bedriva en ekonomiskt hållbar produktion. Kvaliteten på produkterna bedöms bli lidande eftersom olika montörer monterar på olika sätt. Enligt Jugulum och Samuel (2008) leder processvariation till osäkerhet, risk och potentiella defekter. Variationen i monteringsätt gör även att det är svårt för företaget att identifiera var eventuella fel uppstått när returorder erhålls.

Sammantaget leder detta till sämre möjligheter för SKF Actuators att arbeta med framtida förbättringsarbete. Slack m.fl. (2013) menar att standardiserade arbetssätt är en förutsättning för att god och homogen kvalitet ska kunna erhållas och lägger även grunden för framtida förbättringsarbete. Att tillåta att processer utförs på olika sätt till leder flera olika problem, däribland ineffektivitet (Slack m.fl., 2013) vilket identifieras hos SKF Actuators. Ytterligare ett problem som återfinns i produktionen är att missförstånd mellan montörerna uppstår vilket leder till det beskrivna problemet att dubletter produceras.

4.2.3 Nulägesbeskrivning av produktionstekniska förluster

Produktionen har olika typer av produktionstekniska förluster. Tidsstudien visar att tillverkningen består av en stor mängd slöseri och icke värdeadderande arbete.

Tabell 4.2 nedan visar fördelningen av de tillverkningstider som tidsstudien i AviX resulterade i. *Värdeadderande* tid är den tid montören utför aktiviteterna montera och bearbeta. *Icke*

³² Produktionsansvarig SKF Actuators, Admir Mujkanovic, ostrukturerad intervju 2016-01-21

värdeadderande tid är summan av tiderna för *förlust*, *nödvändig* och *väntan*. *Förlust* är tid för aktiviteter som innefattar långa omflyttningar eller icke ergonomiska rörelser. *Oklassificerad tid* är tid för de aktiviteter som inte kunde klassificeras i AviX, det vill säga film som inte analyserats (Solme AB, 2016b). En utförligare beskrivning av de olika tiderna återfinns under avsnittet *Tidsstudiens arbetsgång* under 2.4.1 *Om AviX*.

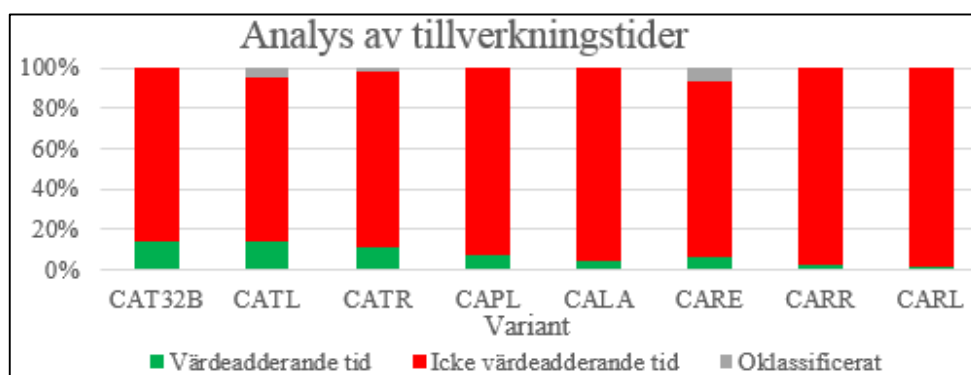
Tabell 4.2: Fördelning av tillverkningstider för ställdon i standardsortimentet.

Variant	Tillverkningstid	Värdeadderande	Icke värdeadderande	Förlust	Nödvändig	Väntan	Oklassificerat
CAT32B	100 %	13,6 %	86,4 %	9,7 %	76,7 %	0,0 %	0,0 %
CATL	100 %	14,4 %	81,1 %	8,1 %	73,0 %	0,0 %	4,5 %
CATR	100 %	10,8 %	87,1 %	12,8 %	74,0 %	0,3 %	2,1 %
CAPL	100 %	6,8 %	93,2 %	5,7 %	87,5 %	0,0 %	0,0 %
CALA	100 %	4,2 %	95,8 %	5,7 %	90,1 %	0,0 %	0,0 %
CARE	100 %	6,4 %	86,7 %	4,8 %	82,0 %	0,0 %	6,9 %
CARR	100 %	2,4 %	97,6 %	20,3 %	77,4 %	0,0 %	0,0 %
CARL	100 %	1,8 %	98,2 %	20,6 %	77,6 %	0,0 %	0,0 %

4.2.4 Nulägesanalys av produktionstekniska förluster

Tidsstudien visar att en stor del icke värdeadderande tid uppstår som följd av produktionens materialförsörjningssystem. Det stora lagret är beläget så pass långt ifrån monteringsflödena och montörerna tvingas därför gå en lång sträcka för att hämta material vilket bidrar till höga hanteringsförluster.

Systemförluster uppstår som följd av den bristande kvalitetssäkringen av produkterna. Då varje produkt genomgår en kvalitetskontroll som sista steg i tillverkningsprocessen uppkommer systemförluster i form av tid för kontroll. Den bristande kvalitetssäkringen resulterar även i systemförluster i form av justering då eventuella fel behöver åtgärdas.



Figur 4.2: Fördelning av värdeadderande-, icke värdeadderande- och oklassificerad tid för de studerade produktvarianterna.

4.3 Produktionens fysiska utformning

I följande delkapitel behandlas en nulägesbeskrivning och analys över studieområdet Produktionens fysiska utformning. Delkapitlet inleds med en nulägesbeskrivning följt av en nulägesanalys över produktionens fysiska utformning och hur denna påverkar SKF Actuators.

4.3.1 Nulägesbeskrivning av produkternas standardiseringsgrad

Under den workshop som anordnades tillsammans med SKF Actuators uppdagades att produktvarianterna som står i fokus för studien, standardsortimentet, i stor utsträckning liknar varandra sett till ingående komponenter och tillverkningsmoment. Exempel på variationer som gör att två ställdon klassificeras som olika varianter kan vara vilken sida av ställdonet motorn monteras på eller om motorn och växelpaketet levereras färdigmonterade eller om de sätts ihop av montören. Visuellt kan produkterna skilja tämligen mycket, men rent monteringsmässigt vara lika.

4.3.2 Nulägesanalys över produkternas standardiseringsgrad

Produkterna i standardsortimentet fastslås efter analys av data från workshopen uppnå en medelhög standardiseringsgrad. Framförallt är det likheterna i monteringsätt och komponentbehov som grundlägger denna slutsats.

Eftersom likheterna i produkternas konstruktionsuppbyggnad är såpass stor ses möjligheterna till hög grad av standardisering i tillverkningsprocesserna och monteringsutförande som god. Detta innebär att det finns goda möjligheter att dela in produkterna i produktfamiljer utefter likheter mellan produkterna vilket Liker (2013) menar är en metod för att isolera extern variation.

4.3.3 Nulägesbeskrivning av produkternas produktionsvolym

Sekundärdata från affärssystemet redovisar att SKF Actuators producerade omkring 16 000 ställdon år 2014 och omkring 13 000 ställdon år 2015. Inför framtiden tyder datainsamling från en ostrukturerad intervju med produktionsansvarig att efterfrågan på ställdon ökar eftersom SKF Actuators säkrat order av stor volym på en ny produktserie till en ny kund. Efterfrågan på ställdon förväntas därför öka under 2016 till cirka 15 000 ställdon³³.

Sekundärdata från affärssystemet visar att produktionen utgjordes av ca 500 varianter år 2014 och ca 450 varianter år 2015. Samma data visar även att 70 varianter står för 80 % av den totala tillverkningsvolymen. Ställdonen tillverkas i både små och stora serier där orderkvantiteten varierar. Sekundärdata från affärssystemet visar att majoriteten av order för modeller från produktfamiljerna CAT och CAR var på endast ett ställdon.

4.3.4 Nulägesanalys över produkternas produktionsvolym

SKF Actuators anses, i förhållande till totalt antal producerade enheter, ha ett högt antal produktvarianter. Dessutom är det en relativt liten andel produkter som står för en stor del av det totala antalet producerade enheter.

Produktionen bedöms ha en produktionsvolym för respektive produktvariant som är relativt låg. Trots det här anses den producerade volymen inom produktfamiljerna vara medelhög eftersom produkterna inom en produktfamilj är lika varandra. Likheter produktfamiljer emellan resulterar i att även den totala produktionsvolymen bedöms vara medelhög.

³³ Produktionsansvarig SKF Actuators, Admir Mujkanovic, ostrukturerad intervju 2016-01-21

Det reducerade antalet producerade ställdon mellan 2014 och 2015 härleddes till avsaknaden av dedikerade säljare för SKF Actuators produkter. I framtiden kommer SKF Actuators knoppas av från koncernen SKF och istället bli ett eget dotterbolag där de kommer att ha egna dedikerade säljare vilket förväntas stabilisera efterfrågan på dess produkter³⁴.

4.3.5 Nulägesbeskrivning av produktionsprocess och partistorlek

I dagsläget tillverkas samtliga ställdon på orderraden av samma montör. Produkterna i standardsortimentet har en medelhög standardiseringsgrad vilket innebär att de moment som montören utför för att tillverka ställdonen inte skiljer sig åt markant.

Arbetsordern bestäms utifrån storleken på orderraden. Det här leder till att ställdonen tillverkas i både partier och enstyck, men en önskan från företagets sida är att samtliga ska produceras i enstyck. Trots direktiven väljer flera montörer att tillverka i partier för att undvika de omställningstider som annars hade uppstått om tillverkning skett i enstyckspartier.

4.3.6 Nulägesanalys av produktionsprocess och partistorlek

En närmare analys av produktsortimentet visar att många av varianterna inte skiljer sig markant åt ur ett monteringsperspektiv trots det höga antalet varianter. I och med att monteringsprocesserna liknar varandra kan tillverkningen klassas som massproduktion av ställdon. Det här, tillsammans med det faktum att aktiviteterna för tillverkningen är repetitiva och förutsägbara, ligger i linje med den definition som används av Slack m.fl. (2013).

Att partistorleken i dagsläget avgörs av storleken på orderraden gör att produktionen ofta sker i större partier. SKF Actuators går därmed miste om många av de fördelar som enstyckstillverkning för med sig. Att tillverkningen främst sker i parti gör att en enskild montör under längre tid blockerar en station och att problem i en monteringsprocess upptäcks i ett senare skede. Det här ökar risken för att samtliga produkter har samma defekt i slutet av tillverkningsprocessen. För att kunna uppnå en högre grad av flödeseffektivitet krävs det att tillverkningen sker i mindre partier, vilket innebär att enstyckstillverkning är att föredra (Liker, 2013).

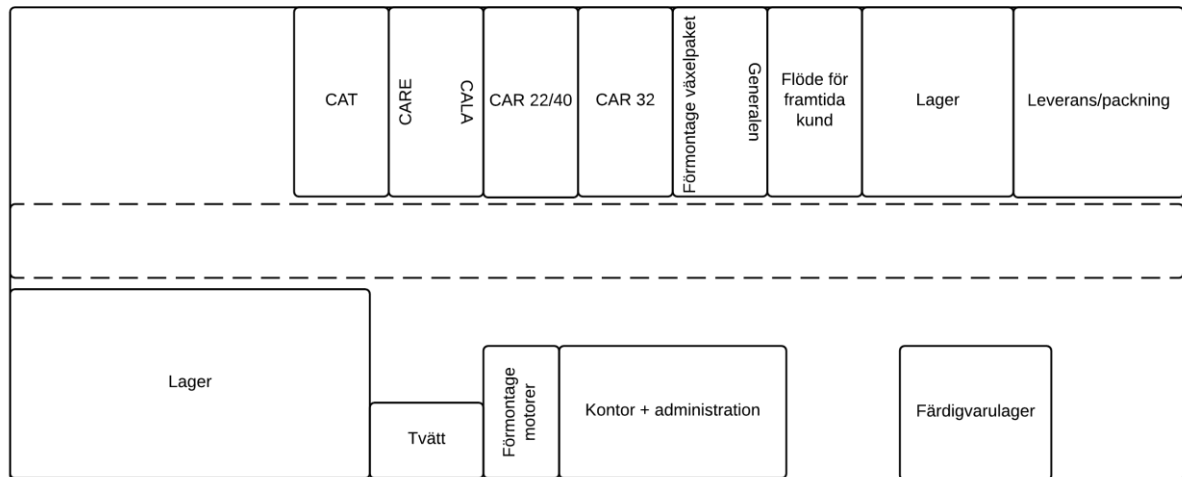
4.3.7 Nulägesbeskrivning av produktionslayout

SKF Actuators har en produktion som är uppdelad i sju produktionsgrupper för standardsortimentet (se *figur 4.3*). Samtliga produktionsgrupper förutom förmontage av motorer är placerade bredvid varandra i verkstaden och särskiljs endast av en verktygstavla emellan, stationen för förmontage av motorer är placerat på andra sidan av verkstaden. Varje produktionsgrupp består av ett antal stationer och verktyg som används för tillverkningen. Vissa resurser såsom verktyg och maskiner inom en gruppering delas med andra produktionsgrupper i verkstaden.

