

Omsättningslager för förädlade träprodukter - en avvägning mellan lagerföring - och orderkostnad

*Levels of cycle inventory for processed wood products
- a trade-off between inventory - and order cost*

Karin Gyllengahm



Examensarbete • 30 hp

Jägmästarprogrammet
Examensarbeten, Nr 15
Uppsala 2020

Omsättningslager för förädlade träprodukter - en avvägning mellan lagerföring - och orderkostnad

*Levels of cycle inventory for processed wood products
- a trade-off between inventory - and order cost*

Karin Gyllengahm

Handledare: Anders Roos, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för skogsekonomi
Examinator: Cecilia Mark-Herbert, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för skogsekonomi

Omfattning: 30 hp
Nivå och fördjupning: Avancerad nivå, A2E
Kurstitel: Examensarbete i skogsvetenskap
Kursansvarig inst.: Institutionen för skogsekonomi
Kurskod: EX0976
Program/utbildning: Jägmästarprogrammet

Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2020
Omslagsbild: Sandåsa Timber AB
Serietitel: Examensarbeten
Delnummer i serien: 15
Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: lagerhantering, lagerstyrning, partiformningsmetod, partistorlek, prognostisering, Silver & Meal
batch size, forecasting, inventory control, inventory management, lot sizing, Silver & Meal

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för skogsvetenskap
Institutionen för skogsekonomi

Sammanfattning

Skogsindustrin verkar på en hårt konkurrensutsatt marknad vilket är en ständig utmaning för branschen och produktionseffektivitet i alla led anses vara avgörande. Som naturlig följd blir produktdifferentiering en viktig process. Produktdifferentiering avser inte enbart produkten i sig, utan kan även innebära att kunden erbjuds säkra leveranser av ett brett produktsortiment. Dessa krav kan emellertid vara komplicerade att uppfylla. För att klara av att uppfylla kraven krävs en väl fungerande distribution, produktion och materialförsörjning som är samordnade med varandra på ett kostnadseffektivt sätt.

Lagerstyrningen har en central roll för att distributionen, produktionen och materialförsörjningen skall fungera. Likaså för företag vars mål är att upprätthålla en god leveransförmåga genom en hög grad av lagertillgänglighet. Lagerstyrningen kan anses bli viktigare, om än mer krävande hos företag med breda produktsortiment, vilket är fallet hos flertalet sågverk – och träförädlingsföretag i Sverige. Som effekt av ett brett produktsortiment ökar nivåerna av råvarulager, produkter i arbete och färdigvarulager vilket leder till kapitalkrävande investeringar. Konsekvensen blir att produkterna blir stående i lager. En kostsam konsekvens, som blir ytterst väsentlig inom skogsnäringen där trävaran är ett levande material mottagligt för mikrobiella angrepp och missfärgningar.

Dessa målkonflikter resulterade i ett intresse att utreda hur ett företag verksamt i sågverk – och förädlingsnäringen kan minska sin totala lagringskostnad utan att ta anspråk på ett brett produktsortiment. Syftet var att utreda hur trävaruföretaget kan optimera sina produktionskvantiteter med avvägning mellan lagerföring – och ordersärkostnader.

Insamlingen av data skedde via kvalitativa intervjuer och utdrag av data från företagets affärs – och lagersystem. Inledningsvis bestod analysen av prognostisering av framtida efterfrågan för att sedan användas under partiformningen vilket är en metod för att bestämma hur mycket som ska beställas eller produceras vid respektive beordringstillfälle. Företagets tillvägagångssätt vid föregående – och kommande period ställdes mot utförd partiformning.

Beräkningarna resulterade i att företagets totalkostnad för produkterna i urvalet kan i snitt minskas med 58 % under kommande period. Detta till följd av att företaget enligt partiformningen ska producera större partier vid färre beordringstillfällen. Dock ställer större partier krav på lagerutrymme vilket kan komma att vara en begränsande faktor.

Nyckelord: lagerhantering, lagerstyrning, partiformningsmetod, partistorlek, prognostisering, Silver & Meal

Summary

The forest industry operates in a fiercely competitive market, which is a constant challenge for the industry and production efficiency at all stages considers being crucial. As a natural consequence, product differentiation is thus an important process. Product differentiation does not only affect the product itself, but it can also mean that the customer is offered fast and secure deliveries of a broad product range. However, these requirements can be complicated to fulfill. In order to meet the requirements, a well-functioning distribution, production and supply of materials that are coordinated with each other in a cost-effective manner is required.

Inventory management has a central role in order for the distribution, production and supply of materials to function. Likewise for companies whose goal is to maintain good delivery capacity through a high degree of stock availability. Inventory management can be considered more important, albeit more demanding in companies with broad product ranges, as is the case with most sawmills and wood processors in Sweden. As a result of a wide product range, the levels of raw material stocks, products in work and finished goods increase, leading to capital-intensive investments. The consequence is that the products remain in stock. A costly consequence, which becomes extremely important in the forest industry where the wood is a living material susceptible to degradation and discoloration.

These target-conflicts resulted in an interest in investigating how a company operating in the sawmill - and processing industry can reduce its total storage cost without reducing its wide product range. The purpose was to investigate how the company can optimize its production quantities by balancing stock and order specific costs.

Data was collected through qualitative interviews and extracts of data from the company's business and inventory systems. Initially, the analysis consisted of forecasting future demand which then was used during lot sizing, which is a method for determining how much to order or produce at each ordering time. The company's approach in the previous and upcoming period was compared to the lot sizing-method.

The calculations resulted that the company's total cost of the products in the sample can be reduced by an average of 58% in the upcoming period. This is due to the fact that, according to the lot sizing, the company must produce larger batches at each ordering time. However, larger batches require storage space which may be a limiting factor.

Keywords: *batch size, forecasting, inventory control, inventory management, lot sizing, Silver & Meal*

Förord

Jag vill tacka min handledare på Sveriges lantbruksuniversitet, Anders Roos, för bra dialoger och diskussioner under arbetets gång. Anders har bidragit med råd och snabb respons vilket varit mycket värdefullt för studien. Jag vill även rikta ett stort tack till Sandåsa Timber AB och medarbetarna vid träförädlingen i Strängnäs som visat på stort engagemang och intresse under arbetets gång. Ert deltagande har gjort detta examensarbete möjligt.

Sist men inte minst vill jag tacka min familj för all stöttning ni gett under examensarbetet och studietiden i helhet.

Tack!

Uppsala, januari 2019

Karin Gyllengahm

Innehållsförteckning

1	INTRODUKTION	1
1.1	BAKGRUND	1
1.2	PROBLEMBESKRIVNING	2
1.3	SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR	3
1.4	AVGRÄNSNINGAR.....	3
1.5	DISPOSITION.....	3
2	LITTERATURÖVERSIKT	4
3	TEORI	7
3.1	EFTERFRÅGEDRIVEN FÖRSÖRJNINGSKEDJA	7
3.2	LOGISTISKA MÅLKONFLIKTER	8
3.3	LAGERSTYRNING.....	9
3.3.1	Lagertyper	9
3.3.2	Lageromsättningshastighet.....	10
3.4	LAGERRELATERADE KOSTNADER	10
3.4.1	Lagerföringskostnad.....	11
3.4.2	Ordersärkostnad.....	11
3.5	PROGNOSTISERING	12
3.5.1	Dekomposition	12
3.5.2	Prognosmetoder	13
3.5.3	Prognosfel och prognosuppföljning	14
3.6	PARTIFORMNING OCH PARTISTORLEK.....	14
3.6.1	Metoder för partiformning	14
4	METOD	17
4.1	METODANSATS	17
4.2	FALLSTUDIE SOM FORSKNINGSTRATEGI	18
4.2.1	Val av fallföretag.....	18
4.2.2	Produkturval.....	18
4.2.3	Studiens bidrag.....	19
4.3	DATAINSAMLING OCH BEARBETNING	19
4.3.1	Primär – och sekundärdata	20
4.4	ANALYSMETOD AV DATA	21
4.5	MATEMATISKA BERÄKNINGAR.....	23
4.5.1	Prognostisering av efterfrågan.....	23
4.5.2	Lagerränta och lagerföringskostnad.....	25
4.5.3	Beräkning av ordersärkostnad	26
4.5.4	Partiformning och partistorlek.....	27
4.5.5	Lageromsättningshastighet och genomsnittlig liggtid i lager	28
4.6	KVALITETSSÄKRING.....	29
5	EMPIRISK BAKGRUND	30
5.1	BESKRIVNING AV FÖRETAGET	30
5.2	PRODUKTUTBUD	30
5.2.1	Efterfrågan för produkturvalet	30
5.2.2	Produkternas lageromsättningshastighet.....	31
5.3	PRODUKTIONEN.....	32
5.3.1	Prognostisering och produktionsplanering.....	32
5.3.2	Tillverkningsprocessen i hyvlerianläggningen.....	32

5.4 LAGERUPPBYGGNAD OCH LAGERHANTERING	33
5.4.1 Lageruppbyggnad – layout	33
5.4.2 Lagerhantering vid produktion och framplockning	34
6 RESULTAT	35
6.1 PRODUKTERNAS EFTERFRÅGAN	35
6.2 KOSTNAD	36
6.2.1 Lagerränta och lagerföringskostnad	36
6.2.2 Omställning – och nedtagningskostnader	36
6.2.3 Materialhanteringskostnader	37
6.2.4 Orderhanteringskostnader	37
6.2.5 Total ordersärkostnad	38
6.3 PARTIFORMNING OCH PARTISTORLEK FÖREGÅENDE PERIOD	39
6.3.1 Beordringstillfällen och partistorlek enligt företagets planering 2018–2019	39
6.3.2 Beordringstillfällen och partistorlek enligt Silver & Meal 2018–2019	39
6.3.3 Totalkostnad kommande period enligt Silver & Meal	40
6.3.4 Jämförelse mellan företagets planering och Silver & Meal 2018–2019	40
6.4 PARTIFORMNING OCH PARTISTORLEK KOMMANDE PERIOD	42
6.4.1 Beordringstillfällen och partistorlek enligt företagets planering 2019–2020	42
6.4.2 Beordringstillfällen och partistorlek enligt Silver & Meal 2019–2020	42
6.4.3 Totalkostnad kommande period enligt Silver & Meal	43
6.4.4 Jämförelse mellan företagets tillvägagångssätt och Silver & Meal	43
6.5 KÄNSLIGHETSANALYS	45
6.5.1 Förändringar i efterfrågan	45
6.5.1 Förändringar i ordersärkostnaden	46
7 ANALYS OCH DISKUSSION	49
7.1 RESULTATANALYS	49
7.1.1 Prognosmetod och produkternas efterfrågan	49
7.1.2 Totalkostnad och partistorlek	51
7.2 METODDISKUSSION	52
7.2.1 Programvara för prognostisering	52
7.2.2 Partiformningsmetod och val av periodintervall	52
8 SLUTSATSER	53
8.1 STUDIENS FRÅGESTÄLLNINGAR	53
8.2 FÖRSLAG TILL FORTSATTA STUDIER	53
9 REFERENSER	54
BILAGOR	56

Figur och tabellförteckning

Figur 1. Illustration över studiens disposition.....	3
Figur 2. Studiens teoretiska ramverk vilket illustrerar hur valda teorier och begrepp användes för att besvara studiens frågeställningar och syfte.	7
Figur 3. Potentiella fördelar som försörjningskedjans aktörer kan ta del av med efterfrågedriven försörjningskedja (egen version som härleddes till Budd <i>et al.</i> 2012 p. 6)	8
Figur 4. Avvägning mellan mål (egen version som härleddes till Olhager 2013, p 57)	8
Figur 5. Definition av omsättningslager och säkerhetslager (egen version som härleddes till Oskarsson <i>et al.</i> 2013, p 112)	10
Figur 6. Tidsseriekomponenter i en tidsserie av efterfrågedata (egen version som härleddes till Olhager 2013, p 106)	12
Figur 7. Koppling mellan efterfrågemodell och potentiella prognosmetoder (egen version som härleddes till Olhager 2013, p 105)	13
Figur 8. Totalkostnad, ordersärkostnad och lagerföringskostnad som funktion av partistorleken (egen version som härleddes till Olhager 2013, p 288; Jonsson <i>et al.</i> 2011, p 350; Oskarsson <i>et al.</i> 2013, p 227)	14
Figur 9. Studiens frågeställningar relaterade till teori, metod, resultat, empirisk bakgrund, analys och diskussion samt slutsatser.	17
Figur 10. Diagram över såld volym per produkt (oktober 2018-september 2019. De gulmarkerade staplarna representerar de produkter som ingått i urvalet.	19
Figur 11. Datatyp och tillhörande datakälla som utgjort basen för de matematiska beräkningarna och efterföljande resultat och analys.	22
Figur 12. Såld volym (kubikmeter i aktuellt mått) för perioden oktober 2016 till och med september 2019 för samtliga urvalsprodukter.	31
Figur 13. Ingående råvara bokad till tillverkningsorder. De rödmarkerade paketen är bokade till en tillverkningsorder och de vitmarkerade paketen är ej bokade (skärmbild hämtad från företagets lagersystem)	32
Figur 14. Vy över förädlingens område, produktionsenheter och lagerplatser (skärmbild hämtad från företagets lagersystem)	33
Figur 15. Bestämda lagerplatser för en produkt där facken är produkt – och längdspecifika(skärmbild hämtad från företagets lagersystem).	34
Figur 16. Lagerbild över paket som står på respektive hyvelintag samt paket som förberetts av framplockarna inför kommande hyvelkörning (skärmbild hämtad från företags lagersystem)	34
Figur 17. Efterfrågan för oktober 2016 – september 2019 samt prognostiserad efterfrågan för oktober 2019 – september 2020 av 45x145 Hyvlat 4 RH.	35
Figur 18. Efterfrågan för oktober 2016 – september 2019 samt prognostiserad efterfrågan för oktober 2019 – september 2020 av 70x170 Hyvlat 4 RH.	35
Figur 19. Efterfrågan för oktober 2016 – september 2019 samt prognostiserad efterfrågan för oktober 2019 – september 2020 av 34x70 Hyvlat 4 RH.	36
Figur 20. Ordersärkostnadens ingående kostnadskomponenter och dess procentuella andel av den totala ordersärkostnaden för samtliga produkter i urvalet.....	38
Figur 21. Antalet beordringstillfällen enligt utdrag från företagets produktionsrapport avseende föregående 12-månaders period (oktober 2018-september 2019).	39
Figur 22. Antalet beordringstillfällen enligt Silver & Meal avseende föregående 12-månaders period (oktober 2018-september 2019).	39
Figur 23. Ordersärkostnad och lagerföringskostnad för 45x145 Hyvlat 4 RH vid företagets tillvägagångssätt och vid partiformning enligt Silver & Meal för föregående 12-månaders period (oktober 2018-september 2019).	41
Figur 24. Antalet beordringstillfällen enligt Silver & Meal avseende kommande 12-månaders period (oktober 2019-september 2020 med prognostiserad efterfrågan).	43
Figur 25. Ordersärkostnad och lagerföringskostnad för samtliga produkter vid företagets tillvägagångssätt och vid partiformning enligt Silver & Meal för kommande 12-månaders period (oktober 2019-september 2020).	44

Figur 26. Efterfrågan för 45x145 Hyvrad 4 RH för perioden oktober till och med september under åren 2016-2017, 2017-2018 och 2018-2019 samt den prognostiserade efterfrågan för oktober 2019 – september 2020.	49
Figur 27. Efterfrågan för 70x170 Hyvrad 4 RH för perioden oktober till och med september under åren 2016-2017, 2017-2018 och 2018-2019 samt den prognostiserade efterfrågan för oktober 2019 – september 2020.	49
Figur 28. Efterfrågan för 34x70 Hyvrad 4 RH för perioden oktober till och med september under åren 2016-2017, 2017-2018 och 2018-2019 samt den prognostiserade efterfrågan för oktober 2019 – september 2020.	50
Tabell 1. Studier om lagerstyrning och logistik med primärt fokus på prognostisering samt partiformningsmetoder som bedömdes mest relevanta för arbetet.	4
Tabell 2. Lagertyper och motiv till att upprätthålla dessa (Oskarsson et al. 2013).....	9
Tabell 3. Ordersärkostnaderna uppdelade i fyra kostnadskomponenter och dess innebörd (Jonsson et al. 2011)	11
Tabell 4. Partiformningsmetodernas egenskaper och förhållning till olika scenarion.	15
Tabell 5. Relevant information för att besvara studiens syfte och frågeställningar	21
Tabell 6. Ordersärkostnadernas ingående kostnadskomponenter; omställnings – och nedtagningskostnader, orderhanteringskostnader samt materialhanteringskostnader.	26
Tabell 9. Lageromsättningshastigheten samt den genomsnittliga liggtiden för samtliga produkter i urvalet.	31
Tabell 10. Medellagervärde, riskkostnad samt lagerränta för respektive produkt i urvalet.	36
Tabell 11. Genomsnittlig omställningstid – och omställningskostnad för respektive produkt i urvalet vid produktion.	37
Tabell 12. Tidsåtgång och materialhanteringskostnad vid produktion av samtliga produkter i urvalet.	37
Tabell 13. Genomsnittlig orderhanteringstid – och kostnad för samtliga produkter i urvalet.	38
Tabell 14. Total ordersärkostnad för respektive produkt.....	38
Tabell 15. Totalkostnaden och beordringstillfällena under föregående period enligt Silver & Meal för respektive produkt.	40
Tabell 16. Genomsnittlig partistorlek under föregående period respektive antal beordringar samt antalet beordringar under kommande period med hänsyn till den prognostiserade efterfrågan. .	42
Tabell 17. Totalkostnad uttryckt i kronor för respektive produkt vid partiformning enligt Silver & Meal för kommande period.	43
Tabell 18. Procentuella förändringar i efterfrågan för produkt 45x145 Hyvrad 4 RH och dess inverkan på antalet beordringstillfällen samt kostnader.	45
Tabell 19. Procentuella förändringar i efterfrågan för produkt 70x170 Hyvrad 4 RH och dess inverkan på antalet beordringstillfällen samt kostnader.	46
Tabell 20. Procentuella förändringar i efterfrågan för produkt 34x70 Hyvrad 4 RH och dess inverkan på antalet beordringstillfällen samt kostnader.	46
Tabell 21. Procentuella förändringar i ordersärkostnaden för produkt 45x145 Hyvrad 4 RH och dess inverkan på antalet beordringstillfällen samt kostnader.	47
Tabell 22. Procentuella förändringar i ordersärkostnaden för produkt 70x170 Hyvrad 4 RH och dess inverkan på antalet beordringstillfällen samt kostnader.	47
Tabell 23. Procentuella förändringar i ordersärkostnaden för produkt 34x70 Hyvrad 4 RH och dess inverkan på antalet beordringstillfällen samt kostnader.	48

Förkortningar och begrepp

Begrepp	Förklaring	Först förekommande
Aktuellt mått (m3akt)	Plankan alternativt brädans mått efter hyvling. Kubikmeter i aktuellt mått uttrycks m3akt.	Sid 28
GLT	Genomsnittlig liggtid	Sid 10
LOH	Lageromsättningshastighet	Sid 4
Nominellt mått (m3nom)	Plankan alternativt brädans mått innan hyvling. Kubikmeter i nominellt mått uttrycks m3nom.	Sid 19
Partiformning	Metod för att bestämma hur mycket som ska beställas eller produceras vid respektive beordringstillfälle	Sid 3
Partistorlek <i>Synonymer: batch, produktionskvantitet</i>	Begärd kvantitet eller producerad kvantitet som ett resultat av en process	Sid 3
ÅF	Återförsäljare	Sid 4

1 Introduktion

Introduktionen inleds med en bakgrund till studien vilket därefter övergår till en problembeskrivning varpå syftet med studien och tillhörande frågeställningar formulerats.

1.1 Bakgrund

Den svenska skogsindustrin har haft starka investeringsår under 2010-talet och nått rekordnivåer. Under 2017 investerades totalt 72,3 miljarder kronor inom svensk skogsindustri vilket motsvarade 23 % av investeringarna som skedde inom svensk industri det året (Skogsindustrierna, 2018). Det är den högsta nivån på 80 år (*ibid.*). Investeringarna har framförallt skett inom tillverkning av massa och kartong men flera företag inom skogsindustrin väljer att bygga nya anläggningar för industriellt träbyggande. Detta som en följd av att efterfrågan av hållbart – och förnybart byggnadsmaterial ökat (*ibid.*). Produkter som har funnits länge på marknaden har förfinats allt mer samtidigt som produktionen har effektiviserats (Storhagen 2018) vilket sågverksnäringen exemplifierar. Skogsindustrin verkar på en hårt konkurrensutsatt marknad vilket är en ständig utmaning för branschen (Håkansson, 2018). Thorén (2017) menar att produktionseffektivitet i alla led är avgörande för att hävda sig i den internationella konkurrensen inom sågverksnäringen. Utvecklingen inom produktion har prioriterats framför den logistiska menar Storhagen (2018) och påpekar att ett intresse finns i att utveckla den kompetensen för att förbättra företagets marknadsposition.

I ett företags marknadsagerande är produktdifferentiering en viktig process för att behålla konkurrenskraften och företagets intresse för detta har ökat (Rametsteiner *et al.* 2006). Produktdifferentiering kan åstadkommas genom att förändra produktens fysiska egenskaper men kan också innebära att man erbjuder kunden snabba och säkra leveranser av ett brett produktsortiment (Rametsteiner *et al.* 2006; Schmithüsen *et al.* 2016). Dessa krav kan emellertid vara komplicerade att uppfylla (Oskarsson *et al.* 2013). För att klara av att uppfylla kraven krävs en väl fungerande distribution, produktion och materialförsörjning som är samordnade med varandra på ett kostnadseffektivt sätt. Att leva upp till kundernas olika krav och forma optimala flöden för en mängd olika produkter blir i praktiken mycket krävande. Företag tvingas istället att finna rutiner och tillvägagångssätt som effektiviserar de olika funktionerna i flödet (*ibid.*).

Produktionen har inte alltid uppfattats som en del i logistiken (Storhagen, 2018), dock är produktionskapaciteten alltid en begränsande resurs. Under industrialismens tidiga skeden riktades intresset mot förbättringar och effektiviseringar inom produktionen för att under senare decennier riktas mot marknaden och kunden. Produktsortimenten har successivt breddats för att höja servicenivån vilket resulterat i att kostnader för lagerplats, utrustning och administration ökat och kapitalbindningen blivit högre. Storhagen (2018) hävdar att uppmärksamheten idag riktats tillbaka mot produktionen och att det under senare år har blivit alltmer problematiskt att åstadkomma en marknadsorientering utan att även koordinera produktionen mot marknaden och kunderna.

En viktig parameter i logistiska insatser är att begränsa lagringen av material och produkter i värdekedjan från ursprung till slutkund (Storhagen, 2018). Lager är viktigt på grund av både kostnadsskäl och serviceskäl. Att lager för med sig kostnader är allmänt känt men utifrån andra aspekter kan lager minska andra kostnader genom att exempelvis uppnå stordriftsfördelar genom att producera stora volymer åt gången (Oskarsson *et al.* 2013). Ur serviceaspekten är

det viktigt att upprätthålla ett lager för att hantera osäkerheter i form av efterfrågan och produktion (*ibid.*). Som följd av detta behöver företag göra en avvägning mellan kostnader som lager medför och samtidigt upprätthålla ett lager som kan svara mot förändringar i efterfrågan och upprätthålla en hög leveranssäkerhet ut mot kund.

1.2 Problembeskrivning

Flertalet sågverk – och träförädlingsverksamma i Sverige uttrycker sig själva erbjuda ett brett sortiment av trävaror till sina kunder (Setra Group 2019; Holmen 2019; SCA 2019; Sandåsa Timber 2019; Bodafors 2019). Ett exempel på ett betydande kundsegment inom de svenska sågverks – och förädlingsverksamheterna är bygghandeln. Utifrån bygghandlarnas perspektiv finns det ett flertal egenskaper som är eftertraktade hos leverantörerna av virke enligt en studie av Bergström (2010). Leveranssäkerhet, leveranstid och ett brett sortiment vägs in vid valet av leverantör menar Bergström. Bygghandlarna värderar leveranssäkerhet högt då konsekvenserna av bland annat sena leveranser kan leda till förlorade intäkter för bygghandeln. De menar att leverantören bör ha förmågan att garantera en given leveranstid för att uppnå en hög grad av leveranssäkerhet (*ibid.*).

Målet för ett företag att upprätthålla en god leveransförmåga genom en hög grad av lagertillgänglighet kan samverka eller motverka andra mål i produktionsfunktionen. En hög lagertillgänglighet leder till en ökad kapitalbindning i material medan tillverkningskostnaden per produkt generellt sätt ökar med ett ojämnare resursutnyttjande till följd av en låg kapitalbindning (Olhager 2013). Det uppstår en målkonflikt mellan leveransförmåga, tillverkningskostnad och kapitalbindning i material vilket leder till att en avvägning måste göras mellan dessa mål för att företaget ska bibehålla en god lönsamhet (*ibid.*). I ett tillverkande företag finns det ett behov att upprätthålla lager för att svara mot oförväntade variationer i efterfrågan och utbud (Madhusudhana *et al.* 2009). I samband med detta måste företaget avgöra hur stora lager som ska upprättas för respektive produkt.

Ett viktigt verktyg i produktionsplanering för standardprodukter är prognostisering för att bedöma hur stor efterfrågan förväntas bli under kommande period. Prognostiseringen är viktigt för att bedöma hur mycket som ska produceras av varje produkt. Ett lager som underskrider efterfrågan leder till uteblivna affärer och försämrade leveranssäkerhet vilket ställs mot de kapitalkostnader som stora lager leder till. Stora lager kan dessutom resultera i lagerplatsbrist om det är en begränsande faktor. Breda produktsortiment leder till kapitalkrävande investeringar i följd av stora färdigvarulager vilket i sin tur resulterar i behovet av större råvarulager och lager med produkter i arbete (Bragg 2011). Gradvis kommer inkuranslagret att öka på grund av att den producerade kvantiteten överstigit den faktiska efterfrågan och produkterna blir stående i lager (*ibid.*). Detta är en aspekt som blir ytterst väsentlig inom skogsnäringen i och med trävaran är ett levande material mottaglig för mikrobiella angrepp och missfärgningar.

Dessa målkonflikter resulterade i ett intresse att utreda hur ett företag verksamt i sågverk – och förädlingsnäringen kan optimera produktionsvolymerna med avvägning mellan lagerföringskostnader och ordersärkostnader.

1.3 Syfte och frågeställningar

Syftet med studien är att undersöka hur ett trävaruföretag kan minska sin totala lagringskostnad utan att ta anspråk på ett brett produktsortiment. Studiens primära avsikt är att utreda hur ett företag kan optimera sina partistorlekar med avvägning mellan lagerföringskostnader och ordersärkostnader förankrat i teori om lagerstyrning. Studien syftar till att besvara följande frågeställningar:

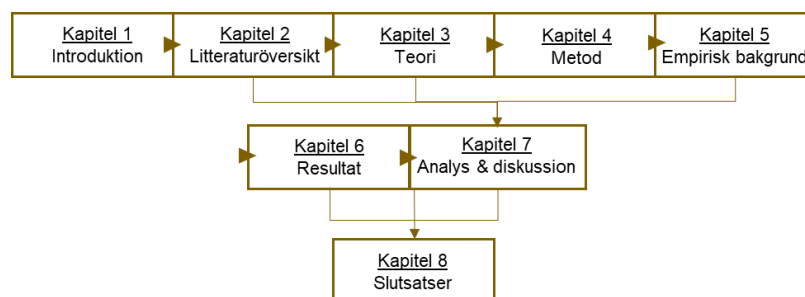
- Hur stora partistorlekar för ett urval av förädlade träprodukter ska ett trävaruföretag producera enligt utförd prognostisering och partiformning med hänsyn till lagerföringskostnad samt ordersärkostnad?
- Hur påverkas den totala kostnaden om företaget tillämpar en partiformningsmetod i jämförelse mot företagets nuvarande tillvägagångssätt vid planering av partistorlekar?

