



CHALMERS

Beräkning av batchstorlekar

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Ekonomi och Produktionsteknik

Samuel Alfsson Petersson
Viktor Staf

INSTITUTIONEN FÖR TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
AVDELNINGEN FÖR Supply and Operations Management

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, 2020
www.chalmers.se
Rapportnummer E2020:085

Rapportnummer E2020:085

Beräkning av batchstorlekar

Samuel Alfsson Petersson
Viktor Staf

TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
Avdelning för Supply and Operations Management
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2020

Beräkning av batchstorlekar

Samuel Alfsson Petersson
Viktor Staf

© Samuel Alfsson Petersson, 2020
© Viktor Staf, 2020

Rapportnummer E2020:085
Teknikens ekonomi och organisation
Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Sverige
Telefon + 46 (0)31-772 1000

Göteborg, Sverige 2020

Tack

Först vill vi tacka Företaget vi gjorde detta examensarbete hos. De handledare och personal som hjälpt oss med att få fram den data som vi har behövt för att kunna genomföra arbete. Vi skulle även vilja tacka Robin hansson vår handledare från Chalmers för all hjälp och stöttning vi fått för att kunna genomföra detta examensarbete.

Sammanfattning

Det tillverkande företaget (som har valt att vara anonyma) i denna rapport växer snabbt och har en hög efterfrågan i förhållande till kapacitet på sina produkter. Då flertalet av produkterna tillverkas i samma produktionsceller så behöver dessa celler göra omställningar för att kunna producera alla deras produkter. Tider för omställningarna varierar från 21 min upp till 3 timma. Syftet för denna rapport är att identifiera hur denna variation påverkar företagets kostnader för omställningar.

Arbetet startade med en rundvandring i produktion för att få en förståelse över flödet i produktionen och hur processerna fungerar. Därefter genomfördes ett möte med de berörda avdelningarna där de fick beskriva problemet. Efter mötet påbörjades arbetet med att samla in relevant data från egna mätningar, sekundärdata och intervjuer för att kunna räkna ut kostnaderna.

För att besvara syftet så ansågs teorierna EOQ(*ekonomisk orderkvantitet*) och utjämnad produktion vara lämpliga teorier att använda. EOQ formeln väger lagerhållningskostnaden mot omställningskostnaden för att finna kostnaden för de långa och korta ställtiderna. Utjämnad produktion beräknar de minsta batcherna som kan användas och även klara av att möta efterfrågan.

Beräkningar av batchstorlekar utfördes både för korta ställtider och långa ställtider. De respektive batchstorlekarna användes sedan för att beräkna hur totalkostnaden påverkas av variationen i ställtid.

Resultatet av dessa beräkningar visar att kostnadsbesparingarna av att kunna standardisera de korta ställtiderna skulle bli ca 1 miljon kronor om året.

Abstract

The manufacturing company (which has chosen to remain anonymous) in this report is growing rapidly and has a high demand in relation to the capacity of its products. Most of their products are manufactured in the same production cells so these cells have to make changeovers to produce all of their products. Changeover times vary from 21 minutes up to 3 hours. The purpose of this report is to identify how this variation affect the company's overall cost of changeovers.

The work started with a tour of production to gain and understand the flow of production and how the processor works. Subsequently, a meeting was held with the relevant departments where they got to described the problem. After the meeting, work began on gathering relevant data from our own measurements, secondary data and interviews in order to be able to calculate the costs.

To answer the purpose, the theories EOQ (financial order quantity) and smoothed production were considered to be suitable theories to use. The EOQ formula weighs the inventory cost against the conversion cost to find costs for the long and short changeover times. Smoothed production calculates the smallest batches that can come and also manage to meet demand.

Batch size calculations were performed for both short set times and long changeover times. The respective batch sizes were then used to calculate how the total cost is affected by variations in changeover time.

The result of these calculations shows that the cost savings of being able to standardize the short changeover times would be about SEK 1 million a year.

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
1.1 Bakgrund.....	1
1.2 Syfte	3
2. Metod	4
2.1 Förstudie och problemidentifiering.....	4
2.2 Litteraturstudie.....	4
2.3 Datainsamling	4
2.3.1 Sekundärdata.....	4
2.3.2 Primärdata	5
2.3.2.1 Mätning av ställtider	5
2.3.3 Intervjuer.....	6
2.4 Analys	6
3. Teori.....	8
3.1 Batchning	8
3.2 Ekonomisk orderkvantitet.....	9
3.2.1 Kostnader vid omställning	10
3.2.2 Lagerkostnad.....	10
3.3 Lean Production	11
4. Empiri	13
4.1 Produkter.....	13
4.2 Produktionsflödet.....	13
4.3 Nuvarande planering.....	14
4.4 Nuvarande Efterfrågan.....	15
4.5 Färdigvarulager	16
4.6 SMT Supermarket.....	16
4.7 Omställningar idag.....	17
5. Analys och resultat.....	19
5.1 Lagerhållningskostnader	19
5.2 Omställningskostnader.....	20
5.3 Beräkning av batchstorlekar	22
5.4 Batchstorlekar efter kapacitet	24
5.5 Kostnadsbesparing	25

6. Diskussion.....	27
6.1 Observationer från produktion.....	27
6.2 Metod.....	27
6.2.1 Faktorer som ej berörts	28
6.3 Generaliserbarhet och varaktighet	28
6.5 Rekommendationer till företaget	29
6.5.1 Standardisera omställningar.....	29
6.5.2 Implementera ekonomisk orderkvantitet	29
6.5.3 Ställtidsreduktion	29
6.6 Framtida studier	29
7. Slutsats	31
8. Källor	32
9. Bilagor.....	33
Bilaga 1 - Ställtider	33

Slutrapport

Förkortningar och samlingsbegrepp

Passiv säkerhet=Skydda passagerare då en krock redan inträffat

Aktiv säkerhet= Förhindra att en krock sker

SMT= Surface Mounting Technology

PCB= Printed Circuit Board

ICT= In-Circuit test

CFA= Camera Final Assembly

Indexbord = Semi-automatisk monteringsbord där produkten går ett varv och passerar flera stationer. Tex kameraskruvning och kylpasta.

1. Inledning

Här kommer en förklaring kring bakgrunden om de problem som finns hos ett företag som tillverkar olika produkter på samma stationer och som behöver ta hänsyn till ställtider för byte av produktion mellan de olika produkterna.

1.1 Bakgrund

Liker (2004) skriver att inom Lean production så anses ställtider något som är en icke värdeskapande process för kund och något som bör minimeras. Att kunna ställa om är också något som är nödvändigt för att kunna jobba med Just In Time produktion för att minimera risken med överproduktion och för stora lager. (Liker, 2004) När företag jobbar med tillverkning i batcher av olika produkter är det viktigt att man har den mest effektiva batchstorleken med hänsyn till kapaciteten, tidsförluster vid ställ och flödet i produktionen.(Jonsson, 2005) Detta kan bli avancerat när ett företag har en efterfrågan som varierar och där alla linor inte kan göra alla produkter.

