

Förlängd ledtid som strategi för kostnads- och miljöbesparingar

- En fallstudie på Ahlsells logistiksystem

*Extended Lead Time as a Strategy to Reduce Costs and Environmental Impact
– A Case Study on Ahlsell*

Line Osnes
Hugo Dizengremel

Handledare: Björn Oskarsson
Examinator: Uni Sallnäs

Linköpings Universitet
SE-581 83 Linköping, Sverige
013-28 10 00, www.liu.se

Författarnas tack

Vi vill tacka våra handledare på Ahlsell, Jonas Pettersson och Jonas Lovenhill, för deras stöd och engagemang under arbetets gång. Ett stort tack riktas även till vår handledare vid Linköpings universitet, Björn Oskarsson, och vår examinerator Uni Sallnäs, för deras tillgänglighet och värdefulla återkoppling. Vi vill tacka våra opponenter, Rickard Bergman och Albin Andersson, för deras noggranna granskning och värdefulla kommentarer som bidragit till att förbättra vårt arbete. Slutligen vill vi tacka alla medarbetare på Ahlsell som medverkat i studien för deras ovärderliga bidrag.

Hugo Dizengremel & Line Osnes
Linköpings universitet
VT 2025

Abstract

Ahlsell is a Swedish wholesale company with a broad range of technical products in HVAC, tools and supplies, and electrical equipment. The group has an annual turnover of approximately SEK 50 billion and has long distinguished itself on the market through its promise of next-day delivery. However, this short lead time has resulted in significant fluctuations in daily capacity demand, with few orders received in the morning and a peak in the afternoon and evening. This has led to high labor costs, low transport fill rates, and occasional late deliveries. Ahlsell has begun to question whether the short lead time is necessary for all customer segments. Segments such as Real Estate and Industry are believed to plan their material needs further in advance. For these customers, a longer lead time would likely not impact their operations, while potentially offering Ahlsell opportunities for cost and environmental savings.

The purpose of this study is to evaluate how a longer lead time for specific customer segments would affect Ahlsell's logistics system in terms of cost and environmental sustainability. To address this aim, three research questions were formulated, beginning with the operational changes enabled by an extended lead time, followed by the resulting impacts on costs and environmental outcomes. The study focused on extending the lead time to two days for the Real Estate and Industry customer segments even though other lead times could have been chosen.

With access to a longer lead time, order processing could be time-controlled, allowing orders to be picked the day after placement rather than on the same day. This led to more picking during regular working hours, and a more even distribution of workload across the week, yielding cost savings. As a result, the company achieved cost savings of 5.95 MSEK per year. Earlier picking also enabled better consolidation of goods, meaning more cargo was available on the loading dock before departure. This prevented shortages of cargo during loading and allowed for a more efficient pallet stacking. Consolidation was analyzed in depth for transport routes to Gothenburg, which handles the highest share of Real Estate and Industry goods. The analysis showed that it is possible to reduce pre-booked transport capacity to Gothenburg, resulting in cost savings and a reduction in CO₂e emissions.

Additionally, improved transport demand forecasting could help avoid costly late bookings of extra vehicles, with potential cost savings. To address possible capacity shortages on the loading dock, two feasible solutions were identified: having the carrier deliver a trailer well in advance of departure or moving up the departure time of the first daily transport. Of the other transport routes, 18 were found to have further consolidation potential, though the benefits diminish as the number of daily departures decreases.

The study concludes that a longer lead time can reduce both costs and emissions. The proposed changes require no upfront investment or physical modifications. Therefore, time-controlled order processing and goods consolidation, enabled by longer lead time, can be implemented at low financial risk and contribute positively to Ahlsell's operations from both a cost and environmental sustainability perspective.

Sammanfattning

Handelsföretaget Ahlsell har ett brett sortiment av tekniska varor inom VS, verktyg, förnödenheter och el. Koncernen omsätter årligen omkring 50 miljarder SEK och har sedan länge utmärkt sig på marknaden genom sitt kundlöfte om dagen-efter leverans. Den korta ledtiden har dock gett upphov till stora variationer i kapacitetsbehov under dagen, med få inkommande orderrader under förmiddag och fler under eftermiddag och kväll. Detta har orsakat höga kostnader för OB-tillägg, låga fyllnadsgrader i transport och stundtals sena leveranser. Ahlsell har börjat ifrågasätta om den korta ledtiden verkligen är nödvändig för samtliga kundsegment. Vissa kundsegment, såsom Fastighet och Industri, bedöms planera sitt materialbehov på längre sikt. Kunder inom dessa segment skulle därför inte avsevärt påverkas av en längre ledtid. En längre ledtid som för Ahlsell leder till miljö- och kostnadsbesparingar. Studien syftar till att utvärdera hur en längre ledtid för vissa kundsegment påverkar Ahlsells logistiksystem med avseende på kostnader och miljömässig hållbarhet. För att besvara syftet fastställs tre forskningsfrågor, där den första frågan undersöker vilka förändringar som möjliggörs av den längre ledtiden och efterföljande frågor undersöker effekterna på kostnad och miljömässig hållbarhet. I studien undersöktes vilka förändringar som kan genomföras om ledtiden förlängdes till två dagar för kundsegmenten Fastighet & Industri.

Den längre ledtiden möjliggjorde tidsstyrning av orderradshantering, där ordrar med längre ledtid plockas dagen efter orderläggning istället för samma dag. Detta resulterade i att fler orderrader plockades på timmar utan OB-tillägg, en minskning av den dagliga toppbelastningen och att belastning över veckan utjämnades. Tidsstyrningen för orderradshantering resulterade i årliga kostnadsbesparingar på 5,95 MSEK. Att plocka tidigare under dagen resulterade även i en ökad mängd gods på lastytan innan transportererna avgår och möjliggör på så vis konsolidering. Med konsolidering menas att färdigpackat gods buffras för att tillgodose gods vid utlastning och ge mer tid för pallstuvning. Detta undersöktes för alla transporter till Göteborg eftersom störst andel Fastighet & Industri-gods transporteras på denna rutt. Undersökningen visar att det i teori skulle vara möjligt att minska de förbokade transportvolymerna till följd av en ökad fyllnadsgrad men att det kan öka behovet av extrabilar. Ett annat sätt att nyttja konsolideringsbufferten är att behålla förbokade transporter som de är i dagsläget och istället sträva efter att minska antal extrabilar i slutet på dagen. Utöver detta finns det potential att förbättra prognostiseringen av transportbehovet och därmed undvika kostsamma sena bokningar av extrabilar. För att hantera eventuell kapacitetsbrist på lastytan identifierades även möjligheten att utöka tillgänglig lastyta; antingen genom att transportören släpper av ett släp långt före avgång eller genom att tidigare lägga dagens första transport. Av övriga rutter ansågs det finnas potential att förbättra konsolidering, men att effekten avtar med antalet dagliga avgångar på en given rutt. Konsolidering kan leda till ett minskat antal transporter, vilket i sin tur bidrar till lägre CO₂e-utsläpp och minskade kostnader för transportinköp.

Studien drar slutsatsen att en längre ledtid kan bidra till minskade kostnader och utsläpp. De föreslagna förändringarna kräver varken initiala investeringar eller fysiska anpassningar. Genom att implementera tidsstyrning av orderrader och konsolidering av gods kan Ahlsell därför uppnå positiva effekter med låg finansiell risk, både i form av ökad kostnadseffektivitet och förbättrad miljömässig hållbarhet.