Varje produktionsgrupp består av en odreven lina utformad enligt en U-layoutprincip. En lina består av sex till åtta stationer samt en testtrigg för test av färdigmonterade ställdon. Varje station utgörs i sin tur av en cirka 2 m² arbetsbänk med tillhörande nödvändiga verktyg uppsatta på en verktygstavla på väggen. Vid varje station återfinns dessutom mindre komponenter, så som skruvar och muttrar, som krävs för montering av ställdonen.

³⁴ Produktionsansvarig SKF Actuators, Admir Mujkanovic, ostrukturerad intervju 2016-01-21

Figur 4.3 nedan är en illustration av produktionslayouten och ämnar att ge läsaren en översiktsskild av verkstaden genom att visa en principiell planritning. I ritningen syns de olika produktionsgrupperna för respektive produktfamilj samt var de är placerade i verkstaden. Det streckade området i mitten symboliserar utrymmet för truckar att köras på.



Figur 4.3: Egengjord illustration av SKF Actuators produktionslayout. Figuren är ej skalenlig.

Förutom produktionsgrupperna består produktionen av en administrativ station där order skrivs ut innan produktion av ställdonen påbörjas. Dessutom finns två materiallager i fabriken; ett större lager där majoriteten av komponenterna förvaras och ett mindre där de komponenter som förbrukas med hög frekvens förvaras. Båda lagren är utformade så att det är möjligt för operatörerna att komma åt materialet och komponenterna utan användning av en lift. Dessutom finns ett tvättrum som används till beredningsarbete för visst material innan montering.

Samtliga grupperingar består av flyttbara bänkar och utrustning men en eventuell flytt skulle medföra kostnader i form av både arbetsinsats och produktionsbortfall. Vissa av de större maskinerna, exempelvis tvättmaskinen i tvättrummet, kan dock inte flyttas runt hur som helst då det här skulle medföra för stora investeringar.

4.3.8 Nulägesanalys av produktionslayout

Eftersom samtliga produktionsgrupper är utformade efter den produktfamilj som tillverkas fastslås det att SKF Actuators i dagsläget tillämpar en celllayout. Då SKF Actuators har ett produktsortiment av många produktvarianter som vardera tillverkas i relativt låg volym och med en medelhög grad av standardisering kan, enligt produkt-process matrisen (Hayes och Wheelwright, 1979) (se figur 3.3 under 3.4.1 Produkt-processmatrisen) en verkstad med många celler vara lämplig för att hantera den stora produktvariationen. Om SKF Actuators tillverkning klassas som massproduktion i enlighet med analysen under 4.3.6. Nulägesanalys av produktionsprocess och partistorlek, öppnas enligt Waeyenbergh och Pintelon (2002) det upp för användandet av en linjeutformad layout.

Eftersom många av produkterna är lika ur ett monteringsperspektiv bedöms det höga antalet produktionsgrupper bidra till den typ av onödig komplexitet som Slack m.fl. (2013) behandlar. Den variation som finns i produktutbudet och efterföljande produktionsflöden tillhör kategorin kontrollerad variation benämns av Krajewski och Ritzman (2002). Enligt författarna kan och bör denna variation hanteras och reduceras.

Att ha flera produktionsgrupper för liknande produkter och därmed multipla uppsättningar av maskiner, precis som SKF Actuators har i och med cellayouten, medför att mer kapital än nödvändigt binds i dessa maskiner precis som Sörqvist (2013) påtalar. Det onödigt höga antalet produktionsflöden tar även upp mer fabriksyta än nödvändigt och bidrar därför till högre kostnader.

Utformningen av produktionsflödena i cellerna påvisar både för- och nackdelar. Att ha en montör som följer produkten genom flödet har gett montörerna stor frihet vid monteringen. Det har dock fört med sig problem eftersom det har blivit svårt att standardisera tillverkningsprocessen och flödet. Den U-formade layouten skulle kunna bidra till bättre kommunikation mellan montörerna om en montör skulle arbeta vid varje station. I den nuvarande produktionsutformningen uteblir dock dessa fördelar eftersom tillverkningen i dagsläget sker av montörer som arbetar enskilt i varsin cell med skilda arbetsorder.

4.3.9 Nulägesbeskrivning av produktionsflöde

I studien har fyra produktfamiljer studerats som tillverkas i nio olika flöden. Vid fortsatt beskrivning av produktionsflödena kommer texten skrivas i singular form men läsaren bör göras uppmärksam och minnas att antalet produktionsflöden är flera och olika till utseendet.

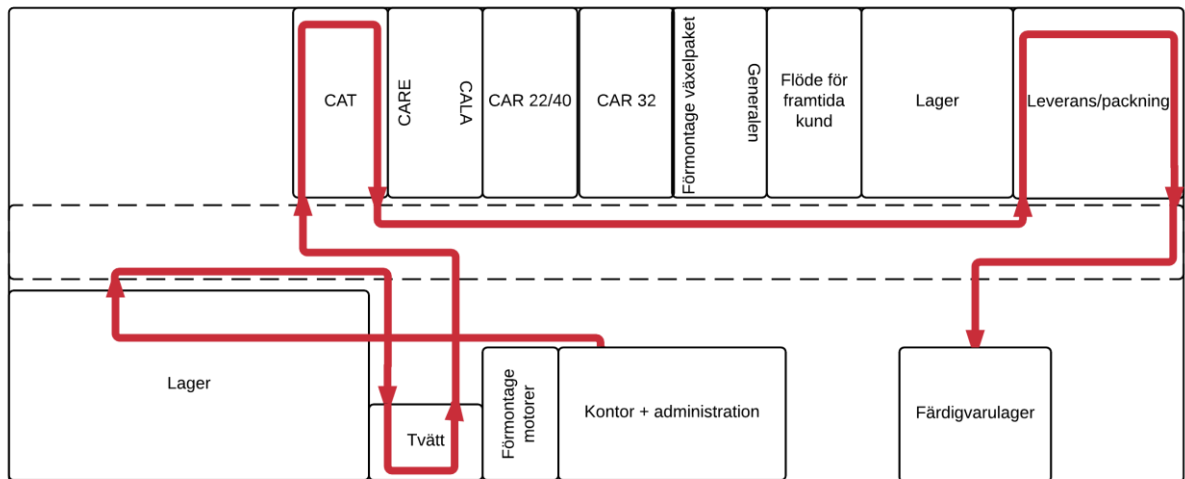
Det första steget i flödet är orderutskriften där montören enligt instruktioner ska välja den order som ligger överst i en sekvenslista. På ordern finns även en lista av ingående komponenter som krävs för att färdigställa ordern.

Med orderraden utskriven tar montören en vagn och går till lagret för att plocka nödvändigt material. Vid lagerpocket inspekterar montören materiallistan, säkerställer att alla komponenter finns tillgängliga och placerar dem sedan på vagnen. Datainsamlingen visar att lagerpocket utgör en stor del av produkternas totala tillverkningstid. Emellanåt händer det dessutom att montören inser att denne glömt plocka en komponent från lagret då denne nått monteringsstationen och tvingas gå tillbaka och komplettera plocket av komponenter.

Efter lagerpocket går montören till det produktionsflöde som korresponderar mot produkten som ska tillverkas och påbörjar förberedelser i form av utplacering av material och verktyg på de arbetsstationer som ska användas.

Eftersom en produkt i dagsläget endast kan tillverkas i det flöde med tillhörande cell som är tillägnad dess produktfamilj uppstår det emellanåt väntetider i de fall då en annan montör redan bearbetar en order för samma produktfamilj. När hela ordern färdigställts förs produkterna till packningsavdelningen och därefter till färdigvarulagret i väntan på leverans.

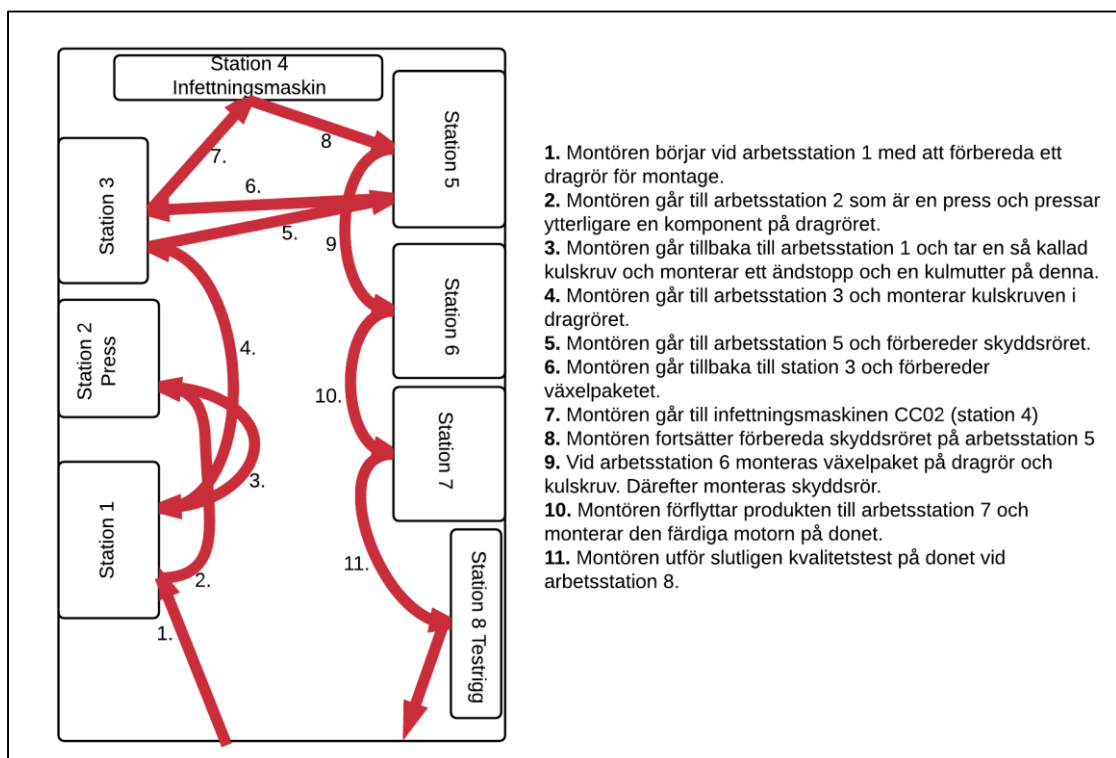
Flödet som exemplifieras i *figur 4.4* nedan är flödet som uppstår vid tillverkning av ett CAT-ställdon utan misstag utifrån den nuvarande layouten. Flödet bryts dock ofta av flera olika anledningar vilket leder till att det generella flödet av såväl montör som produkt går kors och tvärs genom fabriken. Som konsekvens av det här upplevs flödet som rörigt och att mycket spring sker i verkstaden.



Figur 4.4: Flöde för montör vid tillverkning av CAT-ställdon. Figuren är ej skalenlig.

Med tanke på produktionslayouten och cellernas utformning är det tilltänkta flödet U-format. Det tilltänkta flödet innebär att såväl montör som produkt ska förflyttas mellan varje arbetsstation som mestadels är placerade i den sekvens de används för monteringen. I en cell med sju arbetsstationer innebär det här att enbart sex förflyttningar krävs (in- och utgång exkluderat) för att optimerat ta sig igenom flödet inuti cellen.

Vid observation över flödet inuti en cell uppdagas att det faktiska flödet skiljer sig från det optimala. Figur 4.5 nedan visar en principiell illustration hur flödet för en viss montör ser ut om tillverkningen sker utan misstag. Illustrationen påvisar att montörens förflyttning inte sker i den U-formade rörelse som är tilltänkt, utan att det även sker mycket transporter och spring inuti cellen.



Figur 4.5: Flöde för montör inuti en cell vid tillverkning av ett CAT-ställdon.

Komponenterna kul- och glidskruv som används i ställdonen är belagda med ett skyddande oljelager som måste avlägsnas för att limmet som appliceras vid skruvens gängor ska fästa ordentligt. Monteringsprocessen inuti produktionscellen föregås därför av en beredande tvättning av skruvarna. Det här görs genom ett 20 minuter långt tvättprogram i en stor tvättmaskin. I dagsläget tvättar varje montör skruvarna i det parti som de sedan ska tillverka och medan tvättprogrammet körs utför montören förberedande arbete genom utplacering av material vid arbetsstationerna.

Varför tvättprocessen sker tätt inpå monteringsstart beror på att korrosion uppstår om de lagras tvättade en längre tid. Enligt produktionsansvarig kan skruvarna användas upp till 24 timmar efter tvättning³⁵.

4.3.10 Nulägesanalys av produktionsflödet

Det nuvarande flödet bedöms vara ostrukturerat och innehåller en hel del rörelser och aktiviteter för montörerna som bidrar till hanteringsförluster.

Fenomenet med att flödet och montörernas rörelse inom respektive produktionscell varierar och i många fall blir rörig bedöms bero på monteringsinstruktionernas låga kvalitet. I och med en avsaknad av standardiserat och anammat flödesschema blir arbetsflödet godtyckligt och upp till respektive montör att bestämma. Konsekvensen av det här blir att styrning och kontroll över flödet skjuts ut i verkstaden och decentraliseras. Det här leder till att det faktiska flödet blir ett annat än det förbestämda och antalet flöden kopplas samman med rådande uppfattning om mycket ostrukturerat spring i produktionen.

