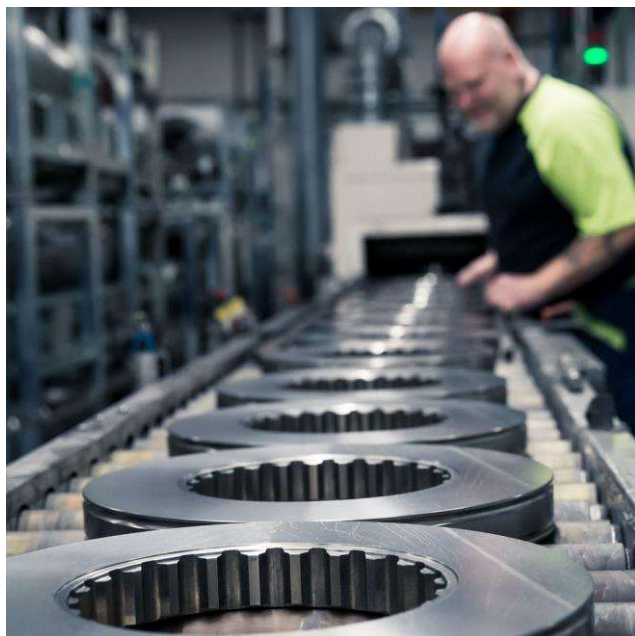




CHALMERS



Analys av lagerhållning på bromsskivor

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Maskinteknik

Edvin Andersson

Noel Isacson

INSTITUTIONEN FÖR TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
AVDELNINGEN FÖR SUPPLY & OPERATIONS MANAGEMENT

Analys av lagerhållning på bromsskivor

Edvin Andersson

Noel Isacson

TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION

Avdelning för supply & operations management

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2026

Analys av lagerhållning på bromsskivor

EDVIN ANDERSSON

NOEL ISACSON

© EDVIN ANDERSSON, 2026

© NOEL ISACSON, 2026

Teknikens ekonomi och organisation

Chalmers tekniska högskola

412 96 Göteborg

Sverige

Telefon +46 (0)31-772 1000

Omslag: Operatör som överser bromsskivor på en bana (AC Floby 2026)

Göteborg, Sverige 2026

Göteborg, Sverige 2026

Analys av lagerhållning på bromsskivor

EDVIN ANDERSSON

NOEL ISACSON

Institutionen för Teknikens ekonomi och organisation

Chalmers tekniska högskola

Sammanfattning

Denna fallstudie har genomförts på AC Floby som producerar bland annat bromsskivor. På företaget saknas det beslutsunderlag och styrparametrar för planering av produktion och materialförsörjning av bromsskivor. På grund av det bristande underlaget förekommer risken att företaget spenderar mer än nödvändigt på både lagerhållning och skiftformer. Genom att skapa flera scenarion kunde samtliga parametrar men även en ytterligare parameter, batchstorleken analyseras för att ta fram en planeringsstrategi för företaget som minimerar totalkostnaden. De tre styrparametrarna skall därav vägas mot varandra för att få en uppfattning kring hur mycket värda de är.

Genom intervjuer med personal samt genom användningen av interna data på företaget skapades därefter en nulägesanalys. Nulägesanalysen syftade till att kartlägga hur företagets nuvarande produktionsplanering fungerade samt värdet på dess investeringar. Efter genomförd nulägesanalys behövde tre scenarion tas fram. Med hjälp av scenarioanalys samt EPQ (Economic production quantity) kunde tre scenarier skapas med syfte att analysera de tre styrparametrarna: lagerhållning, skiftform samt batchstorlek.

Resultatet från scenarioanalysen visade att skiftformen är parametern med störst påverkan med avseende på förekommande överproduktion på företaget. Denna överproduktion bidrog till ökade lagernivåer samt högre operatörskostnader, vilket innebar att batchstorleken fick en mindre betydande roll. Förbättringsförslag som nämndes var att gå ned i skift på flera av linesen samt att nyttja den optimala batchstorleken som identifierades i studien.

Nyckelord: Lagerstyrning, scenarioanalys, Economic production quantity (EPQ), produktionsplanering, bundet kapital

Göteborg, Sverige 2026

Analys av lagerhållning på bromsskivor

EDVIN ANDERSSON

NOEL ISACSON

Institutionen för Teknikens ekonomi och organisation

Chalmers tekniska högskola

Abstract

This case study was conducted at AC Floby, which among other products produces brake discs. The company lacks clear decision-making tools and control parameters for planning the production and material supply of brake discs. Due to the lack of data, there is a risk that the company will end up with more tied up capital than necessary in both inventory and shifts. By creating several scenarios, all parameters, including an additional parameter, the batch size, could be analyzed to develop a planning strategy for the company that minimizes total cost. The three control parameters should therefore be weighed against each other to determine their impact on total cost.

By having interviews with the staff and by using the internal data at the company, a current state analysis was created. The current state analysis aimed to map out how the company's current production planning worked and the value of its extensive investments. After the current state analysis was completed, three scenarios needed to be developed. Using scenario analysis and EPQ (Economic production quantity), the three scenarios could be created with the aim of analyzing the three control parameters: inventory, shift form and batch size.

The results of the scenario analysis showed that the shift form is the parameter with the greatest impact due to the occurrence of overproduction at the company. This overproduction contributed to increased inventory levels and higher operator costs, which meant that the batch size had a less significant role. Improvement suggestions that were mentioned were to reduce shifts on several of the lines and to use the optimal batch size that the study produced.

The report is written in Swedish.

Keywords: Inventory control, scenario analysis, Economic production quantity (EPQ), Production planning, tied-up capital

Ordlista

Batchstorlek

En batch i denna studie refererar till hur stor en omgång av produktion är, det vill säga antalet enheter som ska produceras i en omgång.

Scope

Det som definierar gränserna för ett uppsatt mål. Ett scope förklarar vad som ska åstadkommas och vad som inte ingår.

WIP (Work in progress)

I denna studie antas allt råmaterial och produkter som är i produktion som inte är färdiga ämnen som WIP produkter. Färdiga produkter är alltså inte WIP produkter.

ERP (Enterprise resource planning)

Benämns i den teoretiska referensramen som företagets affärssystem.

Produkttyp

En produkttyp innebär en bromsskivavariant

OEE

Overall Equipment Effectiveness är en KPI för hur optimerad produktiviteten är på en maskin.

Innehållsförteckning

1. Inledning.....	10
1.1 Bakgrund	10
1.2 Syfte.....	11
1.3 Avgränsningar	11
1.4 Precisering av frågeställningen	12
2. Teoretisk referensram	14
2.1 Planeringsstrukturer inom production management.....	14
2.1.1 Strategisk kontroll	15
2.1.2 Taktisk kontroll	15
2.1.3 Operativ kontroll	15
2.2 Produktionsplanering.....	16
2.2.1 Sales and Operations planning.....	16
2.2.2 Master production scheduling.....	16
2.2.3 Orderplanering.....	17
2.3 Batchstorlek	17
2.4 Economic Production Quantity.....	18
2.5 Make to stock	20
2.6 Affärssystem	20
2.7 Tidigare studier.....	21
2.8 Scenarioanalys.....	21
3. Metod	23
3.1 Nulägesanalys	23
3.2 Batchstorleksanalys	25
3.3 Intervjuer	27
3.4 Användning av litteraturstudier	27
3.5 Scenariobygge	28
3.6 Analys och utvärdering	29
3.7 AI användning	29
4. Resultat (Empiri).....	30
4.1 Intervjuer	30
4.2 Leveranskedja	30

4.3 Produkter	31
4.4 Produktionssystem bromsskivor	33
4.5 Omställning.....	34
4.6 Kapacitetsutnyttjande	35
4.7 Nulägesbeskrivning	35
4.8 Lageruppbyggnad	39
4.9 Implementering av EPQ	39
4.10 Framtagna scenarion	41
4.11 Utvärdering av resultat	44
4.12 Analys	45
5. Diskussion	49
5.1 Lageruppbyggnad	49
5.1.1 Synsätt och perspektiv	49
5.1.2 Lageruppbyggnadsanalys	50
5.2 Påverkande styrparametrar	51
5.3 Bäst passande scenario.....	52
5.4 Tillförlitlighet.....	53
6. Slutsats och rekommendationer	54
6.1 Förslag på vidare studier	55
7. Referenser.....	57
8. Bilagor.....	61

1. Inledning

I detta kapitel presenteras bakgrunden till studien samt den problematik som undersöks i fallstudien. Vidare kommer studiens syfte, avgränsningar och frågeställningar att redogöras.

1.1 Bakgrund

Inom tillverkningsindustrin är en effektiv produktionsplanering och lagerstyrning centrala faktorer för att balansera lager med materialutnyttjande (Heizer et al., 2020). För många företag finns det en varierande efterfrågan samt flera olika sätt att planera produktionen. Flera parametrar påverkar detta som batchstorleken, skiftformer, lagernivåer etc. Det blir då avvägningar mellan produktionskostnader, lagerhållning samt kapitalbindning som alla är viktiga beroende på vad som ska produceras. I arbetet utförs en undersökning av företagets nuvarande produktion utav bromsskivor med alternativa scenarion. Utan en undersökning av föreliggande problem driver företaget en fortsatt produktion utan en tydlig strategi för produktionsplanering, vilket kan leda till ineffektivt resursutnyttjande och högre totalkostnader. Genom en studie inom detta kan därmed företaget minska totalkostnader samt underlätta arbetet för materialplaneraren.

Inom produktion av bromsskivor är kravet på en effektiv produktionsplanering hög då efterfrågan kan variera kraftigt mellan låg, mellan och högvolym. AC Floby behöver då avgöra om det är mest kostnadseffektivt att bygga ett buffertlager eller om det är bättre att temporärt öka kapaciteten genom fler skift som till exempel via övertid, eller blandning av båda delar. Det som saknas är en strategi utifrån de underlag och den informationen som redan finns tillgänglig inom företaget. Behovet ligger i att identifiera och ta fram tydliga samt lämpliga styrparametrar som kan användas vid planering av produktion och materialflöden.

Den aktuella lagernivån för bromsskivor tyder på att lagerhållningen inte sker på en optimal nivå ur en kostnadssynpunkt, vilket leder till en onödig mängd bundet kapital. I det stora hela ligger företaget på en någorlunda jämn tillverkning med en given förbrukning av produkter under alla månader, med undantag för en månad då det är produktionsstopp. Under denna månad avviker lagernivån något gentemot de andra. Företaget efterfrågar därför en bättre förståelse för hur produktionen kan planeras för att inte få för stor kapitalbindning i lager under denna period samtidigt som resterande perioder då produktionen är som vanligt undersöks.

Därför föreslogs det att tre scenarion undersöks där skillnader mellan dessa analyseras utifrån lageruppbyggnad och önskad volymnivå under den aktuella perioden. Eftersom scenarierna bygger på olika styrparametrar analyseras varje parameters individuella påverkan separat. Detta leder till att de olika scenariona påverkade totalkostnaderna olika mycket, vilket i sin tur gav en tydligare förståelse för vilka parametrar som hade störst respektive minst inverkan.

Studien behandlar främst den taktiska kontrollen då batchstorlekar, lagernivåer och skiftformer är centrala delar för taktisk kontroll inom production management. Den taktiska nivån kommer agera som en länk mellan företagets långsiktiga strategiska mål men även med den operativa kontrollen som till exempel den dagliga planeringen.

1.2 Syfte

Syftet med studien är att analysera och ta fram ett beslutsunderlag samt relevanta styrparametrar för planeringen av produktion, lagerhållning och materialförsörjningen av bromsskivor på AC Floby. Denna fallstudie utgår från utmaningen med att balansera kostnaden samtidigt som leveranskraven upprätthålls, med viss tyngd på produktionsstoppet som sker under semestern vecka 29–32.

1.3 Avgränsningar

Denna fallstudie är avgränsad till att omfatta produktionsplaneringen av bromsskivor, däremot kommer lärdomar från studien kunna generaliseras till andra liknande produktionssystem och produkter. Som nämnts ligger fokus på planering av batchstorlek, skiftformer och lageruppbyggnad i relation till efterfrågan (behovet) och situationen under produktionsstoppet. Därför lägger denna studie främst sin fokus på den interna produktionen och materialflöden som sker internt hos företaget.

Arbetet som utförs kommer inte omfatta en djupgående analys av externa leverantörer eller inköpsprocesser. Då företaget redan har externa leverantörer som har bestämda tider och efterfrågan, siktar inte företaget (AC Floby) på att korrigera marknaden genom att varken byta leverantör eller produkt. Vidare ingår inte någon utvärdering av exempelvis marknadsstrategier, prissättning eller försäljningsprognoser då detta är något som ligger utanför projektets scope. Inte heller eventuella investeringar i ny produktionsutrustning eller kapacitetsutbyggnad kommer att beaktas då företaget redan håller på med interna förändringar när det kommer till produktion av olika produkter utöver bromsskivor. Därmed ligger fokus på analys av befintliga resurser och strukturer som redan finns.

Detta arbete avgränsas och baseras på historiska data och befintlig (pågående) data från företaget. Prognosmodeller för långsiktiga marknadsförändringar eller eventuella trender när det kommer till efterfrågan/behov är inget som kommer att beaktas. Arbetet fokuserar inte på företagets dokumentationshantering eller befintliga IT-system, då dessa ska kvarstå oförändrade. De analyser och förslag som presenteras i studien kommer därmed att utgå ifrån företagets nuvarande system med dess nuvarande arbetssätt.

Studien omfattar inte någon analys av hur en förändring i omställningstider eller ett minskat antal omställningar kommer att påverka produktionen, kostnader eller scenarierna. Omställningstider används endast för framtagning av produktionskvantiteter med EPQ-formeln samt genom beräkning av cykeltider inklusive maskinstopp.

1.4 Precisering av frågeställningen

Utifrån syftet ska arbetet resultera och ge svar på följande frågeställningar:

- Hur påverkar nuvarande batchstorlek, skiftformer och lagernivåer företagets produktionskostnader?
- Vilka av dessa tre produktionsrelaterade faktorer bidrar mest till ökade kostnader och avviker därmed från företagets sätt att arbeta på?
- Hur påverkas de olika scenarierna av de olika produktionsuppläggen?
- Vilka styrparametrar är de mest lämpliga att använda för att stödja en mer balanserad och jämn produktions- och lagerplanering?

Förväntat värde för företaget blir då:

- Ökad kostnadskontroll och bättre planeringsförutsättningar
- Minskad kapitalbindning i lager
- Tydligare beslutsregler för när kapacitet ska byggas genom lager respektive skiftform
- Ett strukturerat sätt att arbeta med buffertstrategier framåt
- En rekommenderad strategi för respektive volymnivå (låg, mellan och högvolym)
- Ett tydligt beslutsunderlag som kan användas i den operativa planeringen

Mjuka parametrar som påverkar värdet för företaget och som behöver beaktas:

- Samhälleliga: Produktionsstrategier som gäller ökade antal skift eller operatörer behövs tas hänsyn till då det kan påverka arbetsbelastning och arbetsvillkor för de drabbade. Exempelvis kan en jämnare produktionstakt ge bättre förutsättningar för

operatörerna i jämförelse om man skulle gå upp i antalet skift. Då planerad övertid inte är lagligt, kommer detta inte tas i beaktning.