Innehåll

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	2
1.3	Ledtidens påverkan på logistikbeslut	2
1.4	Huvudfrågor	3
1.5	Direktiv	4
2	Situationsbeskrivning	5
2.1	Ahlsell Sverige AB	5
2.1.1	Kunderbudade och strategi	5
2.1.2	Ahlsells hållbarhetsmål	6
2.1.3	Logistikcentrum i Hallsberg	6
2.2	Flödesbeskrivning	7
2.2.1	Ankommande	7
2.2.2	Lagring	8
2.2.3	Plockning & Packning	8
2.2.4	Utlastning	10
2.2.5	Transport	10
3	Teoretisk referensram	11
3.1	Ledtid i logistiksystem	11
3.1.1	Efterfrågevariationer som utmaning vid korta ledtider	12
3.1.2	Flexibilitet i kapacitet som svar på korta ledtider	12
3.1.3	Längre ledtid möjliggör förbättrad resursplanering	13
3.1.4	Korta ledtidens påverkan på transportutnyttjande	13
3.1.5	Längre ledtid möjliggör konsolidering	14
3.2	Kostnader i logistiksystem	15
3.2.1	Lagerkostnader	15
3.2.2	Transportkostnader	16
3.3	Miljömässig hållbarhet	17
3.3.1	Miljöpåverkan i logistiksystem	17
3.3.2	Verktyg för beräkning av miljöpåverkan	18
4	Uppgiftsprecisering	20
4.1	Huvudfråga 1 - Vilka förändringar möjliggörs av en längre ledtid?	20
4.2	Huvudfråga 2 - Vad blir effekten på kostnader av att implementera förändringarna?	21
4.3	Huvudfråga 3 - Vad blir effekten på miljömässig hållbarhet av att implementera förändringarna?	22
4.4	Sammanställning av underfrågorna	23

5	Metod	24
5.1	Undersökningsmetodik	24
5.2	Datainsamling	25
5.2.1	Intervjuer	25
5.2.2	Litteraturstudie	27
5.2.3	Kvantitativ data	27
5.3	Val av studerad ledtid förlängning	28
5.4	Huvudfråga 1: Implementering av förändringar vid en längre ledtid	29
5.4.1	Tidsstyrning av orderhantering för bättre resursplanering	29
5.4.2	Konsolidering för högre fyllnadsgrad	33
5.5	Huvudfråga 2: Förändringarnas effekt på kostnader	36
5.5.1	Effekt på personalkostnader	36
5.5.2	Effekt på transportkostnader	37
5.6	Huvudfråga 3: Förändringarnas effekt på miljömässig hållbarhet	38
5.6.1	Effekt på utsläpp av CO ₂ e	38
5.7	Metoddiskussion	39
5.7.1	Trovärdighet	39
5.7.2	Etik i studien	40
5.7.3	Användning av generativ AI	41
6	Resursplanering i lager och transport	42
6.1	Tidsstyrning av orderhantering	42
6.1.1	Steg 1: Framtagning av belastning i nuläget	42
6.1.2	Steg 2: Undersökning av potential för tidsstyrning	43
6.1.3	Steg 3: Differentiering av orderrader	44
6.1.4	Steg 4: Omfördelning av orderrader vid en ledtid på två dagar	46
6.1.5	Steg 5: Kontroll av möjliga flaskhalsar	47
6.2	Konsolidering för högre fyllnadsgrad	49
6.2.1	Steg 1: Orsaker till låg fyllnadsgrad i nuläget	49
6.2.2	Steg 2: Fyllnadsgrad i nuläget	50
6.2.3	Steg 3: Effekt av konsolidering på fyllnadsgrad	52
6.2.4	Steg 4: Kontroll av kapacitet för konsolidering på lastytan	53
6.3	Resultat H1	54
6.4	Analys H1	56
7	Förändringarnas effekt på kostnader	58
7.1	Effekt på personalkostnader	58
7.1.1	Steg 1: Identifiera relevanta arbetstimmar	58
7.1.2	Steg 2: Allokering av P2-timmar i nuläget	58
7.1.3	Steg 3: Omfördelning av P2-timmar	59
7.1.4	Steg 4: Beräkning av personalkostnader i nuläget och efter omfördelning	60
7.2	Effekt på transportkostnader	60
7.2.1	Steg 1: Effekter av nedbokning	60

7.2.2	Steg 2: Effekter av färre extrabilar	61
7.2.3	Steg 3: Möjlighet till kostnadsbesparing på övriga rutter	61
7.3	Resultat H2	63
7.4	Analys H2	63
8	Förändringarnas effekt på miljömässig hållbarhet	66
8.1	Effekt på utsläpp av CO2e	66
8.2	Resultat H3	68
8.3	Analys H3	68
9	Diskussion	71
9.1	Metodens begränsningar	71
9.2	Generaliserbarhet	71
9.3	Skalbara förändringar utan tröskel – lönsamhet från första order	72
9.4	Ledtider över 2 dagar- möjligheter och begränsningar	72
9.5	Bättre tidsmarginaler i flödet- höjd leveransprecision	73
9.6	Studiens relevans för det nya logistikcentret	73
10	Slutsats	75
	Referenser	77
11	Appendix	80
A	Litteratursökning	80

Figurer

1	Den logistiska beslutshierarkin visar samband mellan beslut i olika delar av logistiksystemet. Modellen är en omarbetad version av den modellen som presenterades av Björklund (2023).	3
2	Flödesbeskrivning över LCT.	7
3	Samband mellan huvudfrågor och teoriområden.	11
4	Fördelningen mellan energiförbrukning i lager (Richards, 2021).	18
5	Studiens syfte och huvudfrågor.	20
6	Sammanställning av studiens syfte, huvudfrågor och underfrågor.	23
7	Kopplingen mellan huvud- och underfrågor. Pilarna illustrerar att resultatet från en underfråga används som indata i en annan underfråga.	24
8	Visualisering av omfördelning och utjämning av orderrader. Varje stapel motsvarar antal orderrader som tillhör olika kundsegment. I exemplet utjämnas belastningen genom att flytta orderrader från $t=3$ till $t=4$	31
9	Belastningen i plocket i nuläget. Grafen visar det totala antal orderrader som plockas under en genomsnittlig vecka i oktober 2024. Tidsstämpeln visar när en orderrad har plockats och packats och skickas till utlastning.	42
10	Andelen av orderrader under oktober 2024 som tillhör kundsegmenten Fastighet & Industri och övriga kundsegment.	43
11	Tider för inkommande orderrader tillhörande Fastighet & Industri i oktober 2024. Klockslaget motsvarar den tid som orderraden registreras i affärssystemet.	44
12	Belastningen i nuläget. Grafen visar antal orderrader som plockas i LCT under en genomsnittlig vecka i oktober 2024. Orderraderna är differentierade mellan kundsegmenten Fastighet & Industri och övriga kundsegment.	45
13	Belastning efter tidsstyrning av orderhantering. Grafen visar antal orderrader som plockas under en genomsnittlig vecka i oktober 2024 efter att orderraderna tillhörande Fastighet & Industri har omfördelats.	46
14	Procentandel av orderrader som plockas i de olika plockzonerna. Fördelning av totala orderrader visas till vänster, fördelning av orderrader i kundsegmenten Fastighet & Industri visas till höger.	47
15	Belastning i ASL2 efter tidsstyrning av orderrader. Grafen visar det totala antalet orderrader som planeras plockas i ASL2. Den röda, horisontella linjen visar den maximala kapaciteten i ASL2.	48
16	Uppdaterad belastning i ASL2 efter tidsstyrning av orderrader. Grafen visar det totala antalet orderrader som planeras plockas i ASL2. Den röda, horisontella linjen visar den maximala kapaciteten i ASL2.	49
17	Fördelning av orsakskoder för lastning inomhus och utomhus i LCT.	50
18	Fyllnadsgraden i flm för respektive avgång under måndag- torsdag.	51
19	Orderrader plockade timme för timme under en genomsnittlig arbetsvecka i oktober 2024 med Göteborg som destination.	53
20	P2-timmar efter omfördelning av arbetstimmar.	59

21	Rutter utplacerade utefter antal dagliga avgångar och deras genomsnittliga kostnad per flakmeter.	62
22	Årlig förändring av CO2e utsläpp för de förbokade transporterna till Göteborg under måndag till torsdag. I bil 5 samlas godset på släpet med en annan aktörs gods i bilen, där detta gods som uppnår maxvikten för fordonet.	67
23	Årlig förändring av CO2e utsläpp för de förbokade transporterna till Göteborg under måndag till torsdag. I bil 5 samlas godset på släpet med en annan aktörs gods i bilen, där detta gods har samma vikt/flakmeter som Ahlsell.	67

Tabeller

1	Beskrivning av GHG-protokollets scopes (Greenhouse Gas Protocol, 2025a).	17
2	Sammanställning av studiens intervjuer. I tabellen listas de respondenter som intervjuades i studien.	26
3	Sammanställning av insamlad kvantitativ data.	28
4	Indata som kvävs för att beräkna CO ₂ e i NTM.	39
5	Förändring av antal orderrader för respektive dag efter omfördelning av belastning	47
6	Avgångstider för transporter på rutterna Göteborg.	50
7	Det genomsnittliga antalet flakmeter som nyttjas vid avgångarna till Göteborg i dagsläget samt antal flakmeter av de uppbokade flakmetrarna som ej nyttjas vid respektive avgång. . .	51
8	Resultat från analysen av förlängd ledtid och dess påverkan på resursplanering och fyllnadsgrad	55
9	Fördelning av P2-timmar i nuläget.	58
10	Fördelning av P2-timmar efter omfördelning.	59
11	Personalkostnader för P2-timmar i plocket för en arbetsvecka i nuläget och efter omfördelning. .	60
12	Kostnader för bokning av transport till Göteborg.	61
13	Kostnader för bokning av extrabil innan och efter kl 12 till Göteborg.	61
14	Sammanfattning av de potentiella besparingar till följd av en förlängd ledtid	63
15	Sammanfattning av de minskade utsläpp av CO ₂ e till följd av konsolidering på Göteborgsrutten	68

1 Inledning

I detta kapitel ges en introduktion till studiens bakgrund och avslutningsvis presentera studiens syfte. Inledningsvis beskrivs begreppet ledtid, de trender som kan kopplas till ledtider på marknaden och hur förändrade ledtider påverkar miljö och kostnader i logistiksystem. Därefter ges en övergripande beskrivning av Ahlsells verksamhet och kunderbjudande för att ge en bakgrund till utformningen av studiens syfte.