De många olika produktionscellerna och bristen på ett centralt bestämt flöde betraktas också vara en tungt bidragande orsak till att flödet ser olika ut för varje produktfamilj och för varje individuell montör.

Att varje montör inför varje enskild order plockar material i lagret bidrar till den höga grad av icke värdeadderande tid som uppträder i flödet. Det här är ett mycket tidskrävande moment och borde effektiviseras med en annorlunda materialförsörjningsmetod och behandlas djupare under delkapitel 4.4 *Materialplanering*.

I dagsläget går varje produkt genom en kvalitetskontroll som ett sista steg i monteringsprocessen. Det här gör att eventuella kvalitetsproblem upptäcks sent och montörerna har ofta kort tid på sig att åtgärda felen och risken till brutna löften eller även slarv ökar.

Tillverkningen i partier kopplas även samman med de väntetider som skapas inom cellerna. Att montörer blir ensamt ansvariga för tillverkningen av en order innebär att de blockerar flödet för andra montörer som ämnar arbeta med en order i samma cell. Partitillverkningen medbringa på så vis nackdelar i form av längre ledtider och ökad kapitalbindning (Sörqvist, 2013) på grund av de långa väntetiderna.

³⁵ Produktionsansvarig SKF Actuators, Admir Mujkanovic, ostrukturerad intervju 2016-04-25

4.4 Materialplanering

I följande delkapitel redogörs läsaren för företagets materialplanering i form av en nulägesbeskrivning följt av en nulägesanalys. Behandlingen av materialplaneringen på SKF Actuators avser den materialstyrning, -försörjning och -hantering som sker inuti fabriken. Med andra ord avgränsas den materialplanering som krävs för att få in material till materiallagret utifrån.

4.4.1 Nulägesbeskrivning av materialstyrning och materialstyrningssystem

Enligt tidigare beskrivning av produktionsflödet förs produkten fram av montören under tillverkningsprocessen. Tillverkningen initieras av inkommen kundorder och ges en planerad tillverkningsstart i sekvenslistan baserad på tillverkningstid och utlovat leveransdatum.

Datinsamlingen visade att en del komponenter som används vid tillverkning förvaras i produktionen. För dessa lokala materiallager finns inget befäst påfyllnadssystem utan påfyllnaden initieras av att montörerna själva fyller på när de märker att komponenterna börjar ta slut.

SKF Actuators tillämpar materialbehovsplanering som materialstyrningsmetod³⁶. Det innebär att företaget planerar framtida behov av material utifrån en orderstock.

4.4.2 Nulägesanalys av materialstyrning och materialstyrningssystem

Eftersom SKF Actuators använder materialbehovsplanering och att produkten förs fram i flödet på initiativ av den producerande enheten bedöms SKF Actuators tillämpa en tryckande materialstyrning. Företaget arbetar i dagsläget inte med frisläppning av order utan montörerna väljer själv vilken order som ska tillverkas. Eftersom SKF Actuators inte arbetar med frisläppning av order blir det svårt att styra produktionen då produktionsansvarig inte har kontroll över i vilken ordning olika order produceras.

Att SKF Actuators använder tryckande materialstyrning anses inte påverka företaget märkvärt i dagsläget. Eftersom produktionscellerna består av odrivna linor och varje montör är ansvarig för samtliga moment av tillverkningsprocessen förs aldrig produkten vidare mellan montörer. Om företaget istället skulle ha en produktion där varje station är bemannad av en montör skulle en tryckande materialstyrning påverka företaget negativt eftersom en tryckande styrning enligt Slack m.fl. (2013) ofta innebär större mellanlager.

4.4.3 Nulägesbeskrivning av materialförsörjning

Det som avses med materialförsörjning är principen för hur försörjning av material från lager ut i produktion sker. För ställdonens ingående komponenter tillämpas olika materialförsörjningsmetoder. En del komponenter, vanligen de som är små och gemensamma för flera produkter, finns tillgängliga i mindre materiallager vid arbetsstationerna. Dessa komponenter påfylls förpackningsvis av montören som upptäcker att det börjar ta slut.

De större komponenterna, såsom motorer och växelhus, förvaras på pall i pallställage i närheten av monteringsstationerna som byts ut då samtliga förbrukats. Orderspecifika komponenter plockas från huvudlagret av montören själv till varje arbetsorder.

³⁶ Produktionsansvarig SKF Actuators, Admir Mujkanovic, ostrukturerad intervju 2016-01-21

4.4.4 Nulägesanalys av materialförsörjning

Materialförsörjningsmetoden som tillämpas för de komponenter som förvaras i och i närheten av monteringsstationerna bedöms i enlighet med litteraturstudien som kontinuerlig försörjning. Den materialförsörjningsmetod som identifieras för övriga komponenter är satsning eftersom montören hämtar samtliga resterande artiklar samtidigt som behövs för en specifik order.

Att vare montör själv plockar de orderspecifika komponenterna gör att den tvingas gå från produktionscellen till lagret och tillbaka. Då lagret ligger i andra änden av lokalen blir dessa transporter tidskrävande vilket framgår av den stora andelen icke värdeadderande tid som ges av tidsstudiens utdata.

Att SKF Actuators valt att utforma ett lager där de komponenter som används mer frekvent förvaras bedöms ge både för- och nackdelar. Att det här lagret är belagt närmare produktionscellerna reducerar sträckan montörerna behöver förflytta sig och därmed hanteringsförlusterna. Dock behöver montörerna i vissa fall hämta material och komponenter från båda lagren vilket gör att transportsträckan och därmed hanteringsförlusterna blir högre än om de endast skulle behöva hämta material och komponenter från endast ett lager.

4.4.5 Nulägesbeskrivning av materialhantering

Materialhantering är ett begrepp för den fysiska hanteringen av material. Hos SKF Actuators hämtas större material och komponenter från lagret med hjälp av en vagn eller en back medan de mindre komponenterna så som skruvar och muttrar hämtas och bärs för hand från lagret till arbetsstationen. I de fall när en montör glömmar en komponent och behöver gå och hämta den tar montören komponenten i handen och för den till monteringsstationen.

4.4.6 Nulägesanalys av materialhantering

Att använda en vagn eller en back för materialhantering anses lämpligt för SKF Actuators då komponenterna är så pass små att ingen större utrustning som till exempel truckar behövs. Backar gör det lättare att hålla ordning på mindre komponenter och eftersom produkterna består av så pass många komponenter skulle det vara svårt för en montör att bära allt för hand. En vagn eliminerar därmed behovet för montören att gå och hämta material flera gånger.

4.5 Sammanfattning av nulägesanalys

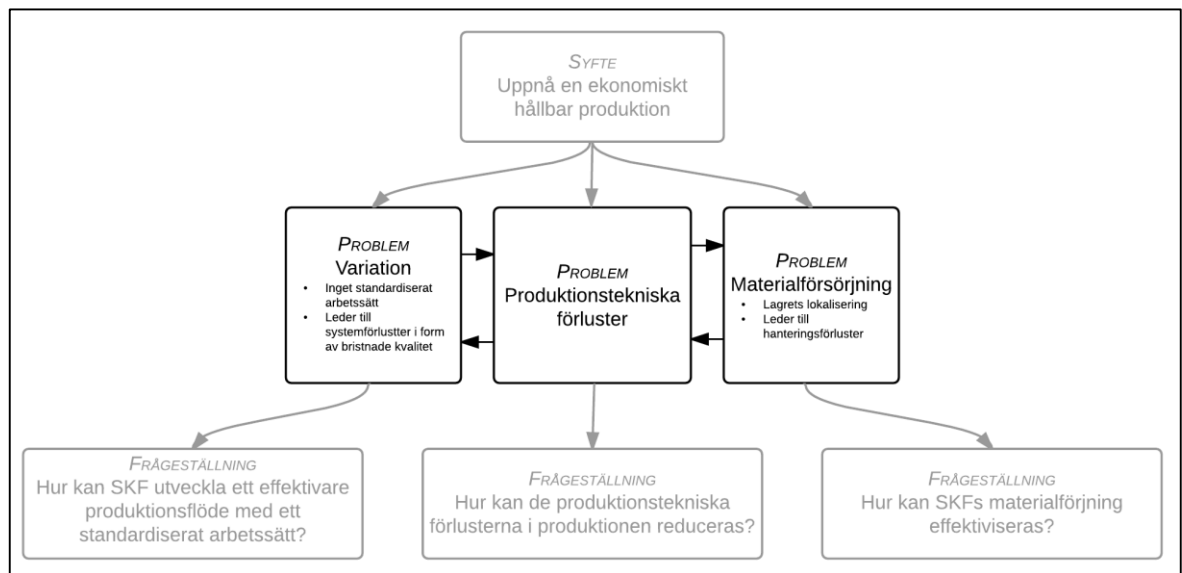
I följande delkapitel sammanfattas nulägesanalysen så att dess innehåll är färskare i minnet för läsaren innan rapporten går vidare till de förändringsförslag som presenteras i nästa kapitel. Sammanfattningen grundar sig i den problembeskrivning som presenterats tidigare i rapporten.

Nulägesanalysen kan sammanfattas i *figur 4.6* som är en utvidgning av den tidigare problembilden.

I dagsläget har företaget problem med olika typer av variation. Avsaknad av standardiserat arbetssätt, det vill säga variation i processerna, leder till brister i kvaliteten vars ursprung är svårt att identifiera. Att företaget ibland levererar varor med bristande kvalitet leder i sin tur till ökade kostnader och risk att förlora kunder. Det är svårt för montörerna att arbeta på ett standardiserat sätt eftersom monteringsinstruktionerna endast beskriver vad som ska göras, inte hur och i vilken ordning.

SKF Actuators bedöms ha en medelhög grad av standardisering vad gäller produkternas utformning och den totala produktionsvolymen är medelhög. En närmre analys av standardsortimentet visar dock att monteringsarbetet inte skiljer sig nämnvärt mellan större delen av varianterna varför tillverkningen klassas som massproduktion av ställdon, vilket öppnar upp för användandet av en linjeutformad layout.

I produktionen har en stor del produktionstekniska förluster i form av hanteringsförluster identifierats Dessa kan härledas till att montörerna förflyttar sig mycket i produktionen. Förflyttningarna sker till stor del vid diverse materialplock men också i produktionscellen. En del av de produktionstekniska förlusterna tar formen systemförluster och anses också bero på att montörerna ofta väljer att montera i parti vilket får en negativ påverkan på produkternas kvalitet.



Figur 4.6: Utvidgning av problembeskrivning som introducerades i 1.4 Problembeskrivning och frågeställning. Figuren har utvidgats i den mening att problemens orsaker har identifierats och analyserats.

5 Förändringsförslag

I följande kapitel presenteras förändringsförslag som ämnar avhjälpa de problem som identifierats genom nulägesbeskrivningen och analys. Förslagen presenteras i fyra avsnitt indelade efter studiens fyra studieområden. Förändringsförslaget som presenteras i kapitlet ska kunna bidra till att uppfylla studiens syfte och besvara samtliga frågeställningar.

5.1 Produktionens prestationsmått

I följande delkapitel presenteras förändringsförslag inom studieområdet Produktionens prestationsmått som ska kunna bidra till att uppfylla studiens syfte. Förändringsförslagen ämnar hjälpa SKF Actuators att fokusera på rätt prestationsmått utifrån företagets situation.

Slack m.fl. (2013) argumenterar för att företag bör fokusera på ett fåtal prestationsmått då de flesta företag inte klarar av att hålla ett starkt fokus på samtliga. Dessutom bör de försöka nischa sig ut mot kund med valet av prestationsmått och se till att de står sig starkare än konkurrenterna på marknaden inom dessa prestationsmått (Slack m.fl., 2013).

SKF Actuators har under en längre tid fokuserat på att erbjuda sina kunder hög flexibilitet med avseende på produktvarianter inom standardsortimentet³⁷. I enlighet med litteraturen föreslås SKF Actuators att fortsätta lägga stort fokus på att arbeta med flexibilitet som är deras primära styrka idag.

Dock rekommenderas SKF Actuators att vara försiktiga med att acceptera orderförfrågan av nya produktvarianter vars tillverkningssätt skiljer sig markant från det nuvarande sortimentet. Företaget kan då lättare undvika att hamna i ett läge där kunden inte förnyar ordern efter att SKF Actuators köpt in komponenter och maskiner för att tillverka den nya produkten. Det här tillvägagångssätt är enligt Slack m.fl. (2013) ohållbart kostnadsmässigt. Eftersom företaget idag har ett negativt resultat bör kostnaderna för att bedriva verksamheten hållas nere.

Att SKF Actuators i dagsläget erhåller ett flertal kundreklamationer varje år tyder på att företaget har en del problem gällande kvalitet. Företaget rekommenderas därför att prioritera prestationsmåttet kvalitet som enligt Slack m.fl. (2013) är ett sätt att sänka kostnaderna. Genom att leverera god kvalitet slipper företaget kostnader för reklamationer och ersättning till kunder samtidigt som en förbättrad kvalitet förväntas stärka SKF Actuators konkurrenskraft via positiv påverkan på tillförlitligheten.