Från 2018 är företaget som studeras ett fristående bolag som utvecklar och producerar avancerade tekniska system för active safety, avancerad förarassistans och automatiserad

broms och styrning av bilar. De har produktion och -utvecklingsanläggningar i 13 länder. I Sverige har de fyra anläggningar, tre som arbetar med utveckling av deras produkter och en fabrik i Vårgårda. I fabriken serietillverkas kamera-, radar-, och night vision system för bilindustrin. De har expanderat sin produktion med nya linor på samtliga avdelningar för att möta den ökande efterfrågan. Produktionen består av 3-5 skift beroende på avdelning vilket innebär produktion dygnet runt. Deras kunder är de större biltillverkarna. Då varje kund i sin tur har flera anläggningar som beställer produkter direkt från företaget så sker tillverkningen mot ett färdigvarulager. Då företaget har befunnit sig i en tillväxtfas med ständigt ökande efterfrågan har det inte funnits tid att optimera flödet på lång sikt utan man har varit tvungna att prioritera den kortsiktiga efterfrågan.

Detta arbetet kommer att fokusera på produktionsområdet CFA vilket är ett av två vision system dvs kamerasystem för automatiserad bromsning och styrning av bilar. Detta produktområde består av två produktfamiljer, Mono- och Stereoprodukter. Stereo är den mer avancerade produktfamiljen med två kameror istället för en kamera som i Mono. Dessa produktfamiljer serieproduceras för tillfället på tre CFA linor, där två av dem kan producera båda varianterna medan en endast kan producera mono produkter.

Många olika varianter i slutmontering samt att dessa kan produceras på flera linor finns det många faktorer som påverkar ställtiden mellan två produkter. De största faktorerna är vilken produktionslina omställningen görs på och mellan vilka produkter omställningen gäller. Detta kan göra att beräkningen av batchstorlekar blir relativt komplext att beräkna.

Kamerasystem är det produktionsområdet i fabriken som växer snabbast och efterfrågan ligger nära nuvarande max kapacitet. Batchstorlekarna för CFA bestäms på "känsla" och det finns ingen beräkning bakom om vad som skulle vara den mest effektiva storleken. Detta leder sällan till ekonomiskt optimala batcher då det är svårt att instinktivt balansera lagerhållningskostnaden mot ordersärkostnaden. (Jonsson, 2005). Vilket innebär att med ekonomiskt motiverade batcher borde finnas möjlighet att minska företagets totala kostnad för omställningar.

På grund av en stor variation i ställtider undviker man omställningar vilket leder till att de kör stora batcher på CFA. Singh et al. (2009) beskriver vanliga orsaker till långa ställtider, där avsaknaden av standardisering är en av orsaker. Utan en standard för hur en omställning ska

utföras kommer varje operatör att utföra omställningen på sitt vis vilket gör att ingen “best practice” etableras. Silvia & Godinho Filho (2019) beskriver även hur studier inom bilindustrin har visat att standardisering av omställningar är en viktig del för att minska variationen i ställtid. Då avdelningen som tillverkar kretskort endast under en kortare tid kan försörja flera linor med samma produkt så behöver de batchstorlekar som är på CFA vara anpassade efter detta så det inte uppstår brist på kretskort under produktionen av en batch på CFA.

Med denna bakgrund finns det stora möjligheter till förbättring och med flera nya slutmonteringslinor och produktfamiljer under uppstart så ökar nyttan med minskad variation i ställtid och kalkylerade batcher.

1.2 Syfte

Identifiera hur minskad variation i ställtider i slutmonteringen påverkar företagets kostnad för omställningar.

2. Metod

Detta kapitel innehåller hur data har blivit insamlat och hur analysen av datan genomfördes.

2.1 Förstudie och probleminentifiering

Första 2 veckorna börjades med att få en rundvandring i företagets produktion, detta för att få en blick av hur det såg ut och en förståelse av deras flöde. Två dagar gick till att kolla hur de olika CFA-linorna fungerar och hur omställningarna gick till. Två dagar till att se hur deras kanban system som styr flödet av kretskort från supermarket till CFA fungerade, men också se hur SMT-linorna fungerade i samband med kanban. Därefter ett möte med Supply Chain Manager mflr där problemet diskuterades och avgränsas till slutmonteringen.

2.2 Litteraturstudie

I denna studie har det utförts en litteraturstudie från böcker, liknande arbeten och vetenskapliga artiklar inom området för logistik, lean och intern materialhantering för att få en idé av vad som fungerat i andra studier.

2.3 Datainsamling

Den data som har använts för att analysera nuläget och som ligger till grund för beräkning av batchstorlekar har samlats in på flera olika sätt men i huvudsak genom

- Statistik från företagets produktions och rapporteringsprogram Leading2Lean (L2L) och annan redan tillgänglig data/sekundärdata
- Egna mätningar och observationer i produktion
- Mätningar utförda av operatörer för att få större mängd data
- Intervjuer av personal

2.3.1 Sekundärdata

Mycket data och statistik har funnits tillgänglig att hämta från Leadin2Lean som är företagets produktions och rapporteringsprogram, där visas vad som ska produceras samt vad som har producerats. Här rapporteras även maskinstopp, materialbrist och andra problem som påverkar produktionen som kommer användas som indata till våra beräkningar.

Hur föregående års (2019) försäljning fördelade sig mellan de olika produkterna och över året är data vi kommer inhämta från den ansvariga avdelningen. Detta kommer användas för att se hur variationen i efterfrågan- och hur behovet per vecka är för de olika produkterna.

2.3.2 Primärdata

Att observera med egna ögon är något som Liker (2004) nämner är viktigt för att få full förståelse av problemen. Observation av omställningar på CFA, kring hur kanban och andra delar av fabriken fungerar gjordes. Ytterligare information fick vi genom intervjuer av personer som jobbar med planering av produktionen. Samlat egen data genom tidtagning av omställningar, både egen klockning och av operatörerna själva för att få en bred databas. Mätning av ställtider beskrivs mer detaljerat i efterföljande avsnitt.

2.3.2.1 Mätning av ställtider

Ställtider utgör en av de viktigaste faktorerna för beräkningen av batchstorlekar så därför är det av stor vikt att denna data är så tillförlitlig som möjligt. Därför gjorde vi först en egen tidtagning av ställtid på varje CFA lina. Ställtider beskrivs av Silvia & Godinho Filho (2019) som tiden från den sista enheten i ett tillverkningsparti till den första enheten i nästa tillverkningsparti. Då linorna är uppbyggda på olika sätt så gjordes två olika mätningar av ställtiderna.

På CFA 1 och CFA 2 så sköts packningen manuellt av operatören vilket innebär att det kan uppstå en buffert mellan indexbord(*monteringsbord där produkten sitter på i maskinen*) och packstationen(*Där de färdiga produkterna packas i låda*). Om mätningen utfördes i packstationen så kan ställtider bli kortare än den för indexbordet då de kan fortsätta packa ut en eventuell buffert av enheter medan indexbordet ställs om. På CFA 1 och CFA 2 utfördes mätningar på ställtider vid indexbordet för att undvika att buffertens storlek påverkar mätresultatet.

På CFA 3 så sköts även packstationen av robotar som ett kontinuerligt flöde och därför kan det inte uppstå någon buffert här. Därför utfördes mätningarna i packstationen då det ger den mest korrekta bilden av ställtider.

Efter att ha utfört egna mätningar togs en instruktion fram till operatörerna för hur de skulle mäta och logga ställtider. Operatörerna rapporterar i företagets produktionsrapporteringssystem L2L(leading2lean) att de har påbörjat en omställning och anger mellan vilka produkter omställningen görs. När omställningen är klar så rapporterar man omställningen som avslutad i L2L och därmed loggas ställtider samt mellan vilka produkter omställningen gjordes.