1.1 Bakgrund

Ledtid är den tid som går åt från att en process initieras till att den slutförs. För ett handelsbolag används det som ett mätvärde för hur snabbt varor kan levereras till kunden från den tidpunkten som kunden lägger ordern (Richards, 2021). Under de senaste åren har låga kostnader och korta ledtider visat sig vara en lönsam strategi för att skapa konkurrenskraft på marknaden (Keleş & Güngör, 2021). Kortare genomloppstid i ett företags flöde innebär även lägre kapital bundet i handelsvaror och detta har resulterat i att allt fler företag strävar efter kortare ledtider i försörjningskedjor (Mattsson, 2012). Kortare ledtider har visat sig ha effekter på kapacitetsutnyttjande bland annat genom transporter med lägre fyllnadsgrad och därmed en ökad miljöpåverkan och ökade kostnader (Jazairy, Haartman & Björklund, 2021; Rogerson & Santén, 2017). Till skillnad från expressleveranser, där lastbilar ibland körs med låg fyllnadsgrad för att möta korta ledtidskrav, ger längre ledtider förutsättningar för att planera transporter och nyttja fordonen mer effektivt. Längre ledtider ger transportören mer tid att förflytta produkter mellan olika platser, vilket möjliggör att både använda mer miljövänliga transportsätt (Björklund, 2023; Jazairy m. fl., 2021; Oskarsson, Aronsson & Ekdahl, 2013) och nyttja metoder så som samlastning för att öka fyllnadsgraden (Björklund, 2023; Jazairy m. fl., 2021; Rogerson & Santén, 2017; Wu & Dunn, 1995). Kapacitetsutnyttjande berör mer än transporter och gäller även för verksamheten inuti lagret där utnyttjandegraden av lagrets utrymme, maskiner, personal och övriga resurser är starkt kopplat till företagets kostnader (Richards, 2021). Därmed finns det potential att minska både miljöpåverkan och kostnader med en längre ledtid.

Ahlsell är ett handelsföretag med ett brett sortiment av tekniska varor inom VS, verktyg och förnödenheter och el. Varorna distribueras genom fyra centrallager till 300 grossistbutiker spridda i Sverige, Norge, Finland och Danmark samt Polen och Baltikum. Det svenska centrallagret finns i Hallsberg och benämns Logistikcentrum Terminalgatan (LCT). Företaget har även expanderat med ett till lager i Hallsberg som benämns Logistikcentrum Utkällegatan (LCU). I dagsläget har bolaget runt 200 000 kunder och koncernen omsätter omkring 50 MSEK årligen. Ahlsells kunder består av allt från små entreprenader till industrier och byggbolag. Genom ett stort antal kunder i olika kundsegment hoppas Ahlsell uppnå stora försäljningsvolymmer och därav stora flöden för att skapa logistiska skalfördelar. Genom förvärv är förhoppningen att skalfördelarna ska förstärkas samtidigt som kundbasen och artikelsortimentet breddas. Ahlsell har som mål att fördubbla sin försäljning fram till år 2035 samtidigt som de ska minska växthusgasutsläppen till netto-noll år 2045 (Ahlsell, 2024). Ahlsell har kunnat utmärka sig från konkurrenter med en kort ledtid, vilket värderas högt i vissa av de branscher som företagets kunderbjudande är riktat mot.

I dagsläget har Ahlsell som kundlöfte att leverera kundorder redan nästa dag, och detta leveransalternativ gäller för alla kunder som handlar från det ordinarie sortimentet. Detta löfte har blivit en förutsättning utefter vilken Ahlsell har designat sin logistikverksamhet. För vissa kundsegment är den korta ledtiden värdefull, då materialbehov kan uppkomma med kort varsel, men för andra kundsegment är den korta ledtiden av mindre betydelse. Mattsson (2012) förklarar att kraven på kundservice ofta skiljer sig åt mellan olika kundsegment och Oskarsson m. fl. (2013) och Björklund (2023) menar att det är nödvändigt att identifiera och påverka de verkliga kundkraven, eftersom det ofta finns en diskrepans mellan kundens krav på leveransservice och leverantörens uppfattning om dessa krav. Om leverantören förutsätter att kunden efterfrågar hög leveransservice inom samtliga leveransserviceelement får logistiken onödigt höga kostnader och miljöpåverkan (Björklund, 2023). Genom att säkerställa de verkliga kraven är det dock möjligt att utforma logistiksystem som både uppfyller kundens krav på leveransservice, samtidigt som leverantören gynnas ekonomiskt och miljömässigt (Oskarsson m. fl., 2013; Björklund, 2023). Ahlsell har börjat ifrågasätta värdet av de korta ledtiderna för vissa kundsegment och vill undersöka om det är möjligt att erbjuda en längre ledtid till dem som planerar materialbehov på längre sikt. Hypotesen och drivkraften bakom denna undersökning är att en förlängd ledtid skulle kunna reducera både kostnader och miljöpåverkan i försörjningskedjan.

1.2 Syfte

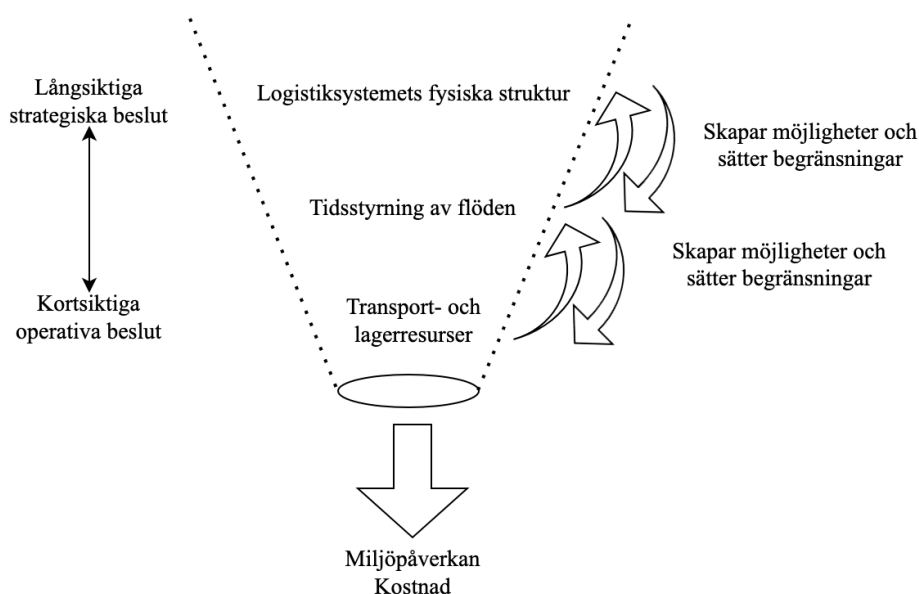
Med utgångspunkt i att Ahlsell ifrågasätter om korta ledtider är nödvändiga för alla kundsegment, och då korta ledtider både kan innebära höga kostnader och stor miljöpåverkan, syftar denna studie till att:

Utvärdera hur en längre ledtid för vissa kundsegment påverkar Ahlsells logistiksystem utifrån perspektiven kostnad och miljömässig hållbarhet.

1.3 Ledtidens påverkan på logistikbeslut

För att få en förståelse för hur beslut om förändrad ledtid kan påverka andra delar av logistiksystemet används *den logistiska beslutshierarkin* som presenterats av Björklund (2023). Ramverket visas i Figur 1 och beskriver olika kategorier av beslut för att förbättra logistiksystemets miljömässiga hållbarhet. I rapporten har modellen omarbetats till att även inkludera effekten på kostnader. Syftet med ramverket är att kategorisera beslut utifrån om dessa är långsiktiga strategiska beslut eller kortsiktiga operativa beslut, samt beskriva hur logistiksystemets olika delar skapar möjligheter och sätter begränsningar för åtgärder mellan de olika nivåerna. I denna studie är syftet att undersöka effekter av en förlängd ledtid, vilket tillhör besluts kategorin *tidsstyrning av flöden* i ramverket. Ett beslut om att förlänga ledtiden är ett strategiskt beslut, vilket i sig inte ger några direkta effekter. Istället fungerar det som en strategi för att skapa förutsättningar för åtgärder som både kan minska kostnader och minska miljöpåverkan. Ramverket illustrerar handlingsfriheten i logistikbeslut som en avsmalnande tratt, där större frihet finns på den strategiska nivån och mindre frihet på den operativa nivån. På den operativa nivån återfinns transport- och lagerresurserna och det är implementeringen av dessa som ger upphov till effekter på miljöpåverkan och kostnader. Trots att handlingsfriheten är mer begränsad på denna nivå, pekar Björklund (2023) på att det är

här många åtgärder genomförs med anledning av att kostnader och utsläpp uppstår i dessa delar. I rapporten används ramverket för att skapa en förståelse för vilka förändringar som möjliggörs av en längre ledtid samt vilka begränsningar som logistiksystemets fysiska struktur utgör.