1.4 Avgränsningar

Studien har avgränsats till aktiviteterna som sker hos träförädlingen med vidare fokus på hyvleriverksamheten och överenskomna produktsegment med uppdragsgivaren samt lagerkostnader som uppstår i hanteringen av dessa produktgrupper. Vidare sker en teoretisk avgränsning med inriktning mot lagerstyrning. De primära delarna i lagerstyrningen omfattas av prognostisering, lager – och orderkostnader samt partiformningsmetoder för att avgöra produktionskvantiteter. Kostnadselementen som ingår i beräkningarna är lagerföringskostnad och ordersärkostnad. Urvalet av produkter som kommer att studeras omfattar den färdiga trävaruprodukten som ingår i färdigvarulagret. Produkter i arbete samt biprodukter från produktionen kommer ej att beaktas.

1.5 Disposition

Arbetet har delats upp i åtta kapitel (Figur 1). Inledningsvis introduceras bakgrunden, problembeskrivningen samt syfte och frågeställningar. Andra kapitlet omfattas av en litteraturöversikt med en litteraturgenomgång av vetenskapliga artiklar och arbeten inom området som studien har för avsikt att undersöka. I tredje kapitlet presenteras teori och relevanta analysmodeller som har varit relevanta för studien. Därefter beskrivs metoder och tillvägagångssätt för genomförandet av studien i det fjärde kapitlet. Femte kapitlet omfattas av en empirisk bakgrund med information om fallföretaget, dess verksamhet och förädlingsprocess. I kapitel sex presenteras resultatet, som analyseras och diskuteras i det sjunde kapitlet ”analys” med paralleller till teoriavsnittet, den empiriska bakgrunden samt med koppling till tidigare studier. Avslutningsvis kommer studiens slutsatser att presenteras med hänvisning till studiens syfte och frågeställningar.



Figur 1. Illustration över studiens disposition.

2 Litteraturöversikt

Avsnittet inleds med en litteraturgenomgång av vetenskapliga artiklar och examensarbeten inom området som studien har för avsikt att undersöka. Litteraturöversikten avslutas med en syntes över identifierad kunskapslucka.

En litteratursökning genomfördes för att erhålla en bild av hur kunskapsläget inom ämnesområdet logistik och lagerstyrning tillämpas i skogsindustri och andra tillverkande industrier. Databaserna som användes i litteratursökningen var SLU Primo, Google Scholar, WebOfScience samt uppsatser.se. Sökord som användes var lagerstyrning, partiformning, optimal orderkvantitet, ordersärkostnad, lagerhållningskostnad, totalkostnad, prognostisering, logistik samt lageromsättningshastighet (**LOH**) (inklusive engelska motsvarigheter). Sökningen visade att ämnesområdet har studerats tidigare i en mycket stor utsträckning. Uppfattningen är dock att det finns förhållandevis få studier som studerar begreppet partiformning inom ämnet med fokus på sågverks – och träindustrin. De arbeten som ansågs mest relevanta för studiens syfte genom att de inriktas på lagerstyrning, prognostisering och partiformning, återfinns i Tabell 1.

Tabell 1. Studier om lagerstyrning och logistik med primärt fokus på prognostisering samt partiformningsmetoder som bedömdes mest relevanta för arbetet

Författare	Syfte	Problem	Åtgärder/slutsatser
Flemström (2013)	Undersöka hur material-försörjning kan effektiviseras för att uppnå ökad leveransservice och minskad totalkostnad.	Lagerhållning förebygger störningar i produktion och försämrade leveransservice men ett överdimensionerat lager medför onödiga kostnader.	Prognoser och partiformning ökar LOH samtidigt som risken för inkurans minskas. Totalkostnaden kan minskas genom att sänka lagernivåerna.
Holvid et al. (2005)	Kartlägga orsaker till att artiklar får låg lageromsättningshastighet (LOH) och ta fram åtgärder för att förebygga detta.	Låg LOH till följd av brister i prognoser, helhetssyn, uppföljning, efterfrågevariation och dimensionering av SL etc.	Uppdatera prognosmetod, öka helhetssynen och uppföljningen genom närmare samarbete samt ökad integration med kund etc.
Kesavan et al. (2012)	Undersöka skillnader i beteendet hos återförsäljare (ÅF) med hög – och låg LOH vid efterfrågechocker.	Att förstå beteendeskilnader mellan ÅF med hög – och låg LOH och deras bidrag till verksamheternas prestation.	ÅF med hög LOH reagerar snabbare mot efterfrågechocker genom att ändra orderkvantiteten.
Mohlin et al. (2018)	Genom en nulägesanalys finna lösningsförslag och förbättringar kring hur lagret kan optimeras för att uppnå en snabbare LOH.	Produktion av för många produkter med breda variationer som lagerhålls under en längre tid än deras livslängd vilket leder till bundet kapital och kassation.	Värdera, klassificera och differentiera färdigvarulagret för att beräkna SL. Leder till större kontroll av hanteringen av artiklar och leder till en högre LOH på längre sikt.
Näversten et al. (2010)	Förbättrings-förslag för ett effektivare produktionsflöde med hänsyn till partistorlek, kostnadsavvägning och Lean Production.	Hög lagerhållnings-kostnad och obalans i relationen mellan ordersärkostnader och lagerhållnings-kostnader.	Tydligare prognoser till följd av större informations-utbyten. Producera färre antal batcher med större kvantiteter. Reducera ställtiderna för att öka LOH.

Prognostisering och partiformning har studerats tidigare i arbeten där ett examensarbete inom sågverk – och träindustrin hittades under litteratursökningen. Flemström (2013) undersökte hur materialförsörjningen av konstruktionsvirke och standardpanel kan effektiviseras för att uppnå ökad leveransservice och samtidigt minska den totala kostnaden. Inledningsvis prognostiserar Flemström efterfrågan för ett urval av produktgrupper med prognosmetoden säsongindex under veckovisa perioder. Som en del i arbetet jämförde Flemström olika partiformningsmetoder, två av metoderna var Wagner & Whitin-algoritmen samt Silver & Meal-algoritmen. Metoderna används för att finna den optimala partistorleken att producera för att lagerföringskostnaderna inte ska överskrida ordersärkostnaden (Oskarsson *et al.* 2013). Den förstnämnda metoden gav den lägsta totalkostnaden och Silver & Meal-algoritmen gav en marginellt högre totalkostnad. Flemström hävdar att periodvalet hade kunnat ändras till månader istället för veckor vilket hade underlättat beräkningen av algoritmen då den hade blivit lättare att hantera sett till antalet beräkningar. Vidare menar författaren att valet av partiformningsmetod ska beakta de tillgängliga resurser – och kompetens som finns inom verksamheten för att partiformningen ska underlätta och inte belasta företaget.

Holvid *et al.* (2005) utförde en studie inom området logistik på uppdrag av Volvo Aero Corporation vilka uppgav att de länge haft problem med stora mängder bundet kapital och artiklar med låg omsättningshastighet. Anledningarna till att artiklar hade en låg lageromsättningshastighet identifierades. Författarna kom fram till att det fanns brister i företagets prognoser och deras val av prognosmetod, företagets helhetssyn och uppföljning samt variationer i efterfrågan och feldimensionerade säkerhetslager etc. Då författarna ansåg att bristande helhetssyn var en utav orsakerna till att omsättningshastigheten var låg rekommenderades företaget att öka kontakten med kunderna för att erhålla kunskap om efterfrågan och dess variationer.

Kesavan *et al.* (2012) undersökte skillnader i beteendet hos återförsäljare med hög – respektive låg omsättningshastighet. Studien använde data från 300 återförsäljare under en 25-årsperiod. Författarna fann att återförsäljare med hög lageromsättningshastighet har förmågan att snabbare reagera mot kraftiga förändringar i efterfrågan genom att ändra deras beställningskvantiteter. Återförsäljare med låg LOH verkade primärt förlita sig på prisförändringar för att hantera dessa efterfrågevariationer. Detta hängde samman med långsammare responstid i deras försörjningskedjor vilket medförde att återförsäljare med låg LOH behöver ändra orderkvantiteten i en större utsträckning än återförsäljare med hög LOH.

Mohlin *et al.* (2018) gjorde en fallstudie hos LSAB som hade problemet att många artiklar fastnade på lager alldeles för länge vilket ledde till stora lagerkostnader och inkurans. Efter författarnas analys av nuläget blev det tydligt att fallföretaget behövde ett sätt att differentiera sitt färdigvarulager. Författarna uppmanar företaget att använda sig av ABC-klassificering då LSAB ibland gav produkter samma värde även fast deras prestationer såg olika ut. Mohlin *et al.* menar att lagerdifferentiering leder till att kontrollen av hanteringen kring artiklarna blir bättre. Författarna menar också att det deras förslag om nytt arbetssätt inte ger någon större påverkan på LOH vid direkt implementering. En snabbare LOH kommer att genereras på sikt då lagret kontinuerligt anpassas efter den lagerhållningsprincip som författarna tagit fram under studien.

Näversten *et al.* (2010) genomförde även de en fallstudie där en del av rapportens frågeställning var att undersöka huruvida Lean Production kan appliceras på ett företag verksamt i processindustrin. Övriga delmål i deras studie var att finna en gynnsam avvägning mellan ordersärkostnader och lagerhållningskostnader då en obalans mellan dessa uppstått som följd

av ett stort antal produkter med lång ställtid. Till följd av detta ville författarna finna sätt för att underlätta planeringen av produktionskvantiteter. Författarna utförde en värdeflödeskartläggning över processerna och utförde kostnadsberäkningar. Beräkningarna resulterade i att kostnaderna per produkt skulle minska om antalet beordringstillfällen reducerades i alla processer förutom en. En ytterligare dimension av studien var att studera produkternas genomsnittliga liggtid. Författarna kom till slutsatsen att företaget är tvunget att reducera sina ställtider och andelen uppstartspill för att korta ner den genomsnittliga liggtiden. Författarna fortsätter sitt resonemang genom att förklara att kostnaderna för ställtider och uppstartspill kan minskas genom att företaget minskar antalet produkter på längre sikt och därmed minska antalet produktbyten. Författarna hävdar dock att tillvägagångssättet medför en nackdel då antalet kunder kommer att minska på grund av att företaget inte längre har produkterna i sitt sortiment. Som en del i studiens slutsatser menar författarna att ett djupare informationsbyte genom hela försörjningskedjan skulle leda till säkrare prognoser.

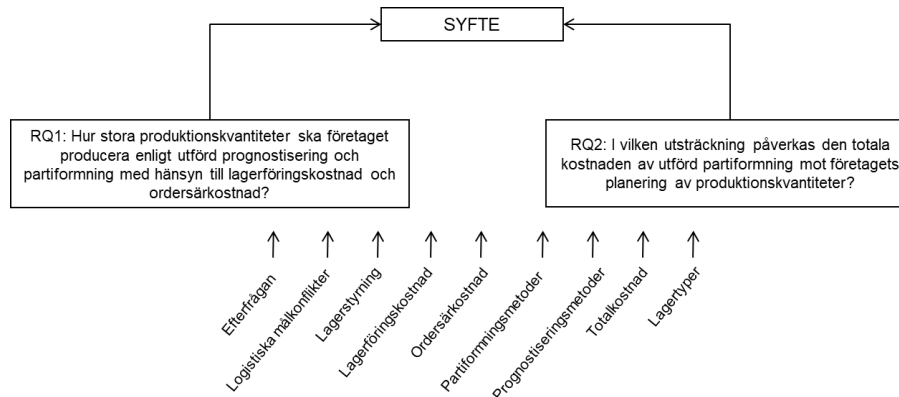
Vid litteratursökningen hittades ett stort antal optimeringsstudier som studerat och utvecklat modeller för att fastställa produktionskvantiteter. I en studie av Xu *et al.* (2011) utvecklades en modell där en del av produktsortimentet kan ersättas med ett substitutlager samtidigt som kvantiteten bestäms av tidsberoende priser för att bestämma när kvantiteten ska beordras. Författarna menar att ett substitutlager kan öka företagets service ut mot kund trots att den huvudsakliga produkten inte finns i lager (*ibid.*). I en annan studie av Duan *et al.* (2013) utvecklades en optimeringsmodell vilken bland annat baserades på tio olika efterfrågemodeller och fyra nivåer av kapacitetsbegränsningar. Författarna upptäckte att kapacitetsbegränsningar kan leda till stora förändringar i antalet beordringstillfällen vid efterfrågan som fluktuerar kraftigt. De hävdar även att centraliserad kontroll är fördelaktigt, särskilt för de försörjningskedjor som möter varierande efterfrågan (*ibid.*).

Optimeringsstudierna som hittades under litteraturöversikten har bidragit med intressanta synpunkter och påståenden. Dock ansågs inte artiklarna passa denna studie då avsikten var att finna ett praktiskt verktyg för att bestämma optimala produktionskvantiteter enligt befintlig och erkänd partiformningsmetod. De mest relevanta arbetena (Tabell 1) som hittats under litteratursökningen visar på att lagerstyrning är en utmaning för många företag. Kortfattat lyder slutsatserna att ökad synlighet genom försörjningskedjan och val av rätt prognosmetod leder till säkrare prognoser samt ökad lageromsättningshastighet. Lageromsättningshastigheten förbättras även genom att tillämpa partiformning. Då antalet studier inom lagerstyrning med inriktning på partiformning uppskattas vara få inom sågverks – och träindustrin uppstod ett intresse i att studera detta vidare.

3 Teori

Avsnittet inleds med det teoretiska ramverket som omfattar teorier och begrepp som är relevanta för studien och besvarandet av syfte och tillhörande frågeställningar. Därefter sker en djupgående redogörelse av de aktuella teorierna och begreppen som studien har för avsikt att undersöka.

Eftersom studien fokuserar på partiformning och planering av produktionskvantiteter kommer analysen att baseras på teorier och begrepp inom produktionsplanering, lagerstyrning och prognostisering. Det teoretiska ramverket illustreras i Figur 2.



Figur 2. Studiens teoretiska ramverk vilket illustrerar hur valda teorier och begrepp användes för att besvara studiens frågeställningar och syfte.

För att besvara studiens övergripande syfte och tillhörande frågeställningar består det teoretiska ramverket av lagerteori som avhandlar lagerstyrning. Lagerstyrningen omfattar prognostisering av efterfrågan, lager – och orderkostnader samt partiformningsmetoder för att avgöra produktionskvantiteter.

3.1 Efterfrågedriven försörjningskedja

En efterfrågedriven försörjningskedja (*eng. Demand-driven supply chain*) definieras som ett system av koordinerad teknologi och processer som förutser och reagerar mot variationer i efterfrågan (Budd *et al.* 2012). När variationer i efterfrågan uppstår måste företaget justera försörjningsnivåerna i alla led som ingår i försörjningskedjan. Dock blir oftast effekterna av avvikelserna förstärkta på grund av tidsfördröjningen innan efterfrågevariationen upptäcks. Effekten blir således underskott i lager alternativt ett överskott i lager (*ibid.*). En efterfrågedriven försörjningskedja består av fyra grundläggande pelare: synlighet, infrastruktur, koordination och optimering. Synligheten syftar till att efterfrågan och lagernivåer ska vara transparenta längs försörjningskedjan. En robust infrastruktur tillåter aktörerna i försörjningskedjan att anpassa sig till kortsiktiga variationer i försörjning och efterfrågan. En välfungerande koordination bland aktörerna i försörjningskedjan bidrar till att företagets prestation förbättras och kostnadseffektiviseras. Genom att optimera försörjningskedjans prestationer förbättras företagets service ut mot konsumenterna och samtidigt uppnås stora kostnadsfördelar (*ibid.*). En efterfrågedriven försörjningskedja har potentialen att bidra med fördelar till alla aktiva aktörer i försörjningskedjan (Figur 3).

	Råvaruleverantör	Tillverkare	Återförsäljare	Konsument
Reducera lager	●	●	●	
Minska rörelsekapitalet	●	●	●	
Förbättra prognostiseringen	●	●	◐	
Reducera transportkostnader	●	●		
Optimera infrastrukturen	●	●	◐	
Minska orderhanteringskostnaden	●	●	●	
Reducera driftskostnaden (exempelvis lagerhantering)	●	●	●	
Reducera arbetsuppgifter (exempelvis planerare)	●	●	●	
Minska försäljning – och produktionsplaneringstiden	●	●	◐	
Reducera utebliven försäljning	●	◐	●	
Förbättra kundens försäljning och upplevelse			●	●

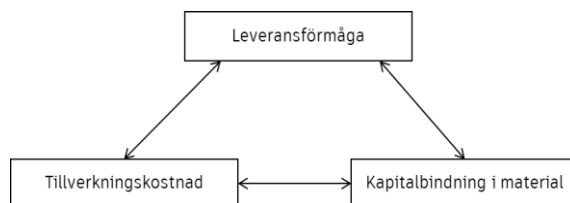
● = stark fördel ◐ = delvis fördel

Figur 3. Potentiella fördelar som försörjningskedjans aktörer kan ta del av med efterfrågedriven försörjningskedja (egen version som härleds till Budd et al. 2012 p. 6).

Behovet av synlighet genom försörjningskedjan är stark för att undvika den så kallade pisksnärtseffekten (eng. *the bullwhip effect*), (Lysons et al. 2016). Pisksnärtseffekten representerar den osäkerhet som orsakas av informationsflödet som sker upp – och nedströms i försörjningskedjan. Särskilt när det gäller prognostisering av efterfrågan. Dessa prognoser blir mindre trovärdiga desto längre bak i försörjningskedjan man kommer (från återförsäljare till grossist, från grossist till tillverkare och leverantörer). En av de främsta drivkrafterna till att efterfrågan blir snedvriden är att prognostisering uteblir. Resultatet av pisksnärtseffekten leder till en överflödlig lagervolym, bristande kundservice, problem i kassaflödet, lagerbrist och utebliven försäljning samt höga materialkostnader (*ibid.*).

3.2 Logistiska målkonflikter

Företag som bestämmer sig för att hålla låga lagernivåer måste beakta de avvägningar som låga lagernivåer medför. Lagerunderskott leder till utebliven försäljning vilket inte bara innebär en intäktsförlust utan även försämrade upplevelse hos kund (Budd et al. 2012). För att företaget ska nå det övergripande målet, god lönsamhet, måste företaget göra lämpliga avvägningar mellan målen som berör verksamheten (Olhager, 2013). Olhager menar att produktionsfunktionens målformulering oftast leder till en uppdelning i tre mål varpå en avvägning mellan dessa måste göras: god leveransförmåga, låg tillverkningskostnad per enhet och låg kapitalbindning i material (Figur 4).



Figur 4. Avvägning mellan mål (egen version som härleds till Olhager 2013, p 57).

En god leveransförmåga uppnås genom att hålla en hög lagertillgänglighet eller att leveranstiden är kort och säker. För att uppnå en låg tillverkningskostnad ska företaget upprätthålla ett högt och jämnt resursutnyttjande. För att uppnå en låg kapitalbindning i material skall genomloppstiden i produktionsprocessen vara kort (*ibid.*). Beroende på företagets produktionssituation kan dessa mål samverka eller motverka varandra varpå en målkonflikt uppstår som leder till att en avvägning måste ske.

3.3 Lagerstyrning

De flesta organisationer kan reducera sina kostnader som associeras till materialflödet (Axsäter, 2015). Stora kapital binds i råvara, produkter i arbete och i färdigvarulagret vilket medför att det finns en väldigt stor och viktig potential för förbättring. Målet med lagerstyrning är oftast att skapa en balans mellan konflikterande mål som benämnts ovan (*ibid.*) och lagerstyrningen är oerhört central vid produktion mot lager (Olhager, 2013). Olhager menar att det lager som finns vid tidpunkten då kunden lägger in sin beställning är det viktigaste lagret ur kundens perspektiv. Av den anledningen att det är det närmaste lagret till leveransen. Författaren understryker att det är mycket viktigt att detta lager har rätt sammansättning och mängd av artiklar så att utförda aktiviteter under kundens leveranstid inte leder till dröjsmål (*ibid.*).

3.3.1 Lagertyper

Ur ett flödesperspektiv är de tre grundläggande lagerformerna: råvarulager, produkter i arbete (omfattar produkter som är under bearbetning) och till sist färdigvarulagret (Olhager, 2013). Råvarulagret har som uppgift säkra försörjningen till en produktionsenhet. För att förebygga råvarubrist är en stabil förbrukning och efterfrågan en förutsättning (Storhagen, 2003). Färdigvarulagret omfattar slutprodukterna, produkter som är fullt förädlade och redo för leverans ut till kund. Vidare uppstår olika typer av lager (Tabell 2).

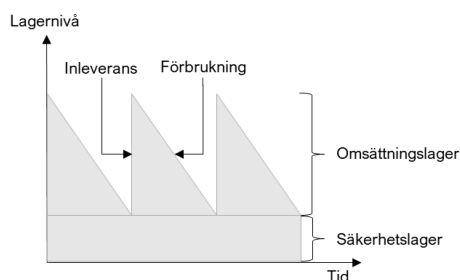
Tabell 2. Lagertyper och motiv till att upprätthålla dessa (Oskarsson et al. 2013)

Lagertyp	Motiv till lagret
Omsättningslager	Inköp/produktion/transport av stora kvantiteter av ekonomiska skäl (stordriftsfördelar)
Säkerhetslager	Uppfylla önskad leveransservice. Gardera mot osäkerhet i efterfrågan, försörjning och egen produktion
Säsongslager	Utjämning av produktionen av säsongsvapor
Konjunkturlager	Lageruppbyggnad inför förväntad konjunkturuppgång. Svårsålda produkter vid konjunkturedgång
Spekulationslager	Undvika prishöjningar/utnyttja tillfälliga erbjudanden
Koordinationslager	Uppstår p.g.a. svårigheter att tidsmässigt exakt styra olika artiklar som ska till samma aktivitet
Inkuranslager	Produkter som inte kan säljas till ordinarie pris

Skälen till lagerhållning ger upphov till olika typer av lager beroende på deras uppgift (Olhager, 2013). Inkuranslagret exempelvis består av produkter som är defekta vilket medför att det inte finns någon efterfrågan för dessa (Storhagen, 2003). Vidare förklaras omsättningslager och säkerhetslager som omfattas i denna studie.

Omsättningslager och säkerhetslager

Omsättningslager benämns även omloppslager och innefattar en lagercykel (Storhagen, 2018) Lagercykeln startar då en produktkvantitet tillförs lagret till dess att kvantiteten lämnat lagret (Figur 5).



Figur 5. Definition av omsättningslager och säkerhetslager (egen version som härleds till Oskarsson *et al.* 2013, p 112).

Ett säkerhetslager, benämns ibland som buffertlager, är ett lager som kan användas utifall en störning sker (Figur 5). Exempel på störning är ökningarna i efterfrågan eller oväntat hinder i produktionen som medför produktionsförsejningar (Oskarsson *et al.* 2013). Om osäkerheter i försörjning och efterfrågan inte kan uteslutas är säkerhetslager en nödvändighet enligt Lysons *et al.* (2016).

3.3.2 Lageromsättningshastighet

Ett vanligt förekommande tidsnyckeltal är lagrets omsättningshastighet (**LOH**) som beskriver hur frekvent ett lager förbrukas (Oskarsson *et al.* 2013). Lagrets omsättningshastighet är egentligen detsamma som den genomsnittliga tid en viss produkt befinner sig i lagret (**GLT**). LOH uttrycks nästan uteslutande i enheten antal gånger per år medan GLT mäts i dagar, veckor eller månader (*ibid.*). Lageromsättningshastigheten är ett mått på ledningens förmåga att använda verksamhetens resurser effektivt och fokus på detta nyckeltal innebär att företag kan förbättra sin försörjningskedja (Madhusudhana *et al.* 2009). En högre LOH innebär att företaget kan minska sina kapitalinvesteringar i råvarulager, lager för produkter i arbete och färdigvarulager och därmed reducera det bundna kapitalet (Demeter *et al.* 2011). En ytterligare aspekt är att företaget kan reducera sitt inkurslager i och med att volymen förbrukas i en högre hastighet. Om företaget har en låg omsättningshastighet för sina lager kan det indikera att hanteringen av varulagret är ineffektivt (Aktiewiki 2017). Hançerlioğulları *et al.* (2016) hävdar även att osäkerheter i efterfrågan har en signifikant effekt på LOH i en negativ mening. Det bör dock nämnas att en låg omsättningshastighet i vissa fall kan vara lämpliga. Exempelvis om företaget bygger upp ett större lager om en stigande efterfrågan förväntas uppstå (Aktiewiki 2017).

3.4 Lagerrelaterade kostnader

De grundläggande lagerrelaterade kostnaderna man beaktar är lagerhållningskostnader, ordersärkostnader och bristkostnader. De förstnämnda kostnaderna är högst relevanta kostnadsslagen när man bestämmer den optimala partistorleken för en eller flera produkter (Olhager, 2013). Jonsson *et al.* (2011) hävdar att det är lagerhållningssärkostnader som bör ingå vid beräkning av den optimala partistorleken då lagerhållningssamkostnader inte förändras när lagervolymer varierar. Oskarsson *et al.* (2013) inför ett nytt begrepp i sammanhanget som benämns lagerföringskostnader. Författarna menar att lagerföringskostnaderna beror på den lagrade volymen och de rörliga kostnaderna som medförs. I denna studie kommer begreppet lagerföringskostnad att tillämpas och användas vid partiformningen. Bristkostnader uppstår då en produkt inte finns tillgänglig i lager, kostnaden kan exempelvis motsvara administrativa uppgifter till följd av detta eller att affären uteblir vilket innebär att man förlorar en intäkt (*ibid.*).

Storhagen (2003) redogör att det finns många aktiviteter i ett företag som bidrar till den totala lagerkostnaden. De huvudsakliga kostnaderna som utgör den totala lagringskostnaden är kapital

– service – plats – risk och administrativa kostnader. Under respektive kostnadspost finns det aktiviteter som inverkar på kostnaderna. Alla kostnader som presenteras aktiveras inte alltid och kostnaderna varierar beroende på vilken produkt som produceras och lagras (*ibid.*).

3.4.1 Lagerföringskostnad

Lagerföringskostnader uppstår i och med att lager innebär en låsning av resurser och därmed binder kapital (Oskarsson *et al.* 2013). Kapitalbindningen innebär med andra ord ett bortfall av möjliga intäkter vilket benämns som kapitalkostnad. Kapitalkostnadens storlek beror på vilken förräntning som företaget kan förvänta sig av frigjort kapital. Detta kan uttryckas som en kalkylränta där man ser lagret som en investering som ska löna sig lika bra som övriga investeringar företaget gör. Förutom kapitalkostnader tillkommer riskkostnader. Riskkostnader är sådana kostnader som uppstår i samband med lagring. Exempel på riskkostnader är stöld, svinn och inkurans. Både dessa kostnadskomponenter ökar proportionellt med ökat lager, detta för att vi låser mer resurser och att risken ökar för stöld, svinn och inkurans.

Vid beräkning av lagerföringskostnaden används en lagerränta som representerar kapital – och riskkostnaderna. Storleken på kostnaderna måste uppskattas och ställas i proportion till lagervärdet. Lagervärdet räknas ut genom att multiplicera medellagervärdet för produkten med dess värde. Den årliga riskkostnaden erhålls genom att addera de kostnader som uppstått på grund av godsskador som hantering exempelvis, kassationer som följd av inkurans eller inkomstbortfall på grund av värdeminskning (Olhager 2013; Jonsson *et al.* 2011). Med dessa värden kan sedan lagerräntan räknas ut. Lagerräntan r uttrycks som summan av kapital – och riskkostnaderna i procent av det genomsnittliga lagervärdet (Jonsson *et al.* 2011). Enligt Olhager (2013) och Oskarsson *et al.* (2013) antas oftast lagerföringskostnaden vara linjärt beroende av antalet produkter i lager och bestäms av produktvärdet multiplicerat med lagerräntan.