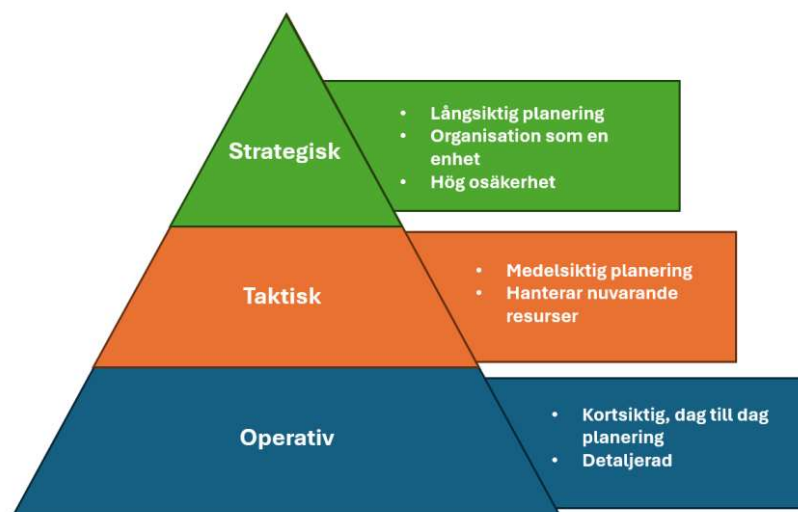
- Etiska: I sin helhet är det viktigaste att både interna och externa intressenters behov uppnås och beaktas lika. Det innebär exempelvis att en alltför hög lagernivå inte är optimalt för de interna intressenterna då resurser binds utan att skapa något direkt värde. Å andra sidan ökar risken för missade leveranser om man skulle ha en alltför låg lagernivå, vilket motstrider det som de externa intressenterna efterfrågar.
- Ekologiska: Utifrån ett ekologiskt perspektiv kommer förändringar i produktionen såsom produktionstakt, lageruppbyggnad och produktionsförändringar av produkttyper medföra förändringar av energianvändning, transport och materialflöden. Därav ska de framtagna scenarierna/strategierna ta hänsyn till detta och optimalt minska svinn, energianvändning och transport.

2. Teoretisk referensram

För att läsaren ska kunna förstå rapportens innehåll syftar detta kapitel om den teoretiska referensramen, som de senare kapitlen kommer att bygga sin teori på. Syftet är att beskriva relevanta teorier, modeller samt viktiga begrepp inom material och produktionsplanering. Dessa används för att både analysera nuläget på fabriken samt för att utveckla metoder som styrparametrarna till slut kommer att bygga på. Det kommande kapitlet kommer därmed att agera som referensramen för studien.

2.1 Planeringsstrukturer inom production management

Inom litteraturen nämns tre olika strategiska nivåer när det kommer till organisationer inom material- och produktionsplanering (Jonsson & Mattsson, 2020; Mamo et al., 2023; Mula et al., 2010). Dessa är strategisk kontroll, taktisk kontroll samt operativ kontroll. Dessa representerar olika nivåer av kontroll inom företaget och har därmed olika frågor att handskas med gentemot varandra, beroende på vilket område som skall hanteras. De olika nivåerna som representeras handskas med olika tidshorisonter, beslut och är hierarkiskt relaterade med varandra då de samarbetar för att säkerställa en effektiv material och produktionsplanering. Besluten på den strategiska kontrollen sätter ramen för taktisk kontroll, som i sin tur sätter ramen för operativ kontroll. Genom att upprätthålla dessa planeringar skapas en effektiv, trygg, miljövänlig och tillförlitlig process (Muñoz et al., 2012). Figuren nedan visar hur de olika planeringsnivåerna förhåller sig till varandra enligt en hierarki. Den strategiska kontrollen är högst upp, följt av taktisk kontroll och längst ned är operativ kontroll.



Figur 1: nivåer av planering inom production management, omritad av Edvin Andersson

2.1.1 Strategisk kontroll

Den strategiska kontrollen utgör den högsta nivån i planeringshierarkin och omfattar långsiktiga beslut. Här hanteras frågor som berör marknaden, mål och den allmänna fördelningen av resurser (Jonsson & Mattsson, 2020). Frågor som vilka produkter ska produceras, vilka kunder är relevanta, vilka produktionsresurser kommer att användas internt respektive vilka produktionsresurser som kommer att bli inköpta för diverse distributörer externt är av största intresse.

Långa tidshorisonter är ett faktum då besluten är både tid och resurskrävande samt svåra att förändra på kort sikt. Det kan ta flera år för ett företag att etablera sig på en ny marknad då det är flertalet aspekter som måste beaktas, varpå dessa aspekter är långsiktiga som till exempel att etablera företaget med egen produktion eller att hantera relationer med kunder (Yang & Aldrich, 2017). Det krävs personal, utrymmen, maskiner samt mycket planering innan produktionen kommer i gång. Wiklund et al. (2010) belyser detta ytterligare och förklarar att många nya företag har produktion i flera år innan de går med vinst. Strategiska planeringen kan då sägas vara proaktiv och lägger fokus på varför man vill uppnå målet.

2.1.2 Taktisk kontroll

Taktisk kontroll lägger till skillnad från den strategiska kontrollen fokus på grunden av företaget, inom den ram som skapats genom den föregående kontrollen i hierarkin. Här handlar det om att få strategin att integreras med handlingar som diskuteras på denna nivå. Till skillnad från den strategiska nivån så är taktisk planering reaktiv i stället för proaktiv (Schwartz, 2010). Att reagera på plötsliga förändringar måste ske snabbt och effektivt för att inte avvika för långt ifrån slutmålet inom företaget.

Frågor som hanteras på den taktiska nivån kan vara hur företagets resurser ska allokeras. Resurser som kapacitet och hantering samt hur företaget skall vara uppbyggt för produktionen är viktiga för den taktiska frågeställningen. Tidshorisonten för aktiviteterna här är minst några månader upp till ett år. Överskrids detta är förmodligen frågan en strategisk fråga. Samma sak gäller om det underskrids vilket då i sin tur leder till att det blir en operativ fråga (Jonsson & Mattsson, 2020).

2.1.3 Operativ kontroll

Operativ kontroll är den tredje och lägsta nivån i planeringshierarkin. Här diskuteras frågor som är relevanta på kort sikt, det vill säga några dagar till veckor. Som föregående

kontrollnivå så ligger även den operativa i ett beroende läge av den taktiska, vilket i sin tur är beroende av dess företrädare, strategiska.

Fokuset inom operativ kontroll är den dagliga verksamheten och förespråkar effektivitet och prestanda för företaget (Jonsson & Mattsson, 2020). Viktiga områden är kortsiktig planering av kapacitet och arbete. Mycket av det som sker i produktion har en kort tidshorisont, vilket därmed placerar majoriteten av handlingar där i denna nivå.

2.2 Produktionsplanering

Utifrån planeringshierarkin inom production management tillämpas olika planeringsprocesser på respektive nivå. Den strategiska nivån styrs av Sales and Operations Planning (S&OP), den taktiska nivån av Master Production Scheduling (MPS) och den operativa nivån av orderplanering.

2.2.1 Sales and Operations planning

Beslut som behöver tas till en marknad med varierande situationer kan kraftigt förändras under tidens gång. Hur man ska lägga upp planer skiljer sig kraftigt beroende på när själva handlingen ska ske. Variation och osäkerhet i marknaden kräver anpassning i form av långsiktiga planer som lägger grunden för agerande, anpassning som S&OP kan ge insyn på (Affonso, 2008).

S&OP är den planeringsprocess med längst planeringshorisont vilket innebär en lägre noggrannhet jämfört med resterande planeringsnivåer. Syftet med denna planeringsprocess är att vidta korrekta åtgärder vid tidiga varningar om skiftande marknad och att i ett tidigt skede skapa strategiska beslut relaterade till dessa (Thomé et al., 2012).

Produktionsplanen bestämmer vad som ska produceras vilket ställer krav på att det kan produceras samt att kapaciteten är tillräcklig. Det handlar inte om enskilda produkter utan hela produktionsgrupper är i fokus, vilket då blir en större hanteringsprocess som i sin tur medför den långa planeringshorisonten som ligger på 1–2 år (Jonsson & Mattsson, 2020). På grund av liknande fokusering och planeringshorisont är S&OP och strategisk kontroll i linje med varandra.

2.2.2 Master production scheduling

Master production scheduling (MPS) är en taktisk planeringsprocess som översätter övergripande produktionsplaner för specifika produkter (Giesberts, 1991). Planeringen översätter en affärsplan till ett system där det framkommer vad som ska produceras, när det

ska produceras, med vilket material samt kapitalet som behövs för att göra det. Genom detta fungerar MPS som en länk mellan strategisk och operativ planering genom att transformera produktionsplaner till produktionsbeslut.

Det ritas även ofta upp en tydlig plan på hur just denna produktionsplan skall se ut och att den tar i hänsyn till faktorer som nuvarande lager och kapacitet. Alla ordrar som har en specifik produktmängd och datum associeras alltid med denna planeringsprocess. Typisk planeringshorisont för denna nivå är 6–12 månader, beroende på karaktären hos företaget (Jonsson & Mattsson, 2020).

2.2.3 Orderplanering

Orderplanering avser processen att planera och styra kundorder i produktion genom att fastställa tidpunkt och kvantitet. Denna planeringsnivå utgör även sambandet mellan taktisk planering, så som MPS och operativ kontroll genom att översätta planer till orderbeslut (Giesberts, 1991).

Inom order planering hanteras beslut som är relaterade till materialförsörjning, där allt råmaterial, inköpta komponenter, delar samt WIP delar som är köpta eller tillverkade internt skall säkerställas. Detta innebär att rätt material ska finnas tillgängligt i rätt kvantitet och vid rätt tidpunkt för att möjliggöra en MPS, då de bygger på varandra (Jonsson & Mattsson, 2020). Besluten som tas påverkar även lagernivåer, vilket därmed påverkar kapitalbindningen i verksamheten.

Brister i order planering kan leda till obalanser mellan efterfrågan och kapacitet, vilket kan resultera i förseningar, ökade lagernivåer och ineffektiv resursanvändning (Aouam & Brahimi, 2013). Tidshorisonten för denna form av planering ligger vanligtvis mellan 1–6 månader (Jonsson & Mattsson, 2020).

2.3 Batchstorlek

Vid beställning av material är det viktigt att kapaciteten bemöter efterfrågan på ett sätt så att det inte blir mer material än vad som behövs. I ett perfekt system där tillgång och efterfrågan är samma, hade det inte behövts något lager alls (Jonsson & Mattsson, 2020). Inget system är dock perfekt vilket innebär att det alltid kommer att existera lager oavsett hur slipat och effektiviserat systemet är. De metoderna som finns för att bestämma batchstorlek har olika krav för att modellen skall fungera.

Centrala aspekter som lagerhållningskostnader och omställningskostnader är något som måste vägas mot varandra, då det inte går att få det bästa av de båda aspekterna samtidigt. Stora ordrar minskar antalet omställningar vilket därmed ökar effektiviteten, men samtidigt leder detta till större lagernivåer vilket därmed ökar kapitalbindningen. Singhal et al. (1990) menar att en ökad kapitalbindning innebär en alternativkostnad då kapitalet inte kan användas till värdeskapande aktiviteter.

En mindre orderstorlek minskar däremot lagernivåerna, vilket i sin tur reducerar det bundna kapitalet. Detta kan leda till en ökad mängd omställningar vilket kan ge sämre produktionseffektivitet. Avvägningen mellan olika metoder för att bestämma batchstorlek innebär därför en balans mellan lagerhållning- och omställningskostnader, där den mest lämpliga lösningen varierar beroende på förutsättningar hos företaget (Axsäter, 1986). Detta ökar komplexiteten ytterligare för företag som försöker använda sig av den bästa metoden för dem. En omställning innebär inte bara ett produktionsstopp, utan själva omställningstiden kan betraktas som ett slöseri enligt lean teori då en värdeskapande produktion avbryts. Det är alltså inte omställningen som är ett slöseri enligt lean utan det är tiden som går åt till omställningen. Detta styrks även av Shingo (1985) som beskriver att omställningstiden betraktas som en icke värdeskapande aktivitet och bör enligt Single Minute Exchange of Die (SMED) reduceras för att minska slöseri och öka produktionen. SMED är en strategi som syftar till att reducera tiden det tar att ställa om, det vill säga minska omställningstiden.

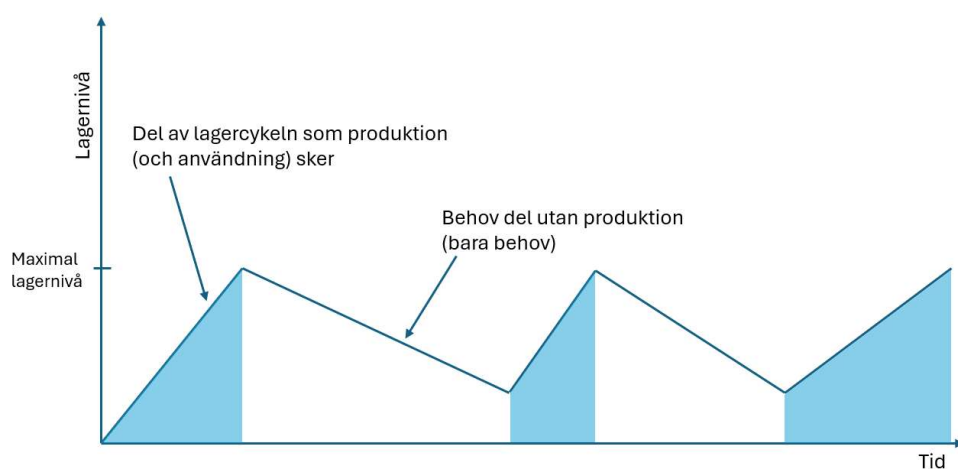
Vid beställning av en order uppges vanligtvis en ordersärkostnad eller setup cost som generellt sett enligt EOQ och EPQ modeller anses vara oberoende av batchstorleken (San-José et al., 2021). Detta innebär att större batchstorlekar kan minska ordersärkostnad per producerad produkt då färre omställningar eller beställningar behöver genomföras. En stor batchstorlek är därför att föredra för att minska ordersärkostnaden. Samtidigt kan stora batchstorlekar leda till ökad lagernivå och därmed en högre kapitalbindning. Företag med korta ledtider och nära relationer till distributörer kan däremot minska behovet av en ökad lagernivå och därmed minska det bundna kapitalet då mindre batchstorlekar används (Shingo, 1985).

2.4 Economic Production Quantity

Economic production quantity (EPQ) är en modell som används för att fastställa den optimala interna batchstorleken för produktion och är en vidareutveckling av Economic order quantity (EOQ) modellen (Porteus, 1986). Användningsområdet för denna modell är när ett företag

producerar lager över tid efter en order har placerats eller när produktion sker samtidigt som försäljning av produkter (Heizer et al., 2020). Modellen syftar till att minimera totalkostnaderna som är kopplade till produktion och lagerhållning, det vill säga lagerkostnader och omställningskostnader.

Figuren nedan visar hur lagernivåerna för en produkt fluktuerar samtidigt som produktion och försäljning av produkterna sker. Lagernivån kommer att öka samtidigt som produktion sker och minska när produktion avtar. När kurvan är positiv ökar lagernivån och när den är negativ minskar lagernivån.



Figur 2, förändring i lagernivåer över tid för produktionsmodellen, återskapad av Edvin Andersson

Enligt Heizer et al. skrivs EPQ-formeln enligt följande:

$$Q = \sqrt{\frac{2DS}{H\left(1 - \frac{d}{P}\right)}}$$

Q = Optimal produktionskvantitet

D = Årlig efterfrågan

S = Omställningskostnad

H = Lagerhållningskostnad per produkt varje år

p = Produktionstakt

d = Efterfrågetakt

2.5 Make to stock

Make to stock (MTS) innebär att standardiserade produkter produceras baserat på prognostiserad efterfrågan och lagras innan en kundorder inträffar (Arreola-Risa & DeCroix, 1998). Produkterna hålls därmed i lager i väntan på en kundbeställning. MTS liknar Make to Delivery (MTD) genom att produkterna produceras innan leverans sker, men skiljer sig genom att MTD kan involvera kundspecifika anpassningar på produkten medan MTS främst avser standardiserade produkter (Jonsson & Mattsson, 2020).

En fördel med MTS är att leveranstiderna kan hållas korta eftersom produkterna redan finns färdigproducerade i lager när kundordern mottags. Strategin lämpar sig därför väl för produkter med relativt stabil och förutsägbar efterfrågan. För bromsskivor innebär detta främst de produkter som klassificeras som mellan- och högvolympare, eftersom de har ett återkommande och stabilt avrop vilket motiverar en god lagerhållning. För lågvolympare kan en lägre lagernivå vara mer fördelaktig ur ett kostnadsperspektiv, då risken för en höjd lagernivå och bundetkapital ökar. Eftersom produkterna är standardiserade kan produktionen även effektiviseras genom hög repetitionsgrad och minskad komplexitet i produktion (Mushin & Wightman, 2011). Detta möjliggör en högre produktionshastighet och lägre styckkostnad jämför med mer kundanpassade produktionsstrategier, som till exempel MTD.