Figur 1: Den logistiska beslutshierarkin visar samband mellan beslut i olika delar av logistiksystemet. Modellen är en omarbetad version av den modellen som presenterades av Björklund (2023).

En längre ledtid möjliggör flera olika operativa förändringar. Det är dock inte möjligt att i denna rapport undersöka samtliga förändringar och deras effekter. Arbetet har därför avgränsats till de förändringar som bedöms ha störst potential att påverka kostnader och miljömässig hållbarhet.

1.4 Huvudfrågor

För att besvara studiens syfte på ett systematiskt och strukturerat sätt, delas syftet upp i tre huvudfrågor. Dessa huvudfrågor klargör rapportens centrala fokus och fungerar som en vägledning för utvecklingen av referensramen. Referensramen utgör sedan en grund för att precisera uppgiften ytterligare, där underfrågor till varje huvudfråga formuleras i uppgiftspreciseringen för att möjliggöra en djupare och mer detaljerad undersökning.

Utifrån ramverket som presenterades ovan, framgår att en förlängd ledtid möjliggör förändringar i olika delar av logistiksystemet. Det är därför relevant att den första huvudfrågan kopplar till att utreda hur en längre ledtid mot kund kan nyttjas i Ahlsells verksamhet. Eftersom studien syftar till att undersöka hur en längre ledtid kan minska kostnader och förbättra miljömässig hållbarhet, kommer förändringarna att tas fram utifrån resultat från tidigare litteratur på området i kombination med de förutsättningar som finns i Ahlsells verksamhet. Här handlar det om att komma med konkreta förändringar gällande processer och flöden, vilket kan innebära både fysiska åtgärder i lagret och nya arbetsprocesser. Den första huvudfrågan formuleras därför enligt följande:

Huvudfråga 1: Vilka förändringar möjliggörs av en längre ledtid?

Den andra huvudfrågan syftar till att undersöka de kostnadsmässiga effekterna av att implementera de förändringar som identifierats och utformats i den första huvudfrågan. Eftersom dessa förändringar har tagits fram med målet att bland annat sänka kostnader, finns en förväntan om att de leder till kostnadsreduktion. Den andra huvudfrågan formuleras därför enligt följande:

Huvudfråga 2: Vad blir effekten på kostnader av att implementera förändringarna?

Den tredje huvudfrågan syftar till att undersöka de miljömässiga effekterna av att implementera de förändringar som togs fram i den första huvudfrågan. I denna huvudfråga undersöks om Ahlsells hypotes, att en längre ledtid skulle ge minskad miljöpåverkan, är sann eller om den motbevisas. Den tredje huvudfrågan formuleras därför enligt följande:

Huvudfråga 3: Vad blir effekten på miljömässig hållbarhet av att implementera förändringarna?**1.5 Direktiv**

Denna studie genomförs på uppdrag av Ahlsell som tillsammans med författarna har tagit fram direktiv för studien. En viktig del av Ahlsells kunderbjudande är att leverera order på utsatt tid. På grund av detta kommer studien att utforma förslag på förändringar som inte påverkar leveransprecisionen. De föreslagna förändringarna kommer att undersökas för ett begränsat antal kundsegment som har en längre tidshorisont i materialplaneringen och so Ahlsell därmed tror skulle kunna vara villiga att acceptera en längre ledtid. Två kundsegment som uppfyller detta är Fastighet & Industri och studien kommer därför undersöka hur Ahlsells verksamhet kan påverkas av att det finns en längre tillgänglig ledtid för de två kundsegmenten. Sammantaget tas följande aspekter hänsyn till vid undersökningen av en längre ledtid:

1. De föreslagna förändringar ska inte påverka leveransprecisionen.
2. Studien ska undersöka en förlängd ledtid för de två kundsegmenten Fastighet och Industri (F&I).

2 Situationsbeskrivning

I detta kapitel presenteras en nulägesbeskrivning av Ahlsells verksamhet. Kapitlet innefattar Ahlsells kunderbjudande, strategi samt en flödesbeskrivning av de aktiviteter som initieras när en ny order anländer till logistikcentret i Hallsberg. Informationen som utgör grunden för flödesbeskrivningen insamlades genom den metodik som Dubey och Kothari (2022) beskriver som ostrukturerade intervjuer, där endast diskussionsämnen fastställdes på förhand och respondenten själv väljer inriktning på intervjun. Ostrukturerade intervjuer valdes framför observationer, där beteendemönster identifieras utan att kommunikation sker med respondenten, eftersom Dubey och Kothari (2022) menar att observationer riskerar att leda till subjektivitet och att betraktaren drar felaktiga slutsatser från observationerna. För att kartlägga det inkommande flödet av varor intervjuades en anställd på avdelningen för ankommande gods. Vidare intervjuades teamledaren för manuellt plock för att förstå hur plock utförs och hur orderrader hanteras i WMS. Även teamledaren för automationsplocket intervjuades för att förstå automationssystemets tekniska och mänskliga begränsningar. Intervjuer med hallvärdar som arbetar vid utlastningen genomfördes för att förstå hur fyllnadsgraden påverkas av olika faktorer.

2.1 Ahlsell Sverige AB

Ahlsell Sverige AB är en del av koncernen Ahlsell Group, som är verksam i Sverige, Norge, Danmark, Finland, Polen och Baltikum. Ahlsell Group är Nordens ledande distributör av utrustning för teknisk installation och försäljningen delas in i produktområdena VS (44 %), verktyg och förnödenheter (29 %) och el (27 %). Företaget har totalt 200 000 aktiva kunder, som delas in i kundsegmenten installatörer, industri, infrastruktur, bygg, fastighet och övrigt (Ahlsell Group, 2025a). Koncernen har en årlig omsättning på omkring 50 miljarder SEK och förser marknaden i respektive region utifrån ett av de fyra centrallagren. Centrallagren är placerade i Hallsberg i Sverige, Gardermoen i Norge, Billund i Danmark och Hyvinkää i Finland (Ahlsell Group, 2025a). Av koncernens totala omsättning bidrar Ahlsell Sverige AB med omkring 30 miljarder SEK årligen. Det svenska bolaget har sitt huvudkontor i Stockholm, distributionslager tillika logistikcentrum i Hallsberg och cirka 140 butiker och säljkontor runt om i Sverige. Av de totalt 5000 anställda i Sverige arbetar omkring 1200 på logistikcentrum, 800 i butik och 1300 som säljare (Ahlsell, 2025a). I rapporten kommer Ahlsell Sverige AB fortsättningsvis att benämnas som Ahlsell.

2.1.1 Kunderbjudande och strategi

Ahlsells mål är att erbjuda sina kunder högkvalitativa produkter, konkurrenskraftiga priser, ett integrerat serviceerbjudande samt ett brett sortiment med hög teknisk kompetens inom samtliga sortimentsområden (Ahlsell Group, 2025c). Kunderna ska även erbjudas en sömlös kundupplevelse, där beställningar läggs via e-handeln eller i en av de fysiska butikerna. Ahlsell Group (2025c) beskriver att kunder i Norden kan ta emot sin leverans redan dagen efter att ordern lagts till följd av en välfungerande logistik. Ahlsells kunderbjudande sammanfattas genom deras motto; *att göra det enklare att vara proffs* (Ahlsell, 2025c). Ahlsell beskriver sitt erbjudande som ett premiumalternativ på marknaden och företaget kommer aldrig sträva efter att vinna

marknadsandelar genom att erbjuda lägst priser. Kundvärdet ligger istället i den korta ledtiden som innebär att kunderna inte behöver lagerhålla själva. En annan del av kunderbjudandet är att transporten inte har någon extra avgift, utan är inkluderad i produktpriset.