Produktionschefen har uttalat sig om att SKF Actuators i dagsläget inte har möjlighet att konkurrera med pris på grund av de höga produktionskostnaderna. Även om företaget i dagsläget inte kan konkurrera med pris bör fokus vara att försöka hålla nere kostnaderna. Förhoppningen är att förändringen som företaget står inför ska medföra lägre kostnader och på så sätt frigöra resurser.

Det rekommenderas att fokus av prestationsmått bestäms på strategisk nivå och tydligt kommuniceras till operativ nivå för att samtliga inom verksamheten ska arbeta mot samma mål. Det är av relevans att ständigt underrätta samtliga berörda om hur verksamheten presterar inom prestationsmåten.

³⁷ Produktionsansvarig SKF Actuators, Admir Mujkanovic, ostrukturerad intervju 2016-01-21

5.2 Påverkan på prestationsmått

I följande delkapitel redogörs för hur den påverkan produktionstekniska förluster och processvariation har på prestationsmåten kan hanteras. Innehållet bygger vidare på föregående delkapitel och kopplar samman hur prestationsmåten påverkas av variation, standardisering och produktionstekniska förluster. Förändringsförslaget ämnar att bidra till att uppfylla studiens syfte och svara på frågeställning 3.

SKF Actuators rekommenderas lägga fokus på att reducera de icke värdeadderande aktiviteterna i tillverkningsprocessen. Dessa består främst av hanteringsförluster kopplade till lagrets placering. Genom att förbättra kvaliteten på produkterna som tillverkas kan även de systemförluster som uppstår i produktionen reduceras.

Att reducera variationen i tillverkningsprocesserna genom införandet av standardiserade arbetssätt förväntas få en positiv effekt på företagets förmåga att bedriva en ekonomiskt hållbar produktion. Fördelarna kommer i form av effektivare kvalitetssäkring, bättre produktionsplanering och möjliggörandet av framtida förbättringsarbete. Enligt Liker (2013) medför en standardisering av tillverkningsprocesserna att samtliga montörer tillverkar alla produkter på samma sätt och att defekta produkter undviks att tillverkas. Förhoppningen är alltså att processtandardiseringen kommer resultera i en ökad kvalitet på produkterna och därmed ett bättre utfall på prestationsmålet kvalitet. I och med att företaget själva har uttalat sig om att de i dagsläget har ett högre pris på sina produkter än konkurrenterna kan det vara till fördel att hålla god kvalitet på sina produkter.

Standardisering av arbetsprocesserna ligger enligt Liker (2013) till grund för möjliggörandet av kontinuerliga förbättringar. Utvecklas en delprocess så den kan genomföras mer effektivt ska instruktionen uppdateras och en upplärning av samtliga montörer ske för att säkerställa att den nya standarden följs. Enligt Slack m.fl. (2013) kan problem med missförstånd och ineffektivitet lösas genom att inte längre tillåta en process att genomföras på olika sätt.

För att säkerställa att det standardiserade arbetssättet följs bör cykeltiden sättas så det enda sättet för montören att hinna med sitt arbete är genom att följa takten. Eftersom cykeltiden är baserad på 100-takt förväntas inte någon av montörerna ha problem med att hinna med arbetet på utsatt tid. Då montörerna är de som har bäst kännedom kring produkterna bör de stå i centrum vid utformningen av det standardiserade arbetssättet.

Genom att införa tydligare och uppdaterade monteringsinstruktioner baserade på de aktiviteter som klassificerats under videoanalysen kan icke värdeadderande tid elimineras. Monteringsinstruktionerna bör vara tydligare genom att inte enbart beskriva vad som ska göras utan också hur och i vilken sekvens. Uppdaterade tillverkningstider underlättar planering av produktionen och gör det möjligt att ställa högre krav på att montörerna håller tillverkningstiderna.

5.3 Produktionens fysiska utformning

I följande delkapitel redogörs för hur SKF Actuators kan utforma sin fysiska produktion. Förändringsförslaget ämnar att bidra till att uppfylla studiens syfte och svara på frågeställning 1.

Datainsamlingen påvisar stora likheter i tillverkningsprocessen mellan olika produkter vilket öppnar upp möjligheten att tillverka nästintill hela standardsortimentet i ett homogent flöde.

Studiens förslag för att reducera antalet flöden är att fastställa ett enda huvudflöde som sedan appliceras på en enda produktionslina i verkstaden. Ett separat sekundärt flöde för förmontage behöver introduceras för att hantera de variationer i tillverkningsprocesserna som inte kan hanteras i huvudflödet. Flödet som föreslås presenteras i *figur 5.1* och utgörs av tio sekvenser som produkten ska genomgå från start till mål. Det finns viss variation i tillverkningsmomenten mellan produktvarianterna som måste hanteras i huvudflödet. Det här görs genom att introducera dubbla uppsättningar av vissa tillverkningsmoment, exempelvis infettning av skruv som i *figur 5.1* illustreras som steg 4A respektive 4B.

The diagram illustrates the assembly sequence for a machine, consisting of 11 steps represented by numbered circles (1 to 11) connected by arrows indicating the flow of the process. Key components and actions are labeled around the sequence:

- *CAR22/40** points to step 1.
- *Ändstopp** points to step 2.
- BUSTER** is located below step 3.
- CAR22/40** points to the connection between steps 3 and 4.
- 4B** and **4A** are components used at step 4.
- *CARE33** points to step 5.
- CALA 36A** and **-CAR22/40** are located below step 5.
- CARE22/32/40** points to the connection between steps 5 and 6.
- 6B** and **6A** are components used at step 6.
- CARE33** and **-CALA36** are located below step 6.
- *Skyddrör m. stymning** points to step 7.
- BUSTER** points to the connection between steps 7 and 8.
- 8** is a component used at step 8.
- CALA 36A** and **-CAR22/40** are located below step 8.
- CAT A/B/H**, **-BUSTER**, and **-CAR22/32/40** are located below step 9.
- Steps 10 and 11 are connected by a straight arrow.

Assembly Steps:

1. Montera mutter på skruv.
2. Montera ändstopp på skruv.
3. Montera främre fäste på dragrör + skruv i dragrör.
4. Infästning av skruv (4A: med maskin, 4B: utan maskin)
5. Montera växelpaket i motor.
6. Montera på växelhus.
7. Montera på skyddsrör.
8. Montera främre fäste (BUSTER).
9. Montera motor.
10. Montera på kåpa.
11. Test och etikett.

Diagram illustrating the assembly layout for a car engine, showing components and their assembly stations.

Components and Stations:

- Station 1 (Red):** 5, Växelpaket och motor; 4A, Infettning med maskin; 4B, Infettning utan maskin; 3, Främre fäste; 2, Ändstopp; 1, Mutter på skruv.
- Station 2 (Blue):** 6A, Växelhus car; 6B, Växelhus övriga; 7, Skyddsror och ihopmontering.
- Station 3 (Green):** 9, Montering motor; 10, Kåpa; 11, Test och etikett.
- Other Components:** 8, Främre fäste BUSTER; 12, Start-lager; 13, För-montage; 14, För-montage; 15, Slutlager; 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.

65

Genom införandet av ett huvudflöde reduceras variationen av flöden mellan produktionsgrupperna ute i verksamheten och ersätts med ett enda i enlighet med Krajewski och Ritzman (2002). På så vis återtå styrning samt kontroll över flödet och dessutom förväntas framtida förbättringsarbete underlättas eftersom arbetet enbart måste riktas mot ett enda flöde än mot flera olika.

Ett fåtal tillverkningsprocesser är dock såpass unika att de inte passar in i huvudflödet och förflyttas därför till ett förmontage. Studiens förslag att bemöta det här är ett separat flöde där denna processvariation hanteras. Tillämpningen av ett särskilt och separat sekundärt flöde föreslås som en fullgod lösning för att uppnå det jämna och snabba flöde som Schmenner och Swink (1998) grundlägger för ett produktivt flöde.

Förmontaget är separerat från huvudflödet och upp till SKF Actuators själva att utforma utifrån resursbehov men bör innehålla ett lågt antal arbetsstationer och vara helt fristående från övriga flödet som Bukchin (2002) förespråkar. Det separata flödet kommer således fungera som en egen cell där stor variation kan hanteras och flexibilitet erbjudas. Outputen från förmontaget ska i varje cykel integreras med huvudflödet enligt *figur 5.1* ovan.

Då SKF Actuators har en hög produktionsvolym av ställdon med en medelhög grad av produktstandardisering torde det vara möjligt att betrakta produktionsprocessen som en massproduktion snarare än partiproduktion enligt Hayes och Wheelwright (1979). Som tidigare framlades i *kapitel 3. Litteraturstudie* kan massproduktion användas i verkstäder med tillverkning i såväl partier som enstyck (Wang och Li, 2013).

Att övergå till massproduktion med partitillverkning skulle dock inte lösa de problem som uppdagats i studien. En enstyckstillverkning anses i enlighet med Li m.fl. (2012) vara mer lämpligt då SKF Actuators har en hög produktvariation och producerar relativt få produkter per order. Via enstyckstillverkning kommer SKF Actuators åt de fördelar som Liker (2013) kopplar till denna typ av flöde. Liker (2013) påpekar också att kvaliteten ökar eftersom varje operatör inspekterar och arbetar för att åtgärda problem innan de skickas vidare till nästa tillverkningsmoment.

Eftersom produktionsansvarig uttryckt önskemål om enstyckstillverkning och färre flöden³⁸ tyder det på att SKF Actuators i dagsläget eftersträvar en mer flödeseffektiv tillverkning. Tillverkning i enstyck skulle avhjälpa tidigare beskrivna problem vad gäller blockering av arbetsstationer och sent upptäckta problem varpå rekommendationen blir att utforma produktionens flöde och layout för att underlätta denna typ av tillverkning (Gung och Steudel, 1999). Dessutom kortas ledtiden ned vilket öppnar upp för företaget att kunna konkurrera med korta leveranstider framöver.

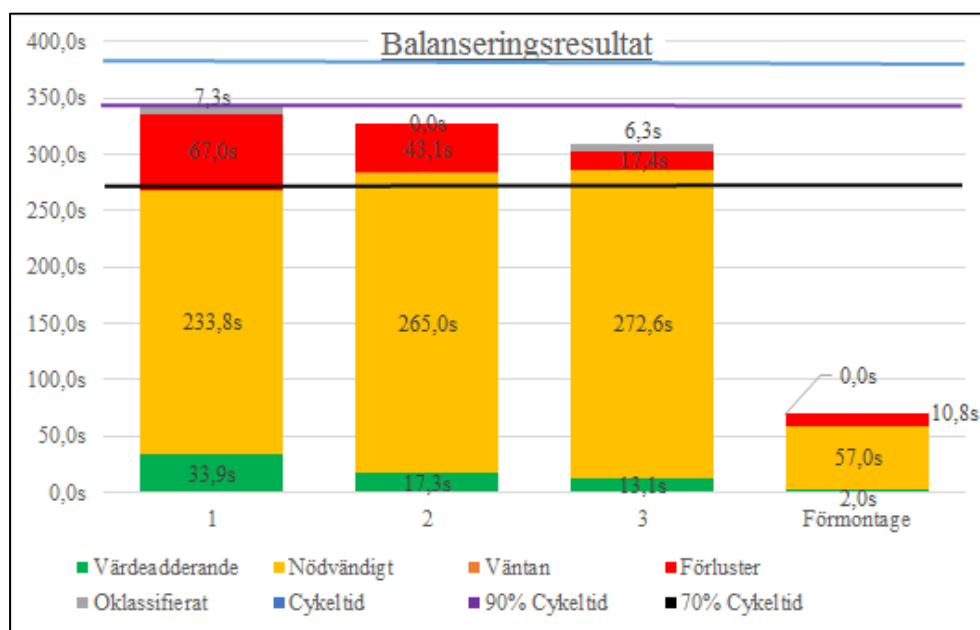
Eftersom SKF Actuators i delkapitel 5.1 *Produktionens prestationsmått* rekommenderas stärka konkurrenskraften genom ökat kvalitetsfokus ses enstyckstillverkning som starkt motiverat för produktionen. Ytterligare belegg för enstyckstillverkningen hämtas från Liker (2013) där fördelarna med flexibilitet och kvalitet framlagts. Det här är också i linje med tidigare rekommendationer om fokus på dessa prestationsmått.

³⁸ Produktionsansvarig SKF Actuators, Admir Mujkanovic, ostrukturerad intervju 2016-01-21

Synen på tillverkningen som en massproduktion gör, enligt kombinationen av produkt-processmatrisen (Hayes och Wheelwright, 1979) och Slack m.fl. (2013), att verkstadens layout kan tänkas utformas med produktionslinor. SKF Actuators föreslår frångå den cellayout som i dagsläget återfinns i verkstaden och istället tillverka ställdonen utefter en produktionslina.

En utförligare utformning av produktionslinan sett till antal stationer, verktyg och dessas placering är en uppgift som efterlämnas till SKF Actuators själva att utföra. Det presenterade förslaget är således endast en illustration för att visa upp ett av alla alternativ.