2.3.3 Intervjuer

Intervjuer av personal gjordes för att få en inblick av hur de jobbar med planeringen. Här användes semistrukturerade intervjuer med olika personer från verksamheten. Det finns några anledningar till varför just denna typ av intervjuer har använts.

Enligt Barrivall (1994) så är det större chans att få något svar på de frågor man frågar, än att någon skulle svara i en undersökning eller blankett. Man får även en förståelse av den man intervjuar om vad de har för attityd, vad de värdesätter och vad de tror på, intervjun kan även leda till andra frågor än vad som var tänkt från början. Det var av dessa anledningar som vi valde just denna typ av intervjumetod. Barrivall (1994) nämner också att intervjuer är en bra metod för att fånga upp information som inte finns dokumenterad och har erhållits genom erfarenhet inom området.

2.4 Analys

Analysen av datan kommer att göras med hjälp av teorierna ekonomisk orderkvantitet (EOQ) och utjämnad produktion. Dessa teorier har valts då EOQ enligt Jonsson & Mattsson (2016) är en bra teori att använda om man vill minska totalkostnaden av omställningar och av produkter i lager medan utjämnad produktion säger Olhager (2013) beräknar minsta möjliga batchstorleken för att fortfarande kunna möta efterfrågan. Dessa teorier beskrivs mer i detalj i avsnitt 3.1 och 3.2. De variabler som vi utifrån teorin ansåg vara nödvändiga för analysen var lagerkostnad, omställningskostnad, tillgänglig kapacitet och efterfrågan. Med dessa variabler som grund ska vi med hjälp av EOQ beräkna totalkostnaden för omställningar vid lång respektive kort ställtid för att identifiera kostnadsbesparingar. Därefter kontrollerades storleken på batcherna med resultatet från utjämnad produktion för att säkerställa att efterfrågan kan mötas med storlekarna på batcher från EOQ.

Storleken på batcherna kommer även analyseras utifrån aspekter som inte fångas av EOQ och utjämnad produktion så som hur tillverkningen av kretskort påverkas av CFAs batchstorlekar.

3. Teori

Ett avsnitt som sammanställer de teorier vi använt och varför vi använt de för att genomföra detta arbete.

3.1 Batchning

Batchning är något som används i produktion när olika varianter av liknande produkter på samma station skall tillverkas. Detta för att minska den totala omställningstiden genom att producera fler produkter i en batch och därmed minimera antalet omställningar. (Jonsson & Mattsson, 2016)

Då omställningar av en maskin är något som tar tid från värdeskapande produktion så ses det som ett slöseri enligt lean-teori. (Liker, 2004) Därför vill man minimera den totala ställtiden, antingen genom effektivare omställningar eller genom färre omställningar. Om man gör färre omställningar behöver man köra större batcher vid varje tillfälle vilket leder till större lager då man behöver säkerställa att man kan leverera de produkter som för tillfället inte produceras. Då kan man istället råka ut för överproduktion och för stora lager som också är ett slöseri enligt lean-teorier vilket leder till en högre kapitalbindning. (Liker, 2004). Därav är det viktigt att man gör en uträkning av storlekarna på batcherna för att finna en balans mellan storlek på lager och omställningstid.

Kollar man ur en ekonomisk synvinkel vad den optimala storleken på en batch är, så kan man använda sig av formeln för EOQ som består av både ordersärkostnad och lagerhållningskostnad.

3.2 Ekonomisk orderkvantitet

Formeln för ekonomisk orderkvantitet(*EOQ*) togs fram av Ford W. Harris 1913 och bestämmer den optimala orderkvantitet i syfte att minimera den totala kostnaden av ordersärkostnader och lagerhållningskostnader. (Harris, 1913)

Ordersärkostnader är de kostnader för processen att beställa en order t.ex faktureringskostnader vid inköpsorder och kostnader i samband med omställningar för produktionsordrar. Lagerhållningskostnaden är de kostnader som det kostar att ha produkter på lager t.ec lokal för lager och personal som jobbar på lagret. (Jonsson & Mattsson, 2016). detta förklaras mer i 3.2.2

$$C = \frac{EO}{q} + \frac{q}{2} LV$$

Där:

E= Efterfrågan av produkten per år

q=batchstorleken per produktionsorder

O=ordersärkostnaden

L=Lagerhållningskostnad i procent per år

V=värdet eller priset på produkten

C=totalkostnad

Då kan man med hjälp av detta få fram vad den mest ekonomiskt gynnsamma storleken på batcherna är. Den ekonomiskt optimala storleken på batcherna är den som ger den lägsta totala summan av ordersärkostnaden och lagerhållningskostnaden Denna storlek går att få fram genom att man deriverar uttrycket ovan med avseende på q. Löser man ut q ur formeln så får man fram vad den mest optimala orderkvantiteten blir. (Holmbom & Segerstedt, 2014)

$$q_{optimalt} = \sqrt{\frac{2EO}{LV}}$$

Formeln innehåller en del förenklingar så som att efterfrågan är jämt fördelad över året och att lagerhållningskostnaden är konstant oavsett kvantitet. Den tar inte heller hänsyn till kapacitet varken gällande produktionskapacitet eller lagringsutrymme. Ptak (1988) skriver att

på grund av dess enkelhet och robusthet så fungerar den fortfarande bra i verkligheten trots vissa förenklingar.

3.2.1 Kostnader vid omställning

Ordersärkostnaden vid tillverkning i egen produktion består av omställningskostnader i form av kostnader för kapacitetsförlust, materialhanteringskostnader och orderhanteringskostnader. (Jonsson & Mattsson, 2016)

Omställningskostnader är de kostnader som uppstår vid en omställning från produktion av en typ av produkt till en annan på en maskin. T.ex personalkostnad under omställningen och produktionsförluster som uppstår i samband med omställningen.

Kostnader för kapacitetsförlust är kostnader såsom lön för personal och förbrukningsmaterial. Vid full beläggning av produktionen uppstår även en alternativkostnad då tiden hade kunnat användas till värdeskapande produktion. (Jonsson & Mattsson, 2016)

Materialhanteringskostnader innebär kostnader relaterat till flytt och hantering av material i samband med en omställning. Exempel på detta kan vara beställning av material till den nya produkten eller kvalitetskontroll på den första outputen efter en omställning. (Jonsson & Mattsson, 2016)

Orderhanteringskostnader vid tillverkning är administrativa kostnader relaterade till planering, frisläppning och uppföljning av en order. (Jonsson & Mattsson, 2016)

3.2.2 Lagerkostnad

Lagerkostnaden består enligt Jonsson & Mattson (2016) utav tre komponenter.

1. Kapitalkostnaden (Finansiell)
2. Osäkerhetskostnaden (Kassation och Inkurans)
3. Lagerhållningskostnaden

Kapitalkostnaden är den alternativkostnad som uppstår till följd av den kapitalbindning som ett lager innebär.

Osäkerhetskostnaden är de kostnader som uppstår till följd av att material tappas vid hantering, material blir inkurant och svinn. Storleken på denna kostnad avgörs av materialets känslighet och om det påverkas negativt av lång lagringstid.