2.6 Affärssystem

Affärssystemet som används på företaget kallas på engelska *Enterprise Resource Planning*. ERP är ett programvarusystem som inkluderar data och information från hela företaget. Detta inkluderar finans, bokföring, produktion, försäljning, inköp, human resources (HR) och andra funktioner (Meiryani et al., 2021).

Systemet möjliggör ett gemensamt informationsflöde mellan produktion och lagerstyrning vilket bidrar till en ökad kontroll av planeringen över företags resurser. Affärssystemet används även för att stödja prognostisering och materialplanering genom dess automation av vissa funktioner. Det kan då minska antalet timmar som behöver läggas på planering vilket därmed bidrar till lägre administrativa kostnader.

Produktionsplaneraren får ett automatiskt avrop från affärssystemet varje vecka, detta för att möjliggöra en kontinuerlig materialplanering då behov och förutsättningar kan ändras över tid. Genom användandet av ERP blir det smidigare för företaget att bidra till ett effektivare resursutnyttjande då all data sammanställs på ett ställe, vilket används som underlag för beslut inom företaget (Meiryani et al., 2021).

2.7 Tidigare studier

Evan L. Porteus (1986) tar fram en modell som visar relationen mellan kvalitet och batchstorlek som i sin tur ska demonstrera att lägre omställningskostnader gynnar produktionssystem genom att förbättra kvalitet. Porteus hävdar även att när en batch produceras kan en process gå ur kontroll. Med ur kontroll menar han att det produceras defekta enheter under resterande batchens produktionstid, vilket medför extra kostnader då det kan behöva ske omarbete eller spill för respektive enhet som har blivit defekt. Han menar att en mindre batch kommer resultera i en bättre kvalitet på produkterna. Detta behöver nödvändigtvis inte stämma, särskilt inte i denna fallstudie då kvalitén inte anses minska över tid med produktionen. Denna studie faller därmed utanför denna fallstudies scope.

Det finns flera tidigare studier om optimering av batch som tar fram avancerade modeller som direkt avger en optimalt beräknad batchstorlek. Dessa använder avancerade matematiska formler vilket anses vara för komplexa och att det inte fanns tillräckligt med tid för att applicera dessa på denna fallstudie. Scopet för denna studie är att analysera och inte att optimera.

2.8 Scenarioanalys

Att förutsäga framtiden med fullständig säkerhet är omöjligt, men det är möjligt att analysera olika tänkbara utfall. Scenarioanalys är en metod där olika parametrar eller förutsättningar förändras för att analysera och jämföra möjliga utfall. Genom att analysera hur dagens val kan forma framtiden samt hur de val som inte gjorts påverkar framtiden kan metoden bidra till ett förbättrat strategiskt tänkande, ökad flexibilitet samt bättre respons till oförutsägbaheter (Godet & Roubelat, 1996). Metoden kan därför användas som ett verktyg vid planering inom komplex system där flera olika faktorer samverkar.

Ett scenario är dock endast lika tillförlitlig som dess input. Om inputen är felaktig kan resultatet att avvika från vad det ursprungliga utfallet hade tänkt att vara. Enligt Godet och Roubelat (1996) kan scenarion ofta vara mödosamt att läsa och förstå, vilket leder till att

läsaren måste spendera mycket tid på att förstå innehållet. De menar även att den litterära kvalitén kan vara så låg att läsaren inte tar del av hela scenarioanalysen, vilket kan medföra att den mest fördelaktiga strategin aldrig identifieras eller implementeras. Detta blir särskilt relevant för företag som använder scenarioanalys som verktyg vid undersökning av parametrar.

I denna studie används scenarioanalys till att undersöka flera parametrar som påverkar utfallet av produktionsplaneringen. Vikten av respektive parameter för totalkostnad möjliggörs därmed av denna metod.

3. Metod

Utifrån den teoretiska referensramen valdes EPQ-modellen, scenarioanalys samt intervjuer som huvudsakliga metoder för att analysera företagets produktionsplanering. EPQ-modellen användes för beräkning av optimala batchstorlekar och scenarioanalysen användes för att jämföra de olika scenarierna, det vill säga produktionsstrategier.

Vid genomförandet av denna studie, har både kvalitativa och kvantitativa metoder används. Majoriteten av den data och information som studien baseras på har hämtats från företagets produktionssystem samt genom intervjuer med anställda. Vidare har litteratur använts för att stärka de metoder som använts och analyser som tillämpats i studien. Detta för att öka trovärdigheten genom en djupare analys samt genom ett källkritiskt perspektiv, analysera källorna och koppla det till studien.

Vidare, genomfördes scenariobaserade analyser där olika produktionsförutsättningar modellerades genom tre scenarier. Syftet med scenarierna var att analysera hur de olika styrparametrarna som användes påverkar företagets totalkostnad. Dessa scenarion utvärderades och vidare analyserades i jämförelse med det nuvarande tillvägagångssättet för att få en överblick över vilka styrparametrar som har störst respektive minst påverkan på totalkostnaden.

3.1 Nulägesanalys

En förståelse kring hur företaget arbetar i nuläget är väsentlig information för att få en förståelse kring hur det fungerar och vad som kan förbättras. Genom nulägesanalysen identifierades fördelar och begränsningar i företagets logistik och lageruppbyggnad. Analysen är därav nödvändig för framtida analyser och undersökningar (Kuppulakshmi, Sugapriya & Nagarajan, 2025).

En analys av alla lines genomfördes, med fokus på hur stor volym de kör och vilka olika produkttyper som producerades. Detta gjordes genom att hämta data och information från RS Production där data kring cykeltider för varje produkttyp kan sammanställas (RS Production, 2025). Den hämtade datan kommer från föregående år, där den genomsnittliga cykeltiden för respektive produkttyp under hela året syns. Den tid som valdes för vidare analys var den genomsnittliga cykeltiden inklusive maskinstopp, detta med syfte att få en säkerhetsmarginal i stället för det optimala värdet utan några stopp.

Datan om maskintiden för varje produkttyp, på varje line kunde i sin tur översättas till antalet produkttyper/timme, sedan till antalet typer/skift och till sist antalet produkttyper/2-skift. Ett skift antogs vara 8,5 timmar då maskintiden varje dag på en 2-skiftsdag är 17 timmar. Skiften som används var förmiddag och eftermiddags skiften, det vill säga klockan 06–23 vilket då motsvarar 17 timmar. Analysen visade hur många artiklar som kan tillverkas genomsnittligt där även alla maskinstopp är inkluderat. Det kan vara så att vissa veckor och månader är det mer stopp eller mindre, beroende på om det finns planerade stopp eller ej. Den uppskattade mängden som kan tillverkas varje dag är därmed ett medelvärde av datan från 2025.

Allt detta sammanställdes i ett separat excel dokument. Här kontrollerades vilka produkttyper som kan kategoriseras som låg-, mellan respektive högvolymare. Det som representerar en sådan volymkategori är beroende på hur ofta och hur stora batchstorlekar som produkttyperna tillverkas i. Dessa tolkas genom att de färgkodades i grön, gul respektive röd färg beroende på vilken volymkategori de tillhör.

När dessa kategoriserades, avlästes även hur många produkttyper som går att tillverka på respektive line. På grund av hur programmeringen är gjord på maskinerna går det mycket snabbare att ställa om mellan artiklar med samma ursprung gällande råmaterialet. Detta blev nästa steg, analysera vilka produkttyper som hade samma artikelnummer och därav är utav samma material. Exempelvis på line 1, är produkttyp 2 och 23 utav samma material, därav är det fördelaktigt att efter man tillverkat en batch av produkttyp 2, passa på att gå direkt till produkttyp 23 då omställningstiden blir lägre. Endast ett antal knapptryck krävs för att byta tillverkningen mellan dessa. Detta undersöktes för alla produkttyper, se vilka som har samma artikelnummer men även analysera vilka som redan är färdigproducerade externt och som direkt skickas till autopacken.

Vidare analyserades alla 8 lines var för sig, där all data kommer ifrån företagets datasystem RS Production och avser data från hela föregående år (2025). Vid beräkning och analys av linesen kommer förhållningen och jämförelsen mellan de nytänkta idéerna för scenariobygget vara med nulägesanalysen. All tillverkningsstatistik från föregående år kombineras med det avrop som företaget har nuvarande år (2026). Genom AC Flobys egna lagerutvecklingsdokument, har alla avrop från samtliga kunder lagts in veckovis, där värden från vecka 6–52 användes.

Utifrån dessa värden, togs det fram ett totalt avrop för alla veckor samt ett genomsnittligt avrop för varje vecka. Med denna statistik sammanställdes varje produkttyp och line för sig,

med syfte för att tydligt kunna se vilka produkttyper som behöver produceras mest frekvent samt av vilken mängd. Det noterades även hur företaget producerar i nuläget. Om det exempelvis är färre tillverkningstillfällen men då i större batcher (mängd) eller om det är mer av en veckovis kontinuerlig produktion.

Sedan kategoriserades varje produkttyp var för sig enligt färgkodningen där färgtypen bestämdes av antalet som tillverkas per år. Denna data kunde i sin tur resultera i en översiktlig bild över hur stort avrop som är nödvändigt för varje line men även totalt för hela året 2026. En notering som kan göras utifrån den insamlade datan är att det endast är en prognos för 2026 samt att vissa produkttyper kan tillverkas på flera liner vilket innebär att avropet kan skifta beroende på produktionsupplägg.

För att inte vara för beroende av hur företaget lägger upp sin produktion i nuläget, undersöktes totala avropet för alla typer under hela året produktionsår 2026. Då exempelvis produkttyp 2 inte tillverkas på flera veckor för att sedan tillverkas i en större batch och ha i lager, var det svårt att förutspå när produktion bör ske. Det totala avropet kategoriserades under samma förutsättningar som tidigare gällande låg-, mellan- och högvolym. Utöver totalt avrop per år, estimerades det ett genomsnittligt avrop per vecka för samtliga typer. Detta för att få en överblick över hur många färdiga produkter som efterfrågas varje vecka. Avropet per år för varje produkttyp, sammanställdes även inom varje line, för att få en överblick över vilka lines som behöver producera mest och därmed kräver mest resurser.

3.2 Batchstorleksanalys

När det kommer till hur man ska fördela och göra en produktplan, ingår det i tillverkningsplanen, hur stora batcher man ska tillverka i. Att veta och planera hur stora dessa batcher ska vara kan vara en tidskrävande uppgift. Vid analys av företagets nuvarande batchsstorlekar och eventuella förändringar, har metoden som nämndes i den teoretiska referensramen, Economic Production Quality (EPQ) applicerats. EPQ är en vanlig metod att använda vid fall då problem eller frågetecken kring ens lagerhållning finns. Vid applicering av detta ska man kunna hitta en ”optimal” slutsats kring bästa möjliga batchsstorlekar (Khairani et al. 2022).

I denna studie applicerades denna metod, inte med avsikt att hitta den ”optimala” batchsstorleken utan som en analysmodell för att jämföra aktuellt arbetssätt med alternativa scenarion. Då EPQ är en metod som ska resultera i en minskning av lagerhållningskostnader vilket i sin tur den totala kostnaden för produktionen, ansågs det som en relevant metod för

detta ärende (Khairani et al. 2022; Asnan et al. 2020). Vid applicering av metoden behövdes följande parametrar:

- Årlig efterfrågan
- Omställningskostnad/h
- Årlig lagerhållningskostnad/produkt
- Daglig produktionstakt
- Daglig efterfrågetakt

Fyra av dessa fem parametrar kunde tas fram via företagets dataprogram RS Production eller via dess interna excel-dokument gällande statistik för lagerhållning och avrop för år 2026. När det kom till omställningskostnad per timme, även kallat setup cost/h, behövdes en annan tolkning göras till skillnad från originaltolkningen av begreppet. Då företaget inte hade ett nuvarande sätt som de beräknade sin omställningskostnad på, valdes det i den här studien att göra en så lik tolkning som möjligt. Tolkningen innebär en lägre kostnad än den faktiska kostnaden, då alla parametrar inte finns tillgängliga.

Vid tolkningen av omställningskostnad, summerades operatörkostnader/h med volymen av antalet produkttyper som går att tillverka under omställningstiden samt vinstmarginalen för varje produkt. Summan dividerades därefter med antalet ställtidsstimmar för en produkttyp. Detta utfördes för samtliga produktionslines och för samtliga produkttyper vilket i sin tur resulterade i en tolkad omställningskostnad/h för nästintill alla produkttyper. Då line 3 och line 10 endast kör en produkttyp för tillfället, gick det inte att beräkna en omställningskostnad, då dessa lines aldrig ställer om till en ny produkttyp. Det innebär att följande EPQ modell inte behövde användas för dessa lines. Beräkningsmodellen som användes för setup cost (omställningskostnad) visas enligt formeln nedan.

$$\frac{\text{Operatörskostnad} + \text{Antal produkter under ställtids} + \text{Vinstmarginal}}{\text{Ställtidsstimmar}} = \text{Setup cost}$$

När samtliga parametrar var givna, kunde en produktionskvantitet tas fram genom EPQ-modellen beskrivet i avsnitt 2.9. Då den insamlade datan för varje parameter, grundar sig i det aktuella tillståndet (första scenariot), måste det göras en tolkning för de resterande två scenariona. Vid ett av dessa två alternativa scenarion, började det återigen vid beräkning av omställningskostnaderna för produkttyperna. Det procentuella antalet ställtidsstimmar användes för att avgöra en prognos för antalet ställtidsstimmar för produkttyperna. Då antalet skift och därmed antalet arbetstimmar/vecka förändrades för varje scenario, togs den

procentuella andelen multiplicerat med totala antalet arbetstimmar/veckan för att få fram antalet ställtidsstimmar under ett nytt scenario med färre arbetstimmar, beskrivet i formeln nedan för ställtidsstimmar (%). Antalet produkttyper som går att tillverka förändrades också beroende på resultatet av antalet ställtidsstimmar som produkttyperna fick. Resterande parametrar ansågs vara konstanta och förändrades ej.

$$\frac{\text{Ställtidsstimmar för Line X}}{\text{Totala Produktionstimmar för Line X}} = \text{Produktionstimmar som är ställtids} (\%)$$

De resterande parametrarnas data var givna och sammanställdes för att ta fram en alternativ produktionskvantitet till det aktuella arbetssättet. En hypotetisk EPQ utfördes även för de alternativa scenariona utifrån prognoslagerkostnaderna som sammanställts i framtagningen av dessa scenarion. Produktionskvantiteten togs fram enligt EPQ ekvationen som är beskrivet i avsnitt 2.9.

3.3 Intervjuer

För att sedan bygga vidare på den line-kategorisering som utförts, beslutades det för att i nästa steg bygga vidare på information kring varje line. Informationen som söktes var hur produktions och materialplaneringen utförs på företaget. För att få den nödvändiga informationen, beslutades det för att ha en semi-strukturell intervju med två anställda från företaget, vars arbetsuppgifter berör de ämnen och informationen som efterfrågas. Fördelen med semi-strukturella intervjuer är att man kan flika in eller avbryta om det är något man inte förstår. Det underlättar både för de som intervjuar samt den som blir intervjuad, då tydligare svar kan ges på de frågor som ställs (Adhabi & Anozie, 2017).

3.4 Användning av litteraturstudier

Den litteratur som använts i studien har varit varierad. De vetenskapliga artiklar som har använts, hittades via databaser som Google scholar, Chalmers bibliotek, Scopus & Scopus AI. Det har även tagits fakta från kurslitteratur från en kurs på Chalmers vid namn Produktionslogistik.

Sökord: "Batch size", "Lead time", "Current state analysis", "Inventory", "Production management", "Capacity", "supply chain management", "lagerstyrning"

3.5 Scenariobygge

Syftet med studien, är delvis att ta fram de styrparametrarna som har störst påverkan på lageruppbyggnaden och den uppbundna lagerkostnaden. För att undersöka detta, togs det fram tre scenarion, alla med olika planeringsstrategier för att få den bästa möjliga överblick över hur lagerkostnaden, skiftformer och batchstorlek påverkar totalkostnaden.