3.4.2 Ordersärkostnad

Ordersärkostnaden beror huvudsakligen på den administrativa hanteringstiden för ordern och kostnader för dokumenthantering vid inköpsprocessen (Olhager, 2013). Ordersärkostnaderna kan delas in i fyra kostnadskomponenter vilka förklaras i Tabell 3 (Jonsson *et al.* 2011).

Tabell 3. Ordersärkostnaderna uppdelade i fyra kostnadskomponenter och dess innebörd (Jonsson *et al.* 2011)

Kostnadskomponent	Förklaring
Omställnings – och nedtagningskostnader	Omfattar den tid det tar att ställa om en tillverkningsprocess (exempelvis maskin) från en tillverkningsorder till en annan
Kostnader för kapacitetsförlust	Beroende på beläggingsgrad kan förberedelse av en order innebära att det uppstår en alternativkostnad för förlorad kapacitet då den utnyttjade tiden kunde använts till en annan värdeökade aktivitet
Materialhanteringskostnader	Kostnader som uppstår vid materialhantering i samband med orderstart eller orderavslut. Exempelvis kostnader för inlagring, materialuttag eller förflyttning till och från lager
Orderhanteringskostnader	I en tillverkningsituation omfattas kostnaderna som relaterar till planering och återrapportering av en order.

Vid produktion härleds ofta ordersärkostnaden till ställkostnaden (Olhager, 2013). Ställkostnaden svarar mot de aktiviteter som utförs vid maskinomställning och byte av verktyg etc. Kostnaden ansätts som en kapacitetskostnad per tidsenhet multiplicerad med ställtiden (*ibid.*) och minskar med större partistorlek.

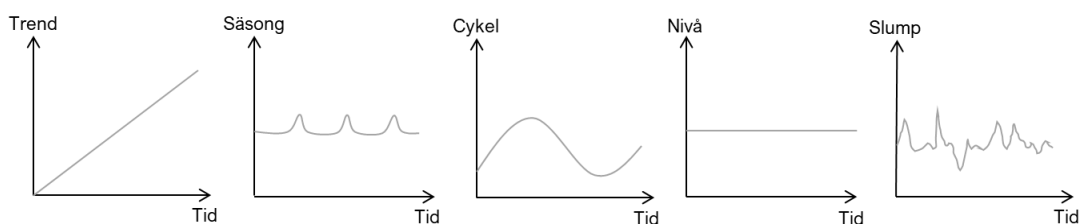
3.5 Prognostisering

Prognostisering innebär att man bedömer och redogör för kommande sannolika förlopp (Olhager, 2013). Det kan innefatta prognoser för framtida produkt efterfrågan vilket är ett verktyg i att förbättra sina beslutsunderlag med avseende till att besvara produktionsekonomiska frågeställningar. Vid prognostisering är det bland annat viktigt att veta vad ändamålet är och hur man ska tillämpa sina prognoser i företaget. I en industriell verksamhet är det huvudsakliga syftet generellt att öka kunskapen om efterfrågan och försäljning och därmed förbättra sina planeringsmöjligheter och öka lönsamheten (*ibid.*).

Inom prognostisering finns det kvalitativa – och kvantitativa prognoser (Lysons *et al.* 2016; Olhager, 2013). Kvalitativa prognoser grundas på intuition, subjektiva bedömningar (Olhager 2013). Inom detta område finns det ett flertal metoder att tillämpa, bland annat med hjälp av expertutlåtanden. Det innebär att experter inom området gör utlåtanden där möten och diskussioner mellan experterna tillåts för att exempelvis ta fram en prognos över framtida efterfrågan gemensamt. Prognoser kan även bearbetas fram med Delphi-metoden vilket i korta drag går ut på att en expertpanel gör individuella bedömningar utan att svaren ska kunna härledas till individen. Ett annat sätt är den traditionella marknadsundersökningen som är en bra metod då det är viktigt att få vidkännas marknadens respons på nya produkter eller tjänster. Vanliga tillvägagångssätt för genomförandet är enkäter och intervjuer (*ibid.*). När kvantitativa prognoser utförs använder man sig av historiska data som de framtida utfallen baseras på. Inom kvantitativa prognoser är det vanligaste tillvägagångssättet tidsseriemetoder (*ibid.*) vilket många gånger tillämpas i verksamhetsplaneringen (Nahmias *et al* 2015).

3.5.1 Dekomposition

Idén med tidsseriemetoder är att prognostisera framtida värden för en variabel baserat på tidigare observationer och mönster (Nahmias *et al* 2015). Ett viktigt steg i prognostiseringen är att välja rätt metod för att erhålla en god förutsägelse av framtida efterfrågan (Olhager 2013). Valet av prognosmetod baseras på vilken efterfrågemodell som antas råda. Efterfrågemodellen beskriver de underliggande processerna som genererar efterfrågan och modellen baseras på historiska efterfrågedata. En tidsserie av efterfrågedata kan delas upp i fem grundläggande tidsseriekomponenter (Figur 6); trend, säsong, cykel, nivå och slump (Olhager 2013). Detta benämns som dekomposition.



Figur 6. Tidsseriekomponenter i en tidsserie av efterfrågedata (egen version som härleds till Olhager 2013, p 106).

Trenden förklarar ökning alternativt minskning av efterfrågan och säsong visar ett mönster av efterfrågevariationer i materialet som är återkommande under året. Cykel representerar mönster som återkommer efter en längre period, korrelerar ofta till en konjunkturcykel. Dock utgår man sällan efter att cykliska effekter påverkar en produkts efterfrågan om tidsserierna inte avser en längre period. Nivån översätts till den genomsnittliga efterfrågan över tiden och slumpen är slumpmässiga variationer i datamaterialet som saknar ett urskiljbart mönster och inte kan förklaras (Olhager 2013). Beroende på vilka tendenser, mönster och variationer som indikeras i efterfrågedata använder man den metod som lämpar sig bäst för prognostiseringen (Figur 7).



Figur 7. Koppling mellan efterfrågemodell och potentiella prognosmetoder (egen version som härleds till Olhager 2013, p 105).

Det finns två huvudsakliga modeller för hur tidsseriekomponenterna kombineras i en efterfrågemodell (Olhager, 2013). Den vanligaste modellen att använda sig av är den multiplikativa modellen, där efterfrågan är resultatet av de fem ingående komponenterna (trend, säsong, cykel, nivå och slump). I den multiplikativa modellen relateras effekterna till en 100 procentig nivå. I en additiv modellen adderas de fem komponenterna som resulterar i efterfrågan (*ibid.*).

3.5.2 Prognosmetoder

Beroende på den efterfrågemodell som identifierades i tidsseriedatat använder man den prognosmetod som anses vara bäst lämpad (Figur 7). Om efterfrågemodellen anses vara av konstant karaktär kan glidande medelvärde vara en passande metod. Vid prognostisering av efterfrågan med glidande medelvärde antas efterfrågan vara relativt stabil (Olhager 2013). Efterfrågan uppskattas genom att medelvärdet av ett antal perioders efterfrågan beräknas. Nackdelen med användningen av glidande medelvärde är att genomsnittet av de sista observationerna måste beräknas om varje gång en ny observation av efterfrågan blir tillgänglig (Nahmias *et al* 2015). Författaren menar dessutom att användningen av glidande medelvärde inte är idealiskt som prognostiseringsmetod när datamaterialet tyder på trend (*ibid.*).

En annan metod för prognostisering är exponentiell utjämning. Enligt Olhager (2013) är metoden enkel att använda som kräver få data för prognosuppdatering. I denna metod tillges efterfrågevärden olika vikter tillskillnad från glidande medelvärde där tidigare efterfrågevärden tilldelas samma vikt. Mätvärden från de senare perioderna tilldelas större vikt medan perioder längre bak i tiden tilldelas en mindre. Vikten bestäms av en utjämningskonstant vars värde är mellan noll och ett (Nahmias *et al* 2015). Om en tydlig trend alternativt säsongseffekt föreligger bör hänsyn tas till dessa (Olhager, 2013) då konsekvensen annars blir att prognosen släpar efter. Formeln för den exponentiella utjämningen blir något annorlunda då hänsyn tas till trend och säsong. I detta fall sker även en exponentiell utjämning av trenden alternativt säsongen i sig. Materialet kan påvisa trend alternativt säsong men en kombination av dessa kan även föreligga. I det senare fallet kan Winters metod användas, den utgår efter en kombinerad trend – och säsongsmodell som bygger på Holts metod vilken tar hänsyn till endast trenden (*ibid.*). Om tidsseriematerialet påvisar en markant trend kan trendprojektion vara att föredra framför trendkompensation i prognosmetoden (Olhager, 2013).

Om efterfrågemönstret påvisar säsongeffekter bör man identifiera och kvantifiera dessa (Olhager, 2013). Vid hänsyn till säsongvariationer används säsongrensade data i prognosmetoden med hjälp av säsongsindex. Den vanligaste formen för detta är den multiplikativa modellen där säsongdata rensas. Efter att prognostisering med säsongrensade data har utförts skall den erhållna prognosen justeras med hänsyn till prognosperiodens säsongsindex (Olhager, 2013).

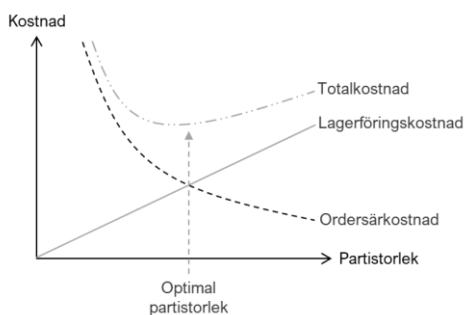
3.5.3 Prognosfel och prognosuppföljning

Oavsett prognosmetod är metodens precision viktig (Olhager, 2013). För att diskutera prognosmetoder och dess precision måste man mäta prognosfelen (*ibid.*). Olhager menar att en bra prognos även bör inkludera ett mått på förväntat prognosfel med hänsyn till att prognosen vanligen inte överensstämmer med utfallet. Att beräkna förekommande prognosfel är dessutom viktigt för att kontrollera att prognoserna befinner sig inom acceptabla felmarginaler (Jonsson *et al.* 2011). Ett vanligt mått som används är medelabsolutfelet, MAD, vilket beräknas som medelvärdet av prognosfelens absoluta värde (Olhager, 2013). Ett annat mått som används är medelabsolutfelet i procent, MAPE. MAPE uttrycks som en procentsats av genomsnittligt fel i prognostiseringen.

Vid användning av prognosmetoder och modeller ska man inte enbart beakta prognosfelsverktygen utan även utvärdera hur väl modellen anpassats till den faktiska efterfrågan (Minitab, 2019). Speciellt i slutet av den tidsseriedata som studeras (*ibid.*). Utöver statistisk kontroll av prognostiseringen är det även viktigt att rutinmässigt övervaka ingående – såväl som utgående data (Jacobs, 2011). Detta för att prognosmetodens kvalitet och precision ska vara hög och korrekt. Prognosmetoden kan komma att behöva ändras på grund av faktorer som gör att modellens parametrar behöver justeras. Om marknaden förändras och således efterfrågan kan ett nytt efterfrågemönster uppenbara sig och prognosmetoden kan komma att behöva ändras (*ibid.*).

3.6 Partiformning och partistorlek

Olhager (2013) menar att lagerstyrningen skall ge information om hur stora produktionskvantiteter som ska produceras för att täcka ett behov. I fortsättningen kommer produktionskvantiteten benämnas partistorlek. Partiformningens syfte är att bestämma den optimala partistorleken med en avvägning mellan ordersärkostnad och lagerföringskostnad (Figur 8).



Figur 8. Totalkostnad, ordersärkostnad och lagerföringskostnad som funktion av partistorleken (egen version som härleds till Olhager 2013, p 288; Jonsson *et al.* 2011, p 350; Oskarsson *et al.* 2013, p 227).

Ordersärkostnaden blir lägre med större partistorlek medan lagerföringskostnaden blir högre i och med att det tar längre tid för partistorleken att förbrukas (*ibid.*).

3.6.1 Metoder för partiformning

Partiformningen kan utföras med hjälp av ett flertal metoder, bland annat genom; Economic order quantity (EOQ), Wagner & Whitin-algoritmen (W&W) och Silver & Meal-algoritmen (S&M). Gemensamt för dessa metoder är att de används för att beräkna ett företags optimala partistorlek som minskar de totala kostnader som relateras till kostnadselementen ordersärkostnad och lagerföringskostnad. De nämnda partiformningsmetoderna lämpar sig bättre och sämre beroende på scenario (Tabell 4).

Tabell 4. Partiformningsmetodernas egenskaper och förhållning till olika scenarion

Scenario	EOQ	Wagner & Whitin	Silver & Meal
Känd efterfrågan	Ja	Ja	Ja
Konstant efterfrågan	Ja	Nej	Nej
Orderperiodicitet	Fast	Varierande	Varierande
Produktionskvantitet	Fast	Varierande	Varierande

Gemensamt för dessa metoder är att efterfrågan skall vara känd, dock ställer EOQ kravet att efterfrågan skall vara konstant vilket Wagner & Whitin samt Silver & Meal inte gör. Orderperiodiciteten är varierande för Wagner & Whitin samt Silver & Meal men fast vid partiformning enligt EOQ. Sett till partistorleken gäller samma förfarande.

EOQ

EOQ-formeln utvecklades först av Ford W. Harris 1913 och anses enligt Olhager (2013) vara den enklaste modellen att använda sig av vid optimering av partistorlek. EOQ-formeln lämpar sig bäst att använda i situationer där efterfrågan, order – och lagerföringskostnad är konstanta över tid (Kenton 2019). Som konsekvens leder detta till svårigheter då man inte tar hänsyn till ändrad efterfrågan, säsongsvariationer och potentiella stordriftsfördelar av att producera större partistorlekar då EOQ-formeln beräknar en fast partistorlek som ska användas (Kenton 2019; Olhager 2013). Den ekonomiska partistorleken Q^* erhålls genom att fastställa den årliga efterfrågan, ordersärkostnad per enhet och lagerföringskostnad (1).

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \times K \times D}{h}} \quad (1)$$

Q^* = optimal partistorlek

K = ordersärkostnad

D = årlig efterfrågan

h = lagerföringskostnad per enhet

Wagner & Whitin

Wagner & Whitin-algoritmen bestämmer den optimala partistorleken utifrån hela planeringshorisonten och används då efterfrågan är känd men varierar mellan perioder. Algoritmen utgår efter att lagerföringskostnaden för en periods behov inte ska överstiga kostnaden att producera en ny tillverkningsorder. Det resulterar i problemet att avgöra om periodens behov skall tillfredsställas genom befintligt lager eller genom en ny tillverkningsorder. De relevanta alternativens ackumulerade totalkostnad räknas fram och alternativet med den lägsta totalkostnaden anses vara den optimala lösningen (Olhager 2013). Inledningsvis börjar man med att söka efter den lägsta kostnaden för att täcka den sista periodens behov. Därefter fortsätter man sökandet efter lägsta kostnad för att täcka alla perioders behov (Oskarsson *et al.* 2013). Wagner & Whitin-algoritmen är enligt Oskarsson *et al.* (2013) beräkningstung och används sällan i praktiken (Olhager 2013) men som följd är det den metod som ger den absolut lägsta kostnaden för den period som studerats i jämförelse mot andra partiformningsmetoder.

Silver & Meal

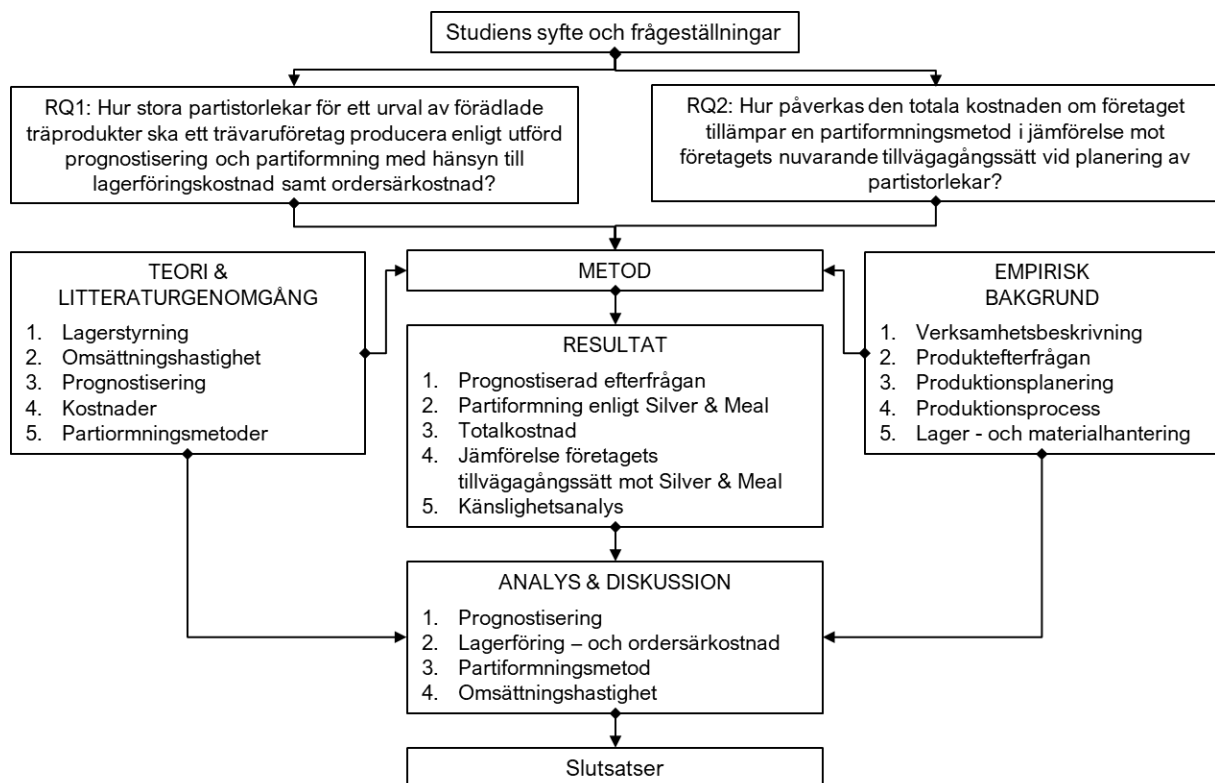
Olhager (2013) menar att Silver & Meal-algoritmen är en heuristisk algoritm som ger en bra lösning på planeringsproblemet men som inte garanterar en optimal lösning till skillnad från Wagner & Whitin-algoritmen. Silver & Meal-algoritmen anses vara både enklare och snabbare än Wagner & Whitin-algoritmen (Olhager 2013; Oskarsson *et al.* 2013).

Algoritmen används för att erhålla antalet perioder vars behov ska täckas av ett producerat parti för att minsta totalkostnad per period ska uppnås (Nahmias *et al* 2015). Samma som för Wagner & Whitin-algoritmen ska lagerföringskostnaden inte överskrida ordersärkostnaden (*ibid.*). Lägsta totala periodkostnad beräknas med kostnadselementen ordersärkostnad och lagerföringskostnad (Nahmias *et al* 2015; Olhager 2013) enligt ekvation (11) vilken beskrivs i metodavsnittet 4.5.4.

4 Metod

I metodavsnittet behandlas tillvägagångssättet för studien. Valet av metod redogörs, tillvägagångssättet för datainsamling samt arbetsordning och matematiska beräkningar presenteras som resultatet bygger på.

Med studiens frågeställningar och syfte som utgångspunkt kommer teori – och litteraturgenomgång tillsammans med en empirisk bakgrund ligga som grund för den analys som presenteras med studiens resultat i åtanke. Analysen och diskussionsavsnittet kommer sedan att resultera i studiens slutsatser för att besvara de frågeställningar som ställts (Figur 9).



Figur 9. Studiens frågeställningar relaterade till teori, metod, resultat, empirisk bakgrund, analys och diskussion samt slutsatser.

Valet av metod grundade sig i teori – och litteraturgenomgången samt den empiriska bakgrunden med studiens frågeställningar i fokus. Studiens resultat genererades med metodvalet vilka sedan analyserades och diskuterades i bakgrund mot teori och tidigare studier samt den empiriska bakgrunden.

4.1 Metodansats

I valet av metodansats finns det i huvudsak två metoder att utgå ifrån som har utvecklats med avseende på metod för teori och kunskapsuppbyggnad; induktiv och deduktiv forskningsmetod (Lancaster 2004). I en deduktiv metodansats utvecklar man teorier eller hypoteser som man sedan testas genom empirisk observation och utvärderar dess validitet. I en induktiv ansats formulerar man teorier eller hypoteser för att förklara de empiriska observationerna (*ibid.*).

Bryman & Bell (2017) menar dock att det finns svagheter och svårigheter med att strikt anta en deduktiv – alternativt induktiv metodansats och att en kombination av dessa kan passa det studerade fenomenet bättre; en abduktiv metodansats. I en abduktiv metodansats sammankopplar forskaren det empiriska underlaget med den teoretiska referensramen som slutsatserna sedan grundas på. För denna studie har en abduktiv metodansats valts då den teoretiska referensramen anpassats efter observationers resultat vilket gör ansatsen till en iterativ process (Alvesson *et al.* 2008). Litteratur och tidigare studier används som underlag för ökad förståelse av den empiri som analyserats.

4.2 Fallstudie som forskningsstrategi

Fallstudier är en lämplig metod när avsikten är att utreda frågeställningar som handlar om ”hur” och ”varför” (Yin, 2009). En fallstudie bygger på en empirisk undersökning som undersöker ett samtida fenomen på djupet och inom dess verkliga sammanhang (Denscombe, 2018) Fallstudier kan förknippas med vissa utmärkande kännetecken (*ibid.*):

→ En inramning	snarare än	många enheter
→ Studiens djup	snarare än	studiens bredd
→ Det speciella	snarare än	det generella
→ Relationer/processer	snarare än	resultat och slutprodukter
→ Helhetssyn	snarare än	isolerade faktorer
→ Flera datakällor	snarare än	en undersökningsmetod

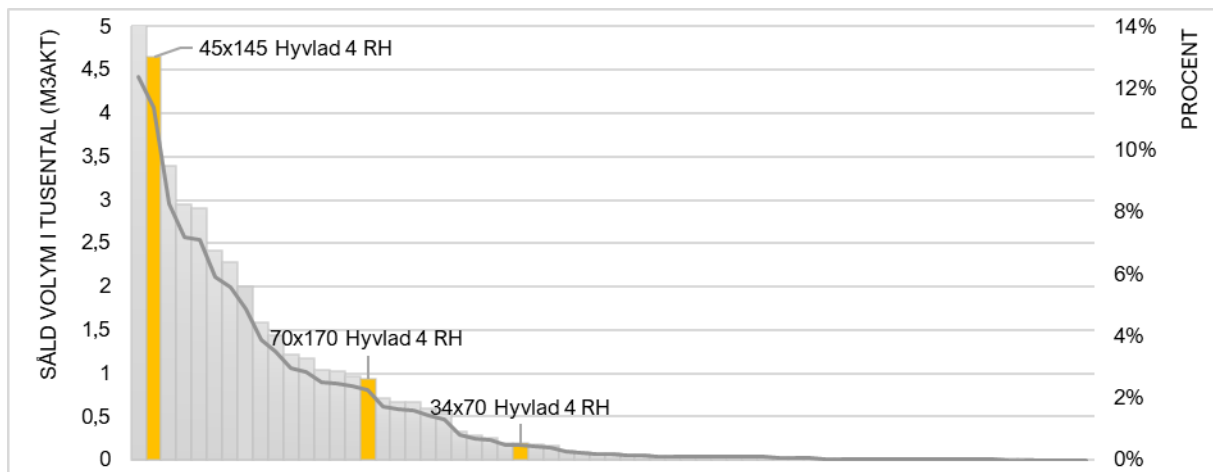
Denna studies kännetecken överensstämmer mer mot en fallstudies (vänstra spalten) vilket motiverat valet av fallstudie som forskningsstrategi. Vidare kan forskare välja att utföra en enskild fallstudie alternativt en flerfalls-studie som studerar flera organisationer (Yin, 2009). Om forskaren har för avsikt att endast studera en enskild organisation är en enskild fallstudie det bästa valet (*ibid.*). Syftet med denna studie var att utreda hur ett företag kan optimera sina produktionsvolymerna vilket motiverar valet av undersökningsmetod för denna studie: en enskild fallstudie. Detta tillåter författaren att uppnå en djupare förståelse av ämnet som studeras (Dyer *et al.* 1991) och möjligheterna blir större att gå på djupet och påträffa företeelser som eventuellt inte hade blivit synliga vid en mer ytlig undersökning (Denscombe, 2018).

4.2.1 Val av fallföretag

Studien syftade till att undersöka hur ett trävaruföretag kan arbeta med sin lagerstyrning med inriktning på optimala produktionskvantiteter för att minska den totala kostnaden. Kriteriet vid valet av fallföretag var att företaget skulle vara verksamt inom skogsnäringen och vara ett tillverkande företag av trävaror med ett brett produktsortiment. Valet av det aktuella fallföretaget förenades i att företaget själva uttryckte ett intresse i att undersöka hur stora partistorlekar som bör produceras för att lagerkostnaderna skall minska.

4.2.2 Produkturval

För produkturvalet togs statistik ut på såld volym per produkt under perioden oktober 2018 till september 2019. Produkter som ingick i statistiken var produkter som producerats i hyvlerianläggningen med sågad vara som ingående produkt utan vidare förädling. Uppdragsgivaren efterfrågade att stora produkter (sett till såld volym) ska ingå i urvalet samt produkter vars försäljningsvolym är relativt liten sett till såld totalvolym för perioden. För att uppnå en spridning sett till såld volym per produkt valdes tre produkter ut för studien (Figur 10) med varierande procentandel av den totala sålda volymen. Urvalet skedde i dialog med uppdragsgivare.



Figur 10. Diagram över såld volym per produkt (oktober 2018-september 2019). De gulmarkerade staplarna representerar de produkter som ingått i urvalet.

Produkterna i urvalet faller inom den produktkategori där produktprofilen har fyra rundade hörn och ingående produkt är sågad vara. Detta innebär att den ingående produkten inte har förädlats i en förädlingsenhet innan hyvelkörning. De enskilda produkterna som valdes ut för studien ingår i produktsortimentet konstruktionsvirke respektive glespanel. Inom produktsortimentet konstruktionsvirke valdes två produkter ut med olika dimensioner. För 45x145 Hyvlad 4 RH används 47x150 som ingående dimension (nominellt mått) och för 70x170 används 75x175 som ingående dimension (nominellt mått). Produkterna motsvarar 11 % respektive 2 % av den totala sålda volymen för de hyvlade produkterna med samma profilering. Inom produktsortimentet glespanel valdes 34x70 ut som enskild produkt där 38x150 används som ingående dimension (nominellt mått). 34x70 motsvarar 0,5 % av den totala sålda volymen.

4.2.3 Studiens bidrag

Fallstudier betraktas som en ”deskriptiv eller explorativ grund som hjälper till vid teoriutvecklingen” och att studiens resultat går att generalisera i det analytiska avseendet (Denscombe, 2018). Vidare hävdas fallstudier inte kunna generaliseras till populationer eller universum men däremot till teoretiska påståenden (Yin, 2009). Sett till denna studie är det insamlade datamaterialet unikt med avseende till leveransstatistik och kostnader som ligger till grund för de kostnadsberäkningar och partiformningar som har utförts. Dock kan tillvägagångssättet appliceras på andra tillverkande företagsorganisationer i syfte att utreda hur stora produktionskvantiteter det enskilda företaget bör upprätta för att minska sina lagerföringskostnader. Denscombe (2018) menar att även om varje enskilt fall i vissa avseenden är unikt, är det samtidigt ett exempel som ingår i en bredare kategori. I detta avseende kan det enskilda fallet som ingått i studien användas som exempel för hur andra företag med ett brett produktsortiment kan agera i sin lagerstyrning.