Lagerhållningskostnader är de kostnader som är relaterade till den fysiska delen av lagret. Dvs kostnader för lokal, personal, maskiner, avskrivning mm. Denna kostnad beror till stor del på vilka krav som ställs på lagret tex om det behöver vara skyddat mot elektrostatiske urladdningar (ESD). (Jonsson & Mattsson, 2016)

3.3 Lean Production

En del av lean produktion är att eliminera alla aktiviteter som inte skapar något värde för kunden. De aktiviteter som inte skapar värde i en organisation anses som slöserier. Lean kommer från Japan och är det arbetssätt som Toyota använder sig av och grundades av Eliji Toyoda och Taiichi Ohno efter andra världskriget. (Liker, 2004)

Enligt Liker (2004) så är det viktigt att kolla på hela flödet i en produktion, se till att man får ett jämnt flöde. Man kollar då från det att kund lägger order på en produkt tills dess att den får den och betalning sker, detta kallas ledtid. Enligt lean så gäller det att korta ner denna tid för att minska PIA (produkter i arbete). PIA leder till kapitalbindning som i sin tur leder till en alternativkostnad i form av avsaknad av avkastning.

För att bidra till detta gäller det att man gör omställningar ofta för att ledtiderna på alla produkter skall minska. Detta leder till mindre lager som enligt Liker (2004) är något som är bra för då synliggörs problem i produktionen och det blir möjligt att åtgärda dessa. Problem i produktion är en typ av slöseri och som bidrar till minskad effektivitet

För att få fram en optimal planering, så kan man använda sig av utjämnad produktion enligt lean (Olhager, 2013). Där tar man hänsyn till

s_i =ställtider för de olika produkterna

t_i =operationstid

d_i =efterfrågan

T =produktionscykeltid.

Har man dessa så kan man använda sig av formeln: Q =batchstorlek

$$Q = d_i * T$$

Där batchstorleken är den minsta batch som kan användas i produktionen och samtidigt kunna möta kundernas efterfrågan.

4. Empiri

I detta kapitel beskrivs produktionen och de specifika förutsättningarna på företaget i mer detalj.

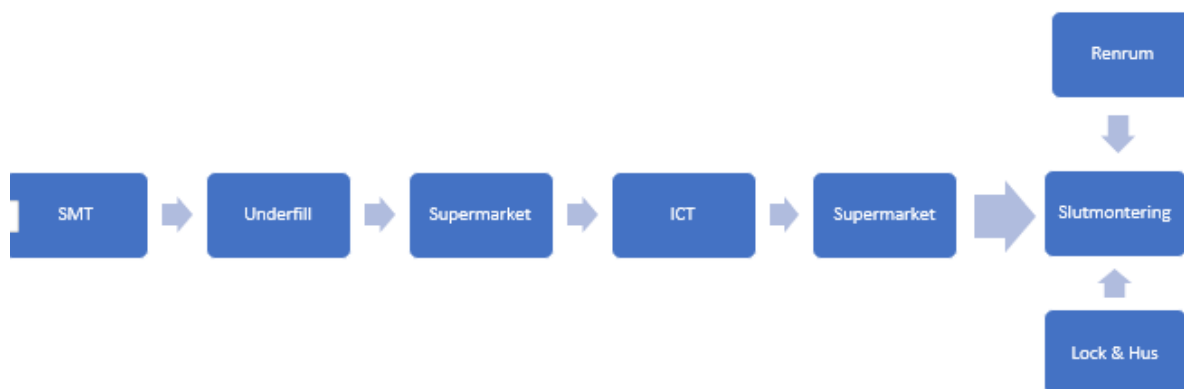
4.1 Produkter

Produktionsområdet *Camera Final Assembly* (CFA) består av två produktfamiljer. Den första produktfamiljen är stereo produkter där varje enhet har 2 st kameror placerade med ett visst avstånd emellan. Det finns två olika varianter som har benämningarna S16 för den mindre enheten och S22 för den något större. Stereo produkter är de mer avancerade och därmed även dyrare produkterna. Den andra produktfamiljen är monoprodukter där det endast sitter en kamera på varje enhet. Det finns varianter av monoprodukter beroende på hur avancerade de är. Den mest enkla enheten kallas Mono Entry därefter kommer Mono High ES som kan ses som en mellannivå och de mest avancerade mono enheterna kallas EVO och Mono High.

Totalt i dessa två produktfamiljer är det 31 aktiva artikelnummer som tillverkas i dagsläget. Antalet artikelnummer varierar under året då uppdateringar av både mjukvara och hårdvara sker löpande.

En CFA-produkt består i huvudsak av fyra delar. Ett metallhus och ett metallock som köps in från en underleverantör. Ett kretskort och en eller två kameror som tillverkas i fabriken. Dessa delar monteras till en färdig enhet på någon av slutmonteringslinorna.

4.2 Produktionsflödet



Figur 4.1 Produktionsflödet i fabriken

Produktionsflödet i fabriken är uppbyggt så att det börjar med tillverkningen av kretskort (SMT, surface mount technology) som sedan går vidare till underfill som används för att öka hållbarheten i lödningar på kretskorten och skydda mot termisk expansion, detta är något som de arbetar med att ta bort i framtiden, detta för att de ser det som onödigt för produkten. Efter underfill är kretskorten färdiga och de placeras på en supermarket i väntan på kanban order. När tillräckligt många kanban ordrar tagits från supermarket triggas en ny batch av kretskort på SMT. Nästa steg i flödet är att kontrollera kortslutningar, resistans och kapacitans på kretskorten med en så kallad *in-circuit tester* (ICT) för att upptäcka eventuella fel innan de går vidare till slutmontering. När kretskorten är godkända i ICT:n placeras de på ytterligare en supermarket innan de används i slutmonteringslinan.

Slutmonteringen försörjs av tre SMT-linor som producerar kretskort och tre linor som producerar kameror.

I slutmonteringen så monteras det beroende på produkt en eller två kameror på kretskorten av en operatör. Sedan monterar robotar detta i ett hus med lock och kameran skruvas fast i huset. Sedan programmeras enheterna med den programvaran för den aktuella ordern. Därefter testas enheten för att kontrollera dess funktion, samt att linsen är fri från damm, fingeravtryck eller andra defekter som kan påverka funktionen. När enheterna är godkända i alla tester packas de i en låda och hämtas av ett kanban tåg som tar med dem ut till lagret. På CFA 3 sköts programmering, test och packning av robotar medan det sköts av operatörer på CFA 1 och CFA 2.

Flödet av material i hela produktionen styrs av ett dragande kanban system i form av kanban-tåg, vilket gör att material inte körs fram förens strax innan det ska användas i aktuell cell.

4.3 Nuvarande planering

Informationen som presenteras i detta avsnitt har samlats in genom en intervju med den ansvarige planeraren för CFA.

I dagsläget så baseras en stor del av planeringen av produktionen på CFA på hur kundbehovet ser ut den kommande veckan. Då färdigvarulagret oftast är lågt så behöver planeringen ofta justeras i närtid för att klara leveranserna. Kunder har möjlighet att ändra kvantitet fram tills dagen innan leverans vilket gör att det kan behövas plötsliga ändringar i planeringen.

Efterfrågan från majoriteten av kunderna är stabil och ligger på ungefär samma volym varje vecka. Vissa kunder främst de utanför Europa kan däremot ha större variationer i efterfrågan. I samband med uppdatering av mjukvara i produkterna vilket sker ca två gånger per år så kan det bli snabba förändringar mellan denna gamla och nya produktversioner.