Ahlsells strategi är att kombinera ett starkt kundfokus med en effektiv distributionsmodell, där de verkar nära kunden på ett effektivt sätt. Strategin är baserad på strävan om att verka i stor skala, ha en lokal närvaro, ett brett sortiment, ha en sund kundmix och erbjuda värdeskapande tjänster (Ahlsell Group, 2025d). Ahlsell har även som mål att växa snabbare än marknaden, vilket de gör genom strategiska tillväxtinitiativ, förvärv och ökad effektivitet. Ahlsell beskriver dessa tillvägagångssätt som koncernens tre ledstjärnor för att nå sina finansiella mål. För att skapa en lönsam tillväxt och för att nå nya kunder, och behålla de befintliga, arbetar Ahlsell kontinuerligt med innovation och framtagning av nya affärsmodeller (Ahlsell Group, 2025d). Dessutom stärker Ahlsell sin marknadsposition genom förvärv. Förvärvsstrategin inkluderar förvärv inom redan existerande områden, där de genom förvärvet antingen stärker sin position på marknaden eller utökar sitt produktutbud. Förvärvsstrategin innefattar även förvärv på nya geografiska områden, där de etablerar närvaro på området med existerande produkter eller träder in på en ny marknad genom förvärvet (Ahlsell Group, 2025b).

2.1.2 Ahlsells hållbarhetsmål

Ahlsells hållbarhetsarbete är baserat på Agenda 2030 och de globala målen. Arbetet för en mer hållbar organisation beskrivs vara integrerat i Ahlsells affärsstrategi och utgår i från fyra fokusområden; minskad klimat- och miljöpåverkan, hållbar affärsutveckling, ansvarsfulla inköp och hållbart medarbetarskap. För att accelerera sitt hållbarhetsarbete anslöt sig Ahlsell under år 2023 till Science Based Targets initiative (SBTi) med syfte att sätta upp nya klimatmål i linje med Parisavtalets mål om att begränsa den globala uppvärmningen. Till följd av SBTi fastställde Ahlsell målen att minska växthusgasutsläpp med 75 % i Scope 1 och 2 samt 42 % i Scope 3 till år 2030, jämfört med växthusgasutsläppen år 2022. Dessutom fastställdes målet om att uppnå netto-noll utsläpp år 2045. (Ahlsell, 2024)

I Ahlsells hållbarhetsrapport framgår att omkring 90 % av klimat- och miljöpåverkan i Scope 3 kommer ifrån inköp av produkter och tjänster. Inom kategorin inköpta tjänster ingår transport av produkter ut till butik och kund, som utförs av Ahlsells logistikpartners. Ett fokusområde för att minska miljöpåverkan är därför att sträva efter en mer resurseffektiv logistik. I dagsläget har Ahlsell en pågående dialog med transportörer och kunder för att öka lastkapaciteten, underlätta planering för kunder för att minska expressleveranser och optimera antalet leveranser både till kund och butik. Dessutom ställer Ahlsell krav på att logistikpartners ökar andelen förnybara bränslen i transporter och att de investerar i miljöinitiativ. (Ahlsell, 2024) I transporterna som utförs av logistikpartnern DB Schenker används det förnybara drivmedlet HVO100 i samtliga planerade fjärrtransporter (Ahlsell, 2022).

2.1.3 Logistikcentrum i Hallsberg

Den svenska marknadens logistikcentrum är beläget i Hallsberg och det är därifrån som distributionen av produkter sker till företagets butiker och kunder i Sverige, samt till Åland och distributionslagren i Norge

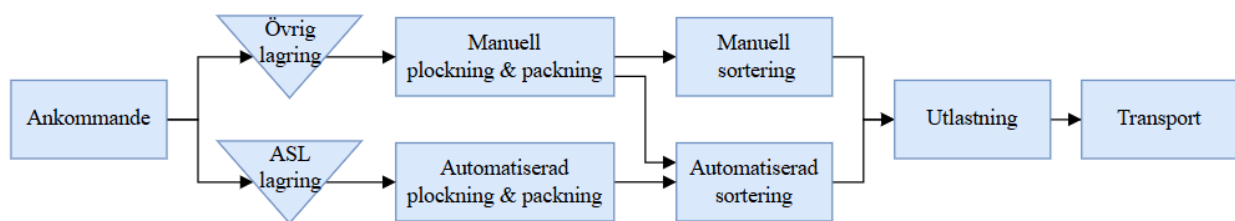
och Finland. Lagret, som invigdes på 1990-talet, har sedan dess vuxit till ett av Europas största centrallager. Hallsberg beskrivs som en strategisk knutpunkt för transporter i Norden (Ahlsehl, 2025b).

I början av år 2025 invigdes en ny lagerbyggnad i Hallsberg och logistikcentret består nu av två lager; det ursprungliga logistikcentret på Terminalgatan (LCT) och det nybyggda logistikcentret på Utkällevägen (LCU). Denna expansion är en del av Ahlsells investering i den svenska logistikverksamheten och inkluderar en satsning på automatiserade lösningar. Hittills har byggnationen av det nya lagret färdigställts, men arbete återstår för att fastställa layouten och lagringsstrukturen i LCU samt genomföra en ombyggnation av LCT. Denna omfattar nya automatiserade system för lagring, plockning och sortering. En av dessa system är en buffertyta i anslutning till utlastningen, där gods motsvarande tre timmars efterfrågan kan förvaras innan det lastas för transport. Den fullt utbyggda logistikverksamheten beräknas vara i drift år 2027.

Studien kommer att utgå ifrån verksamheten i dagsläget, vilket innebär att undersökningen fokuserar på lagerverksamheten i LCT och distribution av produkter från denna. I denna del av verksamheten lagrhålls omkring 111 000 artiklar och 75 000-80 000 orderrader hanteras dagligen. I följande del beskrivs flödet genom och ut ifrån LCT.

2.2 Flödesbeskrivning

I följande avsnitt presenteras flödet av varor som passerar LCT i Hallsberg med den detaljrikedom som författarna anser vara relevant för att identifiera förbättringsområden. I Figur 2 illustreras de aktiviteter som ingår i flödet, från att varorna finns hos leverantör tills dess att de distribueras till kund och butik. Det blåa området visar vilka aktiviteter som sker internt i lagret och pilarna mellan dessa aktiviteter är internt transporter. I området utanför lagret illustrerar pilar extern transport från leverantör, till terminaler och till kunder och butiker.



Figur 2: Flödesbeskrivning över LCT.

2.2.1 Ankommande

Det ankommande flödet kommer lastat i burar för kollin och på olika typer av lastpallar för skrymmande gods och varor i större volymer. Blandade pallar och kollin sorteras för att lagras på rätt lagerhylla i rätt lagerhall (även kallat plockzon). Pallar med en och samma artikel kan direkt inlagras på hänvisad bufferhylla. För smågods som lagras i automationslagret finns inlagringsstationer där lagerarbetare plockar upp varor och fyller lådor som därefter placeras i ett höglager genom ett nätverk av automatiserade rullband.

2.2.2 Lagring

I LCT lagras artiklarna i olika hallar beroende på produktens egenskaper och om det är en låg- eller högfrekvent produkt. Den övergripande regeln är att högfrekvent gods lagras nära portarna för utlastning, medan lågfrekvent gods lagras i mitten av lagret. Följande olika lager finns i LCT:

- Hall 1: lågfrekvent gods; både skrymmande och icke skrymmande.
- Hall 4: lagras kort långgoods och kablar.
- Hall 5 & 7: högfrekvent gods.
- Automatiserade höglager (ASL1 & ASL2): produkter som plockas i det automatiserade plocket.
- Utelager: stora och okänsliga artiklar.
- Farligt-gods-hus: brandfarliga och frätande produkter.

2.2.3 Plockning & Packning

I logistikcentrum hanteras kund-, butiks- och e-handelsordrar. Plocket sker både manuellt och med hjälp av automation. När en order läggs av kunden förs detta in i Ahlsells affärssystem, där ordern hålls kvar av systemet tills det skickas vidare till deras Warehouse Management System (WMS). Inställningen i affärssystemet gör att ordrar som ska levereras till kunden ett visst datum, skickas ner till WMS:en en dag före leveransdatum. För order som läggs dagen före leverans, förs dessa över från affärssystemet till WMS var 30:e minut. När ordern förs över till WMS delas den upp på orderradsnivå. Styrning av plockorder-ordning sker i WMS, där plocklistorna automatiskt omprioriteras i WMS var 30:e minut för att ta hänsyn till nyinkomna ordrar. Kundorder och butiksorder visas i olika plocklistor i WMS och vilken lista som plockarna arbetar med väljs av gruppchefen på plats. För order som levereras till Ahlsells egna butiker gäller en ledtid på två dagar.