Företaget rekommenderas däremot starkt att följa vissa principer från litteraturen för bästa resultat. I första steget bör det produktionsflöde som slutligen beslutas gälla för produkterna studeras för att kartlägga vilka resurser som krävs i vilken sekvens av flödet. Logiskt nog bör, i enlighet med Drira m.fl. (2007), dessa resurser därefter placeras ut längs linan i den sekvens de används.



Figur 5.3: Balanseringsresultat för representativ produktmix av standardsortimentet baserat på två-årig historik.

Balanseringen i AviX grundades på data från den produktmix som producerats de senaste två åren och återfinns i *Appendix III*. Balanseringen visar att det nya produktionsflödet kan balanseras med tre stationer i huvudflödet enligt *figur 5.3*. Genom att belägga stationerna med en likvärd mängd arbete kan de balanseringsförluster som uppstår reduceras (Ellegård m.fl., 1992). Rapportens syfte, att presentera ett förslag för hur SKF Actuators kan uppnå en ekonomiskt hållbar produktion och frigöra resurser, betraktas därför som uppnått.

Som framgår av illustrationen för den föreslagna layouten (se *figur 5.2*) bör särskilt utrymme lämnas för mellanlager på produktionslinan. Eftersom det förutspås bli svårt att planera arbetet så den kortsiktiga sekvensen exakt matchar årssekvensen gällande produktmixen föreslås inte flödet köras lagerfritt. Med hjälp av mellanlager kan arbete bufferas och användas för att jämna ut eventuella fluktuationer i arbetstid på arbetsstationerna under arbetsdagen.

SKF Actuators bör dock undvika att bygga en allt för robust produktionslina. Som Liker (2013) diskuterar är det troligt att fel och problem göms undan i ett för störningståligt produktionsflöde. Eftersom layoutändringen föreslås ske i samband med en större förändring

av produktionen anses det lämpligt att ett grundligt och utförligt arbete utförs så suboptimeringar inte byggs in direkt. För att undvika robusthet förespråkar förändringsförslaget att produktionslinan inte formas utefter den fiskbensprincip som Quentin och Skrabec (1991) behandlar. Det enda separata flödet som bör tillåtas ansluta till huvudlinan är det sekundära flödet från förmontagestationerna. Genom att ha en lina med låg robusthet kommer eventuella fel upptäckas tidigare och förutsättningarna för att åtgärda dessa förbättras därmed.

Linans form föreslås vara U-formad som illustreras av Monden (1994) i litteraturstudien. Precis som Liker (2013) påtalar förväntas interaktions- och koordineringsmöjligheterna öka i och med denna form på produktionslinan. Dessutom underlättas förmontagestationens räckvidd till huvudflödet i en U-formad lina eftersom stationen kan placeras i centrum av de andra stationerna.

Även om ställdonen är lika produktfamiljer emellan har en viss variation identifierats, både inom och emellan familjerna, som måste hanteras på något sätt. Den produktionslina som föreslås införas bör således ta hänsyn till de principer som gäller vid vad litteraturen benämner som mixed-model linor. Möjligheten att införa en lina där samtliga produkter ur standardsortimentet produceras bedöms som god. Anledningen är att potential för samtliga karaktärsdrag för denna typ av lina; så få arbetsstationer som möjligt, manuell förflyttning av produkten och personal med fullständig kunskap över produktvarianterna (Bukchin m.fl., 2002), identifierats under studiens datainsamling ute i verksamheten. Mixed-model linan förväntas således inte påverka verksamhetens förmåga att konkurrera med flexibilitet i produktutbud på marknaden negativt.

De sekvenseringsproblem som Thomopoulos (1969) belyser förekomma för mixed-model linorna förväntas inte utgöra ett problem för den nya produktionslayouten. Datainsamlingen under studien vittnar om att de faktiska ställtider för utrustningen är korta och behovet att tvingas producera mot lager för att göra tillverkningen ekonomiskt hållbar finns inte.

Vid en eventuell avveckling av cellayouten till förmån för produktionslina begränsas antalet produktionsflöden till ett enda. Med stöd från Burns och Daganzo (1987) förutspås graden av kontroll och styrningsförmåga av flödet att öka med en produktionslina. Dessutom förväntas produktionslinan underlätta planeringen av outputen från verkstaden eftersom linan är utformad för en viss cykeltid. Jämfört med nuvarande cellayout kommer produktionslinan därmed stödja arbetet med att reducera antalet brutna leveranslöften till kund eftersom outputen är given.

Vid en eventuell implementation av nytt produktionsflöde och layout belyses det som centralt att involvera och förankra förändringen hos montörerna i produktionen. Eventuella åsikter och påbyggnadsförslag från montörer bör bemötas och betänkas, särskilt eftersom linan förespråkats byggas störningskänslig för att främja och tvinga fram förbättringsarbete. En implementation som grundas på samarbete och dialog förväntas fortskrida betydligt smidigare än en implementation där direktiv kommer utifrån utan att involvera alla parter förändringen berör. Rekommendationen av att inblanda samtliga parter stärks av Liker (2013) som hänvisar en stor del av Toyotas framgångar till att förbättringsförslag från operatörer som faktiskt arbetar ute i verksamheten höras och beaktas. På samma vis kan SKF Actuators utnyttja den kunskap och idéer som finns internt inom företaget.

5.4 Materialplanering

I följande delkapitel redogörs för hur SKF Actuators kan utforma sin materialplanering på ett effektivare sätt. Förändringsförslaget ämnar att bidra till att uppfylla studiens syfte och svara på frågeställning 2.

Genom att dela upp varje orderrad på ett sådant sätt så att varje arbetsorder endast utgörs av ett ställdon kan enstyckstillverkning säkerställas. Eftersom montörerna inte ser kommande order kan de inte heller konsolidera flera arbetsorder för att utföra arbetet i partier. Utsläpp av order kan effektivisera arbetsfördelningen på stationerna genom att synkronisera tillverkningen av olika produktvarianter med varierande stationstid. På så sätt kan arbetsbelastningen jämnas ut även under det korta perspektivet.

I samband med införandet av det nya produktionsflödet och produktionslinan bör SKF Actuators skifta fokus från en tryckande till en dragande materialstyrning. Enligt Liker (2013) bedöms det här vara en mer passande styrningsstrategi eftersom lagerhållningen i flödet begränsas till storleken på mellanlagren. Skillnaden mot idag är svår att jämföra men det kan konstateras att ett behov av mellanlager kommer uppstå. Eftersom SKF Actuators tillverkning kommer standardiseras enligt ovanstående förändringsförslag är en dragande styrningsstrategi enligt Prashanth och Sanchoy (1999) applicerbart. Tillämpning av dragande materialstyrning leder också enligt Jonsson och Mattson (2011) till mindre mellanlager i produktionen vilket är positivt ur kapitalbindningssynpunkt. Dragande styrning kan undvika hög kapitalbindning genom att begränsa eventuell överproduktion till storleken på mellanlagren (Liker, 2013).

Att en order ibland går till tillverkning mer än en gång borde som tidigare nämnts inte kunna ske och att åtgärda det här bör prioriteras. Problemet föreslås avhjälpas genom att i systemet tydligare visa om en order redan behandlats, exempelvis genom färgkodning av utskrivna orderrader, eller genom att montören gör en markering i sekvenslistan då ordern skrivits ut.

Den layoutförändring till produktionslina och ett gemensamt flöde som föreslås i rapporten ställer nya krav materialförsörjningen. Rapporten påtalar även på flera ställen att kvaliteten och kvalitetssäkringen på produkterna förväntas öka. Grunden till dessa påståenden är den materialförsörjningsmetod som föreslås anammas i samband med övriga förändringar.

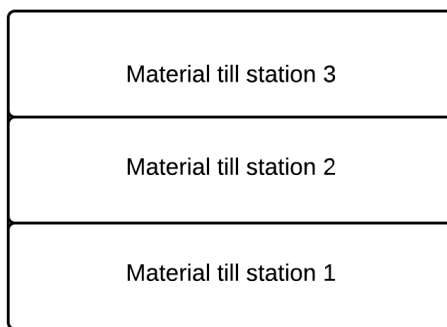
Materialförsörjningen som föreslås utgår från vad litteraturen (Jonsson och Mattson, 2011) benämns satsning och är principmässigt det som används i dagsläget. Den stora skillnaden är att satsningen föreslås utföras av någon som för dagen är specifikt ansvarig för materialförsörjning, istället för att varje montör plockar sitt egna material. Den metod som föreslås leder till positiva samordningseffekter och reducerar de omfattande produktionstekniska förlusterna i form av hanteringsförluster när specifika personalresurser avsätts för att plocka material i sats till varje arbetsorder. Denna resurs föreslås även bära huvudansvaret för tvätt eftersom en huvudansvarig får en helhetsbild över dagsbehovet av tvätt. Tvättningsarbetet kan således konsolideras till ett enda tillfälle och därmed elimineras problemet med väntetider och att tvätten utgör en flaskhals.

Rent operationellt föreslås försörjningsmetoden genomföras genom att allt material till arbetsordern plockas och placeras i en behållare, förslagsvis en grund låda. Lådan med materialet placeras sedan i startlagret som ligger i anslutning till första arbetsstationen. Materialförsörjningen inuti flödet på linan sker sedermera genom att materialsatsen skickas vidare till nästa mellanlager efter att varje cykel avslutats. På så vis kan även kontroll av arbetet på föregående station utföras och kvalitetssäkringen stiger.

Tidsåtgången för materialplock skulle också kunna kortas genom att reducera produktionsytan, vilket gör det möjligt att flytta lagret närmare produktionsplatsen. SKF Actuators rekommenderas även att fortsätta använda en vagn vid plock av komponenter i lagret då det anses vara en lämplig hanteringsmetod med avseende på komponenternas storlek.

Kvalitetssäkringen kommer från själva utförandet av materialförsörjningen. Genom att satsa materialet till arbetsordern utifrån materiallistan och sedan låta satsen förflyttas genom hela produktionsflödet på linan säkerställs att inga komponenter eller processer uteblir. Anledningen är att det i så fall märks i slutet av flödet om material kvarblir eller saknas i satsen.

För att kvalitetssäkra processerna ytterligare lämnas förslag på satsningens utförande enligt figur 5.4 nedan. Genom att lägga materialsatsen i fack avsedda för respektive arbetsstation kan kontrolleringen som beskrivet ovan ske på stationsnivå.



Figur 5.4: Illustration över en kvalitetssäkrad satsningsmetod. Materialet för var och en av de tre arbetsstationerna delas in i fack i en materiallåda.

För att uppnå maximal effekt av kvalitetssäkringen bör orderraden delas upp i lika många arbetsorder som storleken på orderraden enligt tidigare rekommendation. En arbetsorder ska alltså enbart gälla för ett enda ställdon och en enda modell. På så vis kommer satsen enbart gälla för ett enda don och allt material till respektive station i lådan förväntas således förbrukas.

5.5 Sammanfattning förändringsförslag

I följande delkapitel sammanfattar förändringsförslaget för att läsaren ska få en bättre uppfattning över vad som tagits upp. Förändringsförslagen syftar till att ge en rekommendation till hur SKF Actuators kan uppnå en ekonomiskt hållbar produktion.

Genomgående för samtliga studieområden rekommenderas SKF Actuators att arbeta med reduktion av de icke värdeadderande aktiviteterna. En reduktion av dessa aktiviteter avses uppnås genom standardisering av tillverkningsprocesserna, reducera antalet flöden via införandet av en produktionslina, övergång till enstycksflöde samt effektivisering av materialplaneringen. För att reducera variationen i processerna rekommenderas SKF Actuators upprätta tydligare och mer specificerade arbetsbeskrivningar. Det rekommenderas också att dessa förändringar görs i beskriven ordningsföljd.

Dessa förändringar förväntas också ha positiv påverkan på prestationsmåten kvalitet, tillförlitlighet och kostnad. Vad gäller prestationsmått rekommenderas SKF Actuators att fortsätta arbeta med flexibilitet men också att arbeta för att säkerställa kvaliteten på sina produkter.

För att säkerställa att det standardiserade arbetssättet vidhålls rekommenderas att monteringstider anpassas efter verkliga monteringstider och att cykeltiden sätts så att arbetet måste utföras på anvisat sätt för att hinna med.

Genom att avveckla den nuvarande cellayouten och istället utforma det nya produktionsflödet på en produktionslina där samtliga produkter ur standardsortimentet produceras kan SKF Actuators hantera de variationer i produktsortimentet samtidigt som de fortfarande kan erbjuda flexibilitet till kund. Genom inledningsvis endast bygga in en lägre grad av robusthet i flödet kan eventuella problem identifieras och därmed åtgärdas.

Det nya produktionsflödet rekommenderas använda dragande styrning för att begränsa kapitalbindningen för lager på linan till storleken på de mellanlager som införs för att hantera de varierande stationstiderna mellan olika produktvarianter. För att reducera de hanteringsförluster som uppstår när en montör plockar material föreslås materialförsörjningen omstruktureras så att en enskild person är ansvarig hanterar allt materialplock under en dag.

Gemensamt för samtliga förändringsförslag, för en lyckad implementering, är att involvera och förankra förändringen hos montörerna i produktionen. Genom att involvera samtliga anställda tillvaratas också den kunskap och de idéer som finns inom företaget.