I dagsläget så bestäms batchstorlekar på CFA av det kortsiktiga kundbehovet för att kunna klara nästa leverans. I den mån det är möjligt så baseras batchstorlekarna på den uppskattade ställtiden för respektive CFA-lina. Så man kör större batcher av de produkter med en lång ställtid. Den minsta kvantiteten man kör är en kassett med kretskort vilket motsvarar 136st Mono enheter eller 49st Stereo enheter. Den största batchen man kör motsvarar en veckas kundbehov.

På CFA 1 körs i princip enbart stereoprodukter och där brukar produktionen planeras så att S16 körs 6 dagar och sedan körs S22 en dag.

På CFA 2 körs det både mono- och stereoprodukter så här sker det fler omställningar. Monoprodukter körs i batcher om 2000-4000 enheter medan stereoprodukter körs i batcher om 1000-2000 enheter.

På CFA 3 så produceras enbart mono produkter och planeras i dagsläget så att en produkt produceras i 3-4 dagar sedan ställs det om till nästa produkt.

4.4 Nuvarande Efterfrågan

Som nämns i inledningen till rapporten så säljer företaget sina CFA produkter till flera stora biltillverkare och nya kunder har tillkommit den senaste tiden vilket gör att efterfrågan har varit ökande de senaste åren. Majoriteten av den kommande ökningen av efterfrågan kommer produceras av andra slutmonteringslinor än de som denna rapport berör vilket gör att fjolårets efterfrågan kan användas som ett estimat av den nuvarande efterfrågan för de linor detta arbete berör.

Under 2019 hade de en total efterfrågan på ca 1 430 000 enheter. Där den fördelade sig på 1 034 000 enheter monoprodukter och 396 000 Stereo produkter. Noggrannare fördelning över efterfrågan per produkt finns i tabellen nedan.

Produkt	Efterfrågan
Mono Entry	132 512 st
Mono High ES	122 860 st
Mono High	326 328 st
EVO	452 616 st
S16	352 840 st
S22	42 976 st

Tabell 4.2 Efterfrågan per produkt och år

4.5 Färdigvarulager

Färdiga produkter från slutmonteringen hämtas av ett kanbantåg och lagras i ett färdigvarulager i samma byggnad som produktionen. Beställningar hämtas av kunder på tisdagar och torsdagar med undantag för en kund som hämtar på fredagar. Det innebär att det vid tisdag och torsdagar är färdigvarulagret som störst. I nuläget har de som målsättning att ha ett färdigvarulager som motsvarar 4-8 dagars täcktid, detta är för hantera plötsliga ändringar av kunders efterfrågan samt längre stopp i produktionen.

4.6 SMT Supermarket

När man använder ett dragande kanbansystem och det inte är möjligt att skapa ett kontinuerligt flöde från en process till en annan så kan man använda sig av buffertar eller mellanlager. Supermarkets fungerar som ett mellanlager inne i produktionen där beställningar från den förbrukande processen triggas en order till den tillverkande processen att producera nytt material för att fylla på supermarketen

Mellan SMT och slutmonteringen på CFA finns en supermarket för kretskorten. Detta är för att SMT har längre ställtider men kortare cykeltider än vad CFA har, vilket gör att det krävs någon form av buffert för att jämna ut detta flöde. Supermarket tillsammans med kanban är

en bra lösning för att signalera påfyllning av material, i detta fall en signal att tillverka nya kretskort.

Då en supermarket kan ses som en typ av lager så vill man ha den så liten som möjligt för att minska kapitalbindningen men samtidigt tillräckligt stor för att balansera ut flödet mellan processerna. Då kretskorten utgör en stor del av kostnaden för en färdig enhet, så binds det mycket kapital i detta lager.

4.7 Omställningar idag

Hur en omställning utförs skiljer sig delvis mellan de olika linorna. Det första steget är att tömma slutmonteringslinan på kretskort fram till indexbordet. När indexbordet är tomt så kan man börja byta verktyg på indexbordet. Antalet verktyg som behöver bytas varierar mellan linorna där CFA 1 som är den äldsta linan är den där flest verktyg behöver bytas. På CFA 2 är det 5st verktyg som behöver bytas och CFA 3 är det 2 st verktyg som behöver bytas. Efter indexbordet så kommer programmeringen och packen. Här behöver endast programmering och packstationen tömmas på enheter och byta programvara samt emballage. På CFA 1 och CFA 2 som har en manuell programmering och pack kan dessa stationer fortsätta köra och arbeta bort en eventuell buffert mellan indexbord och programmering samtidigt som verktygen byts i indexbordet. På CFA 3 där programmering och packning är robotiserat behöver även programmeringen och packen tömmas innan man kan byta verktygen i indexbordet.

På alla CFA linor så är det normalt sett 2 operatörer som utför ett ställ. Där en operatör sköter omställningen av indexbordet medan den andra operatören sköter omställningen av programmering, byter emballage och beställer in material för den nya modellen. Det är omställningen av indexbordet som är det kritiska då det leder till stopp i produktionen av produkter.

Idag sker omställningar i liten mån då planerare är osäkra ifall omställningar kommer gå som planerat, vilket är för att tiderna för en omställning varierar. En omställning kan ta 20 min i bästa fall och upp till 3 timmar i värsta fall. Detta dels då det inte finns något standardiserat arbetssätt för hur en omställning ska utföras. Detta innebär att operatörer utför en omställning på sitt egna vis vilket gör att det sker olika effektivt. Sedan uppstår det även maskinproblem

i samband med omställningar på grund av att tex ett verktyg behöver justeras. Då behöver serviceteknikers tillkallas för att åtgärda problemet. Dessa två faktorer leder tillsammans till en stor variation i ställtid vilket gör det svårt för planerarna att vet hur långt ett ställ tar och räknar därför med det värsta scenariot.

Maskinproblemen leder också till att omställningar i huvudsak planeras för att utföras under dagtid på vardagar då det finns störst tillgång till personal så som processägare och produktionstekniker som kan åtgärda eventuella problem som serviceteknikerna inte kan lösa.

De uppmätta ställtider som ligger till grund för analysen finns i Bilaga 2.

5. Analys och resultat

I teoriavsnittet beskrivs de två teorierna EOQ och utjämnad produktion som ligger till grund för resultatet vi har fått fram.

5.1 Lagerhållningskostnader

Lagerhållningskostnaden är den totala kostnaden av att ha en produkt i lager och som beskrivits i avsnitt 3.4 består av kapitalkostnaden, osäkerhetskostnaden och lagerhållningskostnaden.

Då produkterna som produceras på CFA innehåller flera dyra elektronikkomponenter så blir värdet på en enskild produkt stor. Det varierar från ca 300kr och 1200kr per produkt beroende på vilken variant det gäller. Det höga värdet på produkterna gör att kapitalkostnaden ökar snabbt när lagret ökar. Som nämnt i kapitel 4.5 så vill företaget ha ett färdigvarulager på motsvarande 4-8 dagars efterfrågan.

Osäkerhetskostnaden till följd av material som skadas vid hantering eller blir inkurant på grund av lång lagringstid antas vara låg. Då produkterna inte är några färskvaror utan kan lagras lång tid utan att bli inkuranta så blir denna kostnad låg. Det som kan göra produkterna inkuranta är om den aktuella varianten blir osäljbar på grund av att det kommit en uppdaterad version av den, som förklarar i kapitel 4.3 sker ca 2 gånger per år. Är det endast mjukvaran som uppdaterats kan de äldre varianterna uppdateras med den nya mjukvaran.