Under eftermiddagar, särskilt mellan kl 15:00 - 18:00, är det högre belastning i plocket, vilket gör att fler plockare behövs och extrajobbare kan kallas in för att täcka upp. Om efterfrågan är oväntat hög eller om det uppstår driftfel i automationen kompenseras den ökade belastningen med övertid, vilket mynnar ut i ersättning för plockarna. En plockare som arbetar övertid får inget OB-tillägg men ersätts istället med ett 50% tillägg under de första timmarna, 70% efter de två första timmarna och 100% om övertiden sträcker sig till kl 02:00, vilket det ofta gör. Om belastningen endast är ojämn mellan olika plockzoner kan personal omfördelas för att möta ordertrycket där det uppstår. Arbetsdygnet är uppdelat i ett morgonskift, ett kvällsskift och ett nattsift. Från arbetstimmar under kvälls- och nattsiftet erhåller plockarna en ersättning för obekväma arbetstider (OB).

Manuellt plock

Det manuella plocket sker utspritt i olika lagerhallar och lagerutrymmen, där plockarna får en optimerad plockslinga med cirka 25 st orderrader som kan variera beroende på artiklarnas skrymmerhet. I det

manuella plocket hanteras varje orderrad på en kundorder oberoende från varandra. Detta innebär att varje orderrad plockas enskilt och packas i skilda kollin. I vissa fall kan fler orderrader packas tillsammans om de befinner sig i samma plockzon. I det manuella plocket prioriteras plockning av kundordrar framför plockning av butiksordrar, där butiksorder vanligtvis plockas på förmiddagen innan majoriteten av kundordrar inkommit. Under plockslingan plockas artiklarna direkt från trucken där de även packas innan avlämning. Varje plockzon har en lokal avlämningsyta där färdigpackade kollin sorteras utefter rutt och korttidslagras. När en pall har fyllts med kollin tillhörandes en viss rutt blir denna upphämtad för trucktransport till utlastning för att placeras på dedikerad lastyta. I vissa hallar lämnas kollin osorterade direkt på ett rullband som leder till Vidar, en automatisk sorteringsmaskin. Till Vidar skickas gods från både manuellt- och automatiserade plockzoner. Sorteringsmaskinen läser av streckkoden på varje kolli och sorterar det baserat på destination. Lagerarbetare lastar sedan godset på lastbärare för vidare transport till dedikerade lastyta.

Den manuella plockprocessen kan skiljas något beroende på hall där artiklarnas egenskaper påverkar utförandet. I exempelvis rörhallen plockas rör med särskilda kranar och i utelagret finns gods som lastas direkt på lastbilarna med stora truckar.

Automatiserat plock

I LCT finns två automationslager, ASL1 och ASL2, som används för mindre artiklar som lagras i öppna lådor. En fylld låda får inte väga mer än 20 kg. Dessa artiklar har vanligtvis högre beställningsfrekvens än smågods som lagras i det manuella plocket. Artiklarna som lagras i ASL1 och ASL2 är uppdelade utifrån affärsområden, vilket gör det möjligt att packa flera orderrader till samma kund i samma kolli. Automationslagret fylls på via inlagringsstationer där artiklarna packas upp och placeras i lådorna som sedan automatiskt rullar in till rätt plats genom ett nätverk av rullband och hissar. Vissa artiklar har flera hyllplatser i automationslagret för att möjliggöra flera parallella plock av samma artikel samtidigt. Plockare i automationslagret står vid plockstationer som automatiskt matas med lådor innehållandes artiklar som ska plockas och packas av plockaren. Det är alltså ett goods-to-picker system där plockarna inte behöver förflytta sig till artiklarna utan det är artiklarna som förs till plockarna. Plockarnas roll är att plocka rätt antal artiklar från lådorna och packa ner dem i kollin. I automationen plockas butiksordrar ofta på morgonen och allteftersom kundorder kommer in plockas även dem. Arbetsbelastningen i automationsplocket är lägre under förmiddagen och ökar under eftermiddag och kväll. De färdigpackade orderraderna placeras sedan på ett rullband för transport till den automatiska sorteringsmaskinen Vidar.

ASL1 och ASL2 har en maximal kapacitet på 80 000 respektive 120 000 lådor, men om lagret fylls med över 85 - 90 % av sin kapacitet ökar risken för att fel lådor skickas ut till plockstationerna. Därför används inte automationslagrets fulla kapacitet. Automationssystemet har även en ökad risk för driftstopp när det är många orderrader som ska plockas samtidigt. Driftstopp kan uppstå av olika anledningar men resulterar ofta i övertid för plockarna för att ta igen tid då systemet stått still.

2.2.4 Utlastning

Efter att gods har plockats och sorterats transporteras det till utlastningen, där hallvärdar sorterar godset på olika lasttytor utifrån dess destination. En del av godset placeras på en rangeryta i anslutning till lastytan, där det sorteras för att gods ska hamna på rätt lastbärare (krappall, bur och EU-pall). Lastbäraren körs sedan till rätt lastyta där den ställs i ordning för att lastas på lastbilen.

På lastytan ansvarar hallvärdarna för att ställa i ordning lastbärarna så att fyllnadsgraden i lastbilarna blir så hög som möjligt. Detta görs genom att stuva lastbärare på höjden. Lastbärare kan delas in i två kategorier: bottenpallar, som möjliggör placering av gods ovanpå, och toppallar, som inte kan belastas med ytterligare gods ovanifrån. Målet är att varje pallplats på lastytan ska stuvats med både bottenpallar och en toppall. Från lastytan utlastas sedan färdigstuvade godset in i lastbilar av chauffören, som ibland kan välja att stuva om. Efter utlastningen registrerar hallvärdarna fyllnadsgraden i form av utnyttjade flakmeter och utnyttjad höjd. Registrering av utnyttjade flakmeter har pågått sedan sommaren 2024 och sedan starten på 2025 började de även mäta den utnyttjade höjden. Vid registrering av fyllnadsgrad väljs även en av nio orsakskoder som beskriver anledningen till att fyllnadsgraden är hög eller låg. Dessa orsakskoder är *optimalt lastat*, *mycket långgods*, *mycket toppallar*, *mycket toppallar och långgods*, *dåligt stuvat - på grund av sent plock och/eller andra faktorer*, *bil går tom - finns inget gods*, *släp går tomt - finns inget gods*, och *lite gods*. Genom mätningarna har hallvärdar observerat att fyllnadsgraden varierar över tid; både över dygnet och över veckan.

2.2.5 Transport

Transport ut till kund och butik sker i två skeden; först till fjärrtransport till terminal och sedan distribution till kund eller butik. Ahlsell köper in samtliga transporter från externa tredjepartslogistik och speditörer och använder sig i nuläget av Schenker, BDX, GDL och Maserfrakt. Det finns 35 st terminaler som alla sköts av de externa aktörerna. På terminalerna konsolideras orderrader till hela kundordrar genom att placera godset till samma kund eller butik på samma pall.

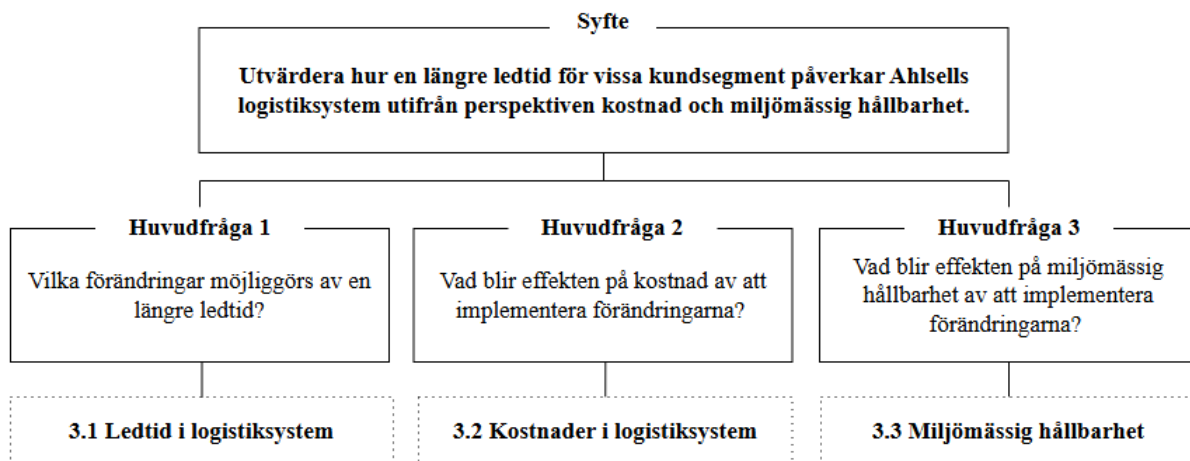
Till varje terminal finns en fast rutt med dagliga avgångar från LCT. Då efterfrågan varierar beroende på region har vissa rutter, såsom till terminalen i Stockholm, fler transporter än andra. Varje rutt har en stopptid någon gång på eftermiddagen som motsvarar 45 minuter innan sista avgången för en given rutt. För att få en order nästkommande dag måste kunder lägga beställning en bestämd tid innan stopptiden för att ordern ska hinna plockas. Schemat för avgångarna upprepas på veckobasis och utgör de förbokade transporterna.