6 Diskussion

Följande kapitel för en diskussion kring studiens metod och resultat. Reflektioner kring uppnådda resultat och genomförandet av studiemomenten presenteras. Kapitlet inleds med en metoddiskussion och följs av en resultatdiskussion.

6.1 Metoddiskussion

Delkapitlet nedan ämnar att ge rapportförfattarna utrymme att, där behov upplevs, diskutera den arbetsmetod som följts i rapporten. Delkapitlet redovisar vad som upplevts försvåra arbetet och presenterar vilka alternativa tillvägagångssätt som skulle kunna ha använts om studien skulle göras om.

6.1.1 Frågor och problem

Att den introducerande rundvandringen av fabriken gjordes tillsammans med produktionsansvarig kan ha gett en aningen skev bild av problembilden då produktionsansvarig hade möjlighet att peka ut de problem denna uppfattade som störst. Rapportförfattarnas utrymme för egen identifiering av problemområden kan därför ses som aningen begränsat.

6.1.2 Teoretiskt ramverk

Det ramverk som sattes upp för att identifiera aktuella litteraturområden bygger på subjektiva tolkningar över vilka områden som påverkar en ekonomiskt hållbar produktion. Tolkningen ledde fram till de fyra studieområdena som efter litteraturstudien resulterade i analysmodellen. Datainsamlingen och efterföljande analys som krävdes för studien styrdes i sin tur av denna analysmodell.

Det är uppenbart att en annan tolkning och utformning av ramverket hade ställt andra krav på datainsamlingen och lett till en annan analys än den som presenteras i rapporten. En annan analys hade med säkerhet påverkat resultatet och troligtvis genererat annorlunda förändringsförslag än de som presenteras i rapporten. På vilket sätt studiens resultat påverkas och om ramverket har en positiv eller negativ påverkan är dock svårt att avgöra utan ytterligare kompletterande studier.

6.1.3 Datainsamling

Som diskussionskapitlet redan varit inne på styrdes studiens databehov och datainsamlingen av det framtagna ramverket och analysmodellen. Studien baseras till största delen på primärdata som främst samlades in via tidsstudien, direkt observation och ostrukturerade intervjuer. Sekundärdata har i stor utsträckning undvikits med syfte att göra studiens resultat så valid som möjligt. Studiens primärdata anses också vara tillräckligt färsk och aktuell för att kunna användas av SKF Actuators i framtida förbättringsarbete. Den data som står att finna och hämta från tidsstudien betraktas därför som en positiv restprodukt från studien som efterlämnas till företaget.

I avsnitten nedan diskuteras och reflekteras datainsamlingsmetoder var för sig. Först diskuteras användandet av tidsstudie och därefter programvaran.

Tidsstudie

Användandet av tidsstudier i studien är värt att diskutera då eventuella kritiker till metodvalet kan påtala både validitets- och reliabilitetsproblem med tidsstudier eftersom de bygger på elementartider. Med andra ord finns det en medvetenhet om att arbetet tidsatts utifrån tider för

generella rörelser som framtagits av någon annan i en annan tid. Därför finns det anledning att ödmjukt medge att den data som tas fram i tidsstudien är helt beroende av att elementartiderna som används för att sätta standardtider är korrekta.

Studien har inte ämnat att kritiskt undersöka dessa elementartiders tillförlitlighet utan istället har tilltro satts till att de är användbara. Som argument för tidsstudien är det dock relevant att påpeka att elementartiderna bestämts utifrån snittet av tusentals observationer och borde således vara tillförlitliga i stor mån.

Potentiella kritiker till tidsstudier som datakälla skulle också kunna påkalla de experiment som myntade uttrycket "Hawthorne-effekten" som i kort innebär att datainsamlingen inte skulle vara representativ eftersom montören skulle prestera bättre än normalfallet just för att hon blir beaktad (Nationalencyklopedin, 2016). Men eftersom det alltså är själva arbetssättet som behandlas, snarare än den faktiska tidsåtgången, stukas kritiken som grundas på vad Hawthorne-experimenten påvisade.

Tidsstudien tar alltså avstånd från en enskild operatörs arbetstakt vid datainsamlingen och därmed anses validiteten av tidsstudiens indata och utdata stärkas. Att tidsstudien i AviX dessutom enbart beaktar de nödvändiga rörelserna för att utföra arbetet i analysen medför att känsligheten för individuella skillnader mellan operatörerna raderas ytterligare.

Val av programvara och verktyg

Vid initieringen av det här projektet framförde SKF Actuators sin önskan att en tidsstudie av monteringsarbetet med hjälp av programvaran AviX skulle genomföras. Förhoppningen var att tidsstudien skulle leda till en bättre balansering av monteringsflödet som gör att resurser kan frigöras för att möta den förväntade ökningen i efterfrågan.

Ordningsföljden i vilken studiens metoder initierats tål att kritiseras. Innan val av metod gjordes borde en identifiering av vilka problem som avses lösas utföras. Först därefter skulle det vara aktuellt att utvärdera metodval och eventuella programvaror. På så vis hade säkerligen valet fallit på redan beprövade metoder, program och verktyg som kandidatgruppen redan var bekant med och hade kompetens i.

Om studien istället utförts utifrån denna ordningsföljd skulle valet av programvara blivit en annan eftersom kandidatgruppens medlemmar saknade både kompetens och bekantskap med AviX. Arbetsbelastningen i AviX har samtidigt varit snedvriden i paritet med det utrymme resultatet delgivits i studien och rapporten. Arbetet med AviX har i efterhand inte heller ansetts bidra i full utsträckning till att uppfylla studiens syfte. Däremot har AviX presterat bra som datainsamlingsmetod.

6.1.4 Analys och reflektion

Samtlig videoanalys skulle ha kunnat förenklas genom att tidigarelägga workshopen där liknande tillverkningsmoment för produkterna identifierades. Förståelsen över tillverkningsprocessen och produkternas ingående komponenter hade därmed ökat. Som följd av en ökad förståelse hade troligtvis klassificeringen av tempon blivit mer enhetlig och förenklat arbetet med balanseringen av det nyutformade flödet.

Dessutom förmodas balanseringens validitet stärkts ytterligare om SKF Actuators i en större utsträckning hade bidragit med den specialistkunskap de besitter för att sätta variantkoder för samtliga tempon.

6.1.5 Balanseringsresultatet från AviX

Balanseringen i AviX skedde viktat med avseende på tidigare års historik vilket har sina fördelar i belastningen då de olika stationerna jämnas ut på ett långt perspektiv. Lösningen är dock inte felfri då det för enskilda produktvarianter leder till ojämn belastning mellan stationerna. Vid en hög frekvens av ett fåtal varianter ställer det här till med problem genom ojämn belastning i flödet. Som konsekvens ställs högre krav på produktionsplaneraren som måste planera produktionen i det korta perspektivet för att säkerhetsställa att inte inga större avvikelser inträffar.

Tillverkningsfördelningen över produkterna på dagsnivå måste alltså matcha den efterfrågefördelning som gäller för hela året. Om så inte är fallet är det specifika balanseringsresultat som redovisas i rapporten inte längre valid. Den balanseringsstrategi som använts anses ändå som tillräcklig eftersom en balansering efter varje produktfamilj hade lett till ologiska stationer med en ineffektiv användning av verktyg och maskiner. Balanseringen som redovisas bör snarare betraktas som ett bevis för att det framtagna flödet fungerar för att kunna tillgodose efterfrågan på ställdon färre resurser än vad som krävs i dagsläget, precis som studien syftade till.

Det utformade flödet är specifikt för SKF Actuators nuvarande produktutbud. Om nya produktvarianter skulle introduceras kan förändringsförslaget inte garantera att dessa kan produceras i det föreslagna flödet utan att problem uppkommer.

6.1.6 Avgränsningarnas påverkan på slutresultatet

Studien som genomfördes på SKF Actuators hänvisades och koncentrerades direkt verksamhetens produktion, delvis på direktiv från företaget själva. På så vis avgränsades i stort sett alla aktiviteter utanför verkstaden innan en ordentlig problemanalys gjorts vilket gör att studiens inriktning tål att diskuteras. En verksamhetsövergripande problemanalys utgående från ett stort och abstrakt problem hade kanske styrt studien till en annan avdelning på företaget. Exempelvis kunde situationen med det breda produktsortimentet även behandlas på säljavdelningen som faktiskt är den avdelningen som säljer produkterna. Ett resonemang kan därmed föras att studien inte behandlat roten till uppkomsten av problemen utan snarare den del av verksamheten som tvingas hantera problemet. Ur det här resonemanget konstateras att studien enbart presenterat sätt att hantera problem snarare än att lösa dem.

Studien har enligt direktiv från företaget endast fokuserat på standardsortimentet utan att någon egen ekonomisk analys över huruvida det är dessa produktvarianter som har störst påverkan på företagets förmåga att bedriva en ekonomiskt hållbar produktion gjorts. Eftersom ingen analys om täckningsbidrag eller lönsamhet gjorts medför denna avgränsning att studien riskerar ha fokuserat på fel del av produktsortimentet för att uppnå en ekonomiskt hållbar produktion.

För att få en utförlig och nyanserad bild av de övergripande problemen som SKF Actuators innehar är det viktigt att hela verksamheten analyseras. Dels för interna, avdelningsspecifika förbättringar men även för att kunna uppnå synergieffekter genom hela företaget. Det anses därför motiverat att fortsätta studera SKF Actuators verksamhet för att identifiera ytterligare förbättringspotential.

6.2 Resultatdiskussion

I följande delkapitel diskuteras de delar av resultatet som rapportförfattarna anser viktiga att lyfta fram. Framförallt ämnar delkapitlet att förklara betydelsen av studien och förändringsförslagen för SKF Actuators. Nödvändiga kommentarer kring resultatet och eventuella validitetsinskränkningar som läsaren bör känna till redovisas.

Förändringsförslagen som presenteras i denna rapport ger SKF Actuators beslutsunderlag baserat på utomstående och objektiva slutsatser. Att studien genomförts av utomstående individer har medfört förändringsförslag som i större utsträckning är baserade på litteratur och teori applicerad på empiri. På så vis betraktas slutsatserna som mer objektiva än om studien genomförts av organisationen själv där existerande värderingar och tankesätt skulle influerat slutsatsen.

Resultatet från studiens slutsats och förändringsförslag påverkar SKF Actuators verksamhet på både ett strategiskt och operativt plan. På det strategiska planet kan det arbete som genomförts under studiens gång ligga till grund för framtida förbättringsarbete. Datainsamlingen bekräftade SKF Actuators påståenden om att tillverkningstiderna var väl tilltagna och resulterade i uppdaterade tillverkningstider som kan användas för att bättre planera produktionen.

Vidare påverkas det strategiska planet av att förändringsförslagen medför större krav på en strukturerad material- och orderplanering för att den produktionslina som föreslås kan bedrivas produktivt och utan allt för stora fluktuationer i stationstider. Fluktuationer i stationstider betyder att arbetet på arbetsstationerna varierar i varje cykel. För att fylla upp varje cykel med arbete på alla stationer måste mellanlager användas och fyllas med viss arbetsmängd för att utjämna variationerna och undvika att en arbetsstation urholkas på arbete. Genom att planera produktionssekvensen med jämna cykeltider kan mellanlagret reduceras och PIA hållas nere. Det här är något som SKF Actuators själva lämnas att jobba vidare med, men det förordas att ansvariga för denna planering får stöd för uppgiften genom ett nytt system för produktionsplanering.

Det arbete som utförts i programvaran AviX förväntas ha en betydande inverkan på SKF Actuators framtida förbättringsarbete. Företaget efterlämnas ett verktyg och data som de själva kan använda för att undersöka om nya produktvarianter som övervägs att introduceras passar in i verksamheten. Tidsstudien som genomförts och efterlämnas betyder också att företaget har goda förutsättningar att bygga vidare på de förändringsförslag som presenteras i rapporten. Samtidigt fungerar det resultat som presenteras som ett bra första steg för att påvisa den förbättringspotential som finns. Att datainsamlingen identifierat samtliga operationer i tillverkningsprocessen betyder att studien lagt grunden för utformandet av tydliga och standardiserade monteringsinstruktioner. Dessa instruktioner kommer sedan kunna nyttjas för att snabbare lära upp nya montörer och höja produktkunskaperna hos montörerna.

Förändringsförslaget kring produktionens fysiska utformning och montörernas roll produktionslinan kommer resultera i möjligheter för montörerna att specialisera sig på en viss uppgift. Att en montör till en större del arbetar vid samma station kommer möjliggöra att nyanställda montörer snabbare kan sättas ut i produktionen eftersom de inte längre behöver lära sig samtliga tillverkningsmoment för att bli självgående. Det är därmed inte sagt att varje montör endast ska specialisera sig på en enskild uppgift då det här befaras vara negativt både för montörens arbetsglädje och för kunskapsspridningen mellan montörerna. Eftersom tillverkningsprocessen blir standardiserad och mer repetitiv riskeras montörernas

arbetsmotivation att påverkas negativt. För att förändringarna inte ska orsaka sänkt arbetsmoral hos montörerna är det viktigt att arbetsmotivationen stimuleras på annat vis. Utformningen och bemanningen av det nya flödet innebär därmed nya utmaningar som efterlämnas åt SKF Actuators själva att arbeta vidare med.