Scenarioanalys bedömdes vara särskilt relevant för studien då metoden möjliggör jämförelser mellan nuläget och andra produktionsupplägg genom what-if analyser (Goyal et al., 2026). Justering av styrparametrar innebär en förändring i produktionssystemet som i sin tur påverkar kostnader och lageruppbyggnad, vilket sedan analyseras i syfte att se vilken av lagerkostnad, skiftform och batchstorlek som har störst betydelse för totalkostnaden.

Det första scenariot bygger på företagets aktuella produktionsplanering och används som referensscenario vid jämförelsen mellan de olika scenarierna. Vid detta scenario analyserades den procentuella fördelningen av produktionen mellan linesen. Den framtagna fördelningen användes då som underlag vid analys av den potentiella lageruppbyggnaden för samtliga scenarion. Detta innebär att produktmixen, det vill säga produkttyp andelen av den totala producerade volymen är konstant mellan samtliga scenarion.

Vid resterande scenarion fokuserades det även på att minimera antalet WIP produkter, men även de produkter som klassificeras som färdiga. Detta med syftet av att minska lagerhållningskostnaden, vilket i sin tur minskar totalkostnaden vilket är studiens syfte.

Strategin som det andra scenariot bygger på är att minska lageruppbyggnaden och korta ned mängden skift, vilket i sin tur kommer minska totalkostnaden. För att uppnå ett minskat lager är tanken är fokusera på de bromskivtyperna som har högst efterfrågan/avrop medan bromsskivorna med lägre avrop prioriteras närmare leveransdeadline i stället för i tidigt skede av produktionen.

Lagersaldot vid andra scenariot ansågs till att vara runt 1,5 veckors avrop. Med detta menas att vid produktionsstopp kommer lagret att räcka i en och en halv vecka tills det inte är några produkter kvar. Totala antalet produkter (1,5 veckors avrop) kunde i sin tur delas upp i andelar som varje line bidrar med till lageruppbyggnaden.

Det tredje scenariot fokuserar på att bygga upp lagret sakta över tid. Syftet är att kunna utnyttja maskinerna till fullt utan att behöva någon övertid. I och med att man går ned i antalet skift samtidigt som produktionen minskas är målet att totalkostnaden kommer att

minska likt det andra scenariot, men inte i samma utsträckning. Det tredje scenariot syftar till att vara en sorts blandning av nuläget och andra scenariot. Det valda lageruppbyggnadsavropet ansattes till cirka två veckors avrop för att bibehålla en hög leveransprecision, vilket är det viktigaste enligt företaget. Detta medför en lägre lagernivå än nuläget, då nuläget ligger på tre veckor. Eftersom antalet skift minskar, vilket innebär att produktionstimmarna minskar. Även lagernivån minskar kommer totalkostnaden minska så länge inga andra parametrar ändrar sig. Syftet med att minska antalet skift är på grund av den överproduktion som företaget nuvarande har. Har man i nuläget producerat den tillverkningsplan som lagts ut för den veckan, stängs produktionen ned. Därav kan minskningen av antalet skift kontra detta.

3.6 Analys och utvärdering

Scenarioanalysen fokuserar på att jämföra olika scenarion, med olika strategier, med syfte av frågeställningen som till exempel att undersöka vilken av de tre styrparametrarna, batchstorlek, lageruppbyggnad och skiftformer som har störst påverkan. Vid analys av scenariona bedöms de utifrån olika kriterier. Ett bra scenario ska kunna väva in kostnadseffektivitet, när det kommer till både personalkostnader samt uppbundet lager för råmaterial & färdiga produkter. Den viktigaste parametern som sattes i början utav studien, är att produktionen ska vara upplagd på ett sätt där en leveransdeadline aldrig får missas. Lageruppbyggnaden får alltså inte vara alltför låg då risken att missa leverans ökar vid minskande lager. Sista kriteriet, är att det inte ska vara en alltför stor omställning för företaget. För många förändringar i både antalet operatörer samt hur man lägger upp sin produktion kan vara kostsamt för företaget. Studien syftar på att med små förändringar minska totalkostnaden. Bästa möjliga scenario behöver inte heller nödvändigtvis vara ett framtaget hypotetiskt scenario, utan det optimala scenariot kan egentligen vara hur de fördelar produktionen i nuläget, därav den genomförda nulägesanalys & beskrivningen.

3.7 AI användning

I studien har ett AI-verktyg använts, i syfte att hitta relevanta studier som bygger upp de metoder och fakta som beskrivs. Det har varit Scopus AI, där med hjälp av relevanta sökord, hittat tidigare gjorda artiklar med samma bakgrund likt denna studie.

4. Resultat

För att möjliggöra en analys av materialhanteringen på bromsskivavdelningen, krävs en förståelse av företagets produktionssystem och tillhörande leveranskedja. Detta kapitel skall därmed presentera relevanta empiriska data, där leveranskedjestrukturen samt dess ingående delar och aktiviteter beskrivs och även belysa hur företaget går till väga vid tillverkningen av bromsskivor. Vidare redogörs företagets nuvarande arbetssätt och styrparametrar, vilket senare kommer användas som ursprungs scenario, det första scenariot.

4.1 Intervjuer

Efter en intervju med två anställda som berör ekonomi och anställning på företaget, kunde lönerna för operatörerna, beroende på skift-typ, fastställas. Då lönerna för operatörerna varierar beroende på vilket skift-typ som denne person arbetar på valdes det att ta fram den genomsnittliga lönen för en operatör, vilket är 46 260 kr/mån. Antal anställda som krävs på golvet (golvpersonal), är beroende på hur många skift som den linen kör. Vidare sammanställdes den kostnaden för varje artikel som körs på de respektive linesen. Efter mötet med de anställda, kunde en åtkomst till företagets inköpslista nås. Här beskrivs antalet och inköpspris för varje typ, beskrivet med ett artikelnummer. 11% av denna totala kostnad som varje artikel kostar att köpa in anser företaget vara bundet kapital. Därav är det 11 % av den totala tillverkningskostnaden som anses vara uppbunden kostnad i lager. Lagerkostnaderna och personalkostnaderna kan nu sammanställas till en totalkostnad som varje line ”kostar” att köra i företagets nuvarande produktion. Även en annan tabell gällande lagerutveckling i kombination med lagerkostnader kan utföras för att få ett grepp om hur stort uppbyggt lager företaget har, kostnadsmässigt.

4.2 Leveranskedja

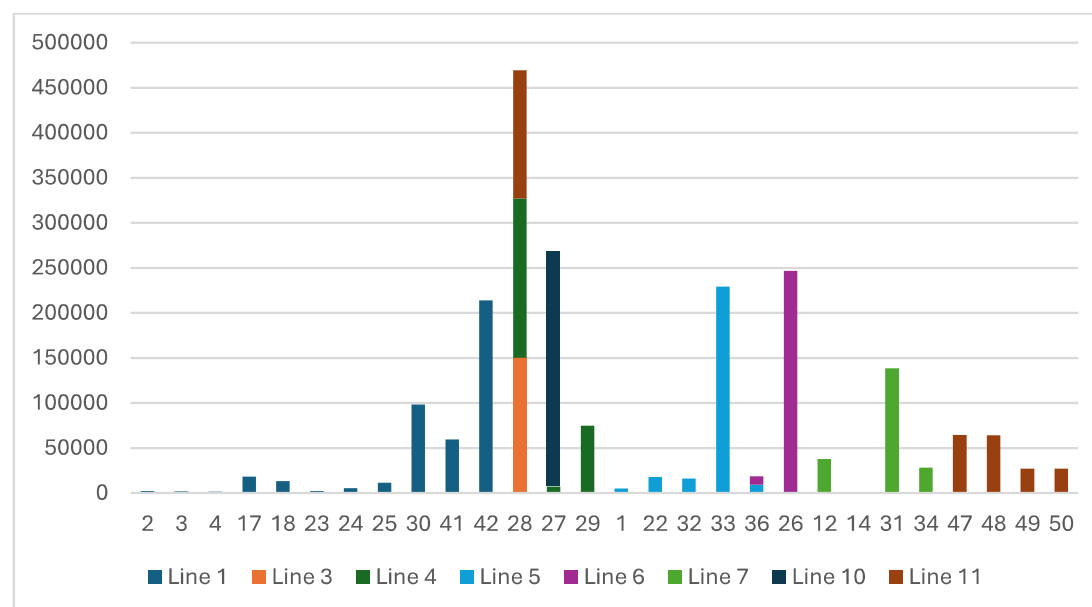
Med tanke på att företaget har avrop från diverse kunder med samma behov, utnyttjas MTS (Make to stock) strategin. Leveranskedjan inleds med inköp genom olika grossister av råmaterial. Gjutna bromsskivor, det vill säga råmaterialet i denna studie, är huvudsakligen inköpta med prognosbaserade beställningar från norra delen av Tyskland. I och med att stål väger mycket och att det är stora mängder som skall fraktas så nyttjas järnvägstransport. Vid specialbeställningar eller vid tågproblem kan vägtransport användas. Vägtransport har enligt företaget kortare leveranstid men har en högre leveranskostnad än järnvägstransport. Detta på grund av att kapaciteten är högre för järnvägstransport än vägtransport, men att flera stopp

innebär en förlängd leveranstid. Vägtransport kan ofta leverera inom några dagar, medan andra alternativet tar upp till en vecka. Detta blir ett särskilt relevant ämne när det sker järnvägsproblem / tågproblem. En veckas leveranstid innebär att problemet måste meddelas tidigt till respektive kund för att inte riskera brister i produktion.

När tågen anländer i Falköping lastas råmaterialet av för att sedan lagras i ett externt lager. Detta lager ligger i Falköping och är ungefär 18 km ifrån Floby. Utöver detta centrallager existerar det flertalet mindre anläggningar men dessa ingår inte i studiens scope. Från centrallagret transporteras råmaterialet till produktionsanläggningen, AC Floby, med hjälp av lastbil där avlastningen sker med truckar, för att sedan lagras intern på fabriken. Denna interna lagring är det som är första steget i produktionssystemet som beskrivs i kommande kapitel.

4.3 Produkter

Avdelningen på bromsskivor använder tre maskiner på respektive line som svarar antingen en variant eller flera varianter av bromsskivor beroende på line. Företaget använder sig just nu av 28 olika produkttyper på sin produktion lines där flertalet av dessa kan köras på flera lines. Fördelningen av de 28 olika färdiga produkttyperna mellan de olika linesen förtydligas av figur 3 nedan. Figuren visar även att det är flera av dem som produceras i betydligt större mängd än andra. Dessa är produkttyp 30, 41, 42, 28, 27, 29, 33, 26 och 31. De klassas som högvolymare och som visas på figuren är det produkttyp 28 som har betydligt störst produktion.



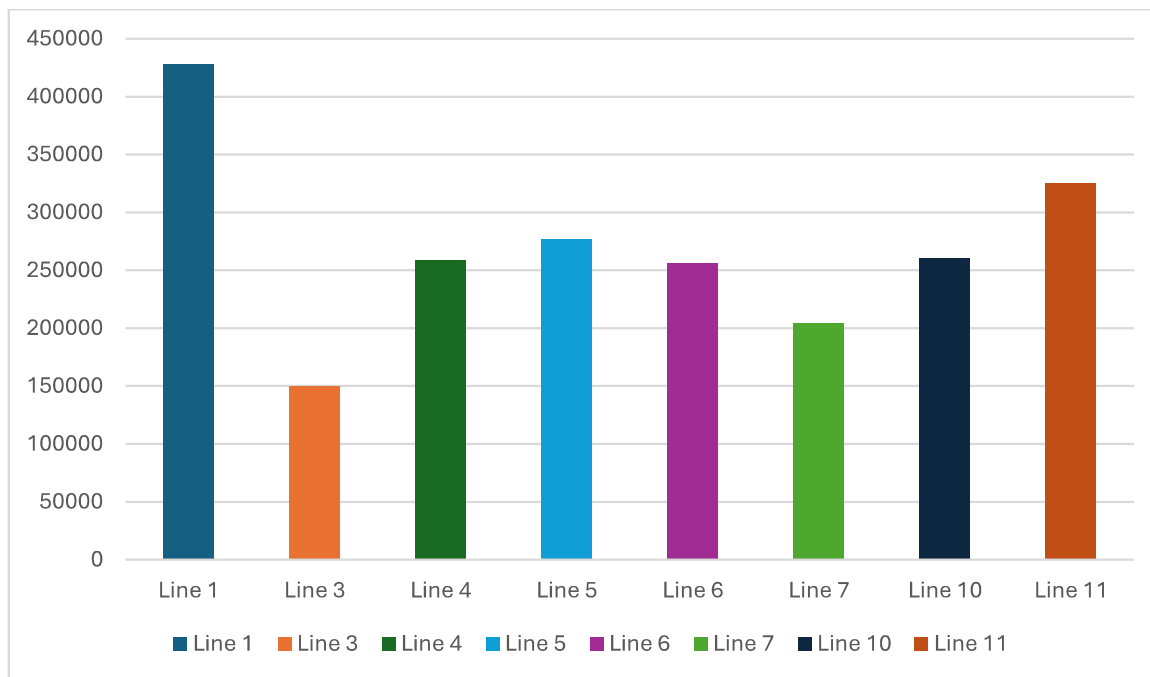
Figur 3, fördelning av olika typer mellan lines

Då produkttyperna som visas i figuren är färdigvarvade, måste kännedomen av deras ursprung förtydligas. Flera av dessa färdiga produkter utgår från samma råmaterial, det vill säga samma artikelnummer enligt företaget. De typerna som delar råmaterial är följande:

- Produkttyp 1/22
- Produkttyp 2/23
- Produkttyp 3/24
- Produkttyp 4/25
- Produkttyp 26/39/46
- Produkttyp 28/44

För förtydligande kan en batch av råmaterialet för produkttyp 1 även agera som en batch för produkttyp 22. Den kan även delas på hälften för att agera som en halv batch för respektive typ. Skillnaden mellan produkttyperna är dimensionerna på dem.

I figur 4 nedan, visas det att Line 1 har störst mängd producerade produkter vilket gör den till den mest prioriterade linjen att analysera, då det är där en analys ger den mest märkbara skillnaden. Line 1 tillverkar även flest olika produkttyper vilket kan tydas i figur 3.



Figur 4, volymfördelning mellan lines

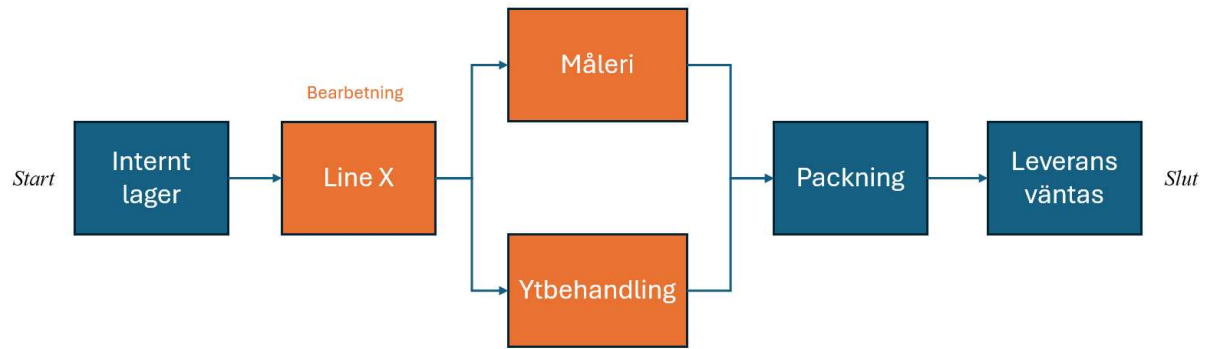
4.4 Produktionssystem bromsskivor

På företaget sker det utöver den externa materialplaneringen, en intern sådan. Där börjar planeringen av produktionsplanen med affärssystemet ERP, som beskrivs i den teoretiska referensramen. Avropen som materialplaneraren får kommer enbart från ERP som avropar automatisk varje söndag. Med avropen i beaktning använder sig materialplaneraren på bromsavdelningen av erfarenhetsbaserad uppskattning på hur stora de olika produktionsplanerna ska vara. Produktionsplanen blir därefter en order för hur de olika produktionsprocesserna ska lägga upp produktionen.