På grund av att de förbokade transporterna inte alltid täcker dagens behov beställs dagligen ett antal extra lastbilar. I vissa specialfall kan även taxibilar beställas när en kundorder inte kommit med sista avgången för en given rutt. I dessa lägen beställs taxin utan att kunden har tillfrågats om det går bra att godset kommer fram en dag senare eller inte, vilket kan innebära att en taxi beställs trots att kunden inte är i akut behov av ordern. Det förekommer även att order skickas direkt till kund utan att omlastas på någon av terminalerna. Detta sker när en kundorder väger mer än 4 ton, eller har mycket skrymmande gods fångas det upp av systemet.

3 Teoretisk referensram

I detta kapitel presenteras den teoretiska referensram och syftar till att ge en förståelse för ledtidens påverkan på logistiksystem. Innehållet kommer att ligga till grund för preciseringen av uppgiften, metodval och analys av studiens resultat. Sambandet mellan kapitlets utvalda teoriområden och studiens huvudfrågor framgår av Figur 3.

Innehållet i referensramen grundar sig i akademiska läroböcker samt i publicerade studier och akademiska journaler som finns tillgängliga på internet. Fyra böcker som användes flitigt under framtagning av referensramen är "Modern Logistik" av Oskarsson m. fl. (2013), "Logistik i Försörjningskedjor" av Mattsson (2012), "Warehouse Management: The Definitive Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse" av Richards (2021) och "Hållbara Logistiksystem" av Björklund (2023). Den litteratur som hittades på internet finns tillgängliga via databaser från UniSearch, ResearchGate, Scopus och ScienceDirect. En mer detaljerad beskrivning av sökmetoden återfinns i metodkapitlet.



Figur 3: Samband mellan huvudfrågor och teoriområden.

3.1 Ledtid i logistiksystem

Under de senaste åren har konkurrensen på marknaden ökat. En av anledningarna till detta är e-handelns snabba tillväxt. Detta har medfört ökade krav på leverantörer, som i allt högre grad förväntas leverera mindre och mer frekventa sändningar med korta ledtider; ofta med leverans samma dag eller dagen efter beställning (Richards, 2021). Att erbjuda korta ledtider har visat sig vara en lönsam strategi genom att stärka konkurrenskraften utan att behöva erbjuda lägre priser (Keleş & Güngör, 2021; Richards, 2021). Strategins lönsamhet kan förklaras av att kundens upplevda värde baseras på helhetserbjudandet som är en kombination av den fysiska produkten och de tillhörande tjänsterna, där leveransen är den viktigaste tjänsten (Mattsson, 2012; Richards, 2021). För att möta dessa krav måste företag balansera snabbhet och precision, då kunderna förväntar sig korta ledtider samtidigt som en hög leveransprecision är avgörande för att skapa långsiktiga kundrelationer (Richards, 2021). I takt med att dessa krav blivit alltmer framträdande har logistikprestationer, såsom ledtid, fått en central roll i att säkerställa konkurrenskraft och kundnöjdhet.

Som beskrevs i den *logistiska beslutshierarkin* i Kapitel 1, skapar beslut om ledtid möjligheter, eller sätter begränsningar, för att ta beslut på den operativa nivån i verksamheten. I detta avsnitt beskrivs därför hur en kortare, respektive längre, ledtid påverkar verksamhetens möjligheter till att skapa både kostnadsmässiga och miljömässiga besparingar.

3.1.1 Efterfrågevariationer som utmaning vid korta ledtider

De ökade kraven på korta ledtider ställer företagen inför komplexa utmaningar kopplade till resursplanering och riskerar att leda till höga kostnader i logistiksystemet (Richards, 2021). Företags interna planerings- och styrningsprocesser syftar till att effektivt fördela resurser såsom personal och transportkapacitet för att möta den förväntade efterfrågan (Oskarsson m. fl., 2013). Om den faktiska efterfrågan avviker från den prognostiserade finns dock en risk för att över- eller underkapacitet uppstår (Oskarsson m. fl., 2013).

Att hantera efterfrågevariationer är en av de främsta utmaningarna inom resursplanering (Oskarsson m. fl., 2013; Richards, 2021). För att möjliggöra en effektiv resursplanering är det avgörande att kartlägga och förstå hur efterfrågan varierar över tid. Enligt Richards (2021) finns tre huvudsakliga typer av efterfrågevariationer; säsongvariationer över året, veckovisa variationer beroende på kunders köpbeteenden samt variationer under dygnet. Den sistnämnda variationen är särskilt påtaglig i verksamheter med dagen-efter-leveranser, där en stor andel av morgondagens order ofta inkommer först sent på eftermiddagen eller kvällen. I verksamheter som erbjuder kundlöften om fasta ledtider är överkapacitet ett vanligt förekommande problem (Oskarsson m. fl., 2013). Detta beror på att arbeten endast initieras när en order inkommit, vilket medför att färre arbeten utförs i perioder med låg ordervolym. Resultatet blir ett lågt kapacitetsutnyttjande vid varierande efterfrågan. Även Vanheusden, van Gils, Caris, Ramaekers och Braekers (2020) beskriver att en kort ledtid medför toppar i arbetsbelastningen över dagen. Författarna förklarar att många företag planerar sin kapacitet för att klara av den högsta belastningstoppen under dagen i syfte att kunna garantera en hög leveransservice.

3.1.2 Flexibilitet i kapacitet som svar på korta ledtider

Den globala konkurrensen och kunders höjda krav på korta ledtider och hög leveransprecision har lett till att många verksamheter pressas av korta tidsfönster för orderplockning (Vanheusden m. fl., 2020). I tillägg kvarstår utmaningen med att hantera efterfrågevariationer. För att kunna möta marknadens krav förväntas leverantörer gardera sig med en flexibel kapacitet, vilket ofta innebär höga kostnader (Mattsson, 2012; Vanheusden m. fl., 2020). En flexibel kapacitet innebär att verksamheten snabbt och kostnadseffektivt ska kunna anpassa produktionen i takt med efterfrågevariationer, vilket Mattsson (2012) beskriver som volymflexibilitet. Att ha en hög volymflexibilitet medför både för- och nackdelar. En hög flexibilitet möjliggör att snabbt svara mot förändringar och kan skapa konkurrensfördelar, samtidigt som det ofta medför en låg utnyttjandegrad av resurser. För att en flexibel kapacitet ska möjliggöra ökade intäkter och låga kostnader ställs därför höga krav på styrning och resursplanering (Mattsson, 2012).

Flexibilitet i kapacitet lyfts även av andra författare som ett effektivt sätt att möta efterfrågevariationer vid korta ledtider. Rajani och Heggde (2020) tar upp begreppet kapacitetsstyrning och beskriver att detta är ett

sätt att optimera resursanvändningen i försörjningskedjan för att möta efterfrågan. Genom att styra och anpassa kapaciteten efter behov kan företag undvika flaskhalsar och överkapacitet samt hantera efterfrågetoppar med flexibel resursanvändning. På liknande sätt beskriver Oskarsson m. fl. (2013) att kapacitetsstyrning kan användas i lagerverksamhet för att möta efterfrågevariationer och skapa flexibilitet. Ett sätt att göra detta är genom att hyra in tillfällig personal. Denna metod menar dock Oskarsson m. fl. (2013) är kostsam och svårimplementerad, även om den möjliggör en fast ledtid.

3.1.3 Längre ledtid möjliggör förbättrad resursplanering

Om det finns tillgång till en längre ledtid möjliggörs en förbättrad resursplanering i lager. I en studie av Vanheusden m. fl. (2020) beskrivs en metod för att jämna ut toppar i arbetsbelastningen i syfte att minska överkapacitet i personalresurserna och därmed minska kostnader. Författarna menar att en jämn arbetsbelastning även leder till ökad kontroll och minskar risken för försenade avgångar för transporter. I studien jämnas arbetsbelastningen ut mellan olika plockzoner, där plockare flyttas från plockzoner med låg arbetsbelastning till plockzoner med hög arbetsbelastning.

I studien beskriver Vanheusden m. fl. (2020) att möjligheten att utjämna belastningen är beroende av den tillgängliga tiden för att plocka ordern, där potentialen att utjämna belastning ökar med en ökad tillgänglig tid. Författarna beskriver den tillgängliga tiden som tiden mellan orderläggning och stopptiden då ordern måste vara klar för transport. Stopptiden är i sin tur beroende av kundens krav på leveransservice i form av ledtid. Dessutom menar författarna att ojämnt fördelade stopptider mellan olika ordrar ger en kort tillgänglig tid för orderhantering och resulterar i återkommande belastningstoppar över dagen.