Lagerhållningskostnaden är kostnader som härrör från den fysiska hanteringen av lagret. Hit hör kostnader som lön, personal, maskiner osv. Då det är elektronikprodukter och komponenter som ska lagras så behöver lagret vara skyddat mot elektrostatiska urladdningar och hålla en hög renlighet. Detta leder till ökade kostnader för lokal, personal och maskiner jämfört med ett traditionellt lager.

Kapitalkostnaden är den finansiella kostnaden som uppstår till följd av kapitalbindningen av att ha produkter i lager. Denna kostnad beror dels på det totala värdet av produkterna i lagret samt vilken internränta som används. Företaget räknar med en lagerhållningsränta på 12% vilket även är den ränta vi kommer räkna på.

5.2 Omställningskostnader

För att beräkna omställningskostnaderna behöver vi först avgöra vilka delar av produktionen som påverkas av omställningar i slutmonteringen och vilka kostnader som uppstår till följd av omställningen. I huvudsak så är det produktionsprocesserna innan slutmonteringen som påverkas utöver slutmonteringen. Då det är samma kamera som används till alla produkter så påverkas inte renrummet där tillverkningen av kameran sker. Däremot påverkas tillverkningen av kretskort av omställningarna på slutmonteringen då det med viss fördröjning på grund av supermarket leder till en omställning även på kretskortstillverkningen.

De kostnader som uppstår vid en omställning i slutmonteringen kan delas upp i följande delkostnader enligt avsnitt 3.2.1 i teorikapitlet.

- Kostnader för kapacitetsförlust
- Materialhanteringskostnader
- Orderhanteringskostnader

Kostnader för kapacitetsförlust blir i detta fall kostnaden för personal under omställningen. För att kunna avgöra denna kostnad gjorde vi en tidsstudie för att mäta tiden från att sista enheten av den gamla varianten packas tills dess att den första av den nya varianten packas. Den data vi fick från den tidsstudie gav oss tiden för en snabb omställning och tiden för en långsam omställning. Dessa tider ligger sedan till grund för att påvisa hur variationen i ställtid leder till att de producerar större batcher än nödvändigt då de räknar med de långa ställtiderna för att ha en säkerhetsmarginal. De större batcherna leder i sin tur till en ökad kapitalbindning för företaget.

Resultatet för tidsstudien visade att ställtiderna varierade mellan olika ställ och linor. Den insamlade datan visar att det snabbaste stället utfördes på 21 minuter. Då det endast var ett ställ som gick så pass snabbt kommer vi räkna med att ett bra utfört ställ går att utföra på mellan 30-40 minuter under normala omständigheter beroende på vilken CFA lina omställningen utförs på, något som vi diskuterade med produktionstekniker på företaget som tyckte detta var rimligt. Samtidigt tar vissa omställningar upp till 3 timmar vilket är mer än 4 gånger långsammare än ett bra ställ. Vi kommer att använda oss av både de korta och de

långa ställtiderna i våra beräkningar för att visa på den extra kostnad och kapitalbindning som variationen i ställtid leder till. Då avsaknaden av standardisering är en vanlig orsak till variation i ställtid enligt Singh et al. (2009) kommer det antas att de korta ställtiderna kan nås genom standardisering av hur omställningar utförs.

Lina	Kort Ställtid	Lång Ställtid
CFA 1	40	180
CFA 2	30	110
CFA 3	40	160

Tabell 5.1: Omställningstid för respektive lina

För att kunna räkna ut kostnaden för kapacitetsförlusten behövdes personalkostnaden per timma och hur många som arbetar på varje slutmonteringslina vid ett ställ. Då produktionen i CFA körs i 4-skift så innebär det att personalkostnaden ökar på grund av ob-ersättning och skifttillägg jämfört med om produktionen enbart körts dagtid. De använder även bemanningspersonal för att kunna vara flexibla i sin bemanning vilket även detta bidrar till en högre personalkostnad. Andelen bemanningspersonal varierar mellan skift och i tid men ligger i genomsnitt runt 20% på i slutmonteringen. Efter samtal med chefen för CFA så visade det sig att timkostnaden för en fast anställd på CFA låg på 384kr/timma och för bemanningspersonal låg det på 437kr/ timme vilket gav en genomsnittlig timkostnad på 395 kr/timme. Vid varje omställning är det 2 operatörer som hjälps åt.

Materialhanteringen i samband med omställningar är minimal då man endast byter beställningskort till det nya materialet och eventuellt byter lådor som de färdiga enheterna packas i. Dessa moment utförs av operatörerna under omställningen vilket gör att tidsåtgången för detta är inkluderat i kostnaden för kapacitetsförlust.

Orderhanteringskostnaden består i att planera och lägga upp tillverkningsordrar i L2L. En minskning av batchstorlekar skulle innebära att fler tillverkningsordrar behöver läggas upp vilket skapar mer arbete för planeraren för CFA. De arbetar med att förenkla denna process genom att möjliggöra att överföra ordrar direkt från programmet de använder för planering av

produktionen men i dagsläget sker detta manuellt. Genomsnittligen så tar det uppskattningsvis 1,5 minuter att planera och lägga upp en tillverkningsorder vilket med en timkostnad på 328 kr per timme för en ger en orderhanteringskostnad på 8,20 kr.

Den totala omställningskostnaden får vi genom att summera kostnaden för kapacitetsförlusten med orderhanteringskostnaden vilket ger oss en total omställningskostnad enligt följande tabell.

Lina	Omställningskostnad Kort Ställtid	Omställningskostnad Lång Ställtid
CFA 1	534 kr	2 374 kr
CFA 2	403 kr	1 454 kr
CFA 3	534 kr	2 111 kr

Tabell 5.2: Omställningskostnad per lina

5.3 Beräkning av batchstorlekar

Efter att ha studerat och observerat hur en omställning går till på respektive line har vi beslutat oss för att beräkna batcherna med hjälp av EOQ separat per lina då omställningarna skiljer sig åt mellan de olika slutmonteringslinorna. Som vi skriver i tidigare avsnitt så varierar ställtiderna från 21 min till 180 min beroende på line, vem som utför stället och andra faktorer såsom eventuella maskinproblem.

För att kunna beräkna batcherna behöver vi efterfrågan per år för varje produkt samt vilka linor som producerar vilka produkter. CFA1 producerar enbart S16 och S22. Den producerar ca 90% av efterfrågan på S16 och 100% av efterfrågan på S22.

CFA2 är den lina som har möjlighet att producera alla produktvarianter vilket gör att det varierar vilka produkter och hur stor andel av efterfrågan som produceras på linan. I huvudsak så är det Mono High ES, Mono Entry och S16 som produceras regelbundet på CFA2. Där 10% av efterfrågan på S16, 20% av efterfrågan på Mono High, Mono High ES och EVO och 100% av efterfrågan på Mono Entry produceras på CFA 2.

CFA 3 kan endast producera Mono produkter och producerar 80% av efterfrågan på Mono High, Mono High ES och EVO.

Med den data som vi har samlat in så kan vi beräkna storleken på batcherna vid de snabbaste ställen respektive de långsammaste ställen för att få en uppfattning om hur stor påverkan den kraftiga variationen i ställtid har på batcherna. Vi använder formeln för ekonomisk orderkvantitet som beskrivs i avsnitt 3.2 för att beräkna batcherna med hjälp av datan presenterad i avsnitt 5.2 och 5.3.