Produktionen av bromsskivor initieras med att en truck lämnar råmaterial vid startpunkten av en line. Detta är första steget i den interna produktionsprocessen. Råmaterialet genomgår därefter svarvning i sekventiella steg som inte ingår i denna fallstudies scope, då hur produktionen går till inte analyseras utan det är bara ställtiden som är relevant för batchstorleken. Dessa svarvningssteg utgår ofta från att båda sidor av en bromsskiva grovsvarvas för att sedan finsvarva föregående sidor, det vill säga fyra svarvningssteg. Olika lines använder olika råmaterial och svarvar därmed olika färdiga artiklar men genomgår samma grundläggande steg. Vardera line innehaver ett antal WIP artiklar både på bandet och i bearbetning, vilket agerar som en buffer.

På företaget måste produktionsplanerare vara medveten om vad de olika linesen kör för produkttyp och hur det går. Programmet RS Production används med ändamålet att skapa ett informationsflöde internt inom företaget. Det är i detta program som operatören förmedlar till produktionsplanerare vem som kör vad, samt vilken typ som körs. Vid eventuella problem i produktion kan maskinoperatören även skriva vad för kategori problemet samt tilläga kommentarer om förtydligande är av behov.

När en bromsskiva har passerat genom alla operationer på en line transporteras den vidare för att målas om det är en äldre variant av bromsskiva, medan de nyare värmebehandlas. Sista steget blir därefter packning för att sedan lagras som färdig produkt för att invänta leverans till kund. Bilden nedan visar en övergripande bild på hur bromsskivan förflyttas internt i fabriken med dess ingående bearbetningsdelar.



Figur 5, produktionsflödet på bromsskivor

4.5 Omställning

När det eventuellt blir en planerad omställning på en bromsskivline behöver flera steg gås igenom, antal steg varierar mellan lines. Vissa lines behöver bara byta program och verktygshållare, medan andra kan behöva göra fler steg. Detta är dock som nämnt tidigare utanför denna fallstudies scope.

En omställning kommer inte att ske på line 3 och line 10, då de endast kör en produkttyp för tillfället på företaget. Innan en omställning ska ske måste det finnas en anledning för omställningen, vilket oftast är i form utav en order som finns i affärssystemet Monitor, som används av företaget. Det är upp till operatören själv att veta när omställningar ska ske med undantag för om en annan line som kör en produkttyp som kan köras på flera lines får problem. Detta kan leda till att en produkttyp, förmodligen en med högt avrop då dessa ofta kan köras på flera lines, behöver prioriteras på samtliga lines som kan köra den. Då får operatören ett samtal från driftledaren för avdelningen på det skiftet som berättar läget och att en omställning ska ske.

Det som händer sedan är att hela linen ska tömmas på bromsskivor i båda maskin och banor samtidigt som det nya råmaterialet anländer till linen. Verktygshållare byts, upplägg i chuck byts, spännbackar byts osv. I samband med allt detta sker även programbyte av maskinerna, vilket kan vara ett knaptryck utöver det som nämndes innan.

De maskiner som svarvar bromsskivorna utnyttjar CNC kod som behöver bytas vid körning av annan typ, då det är olika dimensioner på olika typer. Med tanke på att det finns betydligt fler produkttyper bromsskivor än lines, innebär det att omställningar är ett måste. Företagets definition av en omställningstid är den tid som linen avstår från produktion för att byta typ på

samma line. Omställningar anses som dyra då produktion inte är möjligt under hela den tiden som omställningen sker, men kan utöver det kräva resurser som kunskap och material som skulle kunna vara svåra att få tag på.

Den tid som krävs för en omställning kan kraftigt variera beroende på vilken line det är samt vilken produkttyp det skall ställas om till. Några lines har några få knapptryck medan andra är betydligt mer avancerade. Det kan även bli problematiskt vid de lines som kör flest typer av bromsskivor om en omställning tar lång tid, då planeringen kan ändras kortsiktigt. En line med många produkttyper ställer högre krav än lines med liten mängd produkttyper på flexibilitet och effektivitet. Mindre batchstorlekar möjliggör omställningar oftare vilket kan leda till ett jämnare produktionsflöde av olika produktionstyper. Risken att hamna efter med hög produktmix är större på grund av att det sker fler omställningar vilket generellt sett ökar omställningstiden vilket vidare fördröjer produktion.

När väl en batch har påbörjats av operatören så bör den oftast köra klart. Existensen av pall med råmaterial vid linesen är även en ytterligare kostnad då ytan som används till produktion behöver användas som lager. Därmed blir det av största behov för företaget att materialplaneraren har ett kvalitativt underlag när en omställning väl ska ske. Yttre faktorer som ligger utanför makten hos materialplaneraren kan skapa brister i planeringen och måste tas i beaktning vid den vardagliga planeringen, om sådana uppstår.

4.6 Kapacitetsutnyttjande

Svarvningen av bromsskivor använder komplexa maskiner med CNC kod och innebär stora kostnader för företaget vid inköp. För att en maskin ska vara ekonomiskt lönsam krävs ofta flera månader, om inte år för att inköpet ska återbetalas. Det som blir viktigast för nya inköp av maskiner är att de faktiskt nyttjas dygnet runt. Enligt lean teori betraktas tid som inte bidrar till en värdeskapande aktivitet som ett slöseri (Liker, 2004).

4.7 Nulägesbeskrivning

På förhand hade det kommunicerats att företaget lägger upp sin lagerutveckling på ett erfarenhetsbaserat sätt. Det innebär att det inte fanns några tydliga riktlinjer när det kommer till vilka styrparametrar som är viktigast samt vilken nivå de ska ligga på för optimal tillverkning och samtidigt vara kostnadseffektivt. Tabell 1 och 2 nedan visar på den interna klassificeringen som avgjorde vilken volymtyp varje line anses ha. Denna volym baserades på

den genomsnittliga tillverkningen som finns på de olika linesen.

Tabell 1: Den ansatta volymnivån som ansattes till varje line, beroende på hur många typer som tillverkas varje månad.

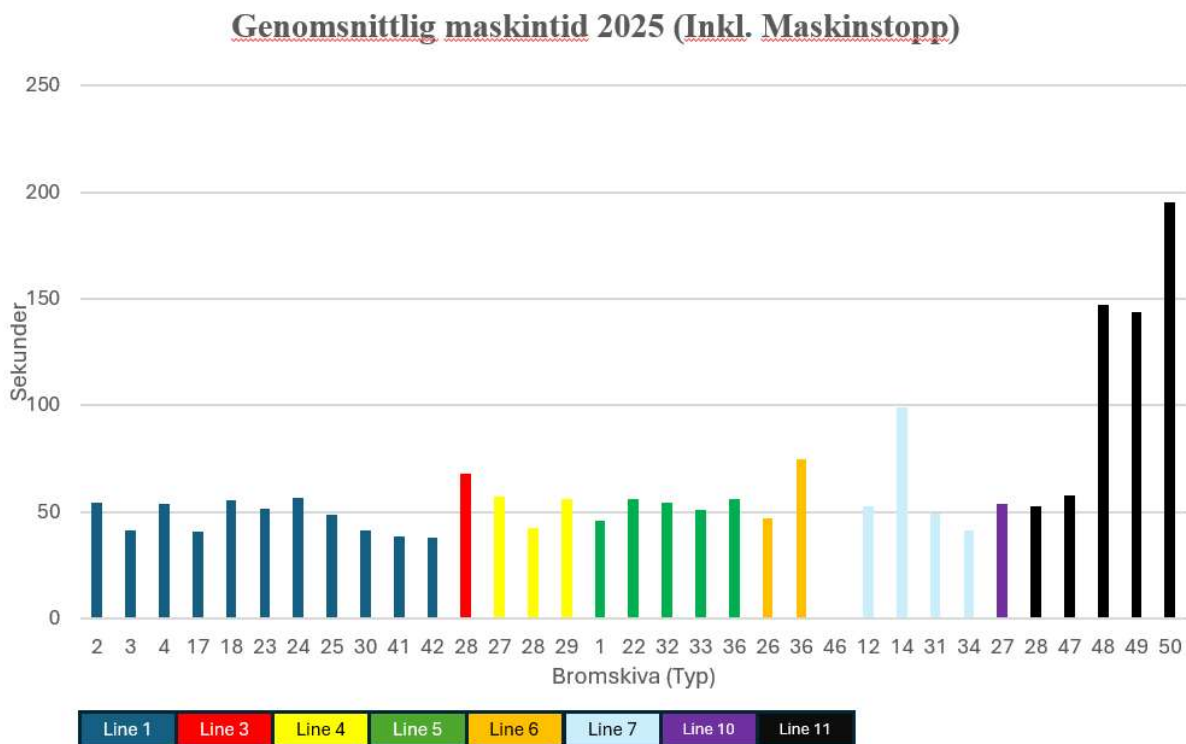
Total Volym	Volymnivå
$0 < X < 27\,500$	Lågvolym
$27\,500 < X < 37\,500$	Mellanolym
$37\,500 < X$	Högvolum

Tabell 2: Beskrivning över hur många typer som varje line tillverkar per månad samt den ansatta viktade graden angavs varje line.

Line	Total Volym	Viktad Grad
Line 1	61 288	
Line 3	12 195	
Line 4	26 283	
Line 5	36 212	
Line 6	35 720	
Line 7	29 694	
Line 10	36 216	
Line 11	41 712	

Vidare på samma spår, undersöktes det med hjälp av företagets datasystem RS Production, statistik från föregående års cykeltider för respektive line och produkttyp. Vid datainsamlingen användes den cykeltid som även inkluderade maskinstopp för att få ett mer trovärdigt värde på hur lång tid det tar för en produkttyp att produceras. En produktion utan maskinstopp är praktiskt omöjlig då inga maskiner kan arbeta konstant utan några omställningstimmar, förutsatt att fler än 1 produkttyp tillverkas på den linen. Detta är högst osannolikt, därför inkluderades maskinstopp i cykeltiden. Den insamlade datan är högst relevant för framtida framtagning av alternativa scenarion till nuläget.

Något att belysa från figur 6 är att produkttyperna 48, 49 och 50 alla har en högre genomsnittlig maskintid i jämförelse med resterande produkttyper. Detta beror på länge planerade underhåll under tillverkning av dessa produkttyper. Därav är datan gällande dessa något högre än den verkliga cykeltiden.



Figur 6: Cykeltider inklusive maskinstopp för varje enskild typ. Tiderna är tagna från år 2025 och är ett genomsnitt taget över hela året. Stapel-färgerna indikerar vilken line som statistiken är tagen ifrån, då flera typer är återkommande.

Totalt sett, har företaget ett genomsnittligt avrop på 46 244 produkter per vecka. Vilket stämmer bra överens med företagets ideala/önskade lagersaldo på cirka 90 000 som motsvarar cirka 2 veckors avrop. Även fast önskade lagersaldot ligger på cirka 2 veckors avrop, har de för tillfället 3 veckors avrop.

Avslutningsvis sammanställdes de uppboundna lagerkostnaderna för både råmaterial och färdiga produkter som fanns i lager under ett specifikt tillfälle (16-04-2026). Datan given användes för att räkna ut en total kostnad för respektive line samt produkttyp.

Tabell 3: Beskriver lagersaldot för råmaterial och pris för respektive produkttyp, taget från 16-04-2026.

Produkttyper	Lagersaldo Råmaterial (antal)	Pris/enhet (kr)
Typ 1/22	2136	118,5
Typ 2/23	2395	153,8
Typ 3/24	26	169,8
Typ 4/25	3462	193,5

Typ 12	3271	126,7
Typ 17	4036	183,8
Typ 18	486	157,8
Typ 26	14 325	165,8
Typ 27	19 618	201,4
Typ 28/44	23 842	250,7
Typ 29	8542	280,4
Typ 30	10 357	208,9
Typ 31	83	138,5
Typ 32	8881	148,2
Typ 41	2443	212,3
Typ 33	5366	119,7
Typ 34	2910	105,8
Typ 36	0	151,9
Typ 42	5050	197,9
Typ 47	781	687,7
Typ 48	349	243,2
Typ 49	1213	452,5
Typ 50	1451	319,5

Tabell 4: Visar färdiga produkters lagersaldo och pris för respektive produkttyp, taget från 16-04-2026

Produkttyper	Lagersaldo Färdiga produkter (antal)	Pris/enhet (kr)
Typ 1/22	6901	146
Typ 2/23	1187	201
Typ 3/24	1092	222
Typ 4/25	465	247
Typ 12	5001	167
Typ 17	1309	231
Typ 18	3197	200
Typ 26	10 896	180
Typ 27	11 800	232

Typ 28/44	21 031	283
Typ 29	7705	319
Typ 30	4117	239
Typ 31	6860	160
Typ 32	2595	215
Typ 41	5330	245
Typ 33	15 324	145
Typ 34	4167	148
Typ 36	3914	119
Typ 42	14 668	222
Typ 47	1782	700
Typ 48	946	269
Typ 49	1232	471
Typ 50	801	344

I jämförelse med tabell 3 och 4 ovan gällande råmaterial, är det ju självklart olika antal men även annat pris för alla produkttyper. Även här anser företaget att vissa typer ingår under samma lagersaldo, med tanken att de fortfarande innehåller samma råmaterial bara andra dimensioner.

4.8 Lageruppbyggnad

Företagets strategi utgår från att ett lager av färdiga varor innehåller mellan 90 000–100 000 produkter. Detta för att säkerställa ett lågt bundet kapital men ändå aldrig missa leveranser. Denna strategi tar däremot inte hänsyn till de fyra veckor under sommaren där produktionen står still trots kundbehov. Därför bygger företaget upp ett lager över månaderna innan vecka 29, som är semesterns start. En ineffektiv lageruppbyggnad kan öka lagerhållningskostnaden vilket ytterligare belyser vikten av en balanserad lageruppbyggnad.

4.9 Implementering av EPQ

Som nämnt i avsnitt 3.2, började EPQ analysen med att ta fram en tolkning för omställningskostnaden som företaget saknade. Genom metoderna beskrivet i samma kapitel, resulterade det i en uppskattad omställningskostnad för samtliga produkttyper på samtliga lines. Tabell 5 nedan beskriver de parametrar som användes och dess korresponderande värden för att räkna ut omställningskostnaden för alla produkttyper på line 1. Det räknades

även ut en procentuell andel ställtidsstimmar som varje produkttyp innehar. Den andelen beskriver hur många av de totala produktionstimmar som är ställtidsstimmar. Vilket är ett värde som är relevant för vidare beräkningar av andra och tredje scenariot. Viktigt att notera här är mängden ställtidsstimmar (%) som de produkttyper som sällan tillverkas har. Produkttyperna som 4 och 17 har en ställtidsstimmar (%) på 5,5 % respektive 12,2 % vilket är väldigt höga värden på två produkttyper som ställs om till väldigt sällan. Det är mer rimligt att produkttyperna som 30 och 41 har högre andel ställtidsstimmar då de är produkttyper som har stort avrop varje vecka och därmed behöver fler tillverkningstillfällen än 4 och 17.

Tabell 5: Beskrivning över egna tolkningen för omställningskostnad av produkttyperna, tabellen visar produkttyperna för line 1

Produkt typ	Ställtids (timmar)	Operatörs kostnad (kr/h)	Antal produkter under ställtids (st)	Vinst-marginal (kr)	Omställnings-Kostnad (kr/h)	Ställtids (timmar) (%)
2	1	289	66	47	3410	1,1%
3	0,5	289	43	52	5097	0,6%
4	5	289	333	53	3601	5,5%
17	11	289	973	47	4165	12,2%
18	2	289	129	42	2871	2,2%
23	4	289	280	47	3369	4,4%
24	3	289	191	52	3407	3,3%
25	6	289	442	53	3968	6,6%
30	27	289	2348	30	2656	29,8%
41	12	289	1125	33	3087	13,3%
42	19	289	1795	24	2287	21%

När det kommer till de resterande parametrarna för beräkning med EPQ-modellen, var samtliga givna sedan tidigare förutom en av den insamlade datan från företagets interna excel-dokument gällande lagerhållning och programmet RS Production. Den sista parametern som inte var given var lagerhållningskostnaden per enhet för samtliga produkttyper. Det innebär den uppbundna lagerkostnaden som varje enskild produkttyp uppges bidra med per år. Det togs reda på genom att samla in den totala kostnaden som varje produkttyp bidrar med och dividera det, med det totala antalet produkter som ingår i lagersaldot.