4.3 Datainsamling och bearbetning

I fallstudier kombineras vanligtvis olika datainsamlingsmetoder som hämtas från arkiv, intervjuer och observationer. Datamaterialet kan bestå av både kvalitativa och kvantitativa värden, enskilt som tillsammans för att komplettera varandra och stärka studien och dess belägg (Eisenhardt, 1989).

Studiens datainsamling inleddes med en kvalitativ metod där kvalitativa intervjuer genomfördes med värdföretagets anställda som arbetar inom försäljning – och produktionsplanering.

Detta för att få en överblick hur arbetstillvägagångssättet och produktionsprocessen går till på företaget. Därefter genomfördes den kvantitativa datainsamlingen som legat till grund för de matematiska beräkningarna. Ytterligare samtal kom att inträffa under arbetets gång för att komplettera de inledande samtalen och reda ut eventuella frågor och funderingar som uppstod berörande utdrag av data och redogörandet av processer.

Berörande data användes både primär – och sekundärdata i studien. Primärdata genereras genom forskningsprocessen som en del av projektet (Lancaster 2004). Primärdata är starkt relaterat till valet av metod och teknik för datainsamlingen där vanliga insamlingsmetoder sker genom experiment, intervjuer, observationer och enkätundersökningar (*ibid.*). Sekundär data omfattar redan existerande information som återfinns i både interna och externa informationskällor (Lancaster 2004). Interna källor inkluderar information som exempelvis återfinns hos ett individuellt företag i form av databaser och rapporter medan de externa källorna bidrar med publicerade rapporter, vetenskapliga artiklar och webbaserade källor med information etcetera (*ibid.*).

4.3.1 Primär – och sekundärdata

De huvudsakliga data som samlades in under arbetet var primär då en stor del av datamaterialet kom att behöva anpassas till denna studie. De primära data omfattades av försäljningsstatistik, kostnader för orderhantering, omställning – och nedtagning, materialhantering samt kapital – och riskkostnad (Tabell 5). Information om företaget ansågs vara både primär och sekundär då information inhämtades från företagets hemsida samt genom dialog med berörd personal.

Tabell 5. Relevant information för att besvara studiens syfte och frågeställningar

Information	Förklaring	Syfte	Datakaraktär
Försäljningsstatistik	Såld volym per produkt enligt urval för de senaste 36 månaderna (oktober 2016 – september 2019)	Prognostisera efterfrågan enligt efterfrågemodell och prognosmetod	Primär
Orderhanteringskostnad	Åtgången tid för produktionsplaneraren att administrera en tillverkningsorder för respektive produkt i urvalet	Ingående del i beräkning av ordersärkostnaden	Primär
Omställnings – och nedtagningskostnader	Åtgången tid för att ställa om hyveln i produktionen för produkturvalet	Ingående del i beräkning av ordersärkostnaden	Primär
Materialhanteringskostnader	Åtgången tid för förflyttning av paket till och från hyveln för respektive produkt	Ingående del i beräkning av ordersärkostnaden	Primär
Kapitalkostnad uttryckt som kalkylränta	Kostnader kopplat till investeringen i materialet för produkturvalet	Ingående del i beräkning av lagerföringskostnaden (lagerränta)	Primär
Riskkostnad	Kostnader för materialhantering, försäkring, kassationer och inkurans	Ingående del i beräkning av lagerföringskostnaden (lagerränta)	Primär
Företagsbeskrivning	Produktsortiment, tillvägagångssätt vid produktion, planering och materialhantering	Sätta in läsare i företagets tillvägagångssätt och härleda detta till efterföljande analys	Primär/ Sekundär (intern)

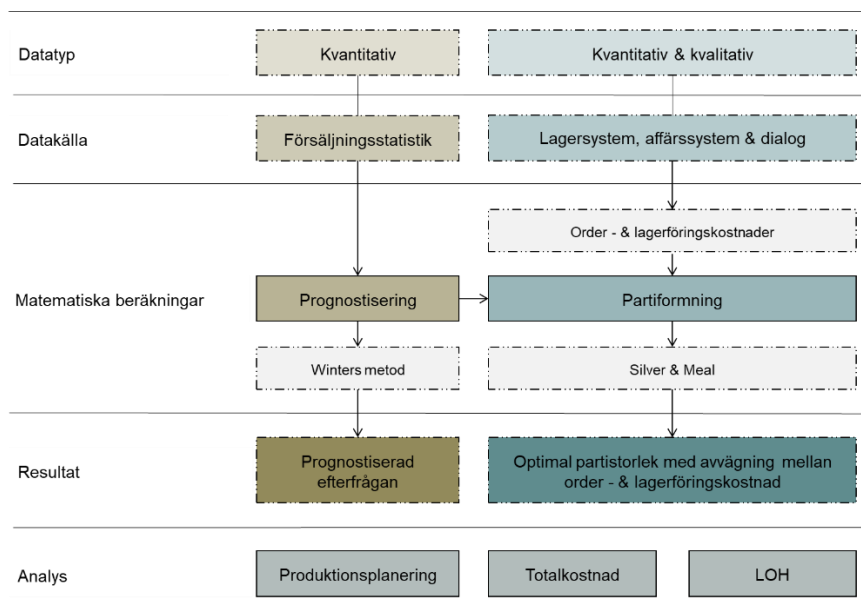
Tabellen (5) presenterar den information som relaterar till studiens syfte och frågeställningar och som ansetts nödvändiga för att genomföra studien. Vidare i tabellen ges en förklaring till aktuell information samt dess syfte och datakaraktär.

Data berörande försäljning – och marknadsstatistik, produktionsdata och finansiella data inhämtades från företagets affärs – produktions – och lagersystem hos företaget vilka betraktas vara primära. I denna studie har interna och externa informationskällor använts. De interna informationskällorna har bidragit till studiens beskrivning av företaget vilket omfattar allmänna fakta och produktutbud. Inom de externa informationskällorna har relevant teori och litteratur till studien samlats in genom vetenskapliga artiklar – och rapporter, facklitteratur och tidigare examensarbeten. Information har främst hämtats från bibliotek, Google Scholar, Primo at SLU, Uppsatser och Web of Research.

4.4 Analyismetod av data

Huvudbeståndsdelarna i denna studie var att matematiskt utföra en prognostisering för urvalet av produkter samt beräkna den optimala partistorleken (partiformning). Vidare beräknades den totala kostnaden för partiformningen enligt Silver & Meal och jämfördes mot företagets

tillvägagångssätt. Den ingående data som användes för respektive beräkning presenteras i korthet enligt Figur 11.



Figur 11. Datatyp och tillhörande datakälla som utgjort basen för de matematiska beräkningarna och efterföljande resultat och analys.

Det kvantitativa data som analyserades var huvudsakligen försäljningsstatistik och medellager för respektive produkt i urvalet. Detta för att prognostisera framtida efterfrågan samt rådande lageromsättningshastighet. Som ingående del i partiformningen samlades kvantitativa och kvalitativa data in för att beräkna ordersärkostnad och lagerföringskostnad. Det kvalitativa data bistods genom samtal med berörd personal för att komplettera i de fall där kvantitativa data saknades. Detta skedde vid beräkning av ordersärkostnad och lagerföringskostnad vid bestämmande av tidsåtgång och timkostnad. Respektive datakälla bearbetades och sorterades för att möjliggöra de matematiska beräkningarna.

Resultatet av de matematiska beräkningarna ledde till att den framtida efterfrågan prognostiserats vilket möjliggjorde att partiformningen enligt Silver & Meal kunde utföras. Partiformningen resulterade i att den optimala partistorleken räknades fram med avvägning mellan order – och lagerföringskostnad. Till följd av detta kunde förutom den optimala partistorleken, den totala kostnaden räknas ut vilken sedan kunde jämföras mot företagets tillvägagångssätt vid sin produktionsplanering.

Följt av partiformningen som skedde för föregående 12-månaders period och framtida 12-månaders period utfördes en känslighetsanalys. Känslighetsanalysen beaktade procentuella förändringar i efterfrågan och ordersärkostnad och hur dessa förändringar påverkade partiformningen under kommande period. De procentuella förändringarna i efterfrågan sattes till +5 % respektive +10 % och +15 %. Ordersärkostnaderna varierades med +10 % respektive +- 15 % och +- 20 %. Efter varje enskild ändring av efterfrågan respektive ordersärkostnad utfördes en ny partiformning för samtliga produkter i urvalet-

I avsnitt 4.5 ”matematiska beräkningar” redovisas det detaljerade tillvägagångssättet för de matematiska beräkningarna inom prognostiseringen, partiformningen samt lageromsättningshastighet och dess ingående delar och kostnadskomponenter.

Databearbetningsprogram

För att hantera och bearbeta data användes Minitab och Microsoft Excel. Minitab är en programvara för statistik analys där bland annat olika prognosmetoder är tillämpningsbara. Programmet har använts i studien för prognostiseringen av efterfrågan för urvalet av produkter. Datamaterialet har bearbetats i programmet för att identifiera efterfrågemönster och därmed prognostisera efterfrågan enligt lämplig prognosmetod. Microsoft Excel har använts för att bearbeta datamaterialet och ta ut lämpliga data för de matematiska beräkningarna. Fallföretaget inhämtar bland annat försäljning – och produktionsstatistik och från en Excel-modell vilket har kommit till användning i denna studie. Samtliga matematiska beräkningar utöver prognostiseringen som har utförts i Minitab har utförts i Excel.

4.5 Matematiska beräkningar

4.5.1 Prognostisering av efterfrågan

Uträkningarna som ingått i prognostiseringen genomfördes i programmet Minitab. Vid prognostiseringen av efterfrågan följdes Olhagers (2013 p 105) fem steg som generellt sätt kan urskiljas vid prognostisering av enskilda produkter – och produktgrupper. Följande steg demonstrerar tillvägagångssättet vid prognostiseringen av de enskilda produkterna:

1. **Identifiering av efterfrågemodell** – historisk försäljningsstatistik studerades för urvalet av produkter. Försäljningsstatistiken studerades för de senaste 36 månaderna och den underliggande efterfrågemodellen ansågs vara en kombinerad trend – och säsongmodell för samtliga produkter i urvalet.
2. **Valet av prognosmetod** – Utifrån konstaterandet att en kombinerad trend – och säsongmodell var den underliggande efterfrågemodellen valdes exponentiell utjämning med trend och säsong (Winters metod) ut som lämplig prognosmetod.
3. **Bestämelse av parametervärden** – då Winters metod valdes som prognosmetod ingick det att bestämma vilken modell i form av en multiplikativ alternativt additiv modell som var mest lämplig för kombinationen av tidsseriekomponenterna samt bestämelse av utjämningskonstanterna. I programmet Minitab kördes Winters metod upprepade gånger för att fastställa den bäst lämpade metoden av additiv alternativt multiplikativ samt utjämningskonstanterna för nivå, trend och säsongvariation. Upprepade metodkörningar möjliggjorde att MAPE och MAD kunde undersökas och minskas genom att förändra ingångsvärdena i form av utjämningskonstanter samt valet av additiv eller multiplikativ modell. I Minitab studerades hur väl den anpassade tidsserien följde den faktiska efterfrågan vilket användes som ytterligare ett verktyg för att bedöma hur väl ingångsvärdena reflekterade efterfrågemönstret.
4. **Fastställning av startvärden** – Startvärdena inför prognostiseringen var den historiska försäljningsstatistiken för de senaste 36 månaderna (oktober 2016 till och med september 2019). Kommande 12 månader prognostiserades därefter (oktober 2019 till och med september 2020).
5. **Löpande uppföljning** – Som nämnts i steg 3 skedde upprepade metodkörningar i programmet Minitab för att se hur väl den anpassade efterfrågan överensstämde med efterfrågemönstret. Den anpassade efterfrågan kunde justeras genom att justera parametervärdena. Jämförelse av prognos mot faktisk efterfrågan kommer att få ske i ett senare

skede när den kommande 12 månaders-perioden har passerat och försäljningsstatistik finns tillgänglig för att utvärdera valet av prognosmetod.

Prognosmetod

Som tidigare nämnt ansågs den underliggande efterfrågemodellen för samtliga produkter i urvalet vara en trend – och säsongskombinerad sådan. Av den anledningen valdes exponentiell utjämning med trend och säsong (Winters metod) ut som lämplig prognosmetod. Prognostiseringen utfördes som ovan nämnt i programvaran Minitab där en multiplikativ metod ansattes för 70x170 Hyvlad 4 RH och en additiv metod ansattes för 45x145 Hyvlad 4 RH och 34x70 Hyvlad 4 RH. Den multiplikativa modellen uttrycktes enligt formel (2) och den additiva modellen enligt formel (3).

$$\begin{aligned}
 L_t &= \alpha \frac{(y_t)}{(S_{t-p})} + (1 - \alpha) [L_{t-1} + T_{t-1}] \\
 T_t &= \gamma [L_t + L_{t-1}] + (1 - \gamma) T_{t-1} \\
 S_t &= \delta \frac{(y_t)}{(L_t)} + (1 - \delta) S_{t-p} \\
 Y_t^\wedge &= (L_{t-1} + T_{t-1}) S_{t-p}
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

$$\begin{aligned}
 L_t &= \alpha(Y_{t-1} - S_{t-p}) + (1 - \alpha)[L_{t-1} + T_{t-1}] \\
 T_t &= \gamma [L_t - L_{t-1}] + (1 - \gamma) T_{t-1} \\
 S_t &= \delta(Y_t - L_t) + (1 - \delta) S_{t-p} \\
 Y_t^\wedge &= L_{t-1} + T_{t-1} + S_{t-p}
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

Där

L_t = nivå i period t

α = utjämningskonstant för nivå (värde mellan 0 och 1)

T_t = trend i period t

γ = utjämningskonstant för trend (värde mellan 0 och 1)

S_t = säsongsfaktor i period t

δ = utjämningskonstant för säsongsfaktor

p = säsongperiod

y_t = datavärde i period t

Y_t^\wedge = anpassad efterfrågan i period t alternativ efterfrågan i period T_{t+1}

Vidare användes nivå, trend och säsongskomponenterna till att generera prognosen av efterfrågan för 12 perioder framåt (oktober 2019 till och med september 2020). Ekvationen som Minitab använde för den multiplikativa metoden beräknades enligt formel 4 och för den additiva metoden användes formel 5. Formlerna beräknar prognosen av efterfrågan för m perioder framöver från tidpunkten t .

$$D_t = (L_t + mT_t) \times S_t + m - p \quad (4)$$

$$D_t = L_t + mT_t + S_t + m - p \quad (5)$$

Där

D_t = efterfrågan i period t

L_t = nivå i period t

T_t = trend i period t

$S_t + m - p$ = säsongskomponent i perioden föregående år

Prognosfel

För att studera hur väl den anpassade tidsserien av efterfrågan följde den faktiska efterfrågan användes MAPE och MAD som verktyg för att undersöka prognosfelen. Verktygen är inte särskilt informativa på egen hand, men de är användbara för att jämföra den anpassade tidsserien hos olika metoder (Minitab, 2019). Genom att upprepa metodkörningarna och alternera mellan olika värden för utjämningskonstanterna såväl som val av additiv och multiplikativ modell förändrades prognosfelen. Minitab räknade automatiskt ut MAPE och MAD varpå det förstnämnda mätverktyget beräknades enligt ekvation 6 och det senare enligt ekvation 7.

$$\frac{\sum (y_t - Y_t^{\wedge})/y_t}{n} \times 100, \quad y_t \neq 0 \quad (6)$$

$$\frac{\sum_{t=1}^n (y_t - Y_t^{\wedge})}{n} \quad (7)$$

Där

y_t = faktiskt värde i period t

Y_t^{\wedge} = anpassad efterfrågan i period t alternativt efterfrågan i period T_{t+1}

n = antalet observationer

I vissa fall kan MAPE anta ett mycket högt värde även om den valda modellen tycks följa tidsserien väl (Minitab, 2019). MAPE dividerar det absoluta mätfelet med det faktiska värdet vilket medför att värden nära noll kan påverka MAPE i stor utsträckning. Av den anledningen bör man inte enbart studera ett prognosfelsverktyg (*ibid.*).

För detaljerad prognostisering av samtliga produkter i urvalet se Bilaga 1.1-A.3.

4.5.2 Lagerränta och lagerföringskostnad

Vid beräkningen av lagerföringskostnaden för respektive produkt inhämtades information om kapitalkostnad, riskkostnad samt medellagervärde. Kapitalkostnaden uttrycktes som en kalkylränta vilken uppgavs av uppdragsgivaren till 4 %. Vid uppskattning av riskkostnaden drogs avrapporteringslistor ut. Avrapporteringslistorna innehåller information om avrapporterade paket, dess volym samt orsak till avrapportering. Orsakerna till avrapportering fokuserades till ”inkurans” och ”reklamation”. Då en viss andel av reklamerade paket ej avrapporteras på grund av utebliven retur från kund gjordes även en uppskattning av uppdragsgivare. Denna årliga volym för respektive produkt i urvalet summerades därefter och

multipliserades med produktens värde för att sedan divideras med den årliga försäljningsvolymen (ekvation 8).

$$\text{Riskkostnad} = \frac{(V_{\text{inkurans}} \times p)}{V_{\text{försäljning}}} \quad (8)$$

Där

V_{inkurans} = årlig volym som anses förlorats på grund av inkurans och reklamation

p = produktvärde

$V_{\text{försäljning}}$ = årlig försäljningsvolym

Medellagervärdet togs ut med stöd från företagets statistikdatabas som återfanns i Microsoft Excel. Lagersaldot uttrycktes i volym per månadsslut för respektive produkt under perioden oktober 2018 till och med september 2019. Medellagret beräknades därefter fram och multipliserades med produktens värde. Efter att kapitalkostnad, riskkostnad samt medellagervärde fastställts beräknades lagerräntan r för varje enskild produkt enligt ekvation 9.

$$\text{lagerränta}, r = \text{kalkylränta} (\%) + \frac{\sum \text{riskkostnad}/\text{år}}{\text{medellagervärde}} \times 100 \quad (9)$$

Med lagerräntan r uttryckt för respektive produkt kunde således lagerföringskostnaden räknas ut enligt ekvation 10.

$$C_r = r \times V \quad (10)$$

Där

C_r = lagerföringskostnad

r = lagerränta

V = medellagervärde

För detaljerad beräkning av lagerränta och lagerföringskostnad för samtliga produkter i urvalet se Bilaga B.1.

4.5.3 Beräkning av ordersärkostnad

Jonsson *et al.* (2011) delar upp ordersärkostnaderna i fyra kostnadskomponenter vars innebörd förklarats i avsnitt 2.4.2. Vid beräkning av ordersärkostnaderna för samtliga produkter togs hänsyn till kostnadskomponenterna omsättnings – och nedtagningskostnader, materialhanteringskostnader samt orderhanteringskostnader (Tabell 6). I dialog med uppdragsgivare togs beslutet att exkludera kostnader för kapacitetsförluster då man ansåg att det finns ledig kapacitet i produktionsenheten.

Tabell 6. Ordersärkostnadernas ingående kostnadskomponenter; omställnings – och nedtagningskostnader, orderhanteringskostnader samt materialhanteringskostnader

Kostnadskomponent	Datakälla
Omställnings – och nedtagningskostnader	Produktionsdata
Materialhanteringskostnader	Lagerstatistik och tidsrapportering från lagersystemet
Orderhanteringskostnader	Dialog med produktionsplanerare

För att beräkna omställnings – och nedtagningskostnaderna användes produktionsdata. Lagerstatistik och tidsrapportering från lagersystemet SiPal användes för att räkna ut materialhanteringskostnaderna. Vid beräkning av orderhanteringskostnaderna skedde en dialog tillsammans med produktionsplanerare. En utförligare beskrivning av tillvägagångssättet vid beräkning av ordersärkostnaderna redogörs nedan. För detaljerad beräkning av omställning – och materialhanteringskostnader se Bilaga 2.2-B.3.

Omställnings – och nedtagningskostnader

För att få fram omställningstiden för de utvalda produkterna i studien användes produktionsdata hämtad från order – och lagersystemet. Genom utdrag av produktionsstatistik kunde omställningstiden uppskattas genom att fastslå klockslaget för det sista producerade paketet för en tillverkningsorder fram till klockslaget då det första paketet producerats för nästa tillverkningsorder. Om omställningstiden löpte under produktionspersonalens rast drogs 30 minuter av. Detsamma gällde för omställningstider som löpte efter avslutat arbetspass (16:00 till och med 06:47 nästkommande arbetsdag). Omställningstiden togs ut för de fyra senaste produktionskörningarna för respektive produkt varpå ett medelvärde räknades ut. Den genomsnittliga omställningstiden för respektive produkt i urvalet multiplicerades sedan med en timkostnad om 780 kr (räknat på att tre personer á 260 kr/h tillsammans utför omställning av maskin) för att få ut omställning – och nedtagningskostnaden.

Materialhanteringskostnader

Materialhanteringskostnaderna avsåg de kostnader som uppstod vid materialhantering/förflyttning av paket i samband med respektive produktionskörning. Kostnaderna avsåg både uttag av paket från lager till hyveln (förberedelse) samt uttag från hyveln till lagerplats. Tidsåtgången togs ut med stöd av lagersystemet SiPal där åtgångs tiden för förflyttning av ingående – och utgående produkt redovisades. För produkterna 45x145 – och 70x170 Hyvlat 4 RH togs den genomsnittliga materialhanteringstiden ut för de tre senaste arbetspassen. För produkt 34x70 Hyvlat 4 RH togs genomsnittlig materialhanteringstid ut för de fyra senaste arbetspassen. Materialhanteringskostnaden räknades fram genom att multiplicera den genomsnittliga åtgångs tiden med en timkostnad om 700 kronor. I timkostnaden inkluderades drivmedelskostnad, personalkostnad (lön och arbetsgivaravgifter) samt försäkring – och underhållskostnader.

Orderhanteringskostnader

Orderhanteringskostnaden har fastslagits baserat på dialog med produktionsplaneraren. Produktionsplaneraren har uppskattat orderhanteringstiden för att administrera tillverkningsorder för respektive produkt i urvalet vilket sedan multiplicerats med en timkostnad om 300 kronor vilket inkluderar lön och arbetsgivaravgifter. Orderhanteringstiden omfattade administrativa uppgifter som tillhör skapandet av en tillverkningsorder i lager – och produktionssystemet. De administrativa uppgifterna var huvudsakligen skapandet, eventuella produktionsinstruktioner, eventuell dialog med säljare samt inbokning av paket.

4.5.4 Partiformning och partistorlek

Vid bestämmelserna av partistorlekar användes Silver & Meal som partiformningsmetod. Valet att använda Silver & Meal motiverades av att metoden generellt sätt är mer följsam vid varierande efterfrågan, detta gäller för både Silver & Meal och Wagner & Whitin som båda två är dynamiska metoder (Oskarsson *et al.* 2013). Wagner & Whitin metoden är optimerande och ger den lägsta kostnaden men är samtidigt beräkningstung (Oskarsson *et al.* 2013; Flemström 2013). Författarna har med exempel påvisat att Silver & Meal ger en marginellt högre kostnad men är samtidigt något enklare att beräkna i jämförelse med Wagner & Whitin.

Dessa partiformningsmetoder gav den lägsta kostnaden i jämförelse mot EOQ-formeln (*ibid.*). EOQ-formeln ansågs inte vara lämplig som partiformningsmetod då den enligt Kenton (2019) är bäst tillämpad i situationer där bland annat efterfrågan är konstant över tid som inte tar hänsyn till säsongvariationer etc. (Kenton 2019; Olhager 2013). Partiformningen och bestämelse av partistorlekar beräknades enligt ekvation 11. För detaljerad partiformning se Bilaga 3. För detaljerad partiformning vid känslighetsanalys se Bilaga 4.

$$C(1) = K$$

$$C(2) = \frac{1}{2}(K + \frac{1}{12}rpd_2) \tag{11}$$

$$C(3) = \frac{1}{3}(K + \frac{1}{12}rpd_2 + \frac{2}{12}rpd_3)$$

:

$$C(T) = \frac{1}{T}(K + \frac{1}{12}rpd_2 + \frac{2}{12}rpd_3 + \frac{3}{12}rpd_4 \dots \frac{T-1}{12}rpd_t)$$

Där

$C(T)$ = totalkostnad per period T

K = ordersärkostnad

r = lagerränta

p = produktvärde

d_t = efterfrågan i period t

Kostnadsberäkningarna utgår från att behovet i första perioden inte behöver lagras. Av den anledningen består totalkostnaden i första perioden endast av ordersärkostnaden K (Oskarsson *et al.* 2013).

4.5.5 Lageromsättningshastighet och genomsnittlig ligg tid i lager

Lageromsättningshastigheten (LOH) för respektive produkt i urvalet beräknades enligt ekvation 12. LOH beräknades för den faktiska efterfrågan under de senaste 36 månaderna uppdelade i tre perioder: oktober 2016-september 2017, oktober 2017-september 2018 samt oktober 2018-september 2019. Därefter beräknas LOH för den prognostiserade efterfrågan för den kommande perioden oktober 2019 till och med september 2020.

$$LOH \text{ (ggr per år)} = \frac{D(\text{antal})}{MLN} \tag{12}$$

Där

D = efterfrågan över en tidsperiod angiven i antalet kubikmeter (aktuellt mått)

MLN = medellagret uttryckt i antalet kubikmeter (aktuellt mått)

För att uttrycka LOH i antalet veckor räknades lagrets genomsnittliga ligg tid (GLT) ut enligt följande ekvation (13):

$$GLT(v) = \frac{52(\text{veckor})}{LOH \text{ (ggr per år)}} \tag{13}$$

4.6 Kvalitetssäkring

Det är viktigt att betrakta validiteten och reliabiliteten för datainsamlingsmetoden när en studie utförs alternativt kritiserar (Heale *et al.* 2015). Sett till mätmetodens validitet anses kombinationen av kvalitativa – och kvantitativa data styrka validiteten. Den kvalitativa datainsamlingen har byggt upp den empiriska bakgrunden vilket har format tillvägagångssättet för studien och vilka verktyg som anses lämpliga för att besvara studiens syfte. Genom upprepade metodkörningar och litteratursökningar kunde valet av prognosmetod och partiformningsmetod motiveras med hänsyn till företagets arbetssätt och det data som fanns att tillgå.

Uppskattningen av en studies reliabilitet kan uppnås genom olika åtgärder (Heale *et al.* 2015). Ett av reliabilitetens attribut är stabilitet i studien, vilket innebär att man får konsekventa resultat genom att använda ett verktyg med upprepade tester. Stabilitet i studien anses ha uppnåtts genom att under prognostiseringen göra upprepade körningar i programmet Minitab för att minska prognosfelens värde och anpassa den prognostiserade efterfrågan till det verkliga utfallet för de tidigare perioderna. Reliabilitet omfattar även hur väl samma resultat kan uppnås om studien upprepas (Yin, 2009). Vid upprepning av studien vid ett senare tillfälle är sannolikheten stor att resultatet blir ett annat i och med att de ingående värdena vid prognostiseringen och partiformningen avsett efterfrågan vid ett specifikt tidsintervall. Som tidigare nämnts kan en framtida efterfrågemodell vara av en annan karaktär och därmed kan prognosmetoden komma att behöva ändras. Vilket förändrar ingångsvärdena vid en eventuell partiformning med avseende till efterfrågan. Dock är principen densamma för samtlig insamling av data och utförda beräkningar även vid förändrade ingångsvärden. En god reliabilitet anses vara uppnådd då en detaljerad arbetsgång med matematiska beräkningar redovisats.

5 Empirisk bakgrund

I empiriska bakgrunden presenteras fallföretaget och beskrivning över nuläget. Fallföretagets verksamhetsområden, relevant arbetsgång, den studerade förädlingsenhetens produktionsprocess och lagerhantering kommer att redogöras.