Standardiserade tillverkningsprocesser kommer också ha betydande inflytande på företagets kvalitetsarbete för produkterna. Ur ett operativt perspektiv betyder samma processer gällande för samtliga montörer och produkter att produktionsstyrningen framöver enbart riktas mot en enhetlig produktion istället för en utspridd. Styrningen underlättas och effektiviseras därmed samtidigt som kontrollen över produktionsstyrningen centraliseras.

Förändringsförslagen som presenteras betyder inte att företaget tvingas göra betydande nyinvesteringar i resurser som maskiner eller lokal. Gällande personal visar det framtagna flödet med tillhörande layout och materialförsörjning snarare att personalresurser frigörs. Kapacitetsmässigt innebär förändringsförslagen att SKF Actuators frigör personalkapacitet och kan hantera förväntad ordervolymökning. Eftersom studiens resultat inte bär någon investeringsbörda borde de förändringsförslag som framtagna ligger närmre att anammas än om de inneburit stora utgifter.

SKF Actuators tros inte vara ensamma om de identifierade problemen utan tillverkande företag i allmänhet förmodas kunna dra nytta av studiens resultat varpå viss generalitet för studiens resultat uppnåts. Det tillvägagångssätt som används under studiens gång bedöms vara gynnsamt för företaget och samtidigt applicerbart på flera företag med liknande problem.

Den analysmodell som växte fram från litteraturstudien utformades utifrån SKF Actuators specifika problembild men bedöms trots det här vara applicerbar på andra avdelningar inom SKF men även andra på tillverkande företag som önskar uppnå en ekonomiskt hållbar produktion. Analysmodellen anses dessutom ha potential att ligga till grund för vidare studier inom studieområdet.

Det framtagna resultatet motsvarade till stora delar förväntningarna. För läsarens skull är det dock värt att lyfta fram det låga antalet stationer som krävdes för utformningen av det nya produktionsflödet och hur produkternas standardiseringsgrad innebar möjligheter för utformning av ett enda flöde. Dessutom bör läsaren uppmärksammas på den låga andel värdeadderande tid som tidsstudien påvisade, vilket inte i låg linje med förväntningarna som fanns på förhand.

7 Slutsatser

SKF Actuators problem med en produktion som inte är ekonomiskt hållbar härleds till den variation som finns i produktionen, en ineffektiv materialförsörjning och produktionstekniska förluster som delvis orsakas av de två andra problemen. Dessa problem kan åtgärdas genom att utforma ett nytt produktionsflöde där samtliga varianter från standardsortimentet produceras. En förändring av materialplaneringen och tillhörande system föreslås också för att passa övriga förändringsförslag och förbättra produktionen ytterligare. Uppdaterade tillverkningstider och en given tillverkningstakt kan göra det enklare att planera order och därmed reducera brutna löften till kund. Genom att tillverkningen i det nya produktionsflödet sker i enstyckspartier förväntas kvaliteten på produkterna öka och antalet returorder reduceras.

Gemensamt för förändringsförslag inom samtliga studieområden är minskning av icke värdeadderande aktiviteter. Genom standardisering av processer, övergång till enstycksflöde, reducerat antal flöden via införandet av en mixed-model lina och effektivisering av materialplanering förväntas en minskning av de icke värdeadderande aktiviteterna uppnås.

Rapportens syfte och frågeställningar har besvarats enligt nedan:

- De föreslagna förändringarna uppnår studiens syfte då de redogör för hur SKF Actuators kan uppnå en ekonomisk hållbar produktion samt frigöra resurser för att kunna bemöta de framtida ökade produktionsvolymerna. Det här kommer kunna bidra till att SKF Actuators stärker sin konkurrenskraft på marknaden.
- Ett effektivare produktionsflöde med ett standardiserat arbetssätt kan utformas genom att genomföra de förändringsförslag kring produktionens fysiska utformning samt genom att införa tydliga och standardiserade monteringsinstruktioner.
- En effektivisering av nuvarande materialplanering avses åstadkommas främst genom skiftat fokus från en tryckande till en dragande materialstyrning och övergång till en materialförsörjningsmetod där avsatt personal satsar och för fram material till produktionen.
- De produktionstekniska förlusterna kan reduceras genom att övergå till enstyckstillverkning för att förbättra kvaliteten och reducera systemförlusterna. Hanteringsförlusterna kan reduceras genom att låta en montör hantera allt materialplock.

För att de föreslagna förändringarna ska kunna implementeras och få önskad effekt är det mycket viktigt att SKF Actuators anammar en tydlig och välplanerad förändringsstrategi. För att säkerställa att det nya standardiserade arbetssättet följs bör SKF Actuators engagera montörerna i förändringsarbetet. Balanseringen kan utvecklas ytterligare genom att SKF Actuators själva applicerar den specialistkunskap de besitter om produkternas utformning.

7.1 Fortsatta studier

Avslutningsvis efterlämnar rapporten några uppmaningar om fortsatta studier. Det här delkapitlet presenterar de områden som anses lämpliga att undersöka och arbeta vidare med för att uppnå en ekonomiskt hållbar produktion.

Den balansering som redovisats i rapporten bör enbart ses som en bekräftelse på att föreslaget produktionsflöde och produktionslayout fungerar för att tillverka den historiska ställdonsproduktionen ur standardsortimentet. Balanseringen har dessutom gjorts för en produktmix baserad på historisk data. För att verkligen uppnå maximal nytta av tidsstudien uppmanas SKF Actuators att påbygga det balanseringsarbete som gjorts i studien.

Påbyggnaden bör exempelvis bestå av en datakomplettering med säkrade framtida order varpå balanseringen kan göras mer exakt för den framtida produktmixen.

Fortsatt arbete för att utforma arbetsstationerna i detalj och planera var verktyg och maskiner ska placeras påkallas också då studien inte berört denna utformningsaspekt. Även materialförsörjningen efterlämnas till SKF Actuators att själva eller med assistans dimensionera och detaljutforma via ytterligare studie.

Ett område som belyses viktigt att behandlas i en egen studie är hur implementeringen bör genomföras för att lyckas. Större förändringar av det här slaget bör inte förväntas ske smärtfritt. Att på förhand studera och planera implementationen betraktas därför viktigt för att vara förberedd på eventuella hinder, motsättningar och bakslag.

För att säkerställa att företaget uppnår en ekonomiskt hållbar verksamhet förespråkas en studie av företaget som helhet. Den studie som avhandlas i den här rapporten berör enbart produktionsavdelningen. Därmed är det inte sagt att det inte finns förändringar att göra på övriga avdelningar i verksamheten för att verkligen uppnå en ekonomiskt hållbar verksamhet.

8 Referenser

Agard, B., Kusiak, A. (2004) Standardization of Components, Products and Processes with Data Mining. *International Conference on Production Research Americas*. Santiago.

Andersson J., Audel B., Giertz E., Reitberger G. (2002) *Produktion, strategier och metoder för effektivare tillverkning*. Stockholm: Nordstedts Juridik.

Beamon, B.M. (1998) Supply chain design and analysis: Models and methods. *International journal of production economics*, vol. 55, nr 3, ss. 281-294.

Becker, C., Scholl, A. (2006) A survey on problems and methods in generalized assembly line balancing. *European Journal of Operational Research*, vol. 168, nr 3, ss. 694-715.

Bhaskaran, S. (1998) Simulation Analysis of a Manufacturing Supply Chain. *Decision Sciences*, vol. 35, nr 3, ss. 633-657.

Bicheno, J., Holweg, H. (2008) *The Lean Toolbox*. Upplaga fyra. PICSIE Books.

Bukchin, J., Dar-El, E.M., Rubinovitz, J. (2002) Mixed model assembly line design in a make-to-order environment. *Computers and Industrial Engineering*, vol. 41, nr 4, ss. 405-421.

Burns, L.D., Daganzo, C.F. (1987) Assembly line job sequencing principles. *International Journal of Production Research*, vol. 25, nr 1, ss. 71-99.

Chung, C.A. (2004) *Simulation Modeling handbook - A Practical Approach*. Florida: CRC Press LLC.

Cooney, R. (2002) Is Lean a universal production system? Batch production in the automotive industry. *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 22, nr 10, ss. 1130-1147.

Delmar W Karger, Franklin H Bayha. (1987) Engineered work measurement. Industrial press. Upplaga 4.

Drira, A., Pierreval, H., Hajri-Gabouj, S. (2007) Facility layout problems: A survey. *Annual Reviews in Control*, vol. 31, nr 2, ss. 255-267.

Duplaga, E.A., Hahn, C.K., Hur, D. (1996) Mixed-model assembly line sequencing at Hyundai motor company. *Production and Inventory Management Journal*, vol. 37, nr 3, ss. 20-26.

Dyllick, T., Hockerts, K. (2002) Beyond the business case for corporate sustainability. *Business strategy and the Environment*, vol. 11, nr 11, s. 130-141.

Ekonomer för miljö - hållbarhet (2016) <http://ekonomerformiljo.se/hallbarhet/> (2016-02-04).

Ellegård, K., et al. (1992) *Reflektiv produktion: Industriell verksamhet i förändring*. AB Volvo.

Eriksson, L.T., Wiedersheim-Paul, F. (2014) *Rapportboken*. Malmö: Liber.

Fast-Berglund, Å., et al. (2013) Relations between complexity, wuality and cognitive automation in mixed-model assembly. *Journal of manufacturing systems*, vol. 32, nr 3, s. 449-455.

Gillham, B. (2005) *Research interviewing: the range of techniques*. McGraw-Hill Professional Publishing.

Greene, T.J., Sadowski R.P. (1984) A Review of Cellular Manufacturing Assumptions, Advantages and Design Techniques. *Journal of Operations Management*, vol. 4, nr 2, ss. 85-97.

Gunasekaran, A., Kobu, B. (2007) Performance measures and metrics in logistics and supply chain management: a review of recent literature (1995-2004) for research and applications. *International Journal of Production Research*, vol. 45, nr 12, ss. 2819-2840.

Harrington, H. J. (1991) *Business process improvement: The breakthrough strategy for total quality, productivity, and competitiveness*. New York, NY: McGraw-Hill.

Hayes, R.H., Wheelwright, S.C. (1979) Link Manufacturing Process and Product Life Cycles. *Harvard Business Review*. Januariutgåvan 1979.

Hopp, W., Spearman, L. (2004) To Pull or Not to Pull: What Is the Question? *Manufacturing & Service Operation Management*, vol. 6, nr 2, ss. 133 – 148.

Hyer, N., Wemmerlöv, U. (2002) *Reorganizing the Factory: Competing Through Cellular Manufacturing*. Portland: Productivity Press.

Hyun, C.J., Kim, Y., Kim, Y.K. (1998) A genetic algorithm for multiple objective sequencing problems in mixed model assembly lines. *Computers & Operations Research*, vol. 25, nr 7-8, ss. 675-690.

Inman, R.R. (1999) Are you implementing a pull system by putting the cart before the horse? *Production and Inventory Management*, vol. 40, nr 2, ss. 67-71.

Jensen, J.B., Malhotra, M.K., Philipoom, P.R. (1996) Machine dedication and process flexibility in a group technology environment. *Journal of Operations Management*, vol. 14, nr 1, ss 19-39.

Jonsson, P., Mattsson, S. (2011) *Logistik : läran om effektiva materialflöden*. Lund: Studentlitteratur AB.

Jordbruksverket (2012) *Hållbar samhällsutveckling - vad innebär det?* <http://www.jordbruksverket.se/download/18.1b0209b113b93739ab180001755/H&> (2016-02-04)

Kaplan, R.S., Norton, D.P. (1996) Using the balanced scorecard as a strategic management system. *Harvard Business Review*, vol. 74, nr 1, ss. 75-85.

Karrer, C. (2012) *Engineering Production Control Strategies: A Guide to Tailoring Strategies that Unite the Merits of Push and Pull*. Berlin Heidelberg: Springer.

Laura XU, X.X., Bin MA, R.L. (2007). AHP based supply chain performance measurement system. *Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (EFTA 2007)*, ss.1308-1315.

Li, S.G., et al. (2012) Design of one-piece flow production system with mixed flows: a timed process flow diagram-based approach. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 25, nr. 11, ss. 996-1010.

Liker, J.K. (2013) *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York: McGraw-Hill.

Malmborg, C.J. (1995) A buffer storage resource allocation model for cellular manufacturing systems. *Applied Mathematical Modelling*, vol. 19, nr 7, ss. 437-447.

Transportforskningskommissionen. (1989) Materialhantering. I *Nationalencyklopedin*. <http://www.ne.se.proxy.lib.chalmers.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/materialhantering> (2016-03-22)

Mattsson, S., Jonsson, P. (2003) *Produktionslogistik*. Lund: Studentlitteratur.

Maynard, H., Zandin, K. (2004) *Maynard's Industrial Engineering Handbook*. Upplaga 5. Columbus: McGraw-Hill.