CFA 1	Batch vid kort ställtid	Batch vid lång ställtid
S16	1 582	3 337
S22	547	1 153

Tabell 5.3 Ekonomiskt motiverade batchstorlekar CFA 1

CFA 2	Batch vid kort ställtid	Batch vid lång ställtid
Mono Entry	1 499	2 849
Mono High ES	1 175	2 234
Mono High	1 855	3 526
EVO	1 976	3 755
S16	1 374	2 611

Tabell 5.4 Ekonomiskt motiverade batchstorlekar CFA 2

CFA 3	Batch vid kort ställtid	Batch vid lång ställtid
Mono High ES	1 354	2 606
Mono High	2 137	4 249
EVO	2 276	4 525

Tabell 5.5 Ekonomiskt motiverade batchstorlekar CFA 3

5.4 Batchstorlekar efter kapacitet

Vid beräkning av batchstorlekar så är det viktigt att även ta hänsyn till den tillgängliga kapaciteten i fabriken. Det kan finnas ekonomiska fördelar men också nackdelar med att producera i mindre batcher då det kan minska den totala kapaciteten till följd av fler omställningar. För att kontrollera att det finns kapacitet för de ekonomiskt lämpliga batchstorlekarna vilket kalkyleras i avsnitt 5.3 kommer vi använda formeln för utjämnad produktion presenterad i avsnitt 3.3.

Produkt	CFA 1	CFA 2	CFA 3
Mono Entry	-	81	-
Mono High ES	-	87	101
Mono High	-	213	249
EVO	-	296	345
S16	512	230	-
S22	63	-	-

Tabell 5.6: Batchstorlekar per produkt och lina enligt utjämnad produktion

I tabell 1 så kan vi se att batchstorlekarna kalkylerade efter den tillgängliga kapaciteten är mindre än de ekonomiskt motiverade batcherna. Detta innebär att det finns tillräcklig kapacitet för att kunna producera de mindre batcherna som presenteras i avsnitt 5.3.

5.5 Kostnadsbesparing

Med hjälp av totalkostnadformeln från ekonomisk orderkvantitet kan vi beräkna skillnaden i totalkostnad mellan batcherna vid lång respektive kort ställtid som presenteras i tabell 5.3-5.5. Det innebär alltså att variablerna q och O kommer skilja sig beroende på ställtid.

$$C = \frac{EO}{q} + \frac{q}{2} LV$$

Där:

E= Efterfrågan av produkten per år

q=batchstorleken per produktionsorder

O=ordersärkostnaden

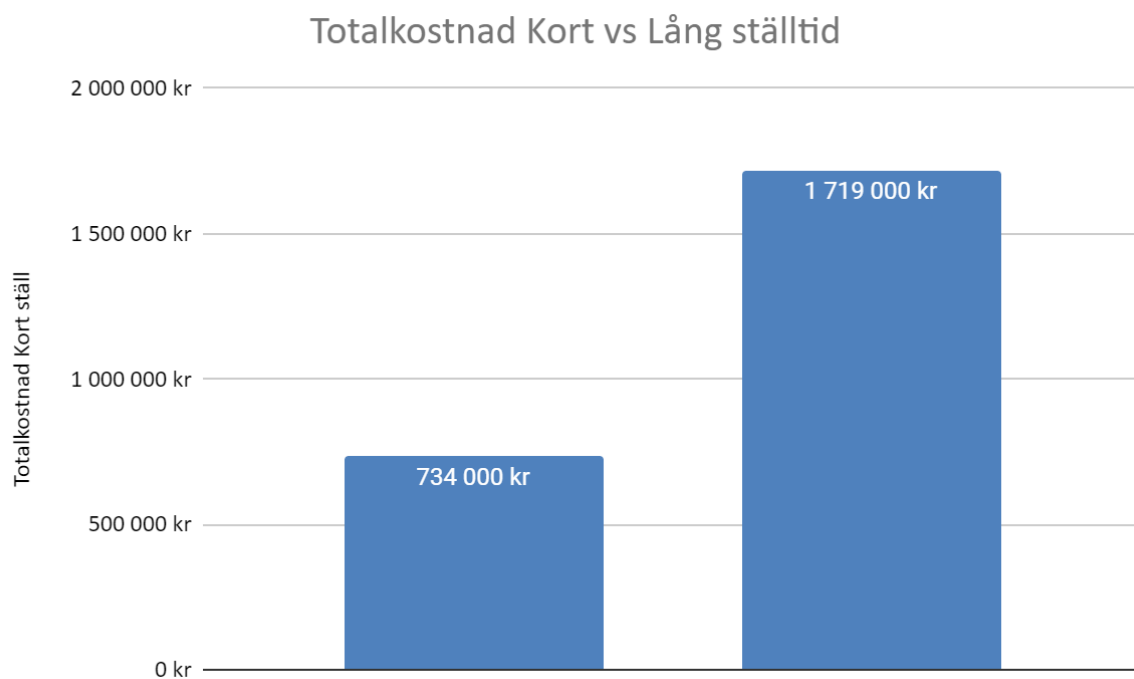
L=Lagerhållningskostnad i procent per år

V=värdet eller priset på produkten

C=totalkostnad

Med en längre ställtid så blir ordersärkostnaden högre men samtidigt blir batcherna (q) större vilket innebär att det kommer ske färre omställningar. Lagerhållningskostnaden ökar linjärt med batchstorleken så med längre ställtid och därmed större batchstorlek.

Den totala kostnaden för de långa ställtiderna blev 1 719 000 kr under ett år medan kostnaden med de korta ställtiderna endast blev 734 000 kr. Kostnadsbesparing består dels av en minskning av direkta kostnader i form av ordersärkostnaden dvs kostnaden vid omställningar och den del av lagerhållningskostnaden som härstammar från den fysiska hanteringen i lagret såsom personalkostnader. Den består även av en kostnadsbesparing i form av en minskad alternativkostnad till följd av mindre kapitalbindning i lagret. Den totala kostnadsbesparingen som de skulle kunna uppnå om de lyckas standardisera de korta ställtiderna blir ca 985 000 kr.



Figur 5.7: Totalkostnad Kort vs Lång Ställtid

6. Diskussion

I detta avsnitt presenteras rekommendationer och reflektioner utifrån studien.

6.1 Observationer från produktion

Under arbetets genomförande så observerades vissa följd effekter som skulle kunna uppstå av en minskad variation i ställtid och mindre batcher. De minskade batcherna skulle leda till att fler omställningar kommer utföras vilket leder till fler tillfällen för operatörerna att lära sig gör omställningar. Detta tänker vi ger en positiv spiral som ytterligare skulle kunna reducera ställtiderna.

Med minskade batchstorlekar och pålitligare ställtider så ökar även flexibiliteten i produktionen. Detta gör att företaget snabbare kan anpassa sin produktion efter förändrade behov från kunder.

6.2 Metod

Då datainsamling under arbetet till stor del skett genom en tidsstudie utförd av operatörerna samt intervjuer med berörd personal har möjligheten att kontrollera uppgifter varit begränsad. Genom att utföra egna tidtagningar av omställningar som beskrivs i avsnitt 2.3.2.1 erhöll vi några värden att validera operatörernas mätningar mot. Genom intervjuer med den ansvarige produktionsteknikern för de undersökta CFA linorna fick vi ytterligare ett sätt att validera datan.

Då flera intervjuer har utförts för att få en bild av nuläget och det aktuella problemet har informationen från dessa i den mån det varit möjligt kontrollerats.