Då den insamlade datan är baserat på nuvarande data, är den därav representativ för det första scenariot. Samma metoder applicerades för att ta fram produktionskvantiteten för resterande scenarion men med liknande modifieringar likt ställtidsstimmar (%) som utfördes vid

beräkning av omställningskostnaden. Alla parametrar anpassades beroende på de kriterier som ansattes för scenariona gällande antalet produkter i lager och antalet tilldelade skift (arbetstimmar). Där exempelvis lagerhållningskostnaden för samtliga produkttyper förutspåddes genom att vid första scenariot, räkna ut den procentuella mängden som varje produkttyp bidrar med till det totala lagersaldot. Varje produkttyp kunde därmed både få en förutspådd kostnad och antal beroende på hur många veckors avrop som scenariot antogs ha i lager.

Nedan visar tabell 6 en jämförelse i produktionskvantiteten som beräknades för varje produkttyp på line 1 för samtliga scenarion. Resterande produktionskvantiteter ligger under kapitel 8 Bilagor. Där ”ogiltig” innebär att vinstmarginalen mellan råmaterial och färdigprodukt var negativ och därav en faktor som inte går att räknas vidare på. Vad det beror på anses vara utanför vårt scope och ingen mer undersökning kring detta utfördes. Tecknet ”-” beskriver de produkttyper som inte har varit under produktion och därmed inte haft någon ställtids. Det beror på att dessa inte har varit under produktion och därmed finns ingen data gällande deras ställtider. Utan ställtids-datan kan ingen produktionskvantitet beräknas, därav ströks även dessa i beräkningarna.

Tabell 6: EPQ jämförelse av scenarierna för produkttyperna på line 1

Produkttyp	Produktionskvantitet (Scenario 1)	Produktionskvantitet (Scenario 2)	Produktionskvantitet (Scenario 3)
2	891	845	845
3	883	890	883
4	659	691	696
17	2705	2772	2781
18	1915	1833	1822
23	915	864	867
24	1242	1246	1242
25	2076	2181	2192
30	5187	5700	5602
41	3988	4302	4260
42	8140	8817	8280

4.10 Framtagna scenarion

För att besvara frågeställningen och syftet med fallstudien behövde scenarion tas fram. Dessa tre scenarion ska undersöka betydelsen av de styrparametrarna som uppfattades som de mest kritiska för företaget, det vill säga lagerkostnader, skiftform och batchstorlek. Parametrar som

inte tas i beaktning är de som ingick i avgränsningen tidigare, det vill säga processer angående externa leverantörer som inköpslistor och kundbehov.

Tabell 7-9 visar på de bidragande kostnaderna som varje scenario bidrar med. Varje scenario ansattes ett önskat lagersaldo samt skift-typ beroende på hur stort avrop som är önskat varje år. Dessa två parametrar styrde i sin tur hur stort uppbundet lager för både råmaterial och färdiga produkter samt personalkostnader som varje line bidrar med varje år. Dessa skiftförändringar och önskade lagersaldon beskrivs enligt nedanstående tabeller, med deras bidragande kostnader.

Totalt sett, har företaget ett genomsnittligt avrop på 46 244 produkter per vecka. Vilket stämmer bra överens med företagets ideala/önskade lagersaldo på cirka 90 000 som motsvarar cirka 2 veckors avrop. Även fast önskade lagersaldot ligger på cirka 2 veckors avrop, har de för tillfället 3 veckors avrop.

Tabell 7: Scenario 1 – Leverans-säkra. Beskriver det aktuella arbetssättet där främsta målet är att alltid hålla sina leveransdeadlines

Line	Skift-typ	Uppbundet lager (råmaterial, kr/år)	Uppbundet lager (färdig produkt, kr/år)	Personalkostnader (kr/år)	Total kostnad (kr/år)	Avrop/år (st)
1	3	609 737	779 242	1 597 488	2 986 467	427 807
3	2	210 359	209 595	1 010 616	1 430 570	150 198
4	3	519 721	521 747	1 597 488	2 638 956	258 757
5	3	243 242	468 314	1 597 488	2 309 044	277 430
6	2	261 271	266 708	1 010 616	1 538 595	256 228
7	1	80 710	280 476	505 308	866 494	204 371
10	3	421 517	292 308	1 597 488	2 311 312	260 775
11	3	366 363	462 345	1 597 488	2 426 195	325 496

Tabell 7 visar på det andra framtagna scenariot. Här har ett önskat lagersaldo på 1,5 veckors avrop ansatts, vilket motsvarar 67 533. Strategin är att lagernivåerna ska vara låga och fokusera på de produkttyper som har högst avrop varje vecka, där produkttyperna med lägre avrop ska tillverkas i stället tätt in på leveransdeadline. Tanken vid skiftformerna är att sänka antalet skift och fokusera på en procentuell uppdelning. Förslagsvis kan en operatör jobba 50% på line 1 och 50% på line 7 enligt uppdelningen. Problemet för line 5 kan lösas genom att en befintlig operatör jobbar ett skift extra då och då eller att man tar in en ny deltidsanställd.

Tabell 8: Scenario 2 - Hållbart minimum och resurseffektiva

Line	Skift-typ	Prognos, uppbundet lager (råmaterial, kr/år)	Prognos, uppbundet lager (färdig produkt, kr/år)	Personalkostnader (kr/år)	Total kostnad (kr/år)	Avrop/år (st)
1	50% 2-skift 50% 3-skift	312 939	391 480	1 304 052	2 008 471	427 807
3	2-skift	107 964	105 298	1 010 616	1 223 877	150 198
4	2-skift	266 739	262 118	1 010 616	1 539 474	258 757
5	60% 2-skift 40% 3-skift	124 841	235 274	1 245 365	1 605 480	277 430
6	2-skift	134 094	133 990	1 010 616	1 278 700	256 228
7	50% 1-skift 50% 2-skift	41 423	140 907	757 962	940 292	204 371
10	3-skift	216 337	146 851	1 597 488	1 960 676	260 775
11	3-skift	188 030	232 275	1 597 488	2 017 794	325 496

Tabell 8 och det tredje scenariot ska blanda perspektiven och målen från de föregående scenariona. Därmed att hålla ner lagernivåerna jämfört mot första scenariot men även vara mer leverans-säkra jämfört mot det andra scenariot. Dessa ansatta skift-former har samma tankesätt som föregående scenario. Här kan det försöka skapas en möjlighet så att flera operatörer kan arbeta på flera olika lines eller ta in deltidanställda som fyller en viss lucka eller lägga in övertid för en operatör enstaka dagar.

Tabell 9: Scenario 3 – Fördelad produktion

Line	Skift-typ	Prognos, uppbundet lager (råmaterial, kr/år)	Prognos, uppbundet lager (färdig produkt, kr/år)	Personalkostnader (kr/år)	Total kostnad (kr/år)	Avrop/år (st)
1	3-skift	409 070	521 974	1 597 488	2 528 532	427 807
3	2-skift	141 129	140 397	1 010 616	1 292 142	150 198
4	2-skift	348 679	349 491	1 010 616	1 708 786	258 757
5	25% 2-skift 75% 3-skift	163 190	313 699	1 450 770	1 927 660	277 430
6	2-skift	175 286	178 654	1 010 616	1 364 555	256 228
7	50% 1-skift 50% 2-skift	54 148	187 876	757 962	999 986	204 371
10	3-skift	282 794	195 802	1 597 488	2 076 083	260 775
11	3-skift	245 791	309 701	1 597 488	2 152 980	325 496

4.11 Utvärdering av resultat

Resultaten från de tre scenarierna skiljer något i total kostnad, främst sker det större förändringar i upplägget av lageruppbyggnaden. Det första scenariot visar endast på hur företaget agerar i nuläget. Deras skift-typer, personalkostnader samt baserat på lagret i nuläget. Inga förändringar gjordes utan endast analys utfördes.

Vid scenario 2 utfördes ett produktionsupplägg utifrån ett perspektiv riktat åt hållbart minimum i både lageruppbyggnad och skift. De bromskivetyperna som har högre avrop prioriterades och de som anses vara låg-volymare, är tanken att de ska tillverkas tätt inpå deadline. Detta med åtanke att hålla ner lagret och fokusera på en tillverkningsplan strax över avropet. Resultatet i sin tur resulterar i lägre lagerkostnader samt personalkostnader, där det sker förändringar i skift-typer på några lines, men även ökad risk att produktionen hamnar efter och att övertid kan bli ett faktum nära semestern.

Det sista framtagna scenariot är baserat på att lagret ska öka med jämn takt, det vill säga lika mycket varje månad utan några snabba produktionstillfällen som kan resultera i övertid. I scenariot gjordes enstaka förändringar i skift gentemot nuläget samt att lagret drogs ner till en liten mindre men ändå stabil nivå. Resultatet från det sista scenariot gav en kostnad som kan anses vara ett mellanting mellan de föregående scenarierna.

Analysen kring lämplig batchsstorlek med metoden EPQ för de olika scenarierna, blev ett utfall som anses rimligt. Jämförelserna mellan tabell 6 och bilaga 1-6 visar en korrelation mellan scenarierna. Det första scenariot har tendensen att ha större batchsstorlekar på produkttyperna, där största anledningen förmodas till att vara mängden arbetstimmar som är fördelade i scenariot. Första scenariot har flest arbetstimmar utav de tre, det innebär att det går att fördela produktionen jämnare över linesen och därmed fördela volymen likaså, eftersom mer tid kan läggas på omställningar. Trots att antalet omställningar inte spelar stor roll för första scenariot, togs det ändå fram en lämplig produktionskvantitet för scenariot. Antalet omställningar har större betydelse för de resterande två scenarierna som har färre arbetstimmar och behöver därmed ställa om mer sällan.

Att det andra scenariot, är det scenario som snittar lägst batchsstorlek utav de tre scenarierna är även detta rimligt. Detta på grund av att det är scenariot, vars perspektiv är riktat mer åt att vara resurseffektiva och hålla ett "hållbart minimum". Det innebär att man ska försöka hålla ner mängden produkter i lager och i stället fokusera på att uppnå avropet som efterfrågas varje vecka. Det resulterar då i att det görs fler omställningar mellan produkttyper då färre antal

produceras i snitt. En slutsats att dra från EPQ-modellen är att, desto fler arbetstimmar, det vill säga fler skift som läggs tillgängliga, är det mer lönsamt att tillverka i större batches. Tillverkning av större batches och fler skift innebär en stor säkerhetsmarginal till avropet, samtidigt som de ökar den uppbundna lagerkostnaden.

Resultatet i sig, bör dock vara något större än det beskrivna i denna studie. Det på grund av den tolkning som gjordes utav omställningskostnaderna för produkttyperna. Då företaget i nuläget inte räknar på någon omställningskostnad och dess involverande parametrar, var en egen tolkning tvungen att beräknas. Variabler såsom verktygskostnader och produktdefektskostnader är exempel på parametrar som inte kunde tas hänsyn till i denna studie. Dessa värden kommer enligt ekvationen som beskrivs i avsnitt 2.9, att öka omställningskostnaden vilken i sin tur ökar produktionskvantiteten.

4.12 Analys

Syftet med detta kapitel är att sammanställa resultaten och analysera sambanden mellan batchstorlek, lagernivåer och skiftformer, till skillnad från de föregående analyser som fokuserade på enskilda delar av produktionssystemet.

Resultatet från de olika scenarierna visar en skillnad i lagerutveckling samt bidragande kostnader vid förändringar av styrparametrar såsom skift-typer, personal och önskad lagernivå. De tre scenarierna är baserade på tre olika tankesätt beroende på hur man vill lägga upp sin produktionsplan, hur stor grad av "just-in-time" produktionen kommer agera med samt skift-typ upplägget på varje line. Den ansatta totala kostnaden som tolkades för varje line, innehar personal/operatörskostnaden samt den uppbundna kostnaden för både råmaterial och färdig produkt för respektive line. Där scenario 1 som är en nulägesbeskrivning, använder sig av befintlig lager taget från den 16-april. Något som skiljer sig från resterande scenarierna, då de är baserade på en uppskattad prognos utefter en total önskad lagernivå i stället för en verklighet.

Det första scenariot använder en strategi baserad på trygghet och inte lika mycket på att vara resurseffektiva. Det resulterar i både höga kostnader för uppbundet lager samt höga personalkostnader som är beroende av antalet skift. Det utfördes en statistiskt baserad skift-analys på varje line, där resultatet givet beskriver antalet skift som krävs för att uppnå avropet för den veckan.

Tabell 10: Det statistiska nödvändiga antalet skift som krävs varje vecka för att uppnå avropet.
1-skift = 5 skift/veckan

2-skift = 10 skift/veckan
3-skift = 15 skift/veckan

Line	Uppskattade nödvändiga skift
Line 1	12,0
Line 3	7,8
Line 4	8,4
Line 5	10,3
Line 6	8,8
Line 7	7,1
Line 10	9,8
Line 11	Innan semester: 9,0 Efter semester: 15,5

Beräkningarna visar att scenario 1 använder fler skift än vad som egentligen behövs till antalet skift på varje line. Något som är helt otänkbart för företaget är att missa en deadline/leverans, därav den förhöjda mängden skift på många lines. Det innebär högre personalkostnader samt ett större uppbundet lager, både för råmaterial och färdiga produkter. Lagret för färdiga produkter vid scenario 1 ligger på 132 320, vilket även kan beskrivas som 73,5% av det totala avropet för en månad. Det innebär att scenario 1 har cirka 3 veckors avrop i lager. Råmaterial-lagret är något lägre, på 121 023, vilket är cirka 67% av avropet per månad.

Scenario 2 är baserat på principen att vara optimerad och resurseffektiv, där typerna som har störst avrop (högvolympare) prioriteras och de med lägre avrop tillverkas där tillfälle ges. Utifrån beräkningarna är det statistiskt möjligt att tillverka avrop + lager för samtliga typer. Tankesättet för lågvolymparna är att producera dessa i mindre batchsstorlekar men oftare, för att spara in på uppbunden lagerkostnad. Då detta scenario baseras på att eftertrakta ett hållbart minimumsystem, ansattes den önskade lagernivån betydligt lägre än scenario 1. Den ansatta lagernivån för färdiga produkter angavs 1,5 veckors avrop, vilket motsvarar 67 533 produkter. Vid beräkning för varje enskild lines bidrag till lageruppbbyggnaden, beräknades deras andel utifrån scenario 1:s lager.

Tabell 11: Linesen bidragande andel av respektive lager

Line	Andel – Råmaterial	Andel – Färdiga produkter
Line 1	22%	24%
Line 3	8%	6%
Line 4	19%	16%
Line 5	9%	14%
Line 6	10%	8%
Line 7	3%	9%
Line 10	16%	9%
Line 11	14%	14%

Den beräknade andel användes som en uppskattad andel vid prognos för lageruppbyggnaden för både scenario 2 och 3. Alltså utifrån det totala färdiga produktlagret på 67 533, kommer 24% av dessa enheter tillhöra bromskivatyper som tillverkas på line 1. Eftersom artiklarna har olika styckpriser och att en exakt kostnadsfördelning inte var möjlig, användes en andelsbaserad uppskattning för att beräkna vad varje line ungefär bidrar med till den totala kostnaden. Jämförs ett totalt lager på 3 veckors avrop med ett uppskattat totalt lager på 1,5 veckors avrop, skiljer det 2 953 093 kr/år. Den uppskattade skillnaden mellan personalkostnader blev 979 999 kr/år. Det innebär att vid scenario 2 sparas det 3 932 870 kr/år. Pengar som skulle kunna investeras i annat som inte ingår i detta scope, som exempelvis inköp av nya maskiner eller byte av produkttyper mellan linesen.