Medbo, P. (1998) *Significance of input data quality for materials flow analysis*. Göteborg: Chalmers tekniska högskola. (Licentiatuppsats inom avdelningen för Transport och Logistik).

Najmi, A., Makui, A. (2012) A conceptual model for measuring supply chain's performance. *Production Planning & Control: The Management of Operations*, vol. 23, nr 9, ss. 694-706.

Hawthorne-effekt. (2016) I *Nationalencyklopedin*. <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/hawthorne-effekt> (2016-02-05).

Neely, A., Gregory, M., Platts, K. (1995) Performance measurement system design: A literature review and research agenda. *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 15, nr. 4, ss. 80-116.

Nordisk produktivitet-MTM (2016) <http://nordiskproduktivitet.com/?id=25> (2016-03-25).

Oskarsson, B., Aronsson, H., Ekdahl, B. (2003) *Modern logistik: för ökad lönsamhet*. Malmö: Liber AB.

Paues, T. (2005) Vad ska Sverige med företag till? *Svenskt näringsliv*. http://www.svensktnaringsliv.se/migration_catalog/vad-ska-sverige-med-foretag-till-en-skrift-om-foretagens-roller-i-526002.html/binary/Vad%20ska%20Sverige%20med%20f%C3%B6retag%20till-%20En%20skrift%20om%20f%C3%B6retagens%20roller%20i%20samh%C3%A4llet (2016-02-04).

Persson, T., Persson, C. (2015) *Hållbar utveckling: Människa, miljö och samhälle*. 3e upplagan. Lund: Studentlitteratur AB.

Prashanth, B.N., Sanchoy, K.D. (1999) MRP/sfx: a kanban-oriented shop floor extension to MRP. *Production Planning & Control: The Management of Operations*, vol. 10, nr 3, 1999. ss. 207-218.

Quentin, R. Skrabec, JR. (1991) Using the Ishikawa Process Classification Diagram for Improved Process Control. *Quality Engineering*, vol. 3, nr 4, ss. 517-528.

Rajamani, D. Singh, N. Aneja, Y.P. (1996) Design of cellular manufacturing systems. *International Journal of Production Research*, vol. 34, nr 7, ss. 1917-1928.

Rajgopal, J. Abdulmalek, F.A. (2007) Analyzing the Benefits of Lean Manufacturing and Value Stream Mapping via Simulation: A Process Sector Case. *International Journal of Production Economics*, vol. 107, nr 107, ss. 223-236.

Salavendy, G. (2001) *Handbook of industrial engineering: technology and operations management*. Wiley. Upplaga 3.

Schmenner, R.W., Swink, M.L. (1998) On theory in operation management. *Journal of Operations Management*, vol. 17, nr 1, ss. 97-113.

Singh, N. (1993) Design of cellular manufacturing systems: An invited review. *European Journal of Operational Research*, vol. 69, nr 3, ss. 284-291.

Singh, N. Rajamani, D. (1996) *Cellular Manufacturing Systems*. London: Chapman & Hall.

SKF. 2016a. <http://www.skf.com/group/our-company/index.html>. (2016-05-15).

SKF, 2016b. CAT & CAR series. <http://www.skf.com/group/products/actuation-systems/linear-actuators/cat-and-car-series/index.html>. (2016-02-11).

SKF. 2016c. CAT33. <http://www.skf.com/group/products/actuation-systems/linear-actuators/cat-and-car-series/cat33/index.html>. (2016-05-13).

SKF. 2011. *Actuators Range Catalogue*. SKF Group.

Slack, N., Brandon-Jones, A., Johnston, R. (2013) *Operations Management*. Sjunde upplagan. Pearson.

Solme AB, 2016a. <http://www.avix.eu/om-oss/>. (2016-03-25).

Solme AB. (2016b). *AviX 4 User Manual*.

Steinbrunner, D. (2005) The Happy Marriage of Push and Pull. *Industrial Management*, vol. 47, nr 1, ss. 27-30.

Spearman Mark L., Woodruff David L., Wallace J. Hopp. (1990) CONWIP: a pull alternative

to kanban. *International Journal of Production Research*, vol. 28, nr 5, ss. 879-894.

Sörqvist, L. (2013) *Lean, processutveckling med fokus på kundvärde och effektiva flöden*. Studentlitteratur AB. Lund.

Thomopoulos, N.T. (1967) Line Balancing-Sequencing for Mixed-Model Assembly. *Management Science*, vol. 14, nr 2, ss. B59-B75.

Thunberg Bertolone, T. (2011) *Modern produktionsteknik och ergonomi*. IF-metall. http://www.nordiskproduktivitet.com/doc/2011_2_battre_prod.pdf. (2016-02-11).

U-form layout. [bokbild] Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time, London: Chapman & Hall.

Vinod, M., Devadasan, S.R., Sunil, D.T., Thilak, V.M.M. (2015) Six Sigma through Poka-Yoke: a navigation through literature arena. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 81, nr 1, 2015-05-07, ss. 315-327.

Waeyenbergh, G. Pintelon, L. (2002) A framework for maintenance concept development. *International Journal of Production Economics*, vol. 77, nr 3, ss. 299-313.

Wan, X., Evers, P.T., Dresner, M.E. (2012) Too much of a good thing: The impact of product variety on operations and sales performance. *Journal of Operations Management*, vol. 30, ss. 316-324.

Wang, D., Li, A. (2013) A Case Study on One-Piece-Flow Production Mode Designing. *International Asia Conference on Industrial Engineering and Management Innovation (IEMI2012) Preceedings*, kapitel 39, ss. 373-380.

Wemmerlöv, U., Hyer, N.L. (1986) Procedures for the part family machine group identification problem in cellular manufacturing. *Journal of Operations Management*, vol 6, ss. 125-147.

Yu, D. Z. (2012) Product variety and vertical differentiation in a batch production system. *International Journal of Production Economics*, vol. 138, nr 2, augusti 2012. ss. 314-328.

Åsberg, R. (2001) Det finns inga kvalitativa metoder - och inga kvantitativa heller för den delen. *Pedagogisk forskning i Sverige*, vol. 6, nr 4, ss. 270-292.

9 Appendix

9.1 Appendix I: AviX och tidsstudier

Följande delkapitel presenterar ytterligare information kring AviX och tidsstudier. Delkapitlet introducerar grunderna till arbetsmätning samt går igenom de aktiviteter som finns i AviX.

9.1.1 Arbetsmätning

Syftet med arbetsmätning är att fastslå standardtider för produktionsarbete. Frederick Winslow Taylor, känd som grundaren till Scientific Management, var den som först introducerade arbetsmätning genom att han mätte sina arbetares prestationer och fastställde operationstider och därmed kunde sätta en bestämt produktionstakt. Den produktivitetsökning som hans arbete ledde till gjorde att arbetsmätning under 1800-talets slut fick sitt genomslag i industrin (Karger och Bayha, 1987).

Tidsstudier

Genom tidsstudier avses arbete som insamlats genom direkt observation. Tidsstudier kan göras på ett antal olika sätt, bland annat genom tidtagning med stoppur och videoupptagning. Vid en tidsstudie delas arbete upp i mindre beståndsdelar, aktiviteter, som sedan kan ligga till grund för exempelvis balansering av arbete mellan olika monteringsstationer (Karger och Bayha, 1987).

Elementartidssystemet MTM

Elementartidssystem som utvecklades av Harold B. Maynard år 1946 bygger på att fastställda tider för operationer och används som tidsunderlag för arbete (Salvendy, 2001). MTM står för *Methods-time measurement* (sv. Metod-Tid-Mätning) och ger en objektivt fastställd arbetstid utan subjektiva bedömningar av arbetsprestationen (Nordisk Produktivitet, 2016).

Principen inom MTM är nedbrytning av arbete till elementarrörelser med förutbestämda tider. Dessa tider har fastställts genom omfattande studier av rörelser vid arbete och därigenom framtagning av medeltid för den specifika rörelsen. MTM-systemet utgår från tio grundrörelser och elementartiden sätts dels med avseende på vilken typ av rörelse det är men också precisionskravet i rörelsen (Salvendy, 2001).

AviX

Under 15 år har Solme AB, genom programvaran AviX som de själva utvecklat, hjälpt företag att optimera och förbättra processer. Deras nätverk av partners är ständigt växande. AviX är en metod- och tidsstudieprogramvara som bygger på en videoanalys och standardtider. AviX är en verktygslåda baserad på Lean Production och används av företag över hela världen för att optimera allt från enklare monteringsstationer till massproducerande linor (Solme AB, 2016a).

I AviX delas arbetet in i tre kategorier: värdeadderande tid, hanteringstid och förlust. Värdeadderande tid är exempelvis den tid då delar av produkten sätts samman, hantering kan vara förflyttning av material och förlust är bland annat den tid då montören läser instruktioner.

Tabell 9.1: Beskrivning av aktiviteter i AviX. (Solme AB, 2016b).

Activity	Explanation	Example
Take	Taking things	Get an item from shelf
Place	Placing things	Place part or tool on table to be assembled later
Handle	Handling things	Assort/prepare before assembly, e.g. preparing tubes
Affix	Gluing, applying torque, screwing	Affixing a screw
Adjust	Adjust something	Often carried out after assembly
Assemble	Placing VO in it's final location on product	Only placing, thereafter add affix/adjust etc.
Inspect	Checking an assembly	Quality control
Return	Returning things	E.g. returning a tool
Read instruction	Getting information	Could be the first task at each work station
Administration	Documentation of information	Writing, stamping
Wait	Waiting in work flow	E.g. when a machine is resetting itself
Work	Machine work	Value adding machine work, e.g. grinding, drilling

För att sätta en tid på monteringsarbete används MTM-baserade standardtider. Det innebär att en standardtid för arbetet, oberoende av montören som filmats, kan bestämmas. Standardtid för en operation sätts genom att samtliga rörelser kategoriseras som A, B, C eller D, där dessa motsvarar ett visst antal tidsenheter.

Tabell 9.2: Egengjord beskrivning över samtliga rörelser i AviX.

Aktivitetsklass	Längd av rörelse	Rörelsens svårighetsgrad	Standardtid (s)
A	Lång rörelse (<13 cm), max 1 armlängd	Svår	2,23
B	Lång rörelse (>13 cm), max 1 armlängd	Lätt	1,11
	Kort rörelse, max 13 cm	Svår	1,11
C	Kort rörelse, max 13 cm	Svår	1,11
D	Ögonrörelse		0,28

Genom modulen AxiX-metod görs en analys av vald aktivitet i produktionen där exempelvis slöserier, förbättringar och dålig ergonomi kan identifieras. I arbetet på SKF Actuators kommer ovan nämnda analys av aktiviteter att göras. Det här kommer sedan ligga till grund för uppbyggnaden och balansering av det nya monteringsflödet.

9.2 Appendix II: Beräkningar

Följande delkapitel presenterar de beräkningar som ligger till grund för balanseringen av det utformade produktionsflödet.

9.2.1 Beräkning av cykeltid

Cykeltiden, det vill säga den tid mellan två produkter, beräknas genom att tillgänglig arbetstid under en given tidsperiod med den kvantitet som tillverkas under samma tidsperiod. Det är den tid som produktionen måste hålla för att klara av att möta framtida efterfråga.

För den här studien har cykeltiden beräknats för en tidsperiod som motsvarar ett år. Arbetstiden för tidsperioden sattes till 221 dagar där varje arbetsdag bestod av 7,3 h arbete. Sekundärdata från SKF Actuators affärssystem visade att produktionsvolymen var 12 896 ställdon år 2015 vilket resulterar i en cykeltid på 450,4 sekunder.

$$\text{Cykeltid 2015} = \frac{221 \text{ dagar} \cdot 7,3 \text{ h} \cdot 60 \text{ min} \cdot 60 \text{ sek}}{12\,896 \text{ ställdon}} \approx 450 \text{ sek/ställdon}$$

Cykeltiden för år 2016 som ligger till grund för den cykeltiden som balanseringen av det nyutformade produktionsflödet gjordes utefter beräknades enligt följande.

$$\text{Cykeltid 2016} = \frac{221 \text{ dagar} \cdot 7,3 \text{ h} \cdot 60 \text{ min} \cdot 60 \text{ sek}}{15\,000 \text{ ställdon}} \approx 387 \text{ sek/ställdon}$$

9.3 Appendix III: Produktmixen för de två senaste åren

Följande delkapitel presenterar produktmixen erhållen historisk data från de två senaste åren som är den data som använts för balansering av det nya produktionsflödet.

Balanseringen av det nyutformade produktionsflödet utgick från den produktmix producerats de senaste två åren. För varje variant beräknades hur stor andel av den totala tillverkningsvolymen som produktvarianten utgjort (se *figur 9.3*). Detta värde användes sedan som vikt vid balanseringen av det nya produktionsflödet

Tabell 9.3: Tabellen redovisar hur stor andel de olika varianterna har haft för de senaste två åren i den totala produktionen. Andelen används som produktmix vid balanseringen i AviX.

Variant	Andel
CAT32B	2,9 %
CATL	5,3 %
CATR	25,0 %
CAPL	7,6 %
CALA	13,2 %
CARE	15,3 %
CARR	27,0 %
CARL	3,7 %
Totalt	100 %