5.1 Beskrivning av företaget

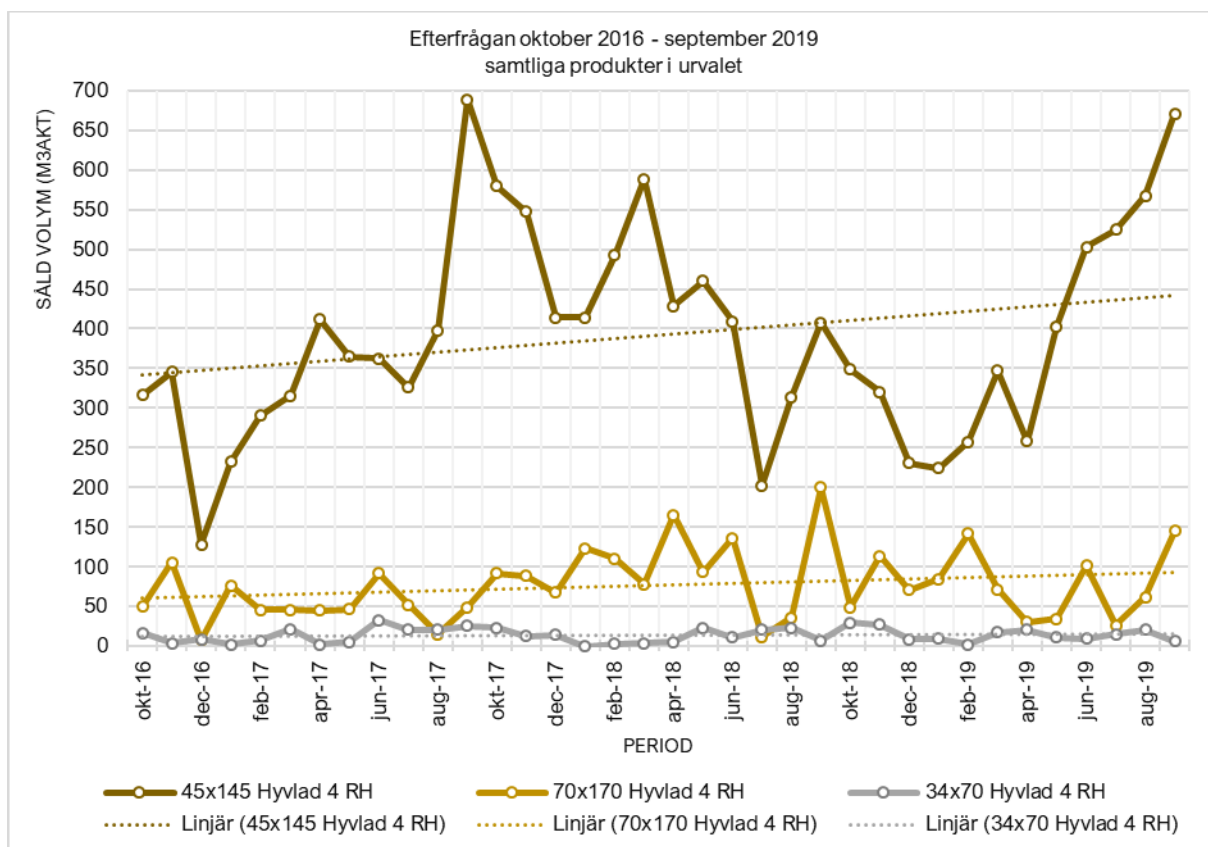
Fallföretaget som studerats, Sandåsa Timber AB är verksam inom sågverk – och förädlingsindustrin. Företaget har två sågverk belägna i Åkers Styckebruk och i Forssjö Bruk utanför Katrineholm samt en träförädling belägen utanför Strängnäs. Produktionsvolymen av sågad vara uppgår till cirka 210 000 m³ per år med en trädslagsfördelning om 50 % gran och 50 % furu. På träförädlingen bedrivs flera förädlingsenheter: i huvudsak två hyvlerier, impregnering, fingerskarvning och måleri. En stor andel av den sågade volymen som levereras till verksamheten hyvlas i ett av de två hyvlerierna, antingen som sista förädlingssteg eller för att i nästa skede vidareförädlas i ytterligare förädlingsenheter. Totalt produceras cirka 100 000 m³ i företagets två hyvlerier.

5.2 Produktutbud

Det studerade trävaruföretaget producerar ett stort antal olika produkter som vidareförädlas i olika många steg beroende på slutprodukten vilket kan anses vara ett gemensamt scenario för många företag i den svenska skogsindustrin. Det studerade företaget producerar både standard- och specialprodukter varpå det senare produceras mot kundorder medan standardprodukterna produceras mot lager för vidare leverans då beställning mottages. Det breda produktsortimentet leder till att företaget behöver hålla stora lager vilket leder till ökade lagerkostnader. Produkterna som ingår i urvalet är 45x145 Hyvlat 4 RH, 70x170 Hyvlat 4 RH och 34x70 Hyvlat 4 RH.

5.2.1 Efterfrågan för produkturvalet

Enligt utdrag av försäljningsstatistik från företagets affärssystem togs efterfrågan ut för samtliga produkter i urvalet (Figur 12).



Figur 12. Såld volym (kubikmeter i aktuellt mått) för perioden oktober 2016 till och med september 2019 för samtliga urvalsprodukter.

Försäljningsstatistiken avser perioden oktober 2016 till och med september 2019. Den linjära linjen avser trenden i datamaterialet. För samtliga produkter är trenden positiv, dock marginell för produkten 34x70 Hyvld 4 RH.

5.2.2 Produkternas lageromsättningshastighet

Lageromsättningshastigheten (LOH) och den genomsnittliga ligg tiden varierar för respektive produkt i urvalet (Tabell 9).

Tabell 7. Lageromsättningshastigheten samt den genomsnittliga ligg tiden för samtliga produkter i urvalet

Produkt	Förbrukning okt 2018 – sep 2019 (m3akt)	Genomsnittligt lager (m3akt)	LOH (gångar/år)	GLT (dagar)
45x145 Hyvld 4 RH	4657	552	8,4	43,3
70x170 Hyvld 4 RH	936	270	3,5	105,3
34x70 Hyvld 4 RH	184	47	3,9	93,2

Förbrukningen under 12-månadersperioden (oktober 2018 till och med september 2019) uppgick till 4657 m3akt för 45x145 Hyvld 4 RH. Med ett genomsnittligt medellager om 552 m3akt omsätts lagret 8,4 gånger per år vilket motsvarar 43,3 dagar i genomsnittlig ligg tid. För 70x170 Hyvld 4 RH omsätts lagret 3,5 gånger per år vilket motsvarar en ligg tid på 105,3 dagar vilket resulterar i att produkten har den högsta genomsnittliga ligg tiden inom urvalet. 34x70 Hyvld 4 RH har ett genomsnittligt medellager om 47 m3akt och med en förbrukning på 184

m3akt under perioden blir lageromsättningshastigheten 3,9 vilket motsvarar en genomsnittlig liggzeit på 93,2 dagar.

5.3 Produktionen

5.3.1 Prognostisering och produktionsplanering

Råvarubehov

Säljarna hos respektive anläggning lägger en övergripande prognos över framtida råvarubehov sex till nio månader framåt, denna prognos utarbetas tillsammans. Prognosen baseras främst på historisk leveransstatistik men personliga uppfattningar och reflektioner spelar även de in vid upprättandet av prognosen. Säljarna hos respektive anläggning upprättar tillsammans ett leveranskontrakt som löper kvartalsvis. Mot slutet av kvartalsperioden går berörd sågverks – och förädlingspersonal igenom kontraktet och ser över hur mycket som har levererats respektive sålts. Det kommande behovet som löper under nästa kvartalskontrakt revideras om behovet finns. Denna process upprepas en gång i kvartalet men kontinuerlig dialog sker löpande under perioden för att säkerställa behovet och kommande leveranser till förädlingen från sågverken.

Tillverkningsorder

Tillverkningsordern skapas innan planerad produktionsstart i produktionssystemet SiPlan som synkroniserar med lagersystemet SiPal. Tillverkningsordern består av information som utgående – och ingående produkt, planerad produktionsvolym, eventuella specifikationer för emballering eller körning samt planerad start och körningstid. Tillverkningsordern frisläpps inte förens ett par dagar innan planerad produktionsstart, frisläppning innebär att ordern blir synlig för medarbetare, truckförare och produktionspersonal. När tillverkningsordern frisläpps har produktionsplaneraren bokad in den ingående produkten/råvaran varpå truckförarna vid hyvleriet plockar fram paketen och förbereder för hyvlels kommande intag (Figur 13)



Figur 13. Ingående råvara bokad till tillverkningsorder. De rödmarkerade paketen är bokade till en tillverkningsorder och de vitmarkerade paketen är ej bokade (skärmbild hämtad från företags lagersystem).

Paketen som är rödmarkerade är bokade till en tillverkningsorder vilka truckförarna sedan plockar fram. Lagerplats H3-03 förblir därmed orörd.

5.3.2 Tillverkningsprocessen i hyvlerianläggningen

Företaget har två hyvlemaskiner (hyvel 3 och 4) som är placerade i samma lokal men som löper oberoende av varandra från intag till uttag. I hyvel 3 produceras i huvudregel de klenare dimensionerna medan de grövre dimensionerna produceras i hyvel 4. Anledningen till detta är att produktionsstakten är högre för de grövre dimensionerna i hyvel 4 och större volym per tidsenhet kan produceras. I hyvel 3 har man möjlighet att ändsponta och exaktkapa den ingående råvaran vilket till viss del styr vilka produkter man väljer att producera i den hyvleln.

Innan produktionen påbörjas postar man om hyveln och ställer in maskinens inställningar anpassat till den produkt som ska produceras. Beroende på produkt som skall produceras varierar omställningstiden. Omställningstiden avser den tid det tar att ställa om maskinen vilket normalt sätt är en fast tid per tillverkningsorder oavsett producerad kvantitet (Storhagen, 2003). Produktionsplaneraren strävar efter att producera likartade dimensioner efter varandra för att undvika onödig omställningstid. Omställningstiden korrelerar delvis mot antalet verktyg som ska ställas om alternativt bytas.

Som beskrivits ställer truckförarna vid hyvleriet fram den ingående råvaran som ska användas i tillverkningsordern vid intilliggande lagerplats. Truckförarna ställer sedan paketen på hyvleriets intag där produktionspersonal tar av band och eventuellt emballage manuellt. Råvaran matas sedan in och produktionspersonal sorterar ut de bitar som eventuellt har blivit skadade innan råvaran går in i hyveln.

5.4 Lageruppbyggnad och lagerhantering

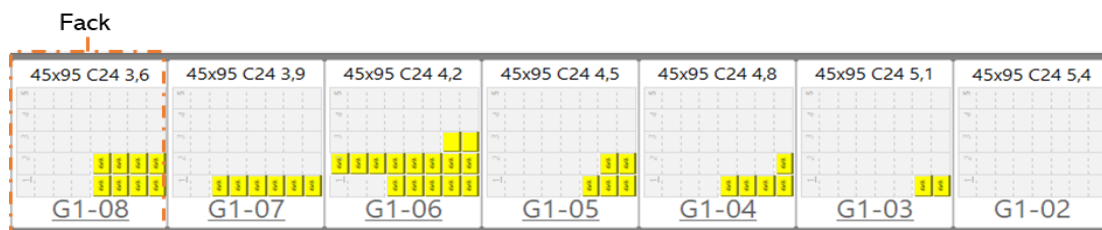
5.4.1 Lageruppbyggnad – layout

På området finns det ungefär 880 lagerplatser (fack) som antingen är placerade i virkesmagasin, hallar eller på lagerytor utomhus (Figur 14). Företaget strävar efter att olika sortiment ska förvaras på olika lagerytor. Majoriteten av de impregnerade produkterna lagerhålls i närliggande virkesmagasin till impregneringen och råvarusortiment ämnade för hyvling lagerhålls i närheten av hyvlerianläggningen exempelvis.



Figur 14. Vy över förädlingens område, produktionsenheter och lagerplatser (skärmbild hämtad från företagets lagersystem).

För produkter vars försäljningsvolym motsvarar en stor del av den totala försäljningsvolymen strävar företaget efter att hålla produkt – och längderna fack. Det vill säga att facken innehåller samma produkt och samma längd för att underlätta vid framplockning av ordrar (Figur 15).

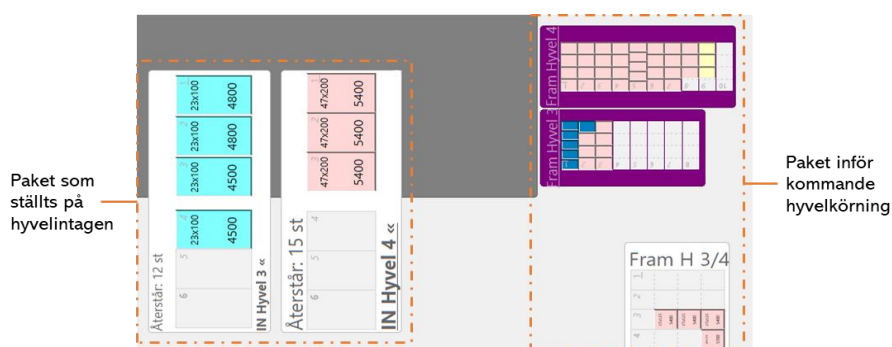


Figur 15. Bestämda lagerplatser för en produkt där facken är produkt- och längdspecifika (skärmbild hämtad från företagets lagersystem).

Då lagerfacken är produkt- och längdspecifika behöver framlockaren inte flytta på paket för att komma åt en specifik längd som kunden beställt då det inbokade paketet har bästa åtkomlighet. Produkter vars åtgång är mindre försöker man placera i produktrena fack vilket innebär att facket oftast innehåller blandade längder. Detta medför att tidsåtgången för framlockning förlängs vid beställning av produkter som ej är placerade i produkt- och längdrena fack då åtkomsten försämras.

5.4.2 Lagerhantering vid produktion och framlockning

I regel bokas paket in på en tillverkningsorder respektive lastorder innan truckpersonal och framlockare plockar upp och förbereder tillverkningsorder och lastordern. Kundbeställningar som företaget tar emot handläggs i order- och lagersystemet varpå lastordrar skrivs ut som agerar underlag för framlockarna vid förberedelse av leveranserna. Utlastningsansvarig bestämmer vilka paket som ska levereras ut till kund baserat på kundens specifikationer om produkt och längd. Prioriteringsregeln vid inbokning av paket är åtkomligheten. Ett paket med åtkomlighet ett är högst prioriterat att boka för att undvika onödiga förflyttningar av paket. Framlockarna hämtar ut aktuell lastorder och förbereder leveransen efter de paket som har bokats in. Framlockaren hämtar paketen efter anvisningarna i datorn där personen kan se vart paketet fysiskt är placerat. Principen är densamma för lagerhantering av paket inför produktion. Truckföraren förbereder inför kommande produktionskörning genom att ställa fram den aktuella råvaran vid produktionsenheten (Figur 16).



Figur 16. Lagerbild över paket som står på respektive hyvelintag samt paket som förberetts av framlockarna inför kommande hyvelkörning (skärmbild hämtad från företags lagersystem).

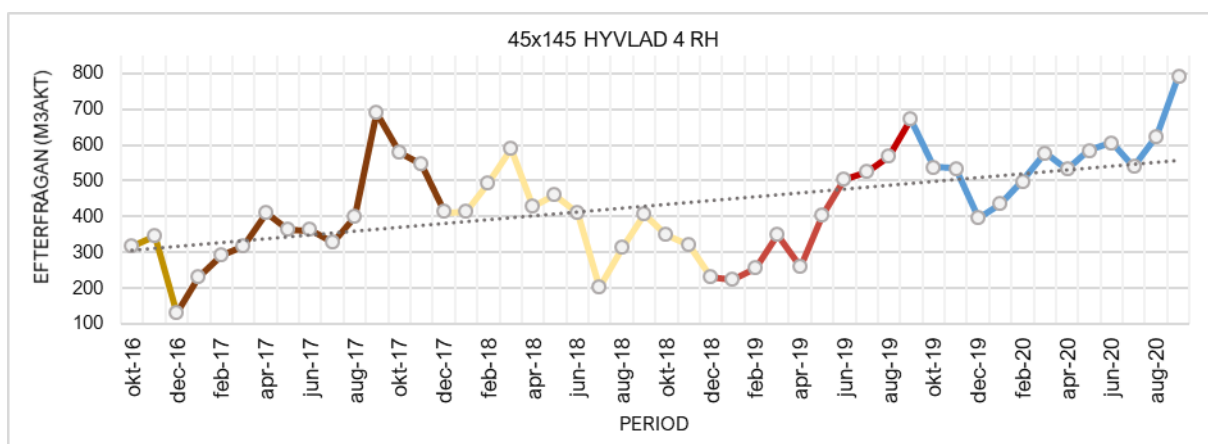
6 Resultat

I detta avsnitt presenteras studiens resultat efter de matematiska beräkningar som utförts. De huvudsakliga delarna i avsnittet är prognostisering och partiformning för respektive produkt i urvalet. Avsnittet avslutas med en känslighetsanalys.

6.1 Produkternas efterfrågan

För samtliga produkter användes prognosmetoden exponentiell utjämning med hänsyn till trend och säsong då en uppåtgående trend och säsongvariation ansågs föreligga i efterfrågemönstret. Beräkningar för prognostisering av samtliga produkter återfinns i Bilaga 1: Prognostisering.

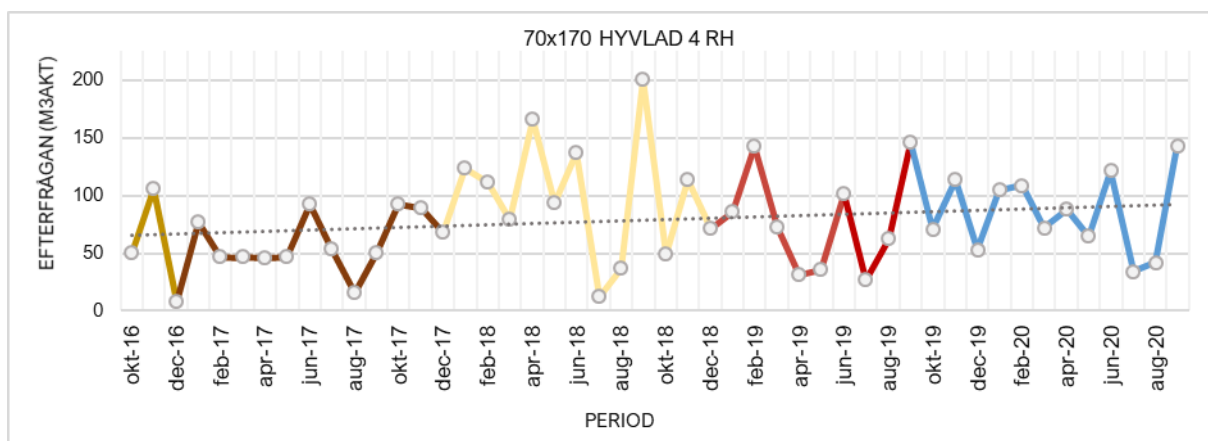
Vid prognostiseringen av 45x145 Hyvlad 4 RH (Figur 17) erhölls ett lägre prognosfel om en additiv modell ansattes istället för en multiplikativ modell.



Figur 17. Efterfrågan för oktober 2016 – september 2019 samt prognostiserad efterfrågan för oktober 2019 – september 2020 av 45x145 Hyvlad 4 RH.

Prognostiseringen visar att efterfrågan kommer att öka under perioden oktober 2019-september 2020 i relation till tidigare perioder. I tidsserien av efterfrågan identifieras toppar i efterfrågan under augusti – och september månad samtidigt som tidsserien tyder på en ihållande trend.

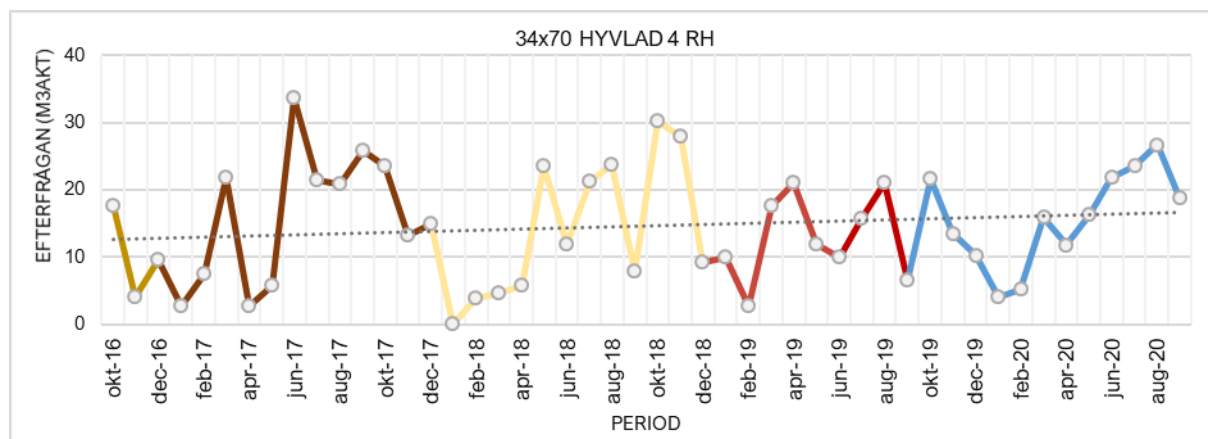
Vid prognostiseringen av 70x170 Hyvlad 4 RH (Figur 18) ansattes en multiplikativ modell istället för en additiv modell då prognosfelen blev lägre.



Figur 18. Efterfrågan för oktober 2016 – september 2019 samt prognostiserad efterfrågan för oktober 2019 – september 2020 av 70x170 Hyvlad 4 RH.

Prognostiseringen resulterade i att efterfrågan kommer att öka under kommande period med kvarstående trend. Efterfrågan toppar som starkast under augustimånad och varierar kraftigt under vissa månadsskiften, exempelvis mellan juli – och augustimånad 2018, 2019 och 2020.

Vid prognostiseringen av 70x170 Hyvld 4 RH (Figur 19) ansattes en additiv modell istället för en multiplikativ modell då prognosfelen blev lägre.



Figur 19. Efterfrågan för oktober 2016 – september 2019 samt prognostiserad efterfrågan för oktober 2019 – september 2020 av 34x70 Hyvld 4 RH.

Efterfrågan under kommande period ökar marginellt till följd av en svag trend. Efterfrågan är som högst under sommarmånaderna för samtliga år och som lägst under vintermånaderna. Enligt prognosen kommer efterfrågan att vara som högst under augustimånad 2020.

6.2 Kostnad

6.2.1 Lagerränta och lagerföringskostnad

Lagerräntan beräknades fram för respektive produkt i urvalet (Tabell 10). Lagerräntan beaktar kalkylräntan samt osäkerhetskostnader för respektive produkt. Osäkerhetskostnaderna motsvarar inkurans och kassationer enligt uppgifter från inventeringslistor samt dialog med uppdragsgivare. För detaljerad vy över beräkning av lagerränta se Bilaga 1.1.

Tabell 8. Medellagervärde, riskkostnad samt lagerränta för respektive produkt i urvalet

Produkt	Medellagervärde (kr)	Riskkostnad (kr/m3akt)	Lagerränta (%)
45x145 Hyvld 4 RH	1 048 800	14,28	4,14
70x170 Hyvld 4 RH	526 500	14,58	4,28
34x70 Hyvld 4 RH	82 250	28,53	7,47

Lagerhållningskostnaden räknades fram genom att multiplicera lagerräntan med produktens värde. Värdet för 45x145 Hyvld 4 RH sattes till 1900 kr/m³, 1950 kr/m³ för 70x170 Hyvld 4 RH och 1750 kr/m³ för 34x70 Hyvld 4 RH. Lagerräntan och riskkostnaden beräknades till att vara högst för 34x70 Hyvld 4 RH med 7,47 % respektive 28,53 kronor per m³akt.

6.2.2 Omställning – och nedtagningskostnader

Vid studerandet av produktionsdata för samtliga produkter i urvalet togs omställningstiden fram respektive omställningskostnaden (Tabell 11). Se Bilaga 2.2. Omställning – och nedtagningstid.

Tabell 9. Genomsnittlig omställningstid – och omställningskostnad för respektive produkt i urvalet vid produktion

Produkt	Omställningstid (minuter)	Omställningskostnad (kr)
45x145 Hyvlad 4 RH	19	247,00
70x170 Hyvlad 4 RH	58	754,00
34x70 Hyvlad 4 RH	69,5	903,50

Medelomställningstiden för 45x145 Hyvlad 4 RH uppgick till 19 minuter vilket motsvarade en omställningskostnad om 247 kr. För 70x170 Hyvlad 4 RH uppgick omställningstiden till 58 minuter vilket motsvarade 754 kr. Omställningstiden för 34x70 Hyvlad 4 RH uppgick till 69,5 minuter vilket motsvarade en omställningskostnad om 903,50 kr. Beräkningarna visar att omställningsarbetet är mer omfattande för 70x170 Hyvlad 4 RH och 34x70 Hyvlad 4 RH i jämförelse mot 45x145 Hyvlad 4 RH.

6.2.3 Materialhanteringskostnader

Bearbetningen av lagerdata och materialhanteringstider resulterade i att tidsåtgången kunde redovisas för förflyttning av material för respektive produkt i urvalet vid tillverkning. Samtlig medeltidsåtgång och materialhanteringskostnad för respektive produkt presenteras i Tabell 12. För detaljerad redovisning av materialhanteringstider se Bilaga 2.3.

Tabell 10. Tidsåtgång och materialhanteringskostnad vid produktion av samtliga produkter i urvalet

Produkt	Prod. Partistorlek (m3akt)	Förberedelse (min)	Förberedelse till hyvelintag (min)	Hyveluttag till lagerplats (min)	Total tidsåtgång (min)	Total materialhanteringskostnad (kr)
45x145 Hyvlad 4 RH	458,11	78,41	34,31	204,82	317,53	3704,55
70x170 Hyvlad 4 RH	133,53	30,67	12,43	48,47	91,57	1068,28
34x70 Hyvlad 4 RH	35,04	8,7	3,83	17,96	30,50	355,86

Beräkningarna visar att den totala tidsåtgången är störst vid produktion av 45x145 Hyvlad 4 RH och lägst för 34x70 Hyvlad 4 RH. Tidsåtgången korrelerar med den producerade partistorleken vilket är rimligt med tanke på att större kvantiteter kräver mer hantering. Materialhanteringstiderna visar på att materialförflyttningar från hyvelns uttag till produkternas lagerplats kräver mer tid än vad förberedelse och förberedelse till hyvelintag tillsammans utgör. Hanteringen som kräver minst tid är förflyttningen från förberedelse till hyvelns intag. Den totala materialhanteringskostnaden för 45x145 – 70x170 och 34x70 Hyvlad 4 RH beräknades till 3704,55 kr respektive 1068,28 kr och 355,86 kr.

6.2.4 Orderhanteringskostnader

I dialog med produktionsledare fastställdes orderhanteringstiden och därmed orderhanteringskostnaden för respektive produkt i urvalet (tabell 13). Vid orderhantering av 45x145 Hyvlad 4 RH ingår tid att planera in volymen samt göra en avstämning hur mycket volym som ska produceras av varje längd. Det ingår även att kolla hur stor lagerplats som finns tillgänglig. Vid orderhantering av 70x170 Hyvlad 4 RH sker en dialog med säljare om vilka längder som skall produceras samt dialog med truckförare om eventuell förarbetning som krävs innan råvaran hyvlas. För 34x70 Hyvlad 4 RH behöver en avstämning ske kring vilken råvara som ska användas och huruvida den finns tillgänglig eller ej.