På grund av att arbetet utfördes under den pågående pandemin av SARS-CoV-2 under våren 2020 så är det svårt att se vad som har blivit påverkat arbetet.

6.2.1 Faktorer som ej berörts

Det finns faktorer som inte tagits hänsyn till då det är svårt att få in i en matematisk formel. T.ex, Beräkningarna tar inte hänsyn till kretskortstillverkningen eller ICT. Då våra uträkningar förmodligen kommer leda till mindre batchstorlekar, så kommer det inte vara några problem för smt att hinna med. Kretskortstillverkningen har en kortare cykeltid än va CFA har, dock längre ställtider. Detta innebär att de kommer att tillverka dubbel batch när de får en order från CFA. ICT är inte någon flaskhals i produktionen och går snabbt att göra många på en gång samtidigt som man kör CFA. I CFA 1 är ICT:n inbyggd i maskinen och görs automatiskt.

6.3 Generaliserbarhet och varaktighet

Då vi utgått ifrån kända teorier och sedan applicerat det på aktuellt företag, så är denna metod något som skulle kunna användas i andra fabriker med liknande produktion. Då vårt företag använder produktionsceller så har metoden blivit anpassad för detta.

6.4 Känslighetsanalys

De beräkningar av batchstorlekar som har utförts har lett till väldigt specifika batchstorlekar som är optimala enligt teorin för ekonomisk orderkvantitet. I verkligheten kan man inte köra så specifika batcher utan de får anpassa efter faktorer som hur många kretskort det är i en kassett. Batcher kan även behöva anpassas för att kunna möta ett specifikt kundbehov. Därför kan det vara av nytta att analysera hur stor den ekonomiska avvikelser blir när man frångår den optimala batchstorleken.

Då kurvan för totalkostnaden relativt flack runt mini-punkten innebär det att en mindre avvikelse i batchstorlek inte har någon stor påverkan på den totala kostnaden. Detta innebär även att felaktiga värden inte får en stor påverkan på totalkostnaden. Så om mätningarna av ställtiden inte uppmättes på minuten rätt så får det en liten inverkan på resultatet.

6.5 Rekommendationer till företaget

Utifrån resultaten som presenteras i kapitel 5 som lämnar vi följande rekommendationer till företaget.

6.5.1 Standardisera omställningar

Den stora variation i ställtid som visas i tabell 5.1 leder till osäkerhet för planerarna som därmed planerar efter de längsta ställtiderna för att ha en säkerhetsmarginal. Därför blir vår rekommendation att företaget ska standardisera arbetet vid en omställning så variationen i ställtid kan reduceras. Detta skulle underlätta planeringen av produktionen.

6.5.2 Implementera ekonomisk orderkvantitet

Även reduktion av variationen i ställtid skulle underlätta planeringen och leda till en effektivare produktion så bör även batchstorleken grundas på ekonomiska motiv. Därför rekommenderar vi företaget att införa ekonomiskt kalkylerade batcher. Detta i kombination med en minskning av variationen i ställtid skulle leda till en kostnadsminskning på ca 985 000 kr.

6.5.3 Ställtidsreduktion

Tidigt i detta arbete så uppmärksammades att ställtiden varierade kraftigt mellan olika omställningar vilket även bekräftades av flera av de ansvariga för produktionen. I dagsläget så hanteras problemet genom att minimera antalet omställningar. Därför rekommenderar vi företaget efter de standardiserat omställningarna att påbörja ett arbete med ställtidsreduktion i slutmonteringen för att minimera ställtiden istället för antalet ställ.

6.6 Framtida studier

Ett område för framtida studier är att undersöka möjligheten att öka utleverans frekvensen. Detta skulle leda till jämnare flöden ut från färdigvarulagret vilket skulle leda till ett lägre genomsnittsnivå i färdigvarulagret. En studie som utvärderar de praktiska och ekonomiska aspekterna av detta skulle vara av stort värde.

Tidigt under arbetets gång uppmärksammades ett problem med stabiliteten i produktionen. Då varje produktionscell innehåller ett stort antal automatiserade operationer placerade i

series så leder en störning i en operation till stopp i hela produktionscellen. Vissa av dessa operationer drabbas av störningar med jämna mellanrum vilket gör att denna totala stopptiden på grund av störningar blir relativt hög. Genom att öka stabiliteten i dessa operationer skulle dels utnyttjandegraden i produktionen kunna öka samtidigt som ett jämnare flöde uppstår. Därför skulle en studie av orsaker och lösningar på dessa störningar vara av stor nytta för företaget.

7. Slutsats

Efter att vi gjorde beräkningarna på batcher utefter lång och kort ställtid, så blev det tydligt hur viktigt det var att minska variationen i ställtid. Variationen leder till ökade kostnader för företaget. Avsaknaden av standardiserade instruktioner vid omställningar identifieras som en av orsakerna till variation. Som vi tar upp i diskussionskapitlet så rekommenderar vi företaget att börja jobba med standardisering av omställningar för att minska variationen i ställtid. Genom att implementera ekonomiskt motiverade batcher kan minskningen av variationen i ställtid omsättas till en minskning av kostnader för företaget. Därefter bör de påbörja ett arbete med ställtidsreduktion för att reducera ställtiden. Även instabiliteten i produktionslinorna som ledde till frekventa maskinstopp var något som identifierades under arbetet. Detta är något som de borde se över för att kunna minimera avbrott i produktion och något som vi rekommenderar för ett framtida examensarbete.

8. Källor

Befring, E., & Andersson, S. (1994). *Forskningsmetodik och statistik*. Studentlitteratur.

da Silva, I. B., & Godinho Filho, M. (n.d.). Single-minute exchange of die (SMED): a state-of-the-art literature review. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 102(9–12), 4289–4307.

Harris F.W. (1913) How many parts to make at once. *Factory, The Magazine of Management*, 10(2), 135-136

Holmbom, M., & Segerstedt, A. (2014). Economic Order Quantities in production: From Harris to Economic Lot Scheduling Problems. *International Journal of Production Economics*, 155, 82–90.

Jonsson, P., & Mattsson, S.-A. (2016). *Logistik : läran om effektiva materialflöden* (3., [rev.] uppl.). Studentlitteratur.

Liker, J. K. (2004). *The Toyota way : 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill.

Louise Barriball, K., & While, A. (1994). Collecting data using a semi-structured interview: a discussion paper. *Journal of Advanced Nursing*, 19: 328-335.

Olhager, J. (2013). *Produktionsekonomi : principer och metoder för utformning, styrning och utveckling av industriell produktion* (2., [rev.] uppl.). Studentlitteratur.

Ptak, C. A. (1988). A Comparison of Inventory Models and Carrying Costs. *Production & Inventory Management Journal*, 29(4), 1–3.

9. Bilagor

Bilaga 1 - Ställtider

Mätning Nr.	Lina	Ställtid i minuter
1	CFA 1	63
2	CFA 1	47
3	CFA 1	37
4	CFA 1	150
5	CFA 1	66
6	CFA 1	180
7	CFA 1	42
8	CFA 2	110
9	CFA 2	21
10	CFA 2	89
11	CFA 3	160
12	CFA 3	45
13	CFA 3	29
14	CFA 3	60
15	CFA 3	38
16	CFA 3	73

INSTITUTIONEN FÖR TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
AVDELNINGEN FÖR Supply and Operations Management
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2020
www.chalmers.se



CHALMERS