Det sista framtagna scenariot, scenario 3, fokuserar på att hålla en fördelad produktion under varje vecka och därmed hålla ett stadigt lager. Ett stadigt lager för företaget ansågs till att vara två veckors avrop, vilket innebar en total färdig produktlageruppbyggnad på 90 044. Det antal uppskattades fördelas för varje line enligt tabell 11. För att uppnå den önskade lagernivån på två veckors avrop, justerades skift-typerna för enstaka linor för att bättre matcha en optimerad tillverkningsplan enligt det önskade scenariot. I detta scenario ligger fokus på stabilitet och att minimera risken för övertid vid tillfällen då avropet inte har uppnåtts. Scenariot är ett mellanting av de tidigare framtagna scenarierna när det både kommer till personalkostnader och uppbundna lagerkostnader. En full analys och jämförelse kan tydas enligt tabell 12 nedan.

Tabell 12: Kostnaderna för de olika scenariona

Scenario	Personalkostnader (kr)	Uppbundna lagerkostnader (kr)	Totalkostnad (kr)
Scenario 1	10 513 980	5 993 655	16 507 635
Scenario 2	9 534 203	3 040 561	12 574 764
Scenario 3	10 033 044	4 017 680	14 050 724

5. Diskussion

Denna fallstudie har undersökt och analyserat hur olika styrparametrar påverkar produktionsplanering samt materialförsörjning på AC Floby. I följande kapitel diskuteras hur företaget bör lägga upp fortsatt produktion och materialplanering, men även hur stor betydelse de olika styrparametrarna hade samt tillförlitligheten på hela studien.

5.1 Lageruppbyggnad

Syftet med studien var att undersöka vilka styrparametrar som bidrar till företagets lageruppbyggnad, både råmaterial och färdiga produkter. Hur ser företaget på sin nuvarande lagerutveckling och tänker alla fabriker likadant? Finns det ett rätt synsätt på den frågan eller är det en tolkningsfråga som styrs av andra parametrar? I följande två kapitel diskuteras det vilket perspektiv som är bäst att ha, om det finns ett sådant samt en vidare analys gällande styrparametrarna som påverkar lageruppbyggnaden.

5.1.1 Synsätt och perspektiv

Ett av syftena med denna studie, var att identifiera vilka styrparametrar som finns och i sin tur vilka som påverkar lageruppbyggnaden mest. En optimal lageruppbyggnad är en tolkningsfråga och varierar från företag till företag. Synen som företag har på sin egen lageruppbyggnad skiljer beroende på hur stort företaget är, vad som tillverkas och i vilka mängder. AC Floby, en mindre fabrik till skillnad från exempelvis deras ägare Volvo Cars, har olika syn på hur deras lager ska se ut. AC Floby anser att ett lager som motsvarar cirka 2–3 veckors avrop, som ett optimalt värde utifrån deras resurser och leveranser. Ett stort företag som Volvo Cars i sin tur, har endast 8 timmar, som motsvarar 1-skift i lager. Det är en total skillnad på 232 timmars produktion, förutsatt att båda företagen använder sig utav 3-skift som produktionssätt.

Därför finns det inget rätt eller fel rent allmänt för företag som vill nå en optimal lageruppbyggnad, då företagsstorlek har en kraftig påverkan på det. Jämförelsen mellan två företag såsom AC Floby och Volvo Cars, går därför egentligen inte att genomföra då båda bygger sin produktion på olika premisser och olika förutsättningar.

På AC Floby är bland annat Volvo personvagnar i Torslanda den kund som det sker flest och störst leveranser till. AC Floby, som är ägt av Volvo Cars har ett nästintill obligatoriskt mål att aldrig missa en leverans dit. Avropet som Volvo kräver ska alltid uppfyllas och leveransen ska

alltid ske i tid. Vilket innebär att detta är åter en viktig parameter att ta hänsyn till vid uppsättning av sitt lager. Förståelsen och vikten att man aldrig får vara sen med en leverans, gör att ett större lager kan vara nödvändigt, något som kan komma till användning i nödsituationer. På grund av detta, är det högst relevant att ha ett något större lager för att med säkerhet aldrig missa en leverans. Synsättet och perspektivet som företaget i denna studie har är att ligga på ungefär 2–3 veckors avrop, något som togs i beaktning och analyserades vidare.

5.1.2 Lageruppbbyggnadsanalys

Är då 2–3 veckors avrop det rätta synsättet och det optimala värdet att bygga sitt lager kring? Det var denna fråga som skulle besvaras vid framtagning av alternativa scenarion. Vid scenariobygget, valdes det att ta fram tre olika scenarion, alla med olika synsätt på hur man ska bygga upp den optimala lageruppbbyggnaden. Första scenariot, var en självklarhet att analysera och ha med i diskussionen då det speglade det aktuella arbetssättet. Här hade man ungefär 3 veckors avrop i lager för färdiga produkter. Ett värde som är bra utifrån ett perspektiv där säkerhetsfaktorn spelar stor roll. Ett stadigt lager innebär en trygghet när det kommer till leveranser, medvetenheten om att man alltid når deadline. Det bidrar dock med en enorm uppbunden lagerkostnad. En bunden utgift som dragits som inte ”kommer till användning”. Det uppbundna lagret är pengar uppbundet i produkter, där antalet produkter som kommer in och ut ur lagret sällan ändras. Ett genomsnitt på 3 veckors avrop varje månad, innebär en uppbunden lagerkostnad på nästan 6 miljoner kr varje år. Det är inte heller den faktiska totala kostnaden för produkterna, utan en andel på 11% som beskriver den ”uppbundna” lagerkostnaden. Därav ställdes frågan, om 3 veckors avrop faktiskt är den optimala lageruppbbyggnaden, trots den bra säkerhetsmarginal som företaget har.

Vid vidare analys, undersöktes det ett scenario med halva lageruppbbyggnaden gentemot det första aktuella scenariot, det innebär 1 ½ veckors avrop. Vid denna lagernivå, skulle det betyda mer effektiv produktion och mindre rum för misstag. Eftersom företaget har flertalet typer, alla med varierande avrop, skulle det innebära att de typerna med störst avrop prioriteras i tillverkningen och även då ha ett större antal i lager. Med denna taktik kommer man inte massproducera bromskivatyperna som klassas som lågvolymare, utan mindre batchstorlekar kommer appliceras och antalet tillverkningstillfällen kommer att öka. Att ha stora batchstorlekar vid tillverkning av någon typ är inte gynnsamt vid en effektivare produktion. Som nämnt är tanken att prioritera de typer som har störst avrop, de kommer att tillverkas tills man uppnått önskat avrop innan man går över till de andra med lägre avrop. Det innebär att lågvolyrnarna kommer att behöva tillverkas under ett kort och precist intervall,

något som kan eventuellt leda till att övertid-timmar kan behöva läggas in, något som djupdyks in i senare. Som beskrivet har företaget en extremt viktig deadline att följa och att missa denna är avgörande för vidare produktion hos ett väldigt stort företag, därav är denna lageruppbyggnad inte optimal och kan inte appliceras för denna typ av produktion.

Avslutningsvis undersöktes det ifall det gick att hitta ett värde som kombinera både säkerhetsmarginalen och så pass lågt att avropet och leveransen alltid uppnås. Vid scenario 3 ansattes en lagernivå på 2 veckors avrop. Detta värde skulle innebära en mer fördelad produktion, med andra ord skulle man inte behöva eventuellt lägga in övertids-timmar, då fler skift kommer vara tillgänglig och då fler arbetstimmar. Ett 2 veckors avrop som modell för lageruppbyggnaden, skulle man ha tillräckligt många produkter för att täcka eventuella nödsituationer samt att det inte är alltför kostsamt för företaget när det kommer till dess uppbundna lagerkostnader. Att implementera detta scenario skulle även innebära färre omställningar när det kommer till personal, antalet skift samt hur linesen potentiellt kommer att arbeta i framtiden. Då för stora förändringar inte önskas, då förändringar med stor insikt och förståelse föredras, skulle scenario 3 uppfylla de krav och riktlinjer som givits. Den optimala lageruppbyggnaden för produktionen av bromsskivor på AC Floby skulle därav ansättas till ett omfång på runt 2 veckors avrop.

5.2 Påverkande styrparametrar

Vid utförandet av denna studie, undersöktes och analyserades en rad styrparametrar, som alla påverkar lagersaldot och den bidragande lagerkostnaden. Dessa inkluderar: Skift-typer, batchstorlekar, antal operatörer (personal), prioriteringar gällande mål för företaget, lagernivåer och även hur man ser på lagersaldot (synsätt & perspektiv). Av dessa, har vissa styrparametrar mer påverkan än andra på lagersaldot. Det finns flertalet andra styrparametrar, som exempelvis, produkttypsfördelningen mellan linesen, antalet lines och andra externa logistikparametrar som distributörer. Dessa sistnämnda undersöktes inte vidare på utan ansågs som utanför scopet för denna studie.

De styrparametrarna som fokuserades mest på var följande: skift-typer, lagernivåer och batchstorlekar. Den viktigaste anses till att vara hur man lägger upp sin produktion gällande antalet skift fördelade på de olika linesen. Det grundar sig i att det är skift-typerna som avser hur många arbetstimmar som läggs på linesen varje vecka. Fler arbetstimmar innebär fler tillverkade produkter vilket i sin tur resulterar i ett större uppbyggt lager. Det är inte lönsamt att ha många arbetstimmar och inte utnyttja tiden till att producera utifrån sin egen maximala

kapacitet. När det kommer till antalet skift, är det även de som styr antalet operatörer som anställs och därmed var det inte relevant att öka eller sänka antalet på personalen om man inte justerade skiften i samma riktning. Vid framtagning av de tre scenarierna kan man tyda enligt kostnadsjämförelsen i tabell 12, att det uppbundna lagret är den kostnad som har störst påverkan på totalkostnaden. Detta kan bero på minskningen av antalet arbetstimmar som förekommer vid det andra och tredje scenariot. Då färre arbetstimmar fördelas ut mellan linesen, minskar man risken för överproduktion och därmed ökning av antalet produkter i lager.

Till sist, var batchstorlekarna för respektive produkttyp viktig för att på bästa möjliga sätt producera effektivt. Då företaget har ett nuvarande arbetssätt som bygger på flera skift och därmed många arbetstimmar, vilket innebär ett överflöd i tillverkade produkter jämfört mot det "nödvändiga" antalet vilket kan ses i tabell 10. Därav är företaget inte lika beroende på hur stora batchstorlekar som man väljer att producera i, då antalet arbetstimmar väger över och gör att man inte behöver vara så effektiva som möjligt. Hade företaget i stället valt att lägga upp produktionen på ett sätt som innehåller färre antalet skift, hade batchstorlekarna haft en mer betydlig inverkan på det uppbyggda lagret.

5.3 Bäst passande scenario

Tanken med att utföra en scenarioanalys var att utvärdera ifall det första scenariot (aktuella arbetssättet), eller om det finns alternativa scenarion som bidrar med lägre kostnader utan att ändra något gällande produktionsutrustning eller kapacitet. Vid scenarioanalysen, användes det första scenariot som referensbas, med andra ord användes denna som mall, där resterande scenarion skulle jämföras med referensen.

Utifrån ett kostnadsperspektiv kan man tyda att det andra scenariot ska vara bäst passande om man kollar på kostnaderna enligt tabell 12. Det scenariot innefattar ett produktionsupplägg där man konstant jobbar resurseffektivt, ett arbetssätt som är unikt för företaget i nuläget som jobbar mer erfarenhetsbaserat vars främsta mål är alltid att hålla leveransdeadlines. Ett byte av arbetssätt mer likt det andra scenariot skulle innebära stora omställningar både när det kommer till synsätt på lageruppbyggnad samt personalfördelningen. Ett lägre lager skulle till viss mån bidra med en lägre uppbunden lagerkostnad men säkerhetsmarginalen skulle minska kraftigt. Då prioritet för företaget är att möta avropet och leveranserna, passar inte det andra scenariot trots de låga kostnaderna.

Det tredje framtagna scenariot, ett scenario som blandar produktionsupplägg och synsätt gällande lagersaldot som det första och andra scenariot förespråkar. Scenariot har något högre kostnader, men marginalen när det kommer till lagersaldot är också högre. Det innebär att man alltid har en bra lager marginal och leveransdeadlines kan hållas. Den något högre kostnaden jämfört mot det andra scenariot som kan tydas i tabell 12, anses inte tillräckligt stor, då missade deadlines skulle innebära större kostnader för företaget. Något som är otänkbart och utanför scopet i denna studie kring scenarion då missade deadlines inträffar.

Därför anses det tredje scenariot vara det mest passande för detta företag och deras materialplanering utav i detta fall, bromsskivor.

5.4 Tillförlitlighet

Studien har till stor del baserat all relevant data från RS Production. Det tidsintervall som använts parametrarna har varit olika. Vid beräkningar av ställtiden och produktionskvantiteter var intervallet mellan 2026-02-02 och 2026-05-06, vilket endast motsvarar tre månader.

Denna tidsperiod kan anses vara för kort för att spegla de långsiktiga variationer som egentligen utspelar sig på företaget. Annan data som exempelvis maskintider, avrop, nuvarande tillverkningsplan och löner alla taget under ett helt år, antingen 2025 eller 2026. Detta större intervall bidrar till en bättre bild över hur det genomsnittligt ser ut över ett år, till skillnad från tre månader.

En stor del av den produktionsrelaterade informationen som till exempel cykeltider, är tagna från föregående år. Detta eftersom historiska data och prognos bedömdes ge en tillräcklig uppskattning av framtida prestanda, då maskinprestanda kan variera över tid. Detta gäller även det beräknade avropet, då avropet förändras vecka till vecka. Avropet som användes för studien fick därmed bli det satta datumet 2026-02-06, som fanns tillgängligt vid studien början.

Parametrar som till exempel cykeltiden behöver inte stämma på samtliga produkttyper då exempelvis cykeltider kan förändras över tid till följd av exempelvis underhåll eller andra oförutsägbara händelser. Den medvetna risken med att använda scenarion för att planera framtidens upplägg är att även om man gör exakt som scenariot krävde kommer förmodligen inte resultat att bli detsamma, då det är så många parametrar som spelar roll samt som kan ändras över tid.

6. Slutsats och rekommendationer

Syftet med detta examensarbete har varit att förbättra företagets produktion och materialförsörjning av bromsskivor, med fokus på att minimera totalkostnad samtidigt som leveranskrav uppfylls. Genom en nulägesanalys på företaget kunde sedan scenarier skapas för att sedan analyseras för att bedöma de olika parametrarnas betydelse för totalkostnaden.

Företaget har betydande lager och operatörskostnader. Den lagernivå som hade tillkommit utan förändring i materialplanering blir högre än vad den behöver vara. Lagret behöver minskas då lagerutvecklingen är betydligt högre än 90 000 som företaget själva har sagt är optimalt.

Genom att implementera EPQ-modellen kan batchstorleken öka vilket innebär färre omställningar. Analysen visade däremot att batchstorleken hade en betydligt mindre påverkan på totalkostnaden än lagernivåer och skiftformer. Förklaringen på detta kan vara att företaget präglas av en överproduktion, vilket innebär att de största kostnadsbesparingarna sker genom att minska lagret och anpassa kapaciteten på företaget, snarare än optimering av batchstorleken. Vidare kan antalet skift minska för att reducera operatörskostnaderna vilket även blir av behov om produktionen ska minska för att anpassa kapaciteten. Vid nyttjande av metoder från denna studie kan 2 500 000kr sparas varje år.

Utifrån syftet ska arbetet resultera och ge svar på följande frågeställningar:

- **Hur påverkar nuvarande batchstorlek, skiftformer och lagernivåer företagets produktionskostnader?**

Alla parametrar påverkade företagets kostnader men på olika sätt. Batchstorleken påverkade balansen mellan omställningskostnader och lagerhållningskostnader. Skiftformen påverkade operatörskostnader och produktionskapacitet, medan lagernivån framför allt påverkade det bundna kapitalet och lagerhållningskostnaderna. Resultatet visade därefter att förändringar i skiftformer och lagernivåer gav större effekt på totalkostnaden än förändringar i batchstorlek.