Tabell 11. Genomsnittlig orderhanteringstid – och kostnad för samtliga produkter i urvalet

Produkt	Orderhanteringstid (minuter)	Orderhanteringskostnad (kr)
45x145 Hyvlad 4 RH	10	50,00
70x170 Hyvlad 4 RH	35	175,00
34x70 Hyvlad 4 RH	30	150,00

Orderhanteringstiden för 45x145 Hyvlad 4 RH uppgick till 10 minuter respektive 35 minuter för 70x170 Hyvlad 4 RH samt 30 minuter för 34x70 Hyvlad 4 RH. Detta resulterade i en orderhanteringskostnad om 50 kr respektive 175 kr och 150 kr för produkterna. Orderhanteringskostnaden är lägst för 45x145 Hyvlad 4 RH av den anledningen att dialog ej behöver ske i samma utsträckning som för övriga produkter i urvalet.

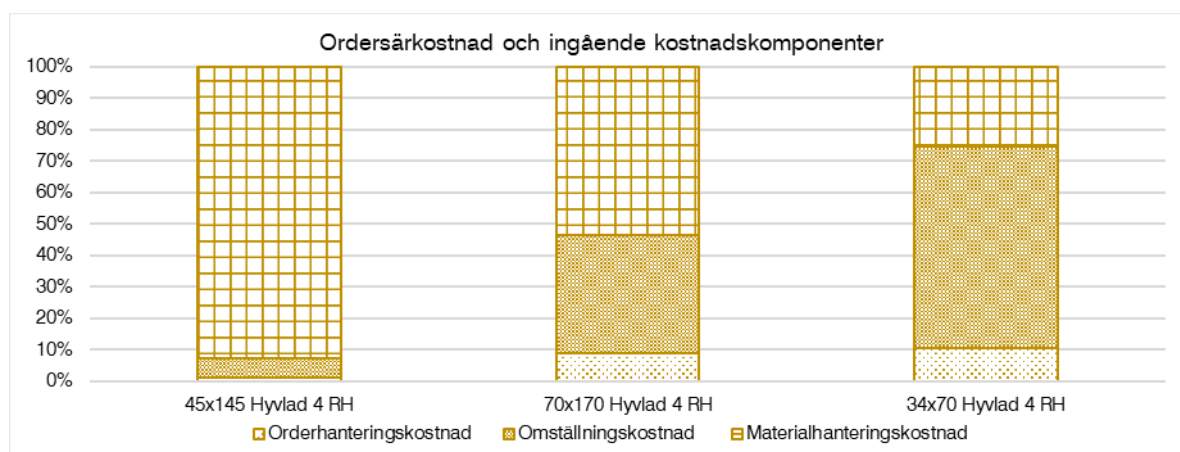
6.2.5 Total ordersärkostnad

Den totala ordersärkostnaden beräknades för samtliga produkter i urvalet genom att addera de ingående kostnadskomponenterna (Tabell 14).

Tabell 12. Total ordersärkostnad för respektive produkt

Produkt	Omställning – och nedtagningskostnad (kr)	Materialhanteringskostnad (kr)	Orderhanteringskostnad (kr)	Total ordersärkostnad (kr)
45x145 Hyvlad 4 RH	247,00	3704,55	50,00	4001,55
70x170 Hyvlad 4 RH	754,00	1068,28	175,00	1997,28
34x70 Hyvlad 4 RH	903,50	355,86	150,00	1409,36

Den totala ordersärkostnaden uppgick till 4001,55 kr för 45x145 Hyvlad 4 RH, för 70x170 Hyvlad 4 RH uppgick den totala kostnaden till 1997,28 kr och 1409,36 kr för 34x70 Hyvlad 4 RH. De ingående kostnadskomponenternas procentuella andel av den totala ordersärkostnaden varierade mellan produkterna (Figur 20).



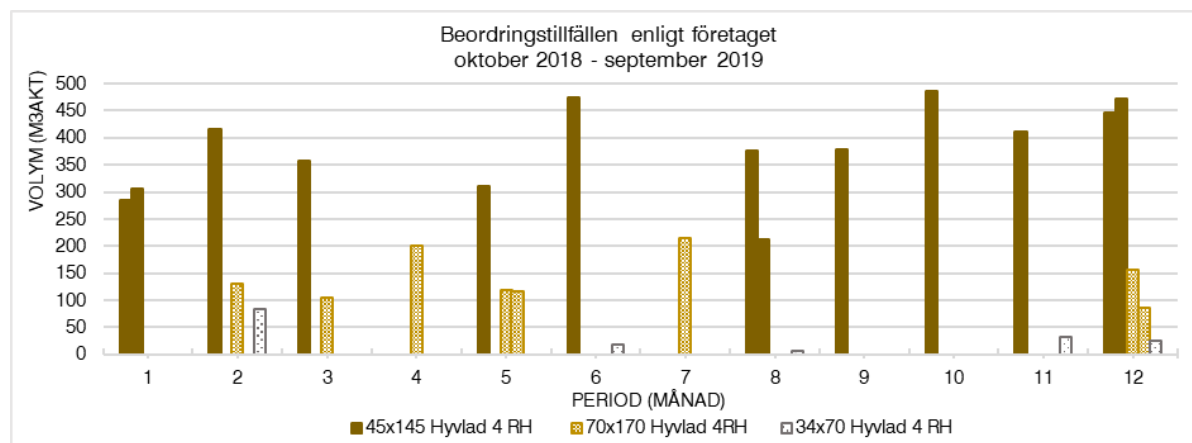
Figur 20. Ordersärkostnadens ingående kostnadskomponenter och dess procentuella andel av den totala ordersärkostnaden för samtliga produkter i urvalet.

Materialhanteringskostnadens procentuella andel var störst hos 45x145 Hyvlad 4 RH där kostnadskomponenten stod för 93 % kontra 53 % hos 70x170 Hyvlad 4 RH och 25 % hos 34x70 Hyvlad 4 RH. För den sistnämnda produkten var omställningskostnaden den största procentuella andelen med 64 %. Gemensamt för alla produkter i urvalet var att orderhanteringskostnadens procentuella andel var lägst. För 45x145 Hyvlad 4 RH stod kostnaden för 1 % respektive 9 – och 11 % för 70x170 Hyvlad 4 RH och 34x70 Hyvlad 4 RH. 6.3

6.3 Partiformning och partistorlek föregående period

6.3.1 Beordringstillfällena och partistorlek enligt företagets planering 2018–2019

Utdraget av företagets produktionsrapport för föregående period (oktober 2018 – september 2019) visade att 45x145 Hyvlad 4 RH producerades vid 13 tillfällena, 70x170 Hyvlad 4 RH producerades vid åtta tillfällena och 34x70 Hyvlad 4 RH vid fem tillfällena (Figur 21).

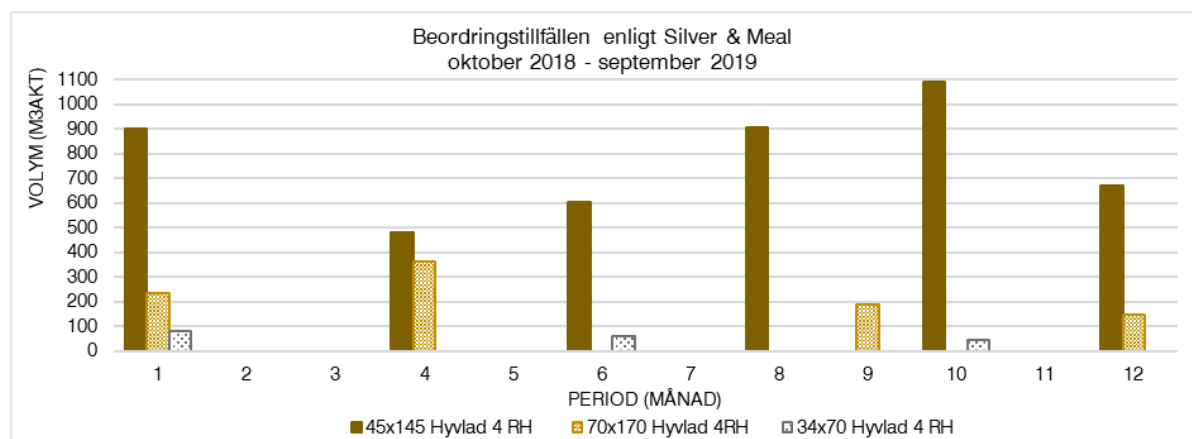


Figur 21. Antalet beordringstillfällen enligt utdrag från företagets produktionsrapport avseende föregående 12-månaders period (oktober 2018-september 2019).

45x145 Hyvlad 4 RH producerades med tätare intervall än 70x170 Hyvlad 4 RH och 34x70 Hyvlad 4 RH. Produkten producerades två gånger i period ett, åtta och tolv och produktionen uteblev i period fyra och sju. 70x170 Hyvlad 4 RH produceras först i period två för att sedan produceras en gång i månaden till och med period fyra för att sedan produceras två gånger i period fem. Därefter producerades produkten i period sju för att vid nästa tillfälle produceras två gånger i period tolv. 34x70 Hyvlad RH producerades fem gånger under 12-månaders perioden där en större volym om 80 m3akt producerades i period 2 för att sedan producera 18, 6, 31 respektive 24 m3akt i period sex, åtta, elva och tolv.

6.3.2 Beordringstillfällena och partistorlek enligt Silver & Meal 2018–2019

Vid tillämpningen av Silver & Meal för föregående period (oktober 2018 – september 2019) visade partiformningen att 45x145 Hyvlad 4 RH skulle producerats vid sex tillfällena, 70x170 Hyvlad 4 RH skulle producerats vid fyra tillfällena och 34x70 Hyvlad 4 RH vid tre tillfällena (Figur 22). För detaljerad vy över utförd partiformning se bilagor C.1, C.3 och C.5.



Figur 22. Antalet beordringstillfällen enligt Silver & Meal avseende föregående 12-månaders period (oktober 2018-september 2019).

Resultatet av partiformningen för 45x145 Hyvlad 4 RH visade att den totala kostnaden blev lägst om man producerat produkten varannan månad. Med undantag mellan perioderna 1 och 4 samt mellan perioderna 11 och 12 på grund av att kostnaden ej kan räknas ut vid beställning för två eller fler månader framåt på grund av saknade efterfrågedata. För 70x170 Hyvlad 4 RH skulle första och tredje batchen produceras för kommande tre månader, den andra batchen skulle dock producerats för de kommande fem månaderna. Gällande 34x70 Hyvlad 4 RH, skulle produkten producerats tre gånger under den gångna 12-månaders perioden. Den första batchen skulle täcka fem månaders efterfrågan, den andra batchen tre månaders efterfrågan och den sista två månaders efterfrågan (av det skälet att kostnaden ej kan beräknas för den trettonde perioden då faktiskt efterfrågan saknas).

6.3.3 Totalkostnad kommande period enligt Silver & Meal

Totalkostnaden redovisades för respektive beordringstillfälle vid partiformningen enligt Silver & Meal för föregående period (Tabell 15).

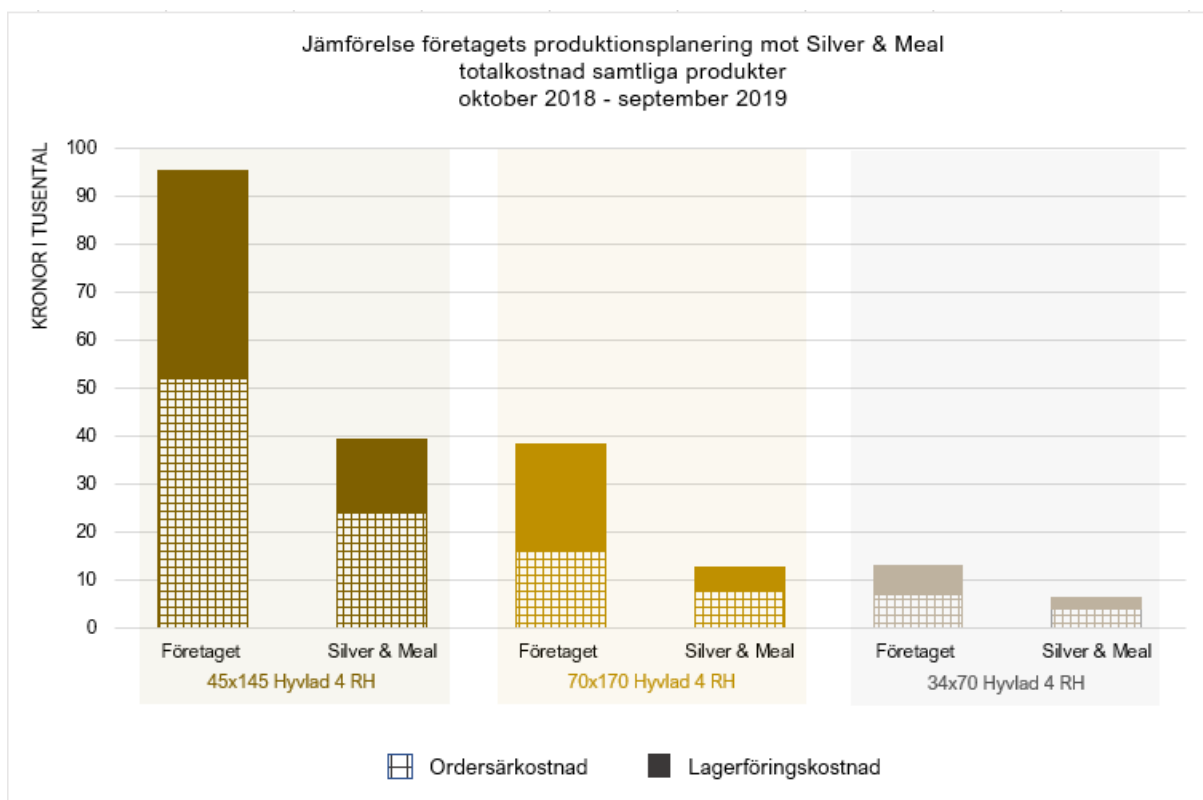
Tabell 13. Totalkostnaden och beordringstillfällena under föregående period enligt Silver & Meal för respektive produkt

Period	45x145 Hyvlad 4 RH	70x170 Hyvlad 4 RH	34x70 Hyvlad 4 RH
1	9131	3787	2357
2			
3			
4	5689	3984	
5			
6	5696		2222
7			
8	7298		
9		3049	
10	7722		1779
11			
12	4002	1997	
Totalkostnad (kr)	39 538	12 817	6357

Totalkostnaden för 45x145 Hyvlad 4 RH, 70x170 Hyvlad 4 RH och 34x70 Hyvlad 4 RH beräknades till 39 538 kr, 12 817 kr respektive 6357 kr.

6.3.4 Jämförelse mellan företagets planering och Silver & Meal 2018–2019

Vid jämförelse mellan företagets tillvägagångssätt vid föregående 12-månaders period mot om en partiformning enligt Silver & Meal hade utförts visar på att en partiformning hade resulterat i att totalkostnaden minskat för samtliga produkter i urvalet (Figur 23).



Figur 23. Ordersärkostnad och lagerföringskostnad för 45x145 Hyvlad 4 RH vid företagets tillvägagångssätt och vid partiformning enligt Silver & Meal för föregående 12-månaders period (oktober 2018-september 2019).

Figuren presenterar lagerföring – och ordersärkostnaderna för samtliga produkter i urvalet. Respektive stapel representerar totalkostnaden för att producera respektive produkt, enligt företags produktionsplanering ”företaget” samt mot tillämpning av Silver & Meal. Den del av stapeln som är mönsterfylld motsvarar ordersärkostnaden och den helfyllda delen av stapeln motsvarar lagerföringskostnaden. De två första staplarna representerar 45x145 Hyvlad 4 RH, den tredje och fjärde 70x170 Hyvlad 4 RH och den femte och sjätte stapeln 34x70 Hyvlad 4 RH.

För 45x145 Hyvlad 4 RH uppgick den faktiska ordersärkostnaden och lagerföringskostnaden enligt företagets tillvägagångssätt till 52 020 kr respektive 43 420 kr under föregående 12-månaders period (Figur 23). Under perioden producerade företaget 13 batcher av produkten med en ordersärkostnad á 4002 kr. Lagerföringskostnaden baseras på den erhållna lagerräntan på 4,14 % samt medellagervärdet vilket uppgick till 1 048 800 kr under perioden. Om partiformningen hade skett enligt Silver & Meal skulle företaget producera 6 batcher vilket hade resulterat i att ordersärkostnaden uppgått till 24 009 kr och lagerföringskostnaden till 15 529 kr. Företagets tillvägagångssätt under föregående 12-månaders period resulterade i att totalkostnaden uppgick till 95 440 kr. Att tillämpa partiformningsmetoden Silver & Meal skulle resultera i en totalkostnad om 39 537 kr vilket innebär en minskning av totalkostnaden med 59 %.

Gällande 70x170 Hyvlad 4 RH uppgick den faktiska ordersärkostnaden och lagerföringskostnaden enligt företagets tillvägagångssätt till 15 978 kr respektive 22 534 kr under föregående 12-månaders period (Figur 23). Under perioden producerade företaget åtta batcher av produkten med en ordersärkostnad á 1997 kr. Lagerföringskostnaden baseras på den erhållna lagerräntan på 4,28 % samt medellagervärdet vilket uppgick till 526 500 kr under perioden. Om partiformningen hade skett enligt Silver & Meal för 70x170 Hyvlad 4 RH skulle

företaget producera 4 batcher vilket hade resulterat i att ordersärkostnaden uppgått till 7989 kr och lagerföringskostnaden till 4828 kr. Företagets tillvägagångssätt under föregående 12-månaders period resulterade i att totalkostnaden uppgick till 38 512 kr. Att tillämpa partiformningsmetoden Silver & Meal skulle resultera i en totalkostnad om 12 817 kr vilket innebär en minskning av totalkostnaden med 67 %.

För 34x70 Hyvlad 4 RH uppgick den faktiska ordersärkostnaden och lagerföringskostnaden enligt företagets tillvägagångssätt till 7047 kr respektive 6144 kr under föregående 12-månaders period (Figur 23). Under perioden producerade företaget fem batcher av produkten med en ordersärkostnad á 1409 kr. Lagerföringskostnaden baseras på den erhållna lagerräntan på 7,47 % samt medellagervärdet vilket uppgick till 82 250 kr under perioden. Om partiformningen hade skett enligt Silver & Meal skulle företaget producera 3 batcher vilket hade resulterat i att ordersärkostnaden uppgått till 4228 kr och lagerföringskostnaden till 2129 kr. Företagets tillvägagångssätt under föregående 12-månaders period resulterade i att totalkostnaden uppgick till 13 191 kr. Att tillämpa partiformningsmetoden Silver & Meal skulle resultera i en totalkostnad om 6357 kr vilket innebär en minskning av totalkostnaden med 52 %.

6.4 Partiformning och partistorlek kommande period

6.4.1 Beordringstillfällen och partistorlek enligt företagets planering 2019–2020

Baserat på föregående 12-månaders periods produktionsrapporter uppgår den genomsnittliga partistorleken till 380 m3akt för 45x145 Hyvlad 4 RH, 141 m3akt för 70x170 Hyvlad 4 RH och 33 m3akt för 34x70 Hyvlad 4 RH. Om företaget fortsätter att producera samma genomsnittliga produktionsvolym för respektive produkt under kommande period (oktober 2019-september 2020) kommer antalet beordringar förändras för att möta den prognostiserade efterfrågan (Tabell 16).

Tabell 14. Genomsnittlig partistorlek under föregående period respektive antal beordringar samt antalet beordringar under kommande period med hänsyn till den prognostiserade efterfrågan

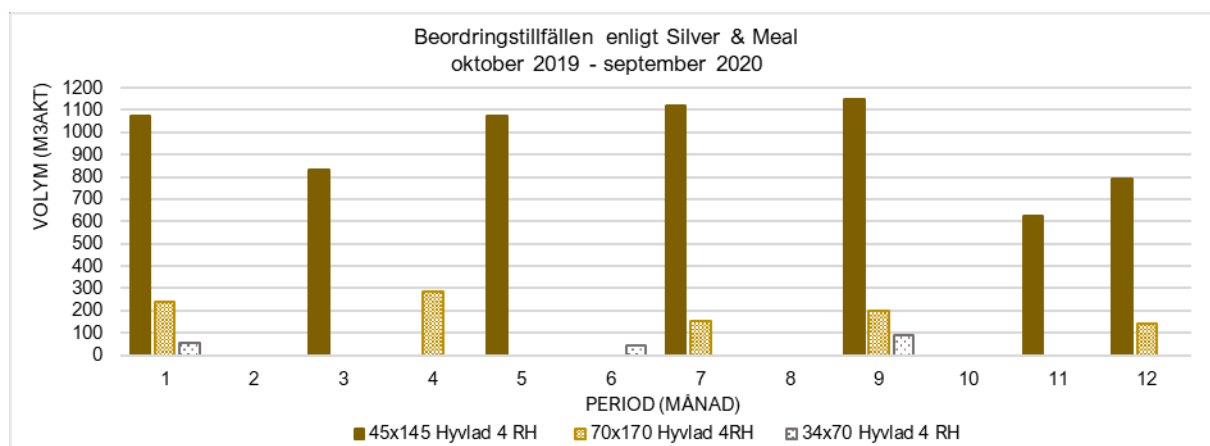
Produkt	Genomsnittlig partistorlek föregående period (m3akt)	Antal beordringar föregående period (st)	Prognostiserad efterfrågan kommande period (m3akt)	Antal beordringar kommande period (st)
45x145 Hyvlad 4 RH	380	13	6665	18
70x170 Hyvlad 4 RH	141	8	1017	7
34x70 Hyvlad 4 RH	33	5	190	6

Antalet beordringar av 45x145 Hyvlad 4 RH kommer att öka med fem tillfällen för att producera mot den prognostiserade efterfrågan, förutsatt att den genomsnittliga partistorleken uppgår till 380 m3akt. För 70x170 Hyvlad 4 RH kommer antalet beordringar att minska med ett tillfälle från åtta till sju. En förklaring till detta är att den producerade partistorleken har varierat kraftigt från gång till gång vid uttag av det genomsnittliga värdet. Antalet beordringar för 34x70 Hyvlad 4 RH kommer att öka med ett tillfälle, från fem till sex tillfällen för att möta framtida efterfrågan.

6.4.2 Beordringstillfällen och partistorlek enligt Silver & Meal 2019–2020

Vid tillämpningen av Silver & Meal för kommande period med prognostiserad efterfrågan (oktober 2019 – september 2020) visade partiformningen att 45x145 Hyvlad 4 RH ska produceras vid sju tillfällen, 70x170 hyvlad 4 RH ska producerats vid fem tillfällen och 34x70

Hyvlad 4 RH vid tre tillfällen (Figur 24). För detaljerad vy över utförd partiformning se Bilaga 3.2, 3.4 och 3.6.



Figur 24. Antalet beordringstillfällen enligt Silver & Meal avseende kommande 12-månaders period (oktober 2019-september 2020 med prognostiserad efterfrågan).

Resultatet av partiformningen för 45x145 Hyvlad 4 RH visade att den totala kostnaden blir lägst om man producerar produkten varannan månad vilket även var fallet vid partiformningen under föregående period. För 70x170 Hyvlad 4 RH ska första, andra och fjärde batchen produceras för kommande tre månader, den tredje batchen ska dock produceras för de kommande två månaderna. Gällande 34x70 Hyvlad 4 RH, ska produkten produceras tre gånger under den gångna 12-månaders perioden. Den första batchen ska täcka fem månaders efterfrågan, den andra batchen tre månaders efterfrågan och den sista fyra månaders efterfrågan.

6.4.3 Totalkostnad kommande period enligt Silver & Meal

Totalkostnaden redovisades för respektive beordringstillfälle vid partiformningen enligt Silver & Meal för kommande period (Tabell 17).

Tabell 15. Totalkostnad uttryckt i kronor för respektive produkt vid partiformning enligt Silver & Meal för kommande period

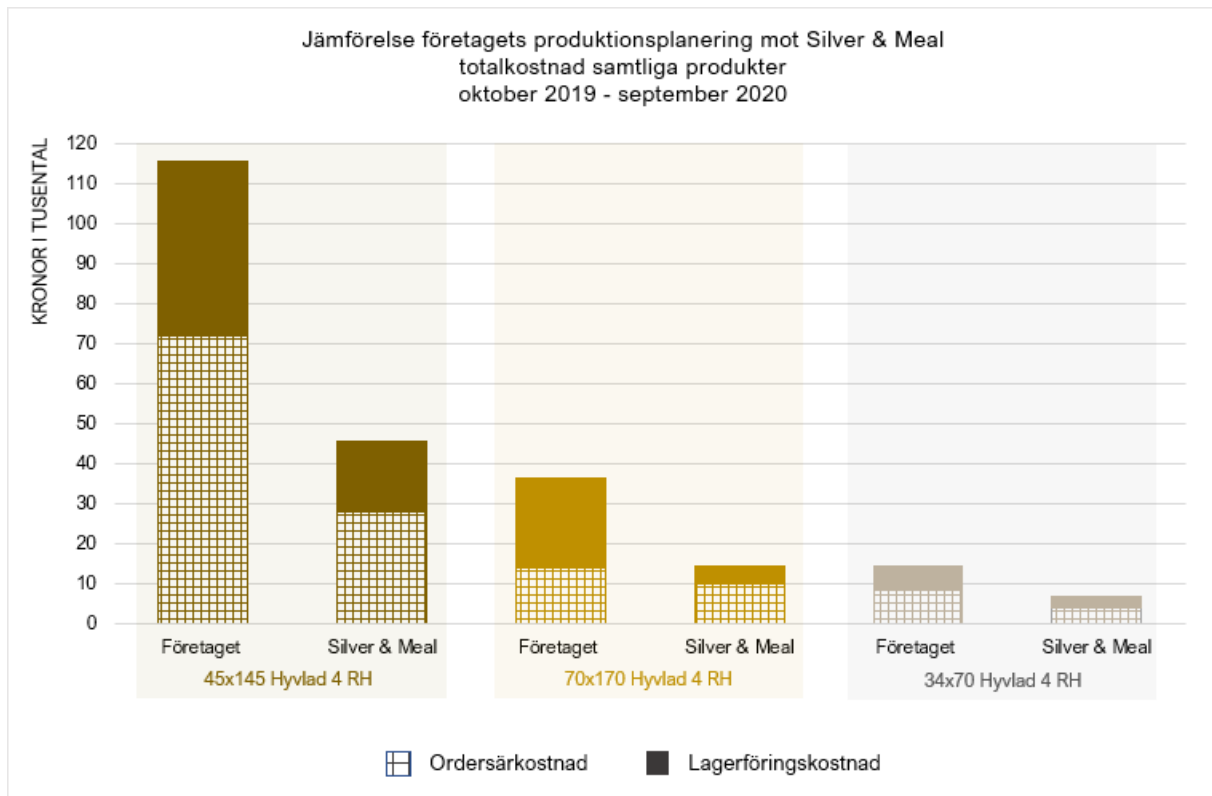
Period	45x145 Hyvlad 4 RH	70x170 Hyvlad 4 RH	34x70 Hyvlad 4 RH
1	7510	3529	2137
2			
3	6859		
4		3760	
5	7785		
6			1894
7	7831	2446	
8			
9	7547	2815	2866
10			
11	4002		
12	4002	1997	
Totalkostnad (kr)	45 535	14 547	6897

Totalkostnaden för 45x145 Hyvlad 4 RH, 70x170 Hyvlad 4 RH och 34x70 Hyvlad 4 RH beräknades till 45 535 kr, 14 547 kr respektive 6897 kr.