- **Vilka av dessa tre produktionsrelaterade faktorer bidrar mest till ökade kostnader och avviker därmed från företagets sätt att arbeta på?**

Den faktor som bidrog mest till ökade kostnader var skiftformen. Företagets nuvarande planering ledde till överproduktion, vilket ökade både operatörskostnaderna och lagernivåerna. I och med att lagernivåerna höjs innebär det en ökad kostnad för det bundna

kapitalet, vilket kostar företaget 11% av det totala värdet av respektive produkt varje år. Batchstorleken hade däremot en mindre påverkan på totalkostnaden eftersom företaget överproducerar, vilket ger en begränsad potential till förbättring för ytterligare effektivisering.

- **Hur påverkas de olika scenarierna av de olika produktionsuppläggen?**

Scenarioanalysen visade att scenario 2 och 3 resulterade i lägre totalkostnader på grund av reducerade lagernivåer och färre skift. Samtidigt existerar problemet att en tillräcklig lagernivå måste bevaras för att säkerställa en god leveransförmåga under produktionsstoppet v29-32. Genom att kombinera reducerad kapacitet med en minskad lageruppbyggnad visar resultatet att den mest kostnadseffektiva lösningen ges.

- **Vilka styrparametrar är de mest lämpliga att använda för att stödja en mer balanserad och jämn produktions- och lagerplanering?**

Studien visar att skiftform och lagernivå bör utgöra de primära styrparametrarna vid planering av bromsskivsproduktionen på AC Floby. Batchstorleken bör inte användas som en primär styrparameter utan snarare som ett komplement för att minska antalet omställningar och därmed bidra till en effektivare produktion. Genom att kombinera dessa parametrar kan företaget skapa en mer balanserad och effektivare produktionsplanering, med minskade totalkostnader och kapitalbindning.

6.1 Förslag på vidare studier

De framtagna optimala batchstorlekarna som togs fram baseras enbart på teoretiska och analytiska beräkningar, vilket medför ett behov av att undersöka hur batchstorlekarna fungerar i praktiken under företagets verkliga miljö. De dynamiska faktorer som påverkar produktionen tas det inte full hänsyn till, exempelvis omställningar, verktygsbrott, variationer i produktionstakt mellan de olika produkttyperna osv. Detta styrker behovet av simuleringsverktyg som till exempel Fluidsim eller Tecnomatix Plant Simulation. En ytterligare studie med nyttjandet av simuleringsverktyg kan därmed kombineras med denna studie för att analysera mer av produktionssystemet, som exempelvis när behovet av att byta produkttyp på respektive line kommer eller hur väntetider påverkar flödet. Ytterligare kan de olika produktionsstrategierna och dess påverkan på kapaciteten analyseras med simulering.

Med hänsyn till det stora avropet samt mängden produkttyper på line 1, ställs höga krav på den för att säkerställa ett effektivt och balanserat materialflöde. Ett återkommande problem inom majoriteten av linesen är hur mycket av produktionen som förloras med tanke på

omställningstiden. Som nämnt tidigare är själva omställningstiden inte en värdeskapande tid vilket enligt lean teori är ett slöseri. Att minimera samtliga omställningstider är då väldigt fördelaktigt, särskilt för lines med flera produkttyper som till exempel line 1.

Genom att implementera förbättringsmetoder som till exempel SMED (Single-minute exchange of die) kan omställningstiden reduceras, vilket kan bidra till förbättrat kapacitetsutnyttjande med ett effektivare materialflöde. Vidare uppskattade denna studie omställningstider på en generell nivå. En framtida studie kan därför genomföra en mer detaljerad analys för respektive produkttyp och line vilket därmed leder till ett mer verklighetsbaserat svar. Detta gäller inte samtliga lines då vissa produkttyper ställer om betydligt snabbare och simplare än andra.

I och med att syftet med studien var att ta fram beslutsunderlag och styrparametrar för planering av produktion och materialförsörjning har fokus inte legat på detaljerade analyser av själva produktionsprocessen. Det mest relevanta om produktionsprocessen i studien var omställningen, vilket inte speglar alla relevanta parametrar för ett optimalt materialflöde. Fortsatta studier om produktionsprocessen med tillhörande analys är förslag på vidare studier.

Ytterligare skulle möjligheten till en optimal produktionsordning för produkttyper som delar samma råmaterial undersökas. Genom en planerad omställning mellan produkter med gemensamt råmaterial kan både tidsförluster och kostnader minskas. Företaget har även förklarat att det är möjligt att programmera de olika linesen att hantera nya produkttyper, med nackdel som betydande investeringskostnader. En analys utifrån ett ekonomiskt och produktionplanerings perspektiv kan därmed vara fördelaktigt för att minska totalkostnader.

Ytterligare kan en fortsatt studie analysera lagernivåer vecka för vecka inför produktionsstoppet. Detta kan medföra att företaget kan optimera lageruppbyggnaden över tid och identifiera när respektive produkttyp bör produceras och därefter lagras inför semestern v29-32.

7. Referenser

Adhabi, E., & Anozie, C. B. (2017). Literature review for the type of interview in qualitative research. *International journal of education*, 9(3), 86-97.

https://www.researchgate.net/profile/Christina-Anozie-2/publication/320009898_Literature_Review_for_the_Type_of_Interview_in_Qualitative_Research/links/5bca1982458515f7d9cb8733/Literature-Review-for-the-Type-of-Interview-in-Qualitative-Research

Affonso, R., Marcotte, F., & Grabot, B. (2008). *Sales and operations planning: the supply chain pillar*. *Production Planning & Control*, 19(2), 132-141.

<https://doi.org/10.1080/09537280801896144>

Antônio Márcio Tavares Thomé, A. M. T., Luiz Felipe Scavarda, L. F., Nicole Suella Fernandez, N. S., & Annibal José Scavarda, A.J. (2012). Sales and operations planning: A research synthesis. *International Journal of Production Economics*, 138(1), 1-13

<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.12.001>

Aouam, T., & Brahimi, N. (2013). *Integrated production planning and order acceptance under uncertainty: A robust optimization approach*. *European Journal of Operational research*. 228(3), 504-515. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2013.02.010>

Arreola-Risa, A., & DeCroix, G. A. (1998). *Make-to-order versus make-to-stock in a production—inventory system with general production times*. *IIE Transactions*, 30(8), 705-713 <https://doi.org/10.1080/07408179808966516>

Asnan, M. H. I. N., Rosyidi, C. N., & Pujiyanto, E. (2020, April). Optimization model for determining economic production quantity and process mean by considering internal and external quality loss. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2217, No. 1, p. 030024). AIP Publishing LLC.

<https://doi.org/10.1063/5.0000717>

Axsäter, S. (1986). Evaluation of lot-sizing techniques. *International Journal of Production Research*, 24(1), 51-57 <https://doi.org/10.1080/00207548608919710>

Giesberts, P. M. J. (1991). Master production scheduling: A function based approach. *International Journal of Production Economics*, 23(1-3), 125-136

[https://doi.org/10.1016/0925-5273\(91\)90154-L](https://doi.org/10.1016/0925-5273(91)90154-L)

Godet, M., & Roubelat, F. (1996). *Creating the future: The use and misuse of scenarios*. *Long Range Planning*, 29(2), 164-171. [https://doi.org/10.1016/0024-6301\(96\)00004-0](https://doi.org/10.1016/0024-6301(96)00004-0)

Good Solutions. (2025). RS Production (Version 23.4.1.91) [Mjukvara].
<https://goodsolutions.se/rs-production-oe/>

Goyal, A., Acar, Ö.F., Yamamoto, Y., & Aslanidou, I. (2025). *Scenario-Based Simulation for Developing New Production Systems: A Methodological Framework*. In *Advances in Production Management Systems. Cyber-Physical-Human Production Systems: Human-AI Collaboration and Beyond* (pp. 526-540). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-032-03550-9_35

Harris, F. W. (1913). How many parts to make at once. *Factory, The Magazine of Management*, (10,2), 135-136, 152

Heizer, J., Render, B. & Munson, C. (2020). *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management*. 12 uppl. Pearson.

Jonsson, P., & Mattsson, S.-A. (2020). *Introduction to Manufacturing Planning and Control*. Göteborg: Chalmers University of Technology.

Khairani, N., & Hrp, H. M. P. (2022, November). Economic Production Quantity (EPQ) method in Crude Palm Oil (CPO) and Kernel inventory control. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2659, No. 1, p. 110005). AIP Publishing LLC.
<https://doi.org/10.1063/5.0113603>

Kuppulakshmi, V., Sugapriya, C., Nagarajan, D. *et al.* Modelling with Neural Networks and Time-Series Forecasting Inventory Control and Cost Reduction in Supply Chain Process. *Oper. Res. Forum* **6**, 63 (2025).
<https://doi.org/10.1007/s43069-025-00466-5>

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

Mamo, T., Montastruc, L., Negny, S., & Dendena, L. (2023). *Integreted strategic and tactical optimization planning of biomass to bioethanol supply chains coupled with operational plan using vehicle routing: A case study in Ethiopia*. *Computers & Chemical Engineering*, 172, 108186 <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2023.108186>

Meiryani, Fernando, E., Hendratno, S. P., Kriswanto, Wifasari, S. (2021). *Enterprise Resource Planning Systems: The Business Backbone. Proceedings of the 5th International Conference on E-Commerce, E-Business and E-Government (ICEEG '21)* (pp. 43-48). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3466029.3466049>

Mubiru, K. P. (2024). A stochastic goal-based economic order quantity model for multi-item inventory. *International journal of research in industriean engineering*, 13(4), 399-413
<https://doi.org/10.22105/riej.2024.430542.1432>

Mula, J., Peidro, D., Diaz-Madroñero, M., Vicens, E. (2010). *Mathematical programming models for supply chain production and transport planning. European Journal of Operational Research*, 204(3), 377-390. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.09.008>

Muñoz, E., Capón, E., Laínez, J. M., Moreno-Benito, M., Espuña, A., & Puigjaner, L. (2012). *Operational, Tactical and Strategical Integration for Enterprise Decision-Making. Computer Aided Chemical Engineering*, 30, 397-401 [10.1016/B978-0-444-59519-5.50080-0](https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59519-5.50080-0)

Mushin, D., & Wightman, R. (2011). *Make-To-Stock/Finish-To-Order steelmaking. Steel Times International*, 35(1), 33-34, 37.

Porteus, E. L. (1986). *OPTIMAL LOT SIZING, PROCESS QUALITY IMPROVEMENT AND SETUP COST REDUCTION. Operations Research*, 34(1), 137-144
<https://doi.org/10.1287/opre.34.1.137>

San-José, L. A., Sicilia, J., Gonzáles-de-la-Rosa, M., & Febles-Acosta, J. (2021). *Optimal Price and Lot Size for an EOQ Model with Full Backordering under Power Price and Time Dependent Demand. Mathematics*, 9(16), 1848. <https://doi.org/10.3390/math9161848>

Schwartz, J. D., & Rivera, D. E. (2010). *A process control approach to tactical inventory management in production-inventory systems. International Journal of Production Economics*, 125(1), 111-124. [10.1016/j.ijpe.2010.01.011](https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.01.011)

Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Productivity Press

Singhal, V. R., & Raturi, A. S. (1990). *The effect of inventory decisions and parameters on the opportunity cost of capital. Journal of Operations Management*, 9(3), 406-420.
[https://doi.org/10.1016/0272-6963\(90\)90163-8](https://doi.org/10.1016/0272-6963(90)90163-8)

Wiklund, J., Baker, T., & Shepherd, D. (2010). *The age-effect of financial indicators as buffers against the liability of newness*. *Journal of Business Venturing*, 25(4), 423-437
<https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2008.10.011>

Yang, T., Aldrich, H. E. (2017). “*The liability of newness*” revisited: *Theoretical restatement and empirical testing in emergent organizations*, *Social Science Research*, 63, 36-53
<https://doi.org/10.1016/j.ssresearch.2016.09.006>

8. Bilagor

Produkttyp	Produktionskvantitet (Scenario 1)	Produktionskvantitet (Scenario 2)	Produktionskvantitet (Scenario 3)
27	6777	1099	1107
28	11 622	9002	9198
29	3761	4611	4672

Bilaga 1: EPQ jämförelse av scenariona för produkttyperna på line 4

Produkttyp	Produktionskvantitet (Scenario 1)	Produktionskvantitet (Scenario 2)	Produktionskvantitet (Scenario 3)
1	1675	1023	1024
22	3081	2169	2162
32	2872	3189	3200
33	10 921	11 263	10 034
36	-	-	-

Bilaga 2: EPQ jämförelse av scenariona för produkttyperna på line 5

Produkttyp	Produktionskvantitet (Scenario 1)	Produktionskvantitet (Scenario 2)	Produktionskvantitet (Scenario 3)
26	12 360	10 873	10 935
36	Ogiltig	Ogiltig	Ogiltig
46	-	-	-

Bilaga 3: EPQ jämförelse av scenariona för produkttyperna på line 6.

Produkttyp	Produktionskvantitet (Scenario 1)	Produktionskvantitet (Scenario 2)	Produktionskvantitet (Scenario 3)
12	4147	4306	4320
14	-	-	-
31	21 760	7092	9052
34	4201	4204	3378

Bilaga 4: EPQ jämförelse av scenariona för produkttyperna på line 7

Produkttyp	Produktionskvantitet (Scenario 1)	Produktionskvantitet (Scenario 2)	Produktionskvantitet (Scenario 3)
28	22 173	8647	8688
47	1293	2360	2366
48	2689	2999	3006
49	820	1243	1248
50	1433	1862	1873

Bilaga 5: EPQ jämförelse av scenariona för produkttyperna på line 11

Produkt typ	Ställtid (timmar)	Operatörs kostnad (kr/h)	Antal produkter under ställtid (st)	Vinst-marginal (kr)	Omställnings-Kostnad (kr/h)	Ställtid (timmar) (%)
27	4	289	251	31	2007	15%
28	13	289	1096	32	2760	48%
29	10	289	639	39	2498	37%

Bilaga 6: Omställningskostnadsberäkning för Line 4 (Scenario 1)

Produkt typ	Ställtid (timmar)	Operatörs kostnad (kr/h)	Antal produkter under ställtid (st)	Vinst-marginal (kr)	Omställnings-Kostnad (kr/h)	Ställtid (timmar) (%)
1	10	289	783	27	2174	22%
22	1,5	289	96	27	1943	3%
32	10	289	663	67	4451	22%
33	23	289	1630	26	1823	52%
36	-	289	0	-33	-	0%

Bilaga 7: Omställningskostnadsberäkning för Line 5 (Scenario 1)

Produkt typ	Ställtid (timmar)	Operatörs kostnad (kr/h)	Antal produkter under ställtid (st)	Vinst-marginal (kr)	Omställnings-Kostnad (kr/h)	Ställtid (timmar) (%)
36	3,5	289	269	14	1146	33%
36	7	289	336	-33	-1521	67%
46	-	289	0	14	0	0%

Bilaga 8: Omställningskostnadsberäkning för Line 6 (Scenario 1)

Produkt typ	Ställtid (timmar)	Operatörs kostnad (kr/h)	Antal produkter under ställtid (st)	Vinst-marginal (kr)	Omställnings-Kostnad (kr/h)	Ställtid (timmar) (%)
12	19	289	1295	40	2739	38%
14	-	289	0	0	0	0%
31	28	289	2049	22	1605	56%
34	3	289	262	42	3790	6%

Bilaga 9: Omställningskostnadsberäkning för Line 7 (Scenario 1)

Produkt typ	Ställtid (timmar)	Operatörs kostnad (kr/h)	Antal produkter under ställtid (st)	Vinst-marginal (kr)	Omställnings-Kostnad (kr/h)	Ställtid (timmar) (%)
28	6	289	411	32	2275	33%
47	4,5	289	281	12	824	25%
48	1	289	24	25	912	6%
49	6	289	150	19	515	33%
50	0,5	289	9	24	1030	3%

Bilaga 10: Omställningskostnadsberäkning för Line 11 (Scenario 1)

INSTITUTIONEN FÖR TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
AVDELNINGEN FÖR SUPPLY & OPERATIONS MANAGEMENT
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2026
www.chalmers.se



CHALMERS