6.4.4 Jämförelse mellan företagets tillvägagångssätt och Silver & Meal

Vid förutsättning att medellagret är detsamma för kommande period som föregående för respektive produkt uppgår lagerföringskostnaden till samma värde för kommande period. Om

företaget fortsättningsvis under kommande period producerar den partistorlek de gjort tidigare kan ordersärkostnaden räknas ut genom att multiplicera det framtida antalet beordringar (Tabell 16) med den framräknande ordersärkostnaden. Därmed kunde en jämförelse ske med avseende på totalkostnaden mellan företagets tillvägagångssätt och partiformningen enligt Silver & Meal för den prognostiserade efterfrågan (Figur 25).



Figur 25. Ordersärkostnad och lagerföringskostnad för samtliga produkter vid företagets tillvägagångssätt och vid partiformning enligt Silver & Meal för kommande 12-månaders period (oktober 2019-september 2020).

Figuren presenterar lagerföring – och ordersärkostnaderna för samtliga produkter i urvalet. Respektive stapel representerar totalkostnaden för att producera respektive produkt, enligt företags produktionsplanering ”företaget” samt mot tillämpning av Silver & Meal. Den del av stapeln som är mönsterfylld motsvarar ordersärkostnaden och den helfyllda delen av stapeln motsvarar lagerföringskostnaden. De två första staplarna representerar 45x145 Hyvlad 4 RH, den tredje och fjärde 70x170 Hyvlad 4 RH och den femte och sjätte stapeln 34x70 Hyvlad 4 RH.

För 45x145 Hyvlad 4 RH kommer ordersärkostnaden och lagerföringskostnaden enligt företagets tillvägagångssätt att uppgå till 72 028 kr respektive 43 420 kr under kommande 12-månaders period (Figur 25). Under perioden kommer företaget att behöva producera 18 batcher av produkten med en ordersärkostnad á 4002 kr. Lagerföringskostnaden blir densamma som för föregående period om medelagervärdet uppgår till 1 048 800 kr. Om företaget tillämpar Silver & Meal kommer företaget producera 7 batcher vilket hade resulterat i att ordersärkostnaden uppgått till 28 011 kr och lagerföringskostnaden till 17 525 kr. Vid partiformning enligt Silver & Meal kommer totalkostnaden att minska med 61 % för 45x145 Hyvlad 4 RH i jämförelse mot företagets tillvägagångssätt under kommande period.

För 70x170 Hyvlad 4 RH kommer ordersärkostnaden och lagerföringskostnaden enligt företagets tillvägagångssätt att uppgå till 13 981 kr respektive 22 534 kr under kommande 12-

månaders period (Figur 25). Under perioden kommer företaget att behöva producera sju batcher av produkten med en ordersärkostnad á 1997 kr. Lagerföringskostnaden blir densamma som för föregående period om medelagervärdet uppgår till 526 500 kr. Om företaget tillämpar Silver & Meal kommer företaget producera fem batcher vilket hade resulterat i att ordersärkostnaden uppgått till 9986 kr och lagerföringskostnaden till 14 547 kr. Vid partiformning enligt Silver & Meal kommer totalkostnaden att minska med 60 % för 70x170 Hyvld 4 RH i jämförelse mot företagets tillvägagångssätt under kommande period.

Gällande 34x70 Hyvld 4 RH kommer ordersärkostnaden och lagerföringskostnaden enligt företagets tillvägagångssätt att uppgå till 8456 kr respektive 6144 kr under kommande 12-månaders period (Figur 25). Under perioden kommer företaget att behöva producera sex batcher av produkten med en ordersärkostnad á 1409 kr. Lagerföringskostnaden blir densamma som för föregående period om medelagervärdet uppgår till 82 250 kr. Om företaget tillämpar Silver & Meal kommer företaget producera tre batcher vilket hade resulterat i att ordersärkostnaden uppgått till 4228 kr och lagerföringskostnaden till 2669 kr. Vid partiformning enligt Silver & Meal kommer totalkostnaden att minska med 53 % för 34x70 Hyvld 4 RH i jämförelse mot företagets tillvägagångssätt under kommande period.

6.5 Känslighetsanalys

En känslighetsanalys utfördes för samtliga produkter i urvalet med avseende på förändringar i efterfrågan samt förändringar i ordersärkostnaden. Detta för att studera hur dessa parametrar påverkar partiformningen och dess ordersärkostnader – samt lagerföringskostnader. För detaljerad partiformning se bilagor D.1–D.12.

6.5.1 Förändringar i efterfrågan

Förändringar i efterfrågan studerades för samtliga produkter i urvalet där de procentuella förändringarna uppgick till +/- 5, 10 samt 15 % (Tabell 18-20).

Den prognostiserade efterfrågan för 45x145 Hyvld 4 RH under kommande 12-månaders period uppgick till 6665 m3akt där antalet beordringstillfällen enligt partiformningen uppgick till sju. De procentuella förändringarna utgick efter detta scenario ”0 %” (Tabell 18).

Tabell 16. Procentuella förändringar i efterfrågan för produkt 45x145 Hyvld 4 RH och dess inverkan på antalet beordringstillfällen samt kostnader

Procentuell förändring	Efterfrågan under 12-månaders period (m3akt)	Antal beordringar (st)	Total ordersärkostnad (kr)	Lagerföringskostnad (kr)	Total kostnad (kr)
-15 %	5665	7	28 011	14 896	42 907
-10 %	5999	7	28 011	15 772	43 783
-5 %	6332	7	28 011	16 648	44 659
0 %	6665	7	28 011	17 524	45 535
5 %	6999	8	32 012	14 380	46 392
10 %	7332	8	32 012	15 064	47 077
15 %	7665	10	40 016	6751	46 766

Antalet beordringstillfällen förblev oförändrade i samtliga scenarion där efterfrågan minskade med 5, 10 respektive 15 %. Därmed blev den totala ordersärkostnaden densamma medan lagerföringskostnaden minskade i takt med efterfrågan. Antalet beordringstillfällen ökade däremot med ökad efterfrågan. Partiformningen resulterade i att produkten skall beordras vid åtta tillfällen vid en efterfrågeökning om 5 – och 10 % och vid tio tillfällen vid en efterfrågeökning om 15 %. Den totala ordersärkostnaden blev som högst vid 15 % ökning medan lagerföringskostnaden blev den lägsta med 6 751 kr bland samtliga scenarion.

Den prognostiserade efterfrågan för 70x170 Hyvrad 4 RH uppgick till 1017 m3akt under kommande 12-månaders period där antalet beordringstillfällen enligt partiformningen uppgick till fem. De procentuella förändringarna utgick efter detta scenario ”0 %” (Tabell 19).

Tabell 17. Procentuella förändringar i efterfrågan för produkt 70x170 Hyvrad 4 RH och dess inverkan på antalet beordringstillfällen samt kostnader

Procentuell förändring	Efterfrågan under 12-månaders period (m3akt)	Antal beordringar (st)	Total ordersärkostnad (kr)	Lagerföringskostnad (kr)	Total kostnad (kr)
-15 %	865	5	9986	3876	13 863
-10 %	916	5	9986	4104	14 091
-5 %	966	5	9986	4332	14 319
0 %	1017	5	9986	4561	14 547
5 %	1068	5	9986	4789	14 775
10 %	1119	5	9986	5017	15 003
15 %	1170	5	9986	5245	15 231

Antalet beordringstillfällen förblev oförändrade i samtliga scenarion där efterfrågan minskade respektive ökade med 5, 10 respektive 15 %. Därmed blev den totala ordersärkostnaden densamma motsvarande 9 986 kr. Lagerföringskostnaden och den totala kostnaden minskade i takt med minskad efterfrågan och ökade i takt med stigande efterfrågan.

Den prognostiserade efterfrågan för 34x70 Hyvrad 4 RH under kommande 12-månaders period uppgick till 190 m3akt där antalet beordringstillfällen enligt partiformningen uppgick till tre stycken. De procentuella förändringarna utgick efter detta scenario ”0 %” (Tabell 20).

Tabell 18. Procentuella förändringar i efterfrågan för produkt 34x70 Hyvrad 4 RH och dess inverkan på antalet beordringstillfällen samt kostnader

Procentuell förändring	Efterfrågan under 12-månaders period (m3akt)	Antal beordringar (st)	Total ordersärkostnad (kr)	Lagerföringskostnad (kr)	Total kostnad (kr)
-15 %	161	3	4228	2268	6496
-10 %	171	3	4228	2402	6630
-5 %	180	3	4228	2535	6763
0 %	190	3	4228	2669	6897
5 %	199	3	4228	2802	7030
10 %	209	3	4228	2936	7164
15 %	218	3	4228	3069	7297

Som för 70x170 Hyvrad 4 RH förblev antalet beordringstillfällen oförändrade i samtliga scenarion där efterfrågan minskade respektive ökade med 5, 10 respektive 15 %. Därmed blev den totala ordersärkostnaden densamma motsvarande 4 228 kr. Lagerföringskostnaden och den totala kostnaden minskade i takt med minskad efterfrågan och ökade i takt med stigande efterfrågan.

6.5.1 Förändringar i ordersärkostnaden

Förändringar i ordersärkostnaden studerades för samtliga produkter i urvalet där de procentuella förändringarna uppgick till +/- 10, 15 samt 20 % (Tabell 21-23).

Den beräknade ordersärkostnaden för 45x145 Hyvrad 4 RH uppgick till 4 002 kr där antalet beordringstillfällen enligt partiformningen uppgick till sju. De procentuella förändringarna utgick efter detta scenario ”0 %” (Tabell 21).

Tabell 19. Procentuella förändringar i ordersärkostnaden för produkt 45x145 Hyvlad 4 RH och dess inverkan på antalet beordringstillfällen samt kostnader

Procentuell förändring	Ordersärkostnad (kr)	Antal beordringar (st)	Total ordersärkostnad (kr)	Lagerföringskostnad (kr)	Total kostnad (kr)
-20 %	3201	11	35 211	2598	37 809
-15 %	3401	10	34 010	5874	39 884
-10 %	3601	8	28 808	13 413	42 221
0 %	4002	7	28 014	17 521	45 535
10 %	4402	7	30 814	17 522	48 336
15 %	4602	7	32 214	17 523	49 737
20 %	4802	7	33 614	17 524	51 138

Vid partiformning av samtliga scenarion där ordersärkostnaden minskade med 10, 15 respektive 20 % ökade antalet beordringstillfällen till åtta, tio respektive elva där den totala ordersärkostnaden således ökade. Lagerföringskostnaden minskade däremot vilket resulterade i att den totala kostnaden blev lägst vid en procentuell förändring om -20 %. Vid en höjning av ordersärkostnaden förblev antalet beordringstillfällen oförändrade för samtliga scenarion. Den totala ordersärkostnaden ökade med större procentuell ökning medan lagerföringskostnaden i stort sett förblev oförändrad.

Den beräknade ordersärkostnaden för 70x170 Hyvlad 4 RH uppgick till 1 997 kr där antalet beordringstillfällen enligt partiformningen uppgick till fem. De procentuella förändringarna utgick efter detta scenario "0 %" (Tabell 22).

Tabell 20. Procentuella förändringar i ordersärkostnaden för produkt 70x170 Hyvlad 4 RH och dess inverkan på antalet beordringstillfällen samt kostnader

Procentuell förändring	Ordersärkostnad (kr)	Antal beordringar (st)	Total ordersärkostnad (kr)	Lagerföringskostnad (kr)	Total kostnad (kr)
-20 %	1598	5	7990	4561	12 551
-15 %	1697	5	8485	4561	13 046
-10 %	1797	5	8985	4561	13 546
0 %	1997	5	9985	4562	14 547
10 %	2197	5	10 985	4561	15 546
15 %	2297	5	11 485	4561	16 046
20 %	2396	5	11 980	4561	16 541

Antalet beordringstillfällen förblev oförändrade för samtliga scenarion där ordersärkostnaden minskade respektive ökade. Kostnaden som inverkade på den totala kostnaden var den totala ordersärkostnaden då lagerföringskostnaden var densamma för samtliga scenarion.

För 34x70 Hyvlad 4 RH uppgick den beräknade ordersärkostnaden till 1 409 kr där antalet beordringstillfällen var tre enligt partiformningen. De procentuella förändringarna utgick efter detta scenario "0 %" (Tabell 23).

Tabell 21. Procentuella förändringar i ordersärkostnaden för produkt 34x70 Hyvlad 4 RH och dess inverkan på antalet beordringstillfällen samt kostnader

Procentuell förändring	Ordersärkostnad (kr)	Antal beordringar (st)	Total ordersärkostnad (kr)	Lagerföringskostnad (kr)	Total kostnad (kr)
-20 %	1127	3	3382	2669	6051
-15 %	1198	3	3594	2669	6263
-10 %	1268	3	3805	2669	6474
0 %	1409	3	4227	2670	6897
10 %	1550	3	4650	2669	7319
15 %	1621	3	4863	2669	7532
20 %	1691	3	5073	2629	7701

Som för 70x170 Hyvlad 4 RH förblir antalet beordringstillfällen oförändrade. Lagerföringskostnaden är densamma för alla scenarion förutom då det sker en procentuell ökning om 20 %, kostnaden blir något lägre än för resterande procentuella förändringar. Den totala kostnaden påverkas därmed både av den totala ordersärkostnaden samt lagerföringskostnaden vilket inte är fallet för övriga scenarion.

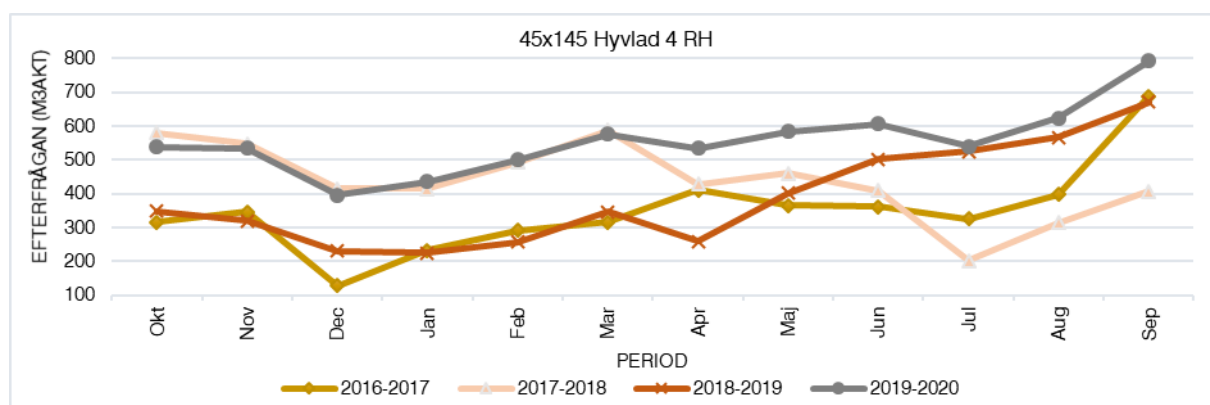
7 Analys och diskussion

I avsnittet analyseras resultatet med hänvisning till presenterad teori och empirisk bakgrund. Vidare diskuteras resultatet och val av metod med tidigare studier.

7.1 Resultatanalys

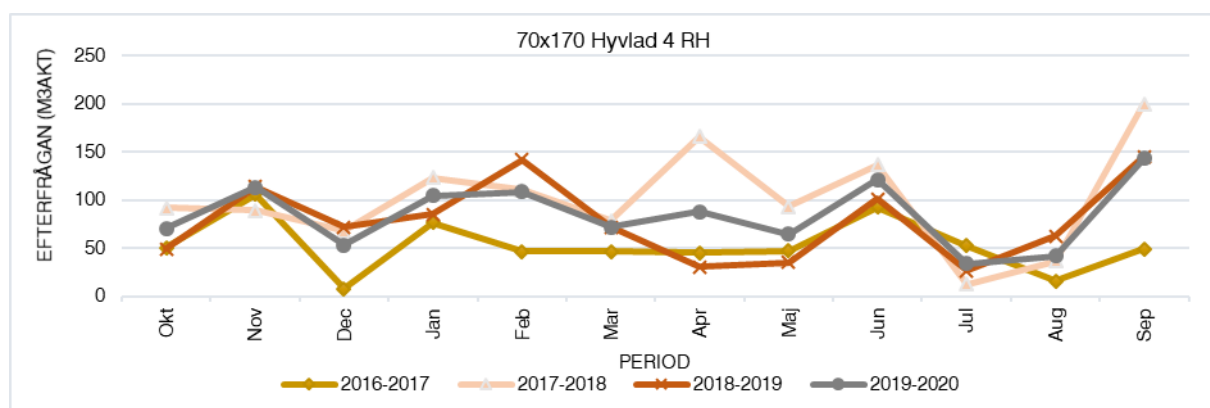
7.1.1 Prognosmetod och produkternas efterfrågan

Prognosmetoden som ansågs mest lämplig att tillämpa i den här studien var Winters metod, även benämnd exponentiell utjämning med hänsyn till trend och säsong. Prognosmetoden tillämpades för samtliga produkter i urvalet då en kombinerad trend – och säsongefterfrågemodell ansågs representera efterfrågemönstret bäst (Figur 26-28).



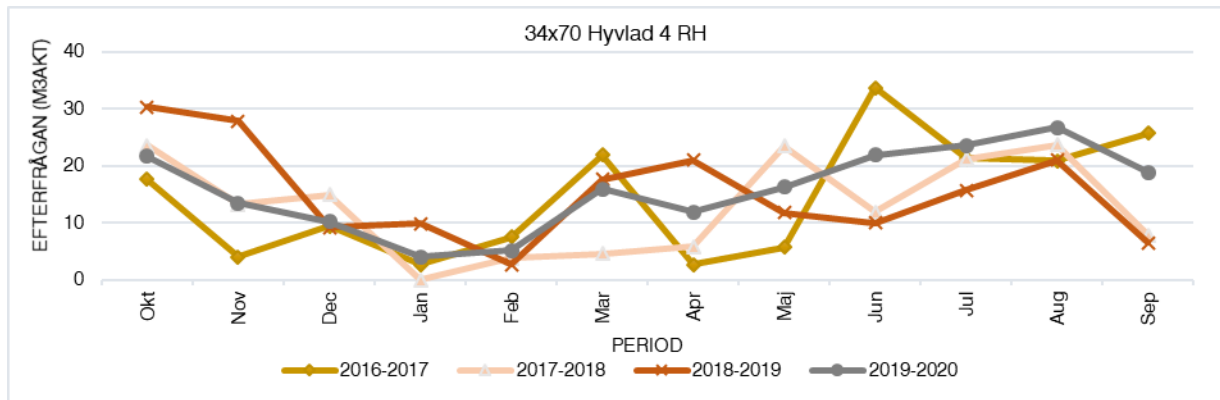
Figur 26. Efterfrågan för 45x145 Hyvklad 4 RH för perioden oktober till och med september under åren 2016-2017, 2017-2018 och 2018-2019 samt den prognostiserade efterfrågan för oktober 2019 – september 2020.

Prognostiseringen för 45x145 Hyvklad 4 RH visar på att efterfrågan har följt en tydlig trend då efterfrågeserien för 2019-2020 är optimistisk och pekar mot en högre försäljning kommande period i jämförelse mot tidigare år (Figur 26). Det årliga behovet av produkten kommer därmed att öka kraftigt enligt prognostiseringen där toppen av efterfrågan kommer att ske under september månad 2020. Baserat på hur väl den prognostiserade efterfrågan följer 2017-2018s efterfrågan mellan oktober och mars och under juni till och med september för 2018-2019 är volymerna inte orimliga. Dock bör tilläggas att skogsindustrin har haft starka år under denna period, sett till både investeringar och ökad efterfrågan på träprodukter. Sett till detta kan volymerna anses vara för optimistiska om efterfrågan kommer att avta under kommande period.



Figur 27. Efterfrågan för 70x170 Hyvklad 4 RH för perioden oktober till och med september under åren 2016-2017, 2017-2018 och 2018-2019 samt den prognostiserade efterfrågan för oktober 2019 – september 2020.

Enligt prognostiseringen av 70x170 Hyvlad 4 RH kommer således även här efterfrågan att öka på grund av identifierad trend i efterfrågeserien (27). Av efterfrågan för samtliga perioder kan det utläsas att vi ser en högre grad av nivå råda i materialet. Den prognostiserade efterfrågan underskrider efterfrågan som rådde under 2017-2018 vilket förklaras av att mätvärdena närmare i tiden tilldelats en större vikt vid prognostiseringen.



Figur 28. Efterfrågan för 34x70 Hyvlad 4 RH för perioden oktober till och med september under åren 2016-2017, 2017-2018 och 2018-2019 samt den prognostiserade efterfrågan för oktober 2019 – september 2020.

För 34x70 Hyvlad 4 RH befinner sig den prognostiserade efterfrågan emellan de föregående periodernas efterfrågan (Figur 28). Vid studerandet av efterfrågeserien varierar efterfrågan mellan månad och år. Då en svag trend utlästes i materialet vid prognostiseringen kommer efterfrågan att öka marginellt under kommande period. Vid studerandet av efterfrågan antas även här prognosen vara rimlig.

Olhager (2013) förklarar att det är viktigt att välja rätt prognosmetod för att uppnå en god förutsägelse av framtida efterfrågan. För att med bra grundförutsättningar ställa en rimlig prognos följdes därmed Olhagers fem steg som generellt sätt kan urskiljas vid prognostisering av enskilda produkter – och produktgrupper. Fallföretaget arbetar idag fram prognoser baserat på historisk leveransstatistik men uppger också att intuition spelar in. Att införa en prognosmetod av denna karaktär kan agera som ytterligare ett stöd vid deras planering av kommande råvarubehov. Viktigt att understryka är att rätt prognosmetod tillämpas då efterfrågemönster kan förändras och därmed de olika metodernas lämplighet och precision.

Att öka kunskapen om efterfrågan leder till att en verksamhet kan förbättra sina planeringsmöjligheter och som följd öka lönsamheten (Olhager 2013). Att öka kunskapen om efterfrågan bidrar till att osäkerheterna kan minskas och positiva effekter kan uppnås. Hançerlioğulları *et al.* (2016) hävdar i sitt arbete att osäkerheter i efterfrågan har en signifikant effekt på lageromsättningshastigheten i en negativ mening. Vid beräkning av urvalsprodukternas lageromsättningshastighet hos företaget omsattes lagret av 45x145 Hyvlad 4 RH 8,4 gånger per år, 3,5 gånger per år för 70x170 Hyvlad 4 RH och 3,9 gånger per år för 34x70 Hyvlad 4 RH. 70x170 – och 34x70 Hyvlad 4 RH har en betydligt lägre omsättningshastighet än 45x145 Hyvlad 4 RH där en möjlig förklaring kan vara att osäkerheterna i efterfrågan är högre för dessa produkter. Dessutom uppstår en möjlighet i att reducera sitt inkurslager om volymen förbrukas i en högre takt (Demeter *et al.* 2009).

7.1.2 Totalkostnad och partistorlek

Partiformningar enligt Silver & Meal skedde för både föregående 12-månaders period (oktober 2018-september 2019) och framtida 12-månaders period där efterfrågan prognostiserats. Dessa partiformningar jämfördes sedan mot företagets tillvägagångssätt under föregående år samt tilltänkt tillvägagångssätt för kommande år baserat på tidigare produktionsplanering. Vid jämförelse av företagets tillvägagångssätt vid produktion och producerade partistorlekar mot partiformning enligt Silver & Meal identifierades skillnader mellan antalet beordringstillfällen och totalkostnader. För samtliga produkter visade resultatet av partiformningen att antalet beordringstillfällen bör minska för att därmed minska lagerförings – och ordersärkostnaderna.

Företagets tillvägagångssätt kan med hänsyn till totalkostnaden ej anses optimalt då jämförelserna visar på en kraftig minskning av totalkostnaden för samtliga produkter i urvalet om partiformning enligt Silver & Meal utförts. Om Silver & Meal hade använts under föregående 12-månaders period vid planering av 45x145 Hyvrad 4 RH, 70x170 Hyvrad 4 RH och 34x70 Hyvrad 4 RH hade totalkostnaden minskat med 59 %, 67 % respektive 52 %. Den kraftiga minskningen korrelerar starkt mot att antalet beordringstillfällen minskar och därmed ordersärkostnaden. Resultaten vid jämförelse av företagets tillvägagångssätt och partiformning enligt Silver & Meal under kommande period visar på samma sätt att totalkostnaderna minskar kraftigt. För 45x145 Hyvrad 4 RH skulle totalkostnaden minska med 61 %, 70x170 Hyvrad 4 RH skulle leda till en minskning om 60 % och för 34x70 Hyvrad 4 RH skulle totalkostnaden minska med 53 % i jämförelse mot företagets tillvägagångssätt.

I Näverstens *et al.* (2010) arbete undersöktes problemet varför företaget bland annat hade en hög lagerhållningskostnad och obalans i relationen mellan ordersärkostnaderna – och lagerhållningskostnaderna. Författarna utförde en partiformning enligt EOQ vilket bland annat resulterade i slutsatsen att företaget bör minska beordringstillfällena i alla processer förutom en och producera batcher med större kvantiteter. Författarnas slutsats stämmer överens med denna studie att företaget behöver producera större batcher för att minska sina totala kostnader. Det uppenbarar sig en stor skillnad i partistorlek vid jämförelse av Silver & Meal mot företagets produktionsplanering, speciellt hos produkten 45x145 Hyvrad 4 RH. Under föregående period (oktober 2018 – september 2019) producerades aldrig partier som översteg 500 m³akt i volym. Den genomsnittliga partistorleken uppgick till 380 m³akt för produkten. Om företaget tillämpar Silver & Meal blir partistorlekarna betydligt större, vid många beordringstillfällen är rekommendationen att producera mellan 900 – och 1150 m³akt. Dessa volymer ställer större krav på lagerutrymmen. Vid framtagandet av orderhanteringskostnaden uppgav produktionsplaneraren att det bland annat ingår att kolla hur stor lagerplats som finns tillgänglig vid planeringen av 45x145 Hyvrad 4 RH. En relevant frågeställning som uppenbaras är om företaget kan tillämpa Silver & Meal fullt ut med hänsyn till de lagerutrymmen som finns. I detta resonemang kan en potentiell konflikt identifierats. Enligt studien bör företaget producera större kvantiteter för att få ner den totala kostnaden, men detta måste samtidigt vägas mot lagerutrymme vilket kan komma att vara en begränsande faktor. Fortsättningsvis bör andra produkter i företagets sortiment analyseras. En fortsatt analys kan resultera i att producerade partier av andra produkter kan komma att minskas vilket kan leda till lediga lagerutrymmen.

7.2 Metoddiskussion

7.2.1 Programvara för prognostisering

Prognostiseringen utfördes i programvaran Minitab där programmet utförde prognosen enligt Winters metod. De ingående variablerna nivå, trend och säsong (utjämningskonstanterna) ändrades och upprepade metodkörningar utfördes för att minska prognosfelsverktygen MAPE och MAD. Hänsyn togs inte endast åt prognosfelsverktygen utan den anpassade efterfrågan studerades för att se hur väl den följde den faktiska efterfrågan. Det hade varit möjligt att utföra prognostiseringen i Excel och räkna ut nivå, trend – och säsongseffekten genom att skapa formler och beräkningar. Fördelen som uppnåts genom att utföra prognoserna i Excel hade varit användningen av tilläggsverktyget problemlösaren (eng. *Solver*). Tilläggsverktyget hade kunnat användas för att minimera prognosfelen MAPE och MAD genom att Excel själv ändrar de ingående variablerna (utjämningskonstanterna). Vid vidare eftertanke hade Excel varit att föredra av den anledningen, samt att programvaran är ett verktyg som företaget har tillgång till idag. Fördelen med att använda sig av Minitab är att inmatningar av ekvationer och beräkningar är obefintliga. Det uppstår därmed inga risker med att användaren gör felskrivningar.

7.2.2 Partiformningsmetod och val av periodintervall

Kostnadsberäkningarna vid tillämpning av Silver & Meal utgår från att behovet i första perioden inte behöver lagras. Detta innebär att första periodens totalkostnad endast består av ordersärkostnaden (Oskarsson *et al.* 2013). Bedömningen är att detta resonemang inte är applicerbart i den verklighet som fallföretaget möter och rimligtvis inte hos många andra företag heller. Författaren anser att kostnadsberäkningarna, med vikt på lagerföringskostnaderna därmed blir något missvisande. Lagerföringskostnaderna bör av den anledningen vara högre i och med att en stor andel av den producerade volymen ställs på lager och inte förbrukas direkt. Vid partiformningen sattes periodintervallet till månader vilket innebar att den första månaden inte belastas med en lagerföringskostnad. Rimligtvis hade lagerföringskostnaderna blivit mindre missvisande om periodintervallet valts till veckor och inte månader. Anledningen till detta är att det känns mer verklighetstroget att den första veckans behov förbrukas direkt än första månadsbehovet. Flemström (2013) valde i sin studie att studera veckoperioderna men hävdade att periodvalet kunnat ändras till månader då beräkningen av Silver & Meal-algoritmen blivit enklare att hantera. Påståendet stämmer visserligen samtidigt som resultatet i denna studie anses blivit mer verklighetsförankrat om periodvalet ändrats från månader till veckor.

8 Slutsatser

I detta avsnitt presenteras studiens slutsatser som syftar till att besvara syftet med studien och tillhörande frågeställningar. Avsnittet avslutas med förslag till fortsatta studier.

8.1 Studiens frågeställningar

Vid jämförelse av företagets tillvägagångssätt vid produktion och producerade partistorlekar mot partiformning enligt Silver & Meal identifierades skillnader mellan antalet beordringstillfällen och totalkostnader. För samtliga produkter visade resultatet av partiformningen att antalet beordringstillfällen bör minska för att därmed minska lagerförings- och ordersärkostnaderna. Företagets tillvägagångssätt kan med hänsyn till totalkostnaden ej anses optimalt. Om Silver & Meal hade tillämpats under föregående 12-månaders period vid planering av 45x145 Hyvrad 4 RH, 70x170 Hyvrad 4 RH och 34x70 Hyvrad 4 RH hade totalkostnaden minskat med 59 %, 67 % respektive 52 %. Den kraftiga minskningen korrelerar starkt mot att antalet beordringstillfällen minskar och därmed ordersärkostnaden. Under kommande period skulle totalkostnaden minska med 61 % för 45x145 Hyvrad 4 RH, 70x170 Hyvrad 4 RH skulle lett till en minskning om 60 % och för 34x70 Hyvrad 4 RH skulle totalkostnaden minska med 53 % i jämförelse mot företagets tillvägagångssätt.

Den genomsnittliga partistorleken uppgick för 45x145 Hyvrad 4 RH under tidigare år till 380 m3akt enligt företagets produktionsplanering. Om företaget tillämpar Silver & Meal blir partistorlekarna betydligt större, vid många beordringstillfällen är rekommendationen att producera mellan 900 – och 1150 m3akt. Dessa volymer ställer större krav på lagerutrymmen. En relevant frågeställning som uppenbaras är om företaget kan tillämpa Silver & Meal fullt ut med hänsyn till de lagerutrymmen som finns. I detta resonemang kan en potentiell konflikt identifierats. Enligt studien bör företaget producera större kvantiteter för att få ner den totala kostnaden, men detta måste samtidigt vägas mot lagerutrymme vilket kan komma att vara en begränsande faktor.

8.2 Förslag till fortsatta studier

Denna studie har undersökt vilka produktionskvantiteter fallföretaget bör producera för att lagerföringskostnaden ej ska överskrida ordersärkostnaden. De utförda partiformningarna skedde för ett urval av produkter där framtida efterfrågan inledningsvis i studien prognostiserats. Vidare hade det varit intressant att utföra en detaljerad prognostisering för respektive längd hos de enskilda produkterna och som följd utföra en partiformning. Ur författarens perspektiv anses det finnas ett intresse att studera produktionsutfallen av längder kontra rådande efterfrågan då upplevelsen är att Seten del längder är mer efterfrågade än andra. En studie av detta slag tros vara värdefull i och med att det är viktigt att lagret närmast kunden har rätt sammansättning för att utförda aktiviteter under kundens leveranstid inte leder till dröjsmål (Olhager, 2013). En vidare hypotes för framtida arbete är att prognostisering och partiformning av specifika längder kan reducera ett företags medellager samt minska andelen varor som går förlorade på grund av inkurans genom att i den mån det går, producera de längder som efterfrågas.

9 Referenser

- Aktiewiki (2019). *Omsättningshastighet*. Tillgänglig: <https://aktiewiki.se/omsattningshastighet/> [Hämtad 2019-10-17]
- Alvesson, Mats & Sköldberg, Kaj (2008). *Tolkning och reflektion: vetenskapsfilosofi och kvalitativ metod. 2., [uppdaterade] uppl.* Lund: Studentlitteratur.
- Bergström, G (2010). *Bygghandelns inköpsstrategi för träprodukter och framtida efterfrågan på produkter och tjänster*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala.
- Bodafors (2019). Tillgänglig: <http://www.bodafors.se/> [2019-10-21]
- Bragg, S (2011). *Inventory best practices. Second Edition 2011*. John Wiley & Sons.
- Bryman, A., & Bell, E. (2017). *Business research methods. 3. ed. Häftad*. Oxford: Oxford University Press
- Budd, J., Knizek, C. & Tevelson, R. (2012). *The Demand-Driven Supply Chain: Making It Work and Delivering Results. vol. 2012, s. 16*
- Demeter, K. & Matyusz, Z. (2011). *The impact of lean practices on inventory turnover. International Journal of Production Economics, vol. 133 (1), ss. 154–163*
- Denscombe, M. (2018). *Forskningshandboken: för småskaliga forskningsprojekt inom samhällsvetenskaperna. Fjärde upplagan* Lund: Studentlitteratur
- Duan, Q. & Warren Liao, T. (2013). *Optimization of replenishment policies for decentralized and centralized capacitated supply chains under various demands. International Journal of Production Economics, vol. 142 (1), ss. 194–204*
- Dyer, W.G. & Wilkins, A.L. (1991). *Better Stories, Not Better Constructs, to Generate Better Theory: A Rejoinder to Eisenhardt. s. 8*
- Eisenhardt, K.M. (1989). *Building Theories from Case Study Research. s. 20*
- Flemström, L (2013). *Materialförsörjning - effektivisering för ökad leveransservice och minskad totalkostnad*. Insitutionen för ekonomi, teknik och samhälle. Luleå tekniska universitetet.
- Hançerlioğulları, G., Şen, A. & Aktunç, E.A. (2016). *Demand uncertainty and inventory turnover performance: An empirical analysis of the US retail industry. (Mena and Michael Bourlakis, C., red.) International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, vol. 46 (6/7), ss. 681–708*
- Heale, R. & Twycross, A (2015). *Validity and reliability in quantitative studies. s. 2*
- Holmen (2019). *Trävaror*. Tillgänglig: <https://www.holmen.com/sv/travaror/travaror-2/> [2019-10-26]
- Holvid, A. & Håkansson, L. (2005). *Ökad lageromsättningshastighet – genom effektivare planering och styrning hos Volvo Aero Corporation. (Examensarbete)*. Linköpings universitet.
- Håkansson (2018). *Skogsnäringen kommer att spela en fortsatt viktig roll i framtiden*. Tillgänglig: <https://analyssverige.se/article/skogsnaringen-kommer-att-spela-en-fortsatt-viktig-roll-i-framtiden.html> [2019-11-02]
- Jacobs, F.R. (red.) (2011). *Manufacturing planning and control for supply chain management. 6th ed.* New York, NY: McGraw-Hill/Irwin. (The McGraw-Hill/Irwin series in operations and decision sciences)
- Jonsson, P., & Mattsson, S-A. (2011). *Logistik, Läran om effektiva materialflöden*. Lund: Studentlitteratur
- Kenton, W. (2019). *Understanding Economic Order Quantity – EOQ. Investopedia*. Tillgänglig: <https://www.investopedia.com/terms/e/economicorderquantity.asp> [2019-09-26]
- Kesavan, S., Kushwaha, T. & Gaur, V. (2012). *Do High- and Low-Inventory Turnover Retailers Respond Differently to Demand Shocks? SSRN Electronic Journal, DOI: https://doi.org/10.2139/ssrn.2142539*
- Lancaster, G. (2004). *Research Methods in Management: A Concise Introduction to Research in Management and Business Consultancy*. Jordan Hill, UNITED STATES: Routledge. Tillgänglig: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/slub-ebooks/detail.action?docID=297137> [2019-09-23]
- Lysons, K, & Farrington, B (2016). *Procurement and Supply Chain Management*. Pearson. Tillgänglig: <https://www.perlego.com/book/397969/procurement-and-supply-chain-management-pdf> [2019-10-04]
- Madhusudhana & Prahlada (2009). *INVENTORY TURNOVER RATIO AS A SUPPLY CHAIN PERFORMANCE MEASURE. s. 10*
- Minitab (2019). *Methods and formulas*. Tillgänglig: <https://support.minitab.com/en-us/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/time-series/how-to/winters->

- method/methods-and-formulas/methods-and-formulas/ [2019-11-08]
- Mohlin, M., Sörensen, D. & Öberg, J. (2018). *Engelsk titel: Increase stock inventory turnover rate through evaluation of current storage methods - with focus on safety stock and order point*. Högskolan i Borås.
- Nahmias, S. & Olsen, T.L. (2015). *Production and Operations Analysis: Seventh Edition*. Waveland Press.
- Näversten, M. & Bengtsson, J. (2010). *Avvägning mellan ordersärkostnad och lagerhållningskostnad i processindustrin*. Tekniska högskolan i Jönköping.
- Olhager, J. (2013). *Produktionsekonomi - principer och metoder för utformning, styrning och utveckling av industriell produktion*. 2:1. Lund: Studentlitteratur.
- Oskarsson, B., Aronsson, H. & Ekdahl, B. (2013). *Modern logistik - för ökad lönsamhet*. 4:2. Stockholm: Liber AB.
- Rametsteiner, E., Hansen, E. & Niskanen, A. (2006). Introduction to the special issue on innovation and entrepreneurship in the forest sector. *Forest Policy and Economics*, vol. 8 (7), ss. 669–673 (Innovation and entrepreneurship in the forest sector)
- Sandåsa Timber AB (2019). Tillgänglig: <http://www.sandasa.se/> [2019-10-26]
- SCA (2019). *Träprodukter*. Tillgänglig: <https://www.sca.com/sv/traprodukter/> [2019-10-26]
- Schmithüsen, F., Kaiser, B., Schmidhauser, A., Mellinghoff, S., Perchthaler, K. & Kammerhofer W. A. (2016). *Entrepreneurship and Management in Forestry and Wood Processing: Principles of Business Economics and Management Processes*. 1:1. Routledge.
- Setra Group (2018). *Sortiment*. Tillgänglig: <https://www.setragroup.com/sv/travaror/sagade-travaror-gran/sortiment/> [2019-10-26]
- Skogsindustrierna (2018). *Skogsindustrin investerar mest*. Tillgänglig: <https://www.skogsindustrierna.se/aktuellt/nyheter/2018/skogsindustrin-investerar-mest/> [2019-11-02]
- Storhagen, N.G (2018). *Logistik - grunder och möjligheter*. 1:1. Malmö: Liber AB.
The impact of lean practices on inventory turnover | Elsevier Enhanced Reader. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.10.031>
- Storhagen, N.G (2003). *Logistik - grunder och möjligheter*. 1:1. Malmö: Liber AB.
- Thorén, A (2017). *SDC 2017/1. Den digitala skogen*. Tillgänglig: https://www.sdc.se/admin/Login/LOGIN_1_17.pdf [2019-11-02]
- Xu, H., Yao, D.D. & Zheng, S. (2011). Optimal Control of Replenishment and Substitution in an Inventory System with Nonstationary Batch Demand: Replenishment and Substitution in an Inventory System. *Production and Operations Management*, vol. 20 (5), ss. 727–736
- Yin, R.K. (2009). *Case study research: design and methods*. 4th ed. Los Angeles, Calif: Sage Publications. (Applied social research methods; v. 5)

Bilagor

Bilaga 1. Prognostisering

Tabell A.1. Prognostisering av 45x145 Hyvlad 4 RH enligt Winters metod (exponentiell utjämning med hänsyn till trend och säsong).

Produkt 45x145 Hyvlad 4 RH						
År	Månad	Efterfrågan	Nivå	Trend	Säsong	Prognos
2016	Oktober	317	277,7	27,3	39,0	
2016	November	346	320,1	28,0	25,8	
2016	December	129	252,6	23,3	-123,7	
2017	Januari	232	326,5	25,8	-94,0	
2017	Februari	291	331,5	24,8	-40,5	
2017	Mars	315	288,5	21,4	26,9	
2017	April	412	438,5	27,8	-26,9	
2017	Maj	365	351,7	22,1	13,5	
2017	Juni	363	336,4	20,2	26,1	
2017	Juli	326	376,8	21,2	-50,3	
2017	Augusti	398	376,0	20,1	22,3	
2017	September	689	506,8	25,6	181,9	
2017	Oktober	580	540,6	26,1	39,0	
2017	November	547	521,4	23,8	25,8	
2017	December	414	537,8	23,4	-123,7	
2018	Januari	414	508,3	20,8	-94,0	
2018	Februari	492	532,6	21,0	-40,5	
2018	Mars	588	561,4	21,3	26,9	
2018	April	428	455,2	15,0	-26,9	
2018	Maj	460	446,9	13,8	13,5	
2018	Juni	409	383,0	9,9	26,1	
2018	Juli	203	253,0	2,9	-50,3	
2018	Augusti	314	291,9	4,7	22,3	
2018	September	408	225,9	1,2	181,9	
2018	Oktober	349	309,6	5,3	39,0	
2018	November	321	295,0	4,3	25,8	
2018	December	231	354,6	7,1	-123,7	
2019	Januari	225	318,8	4,9	-94,0	
2019	Februari	257	297,9	3,6	-40,5	
2019	Mars	348	320,7	4,6	26,9	
2019	April	259	285,4	2,6	-26,9	
2019	Maj	403	389,0	7,7	13,5	
2019	Juni	503	476,8	11,7	26,1	
2019	Juli	525	575,0	16,0	-50,3	
2019	Augusti	568	545,3	13,7	22,3	
2019	September	671	489,1	10,2	181,9	
2019	Oktober					538
2019	November					535
2019	December					396
2020	Januari					436
2020	Februari					500
2020	Mars					577
2020	April					534
2020	Maj					584
2020	Juni					607
2020	Juli					541
2020	Augusti					624
2020	September					793
Prognosfel:						
	MAPE	16,86				
	MAD	55,95				
Utjämningskonstanter:						
	α (nivå)	1				
	γ (trend)	0,05				
	δ (säsong)	0,5				

Tabell A.2. Prognostisering av 70x170 Hyvrad 4 RH enligt Winters metod (exponentiell utjämning med hänsyn till trend och säsong).

Produkt 70x170 Hyvrad 4 RH						
År	Månad	Efterfrågan	Nivå	Trend	Säsong	Prognos
2016	Oktober	51	61,1	-1,5	0,8	
2016	November	106	64,5	-1,3	1,4	
2016	December	8	50,1	-1,9	0,6	
2017	Januari	77	51,7	-1,7	1,2	
2017	Februari	47	46,4	-1,9	1,3	
2017	Mars	46	47,1	-1,8	0,9	
2017	April	45	44,8	-1,8	1,0	
2017	Maj	47	48,0	-1,6	0,8	
2017	Juni	92	51,2	-1,3	1,4	
2017	Juli	53	71,5	-0,2	0,4	
2017	Augusti	16	61,2	-0,7	0,5	
2017	September	50	52,3	-1,1	1,7	
2017	Oktober	92	66,5	-0,4	0,9	
2017	November	89	66,1	-0,4	1,4	
2017	December	68	77,0	0,2	0,6	
2018	Januari	123	82,9	0,5	1,3	
2018	Februari	111	84,2	0,5	1,3	
2018	Mars	79	86,7	0,6	0,9	
2018	April	166	105,9	1,5	1,1	
2018	Maj	94	111,2	1,7	0,8	
2018	Juni	136	108,3	1,5	1,4	
2018	Juli	13	89,3	0,5	0,4	
2018	Augusti	37	86,2	0,3	0,5	
2018	September	200	95,2	0,7	1,7	
2018	Oktober	49	86,1	0,2	0,8	
2018	November	114	85,8	0,2	1,4	
2018	December	72	93,2	0,6	0,6	
2019	Januari	85	87,1	0,2	1,2	
2019	Februari	142	93,4	0,5	1,3	
2019	Mars	72	91,3	0,4	0,9	
2019	April	31	75,4	-0,4	1,0	
2019	Maj	35	67,3	-0,8	0,8	
2019	Juni	102	67,7	-0,7	1,4	
2019	Juli	27	66,9	-0,7	0,4	
2019	Augusti	62	82,6	0,1	0,5	
2019	September	146	83,7	0,1	1,7	
2019	Oktober					71
2019	November					114
2019	December					53
2020	Januari					105
2020	Februari					109
2020	Mars					72
2020	April					88
2020	Maj					65
2020	Juni					122
2020	Juli					34
2020	Augusti					42
2020	September					143
Prognosfel:						
MAPE		52,1				
MAD		22,99				
Utjämningskonstanter:						
α (nivå)		0,26				
γ (trend)		0,05				
δ (säsong)		0,03				

Tabell A.3. Prognostisering av 34x70 Hyvrad 4 RH enligt Winters metod (exponentiell utjämning med hänsyn till trend och säsong).

Produkt 34x70 Hyvrad 4 RH						
År	Månad	Efterfrågan	Nivå	Trend	Säsong	Prognos
2016	Oktober	18	6,6	1,6	10,1	
2016	November	4	5,5	1,6	0,9	
2016	December	9	9,7	1,6	-2,5	
2017	Januari	3	11,9	1,6	-9,7	
2017	Februari	8	15,2	1,7	-9,2	
2017	Mars	22	19,1	1,7	0,8	
2017	April	3	14,0	1,6	-5,1	
2017	Maj	6	10,9	1,5	-1,1	
2017	Juni	34	21,0	1,6	5,0	
2017	Juli	21	19,5	1,6	4,7	
2017	Augusti	21	17,3	1,5	6,9	
2017	September	26	22,9	1,6	-0,8	
2017	Oktober	24	19,0	1,5	9,6	
2017	November	13	16,4	1,4	0,5	
2017	December	15	17,6	1,4	-2,5	
2018	Januari	0	14,4	1,3	-10,2	
2018	Februari	4	14,3	1,3	-9,4	
2018	Mars	5	9,7	1,2	0,2	
2018	April	6	10,9	1,2	-5,1	
2018	Maj	23	18,3	1,3	-0,5	
2018	Juni	12	13,2	1,2	4,4	
2018	Juli	21	15,5	1,2	4,8	
2018	Augusti	24	16,7	1,2	6,9	
2018	September	8	13,3	1,1	-1,3	
2018	Oktober	30	17,5	1,1	9,9	
2018	November	28	23,0	1,2	0,9	
2018	December	9	18,0	1,1	-3,1	
2019	Januari	10	19,6	1,1	-10,2	
2019	Februari	3	16,4	1,0	-9,8	
2019	Mars	18	17,5	1,0	0,2	
2019	April	21	22,3	1,1	-4,7	
2019	Maj	12	17,8	1,0	-1,0	
2019	Juni	10	12,2	0,9	3,7	
2019	Juli	16	12,0	0,8	4,7	
2019	Augusti	21	13,4	0,9	7,0	
2019	September	6	11,0	0,8	-1,6	
2019	Oktober					22
2019	November					14
2019	December					10
2020	Januari					4
2020	Februari					5
2020	Mars					16
2020	April					12
2020	Maj					16
2020	Juni					22
2020	Juli					24
2020	Augusti					27
2020	September					19
Prognosfel:						
MAPE		78,33				
MAD		6,73				
Utjämningskonstanter:						
α (nivå)		0,5				
γ (trend)		0,02				
δ (säsong)		0,1				

Bilaga 2. Underlag kostnadsberäkningar

Tabell B.1. Beräkning av lagerränta och lagerföringskostnad för samtliga produkter i urvalet.

Lagerränta och lagerföringskostnad						
Produkt	Årlig inkurans (kr)	Årlig försäljningsvolym (m3akt)	Osäkerhetskostnad (kr/m3)	Medellagervärde (kr)	Lagerränta (%)	Total lagerföringskostnad (kr)
45x145 Hyvlad 4 RH	66500,00	4657	14,28	1048800	4,14	43380,00
70x170 Hyvlad 4 RH	13650,00	936	14,58	526500	4,28	22518,00
34x70 Hyvlad 4 RH	5250,00	184	28,53	82250	7,47	6143,00
Kalkylränta 4 %						

Tabell B.2. Omställning – och nedtagningstid samt kostnad för samtliga produkter i urvalet som ingående del i ordersärkostnaden.

Omställning - och nedtagningstid och kostnad						
Produkt	Arbetspass	Klockslag för första producerat paket av produkt	Klockslag för sista producerat paket av föregående produkt	Omställningstid	Avdragen tid för rast alternativt tid utanför arbetstid	Omställningskostnad (kr)
45x145 Hyvlad 4 RH	20190904	12:22:00	12:38:00	00:16:00	-	208,00
	20190919	11:41:00	11:23:00	00:18:00	-	234,00
	20191017	11:37:00	11:17:00	00:20:00	-	260,00
	20191111	14:52:00	14:30:00	00:22:00	-	286,00
	MEDEL			00:19:00		247,00
70x170 Hyvlad 4 RH	20190425	15:36:00	15:18:00	00:18:00	-	234,00
	20190905	13:42:00	11:58:00	01:14:00	00:30:00	962,00
	20190926	08:04:00	15:50:00	01:27:00	14:47:00	1131,00
	20191105	08:57:00	08:04:00	00:53:00	-	689,00
	MEDEL			00:58:00		754,00
34x70 Hyvlad 4 RH	20181113	15:29:00	14:55:00	00:34:00	-	442,00
	20190328	15:09:00	12:42:00	01:57:00	00:30:00	1521,00
	20190521	09:01:00	07:52:00	01:09:00	-	897,00
	20190809	11:09:00	10:11:00	00:58:00	-	754,00
	MEDEL			01:09:30		903,50

Tabell B.3. Materialhanteringstid – och kostnad för samtliga produkter i urvalet som ingående del i ordersärkostnaden.

Materialhanteringstid - och kostnad	Produkt	Arbetspass	Volym ingående råvara (m3nom)	Förberedelse inför hyvelproduktion (minuter)	Förflyttning från förberedelse till intag H4 (minuter)	Tidsåtgång per m3nom. ingående produkt - förberedelse och förflyttning till intag H4 (minuter)	Volym utgående produkt (m3akt)	Förflyttning från uttag H4 till lagerplats (minuter)	Tidsåtgång per m3akt. Utgående produkt (minuter)	Total tid materialhantering för hyvelorder (minuter)	Materialhanteringskostnad ingående råvara (kr/m3nom)	Materialhanteringskostnad utgående produkt (kr/m3akt)	Total materialhanteringskostnad (kr/m3)	Total materialhanteringskostnad (kr/arbetspass)
45x145 Hyvlad 4 RH	20190816		457,04	53,17	31,1	0,18	423,04	135,70	0,32	219,97	2,15	3,74	5,89	2566,32
	20190904		500,87	112,27	39,78	0,30	476,98	290,62	0,61	442,67	3,54	7,11	10,65	5164,48
	20190919		518,80	72,68	31,40	0,20	480,09	140,38	0,29	244,46	2,34	3,41	5,75	2852,03
70x170 Hyvlad 4 RH	20191111		450,83	75,50	34,95	0,24	417,25	252,58	0,61	363,03	2,86	7,06	9,92	4235,55
	MEDEL		481,89	78,41	34,31	0,23	449,34	204,82	0,46	317,53	2,72	5,33	8,05	3704,55
	20190425		175,79	41,02	15,80	0,32	158,00	57,85	0,37	114,67	3,77	4,27	8,04	1337,82
34x70 Hyvlad 4 RH	20190926		94,64	20,50	7,75	0,30	85,80	36,37	0,42	64,62	3,48	4,95	8,43	753,90
	20191105		173,26	30,48	13,73	0,26	156,80	51,20	0,33	95,41	2,98	3,81	6,79	1113,12
	MEDEL		147,90	30,67	12,43	0,29	133,53	48,47	0,37	91,57	3,41	4,34	7,75	1068,28
MEDEL	20181113		95,94	16,28	7,07	0,24	84,21	40,72	0,48	64,07	2,84	5,64	8,48	747,48
	20190328		20,90	7,97	3,15	0,53	17,59	9,68	0,55	20,80	6,21	6,42	12,63	242,67
	20190521		7,13	4,08	1,80	0,82	5,92	9,68	1,64	15,36	9,62	19,08	28,70	181,53
	20190809		37,03	6,53	3,30	0,27	32,44	11,75	0,36	21,58	3,10	4,23	7,32	251,77
	MEDEL		40,25	8,72	3,83	0,47	35,04	17,96	0,76	30,50	5,44	8,84	14,28	355,86

Arbetspasset uteslöts på grund av olika kvalitetsklasser för de utgående produkterna vid produktionskörningen

Arbetspasset uteslöts på grund av att datamaterial ej var tillgängligt för materialhantering och dess tidsåtgång

Examensarbeten / Master Thesis
Inst. för skogsekonomi / Department of Forest Economics

1. Lindström, H. 2019. Local Food Markets - consumer perspectives and values
2. Wessmark, N. 2019. Bortsättning av skotningsavstånd på ett svenskt skogsbolag - en granskning av hur väl metodstandarden för bortsättningsarbetet följts
3. Wictorin, P. 2019. Skogsvårdsstöd - växande eller igenväxande skogar?
4. Sjölund, J. 2019. Leveransservice från sågverk till bygghandel
5. Grafström, E. 2019. CSR för delade värderingar - En fallstudie av kundperspektiv hos skogs- och lantbrukskunder inom banksektorn
6. Skärberg, E. 2019. Outsourcing spare part inventory management in the paper industry - A case study on Edet paper mill
7. Bwimba, E. 2019. Multi-stakeholder collaboration in wind power planning. *Intressentsamråd vid vindkraftsetablering*
8. Andersson, S. 2019. Kalkylmodell för produkter inom korslimmat trä - Fallstudie inom ett träindustriellt företag. *Calculation model for products within cross-laminated timber - A case study within a wood industrial company*
9. Berg Rustas, C. & Nagy, E. 2019. Forest-based bioeconomy - to be or not to be? - a socio-technical transition. *Skogsbaserad bioekonomi - att vara eller inte vara? - En socio-teknisk övergång*
10. Eimannsberger, M. 2019. Transition to a circular economy - the intersection of business and user enablement. *Producenters och konsumenters samverkan för cirkulär ekonomi*
11. Bernö, H. 2019. Educating for a sustainable future? - Perceptions of bioeconomy among forestry students in Sweden. *Utbildning för en hållbar framtid? - Svenska skogsstudenters uppfattningar av bioekonomi*
12. Aronsson, A. & Kjellander, P. 2019. Futureshandel av rundvirke - Möjligheter och hinder för en futureshandel av rundvirke. *A futures contract on roundwood - Opportunities and barriers for a futures trade on roundwood*
13. Winter, S. 2019. Customers' perceptions of self-service quality - A qualitative case study in the Swedish banking sector. *Kundernas uppfattning om självbetjäningens kvalitet*
14. Magnusson, K. 2020. Riskanalys av hybridlärk (*Larix X marschlinsii*) - Möjligheter och problem. *Risk analysis of hybrid larch (Larix X marschlinsii) - Opportunities and problems*
15. Gyllengahm, K. 2020. Omsättningslager för förädlade träprodukter - en avvägning mellan lagerföring - och orderkostnad. *Levels of cycle inventory for processed wood products - a trade-off between inventory - and order cost*