Att en längre ledtid ger större möjligheter att hålla en konstant kapacitet är även något som nämns av Oskarsson m. fl. (2013). Författarna menar att företag kan få ett högt kapacitetsutnyttjande och låga kostnader genom att hålla en konstant kapacitet. Denna metod förutsätter en längre ledtid jämfört med en flexibel kapacitet och kan även leda till en lägre leveransprecision. Eftersom Ahlsell värdesätter en hög leveransprecision är det inte möjligt att tillämpa denna princip i sin helhet, men det kan ge en inblick i att en längre ledtid möjliggör en konstant kapacitet i större utsträckning.

3.1.4 Korta ledtidars påverkan på transportutnyttjande

En annan utmaning med korta ledtider är att upprätthålla en hög fyllnadsgrad vid transporter. Richards (2021) beskriver hur kravet på snabba leveranser ofta leder till mindre och mer frekventa sändningar, vilket resulterar i att transportmedlet utnyttjas sämre och att fler transporter krävs för att möta efterfrågan. Detta påverkar både kostnader och miljö negativt. Enligt Oskarsson m. fl. (2013) har de totala utsläppen från transporter fortsatt att öka, trots tekniska framsteg inom fordonsutveckling. Författaren förklarar detta med att fyllnadsgraden vid transport har minskat.

Fyllnadsgrad är ett centralt mått inom transportlogistik och lyfts fram av flera författare som avgörande i arbetet med att minska både miljöpåverkan och kostnader (Björklund, 2023; Oskarsson m. fl., 2013). Det används för att mäta kapacitetsutnyttjandet av ett transportmedel och definieras som förhållandet mellan den

faktiska lasten och den maximala lastkapaciteten (McKinnon & Ge, 2004). Lasten kan mätas på olika sätt, där vanliga enheter i litteraturen inkluderar vikt-, volym- eller areabaserad fyllnadsgrad (Björklund, 2023).

3.1.5 Längre ledtid möjliggör konsolidering

I tidigare studier framgår att det finns ett samband mellan ledtid och fyllnadsgrader vid transport, där förlängda ledtider beskrivs vara ett effektivt sätt att öka fyllnadsgraden vid transport (Jazairy m. fl., 2021; Rogerson & Santén, 2017). Enligt Rogerson och Santén (2017) sker det ofta trade-offs mellan fyllnadsgrad och strategiska mål, där fyllnadsgraden blir låg till följd av att företaget vill uppnå en kort ledtid och då skador på produkten vill undvikas. För att möjliggöra höga fyllnadsgrader menar Rogerson och Santén (2017) att det är nödvändigt att balansera den krävda- och tillgängliga kapaciteten i flödet. Detta kan, förutom genom åtgärder i bland annat transportverksamheten, göras genom att ta beslut kopplat till leveransfrekvens, tidsfönster, orderledtid, nattleveranser, överenskommelser för kundservice och tillämpning av just-in-time. För att uppnå en högre fyllnadsgrad krävs ofta en kombination av flera åtgärder. Detta förklarar Rogerson och Santén (2017) genom att förändringar på en nivå i flödet påverkar andra delar av flödet, vilket gör att förändringar krävs på flera nivåer samtidigt. Alla dessa förändringar måste alltså tas hänsyn till vid utvärdering av en potentiell förändring för att undvika suboptimering av implementeringen.

En förlängd ledtid ger inte högre fyllnadsgrad per automatik, men skapar förutsättningar för att genomföra förändringar som i sin tur kan öka fyllnadsgraden. En metod för att öka fyllnadsgraden är konsolidering, eller synonymt benämnt i litteratur som samlastning (Björklund, 2023; Oskarsson m. fl., 2013; Jazairy m. fl., 2021; Rogerson & Santén, 2017). Konsolidering innebär att produkter som ska levereras till olika kunder och, eller, destinationer lastas och transporteras i samma fordon. Författare i litteraturen är eniga om att konsolidering ger en ökad fyllnadsgrad i fordon och att metoden minskar både miljöpåverkan och kostnader (Björklund, 2023; Jazairy m. fl., 2021; Rogerson & Santén, 2017; Wu & Dunn, 1995). I studien av Jazairy m. fl. (2021) beskrivs konsolidering som en central del i transportstyrning och används för att uppnå en hållbar logistik bland både logistikköpare och logistikleverantörer. Författarna lyfter dock att metoden ofta har en negativ effekt på leveransservice till följd av att det ofta krävs längre ledtider. En förutsättning för att konsolidering ska vara möjlig är att företaget beslutar om en lämplig sändningsfrekvens och leveranstidpunkt, eftersom det krävs en tillräckligt stor sändningsstorlek för att fyllnadsgraden ska kunna öka (Björklund, 2023; Oskarsson m. fl., 2013). Ett vanligt sätt för att säkerställa en tillräcklig sändningsvolym är att konsolidera flera aktörers gods på omlastningsterminalen (Oskarsson m. fl., 2013). Användningen av omlastningsterminaler beskrivs vara särskilt relevant för att säkerställa miljömässig hållbarhet för verksamheter med en centraliserad lagerstrategi (Oskarsson m. fl., 2013). Enligt Rogerson och Santén (2017) krävs flera beslut för att uppnå en ökad fyllnadsgrad genom konsolidering. Det handlar om att bestämma vad som ska lastas, hur det ska göras, när kundorder skickas, var det ska ske och vem som ansvarar för att utföra arbetet.

3.2 Kostnader i logistiksystem

Vid en förlängning av ledtid är det relevant att undersöka de ekonomiska effekterna av förändringen. Ett centralt verktyg för att beräkna ekonomiska effekter i förändringsarbeten är totalkostnadsanalys, där kostnaderna i nuläget och jämförs med kostnaderna för alternativa lösningar (Oskarsson m. fl., 2013). I totalkostnadsanalysen är det ofta ett antal utvalda kostnadsposter som studeras närmre än andra, där skillnaden i dessa kostnadsposter lägger grunden för beslutsfattande. Anledningen till att inte alla kostnadsposter tas hänsyn till är att utförandet av beräkningar i en totalkostnadsanalys ofta är tidskrävande. Det är därför relevant att fokusera på de kostnader som uppskattas ha en stor påverkan på resultatet och utelämna övriga kostnader som uppskattas ha en marginell påverkan.

Beroende på vilken typ av förändring som genomförs kommer olika kostnadsposter att förändras olika mycket. Oskarsson m. fl. (2013) förklarar därför att det är viktigt att anpassa analysen efter den specifika situationen och välja kostnadsposter baserat på den aktuella förändringen som ska implementeras. Oskarsson m. fl. (2013) rekommenderar att man utgår ifrån de huvudsakliga kostnadsposterna i logistiksystem, vilket beskrivs vara lagerföring, lagerhållning/hantering, transport, administration och övrigt (Oskarsson m. fl., 2013). I detta avsnitt avgränsas kostnadsposterna till de som identifierats i föregående avsnitt i relation till utmaningarna med dagens korta ledtider; nämligen lagerkostnader och transportkostnader. I de kommande styckena beskrivs dessa kostnadsposter mer ingående och vilka faktorer som påverkar dessa kostnadsposter.

3.2.1 Lagerkostnader

I en lagerverksamhet menar Frazelle (2016) att de största kostnaderna allokeras till personal, lagerutrymme, utrustning för materialhantering och WMS. Författaren beskriver att en vanlig metod för att underlätta kostnadsoptimering vid förändringsarbete är att allokera kostnaderna till lagrets olika aktiviteter, såsom lagerföring, plockning och lastning, för att kunna se hur respektive aktivitet bidrar till de totala kostnaderna. Denna metod kallas för aktivitetsbaserad kostnadsanalys och visar ofta att personalkostnader är den största kostnadsposten i lager (Frazelle, 2016). Att personalkostnader är en stor kostnadspost bekräftas av Richards (2021), där författaren förklarar att arbetskraft normalt står för mellan 35 och 65 % av företagets logistik- och distributionskostnader. För att minimera kostnaderna menar Richards (2021) att det är viktigt att identifiera faktorer som påverkar arbetsbelastningen och avgöra vilka av dessa som kan kontrolleras eller optimeras.

En central aktivitet i lagerverksamheten är plockning, eftersom denna aktivitet är beroende av arbetskraft och driver personalkostnaderna (Marchet, Melacini & Perotti, 2015). Enligt Richards (2021) leder en tillfredsställande resursplanering av personal och utrustning till en minskad risk för flaskhalsar och höga kostnader. Å andra sidan leder en bristfällig resursplanering till underkapacitet med förseningar och minskad servicegrad, eller överkapacitet med ineffektivt resursutnyttjande och höga kostnader. Dessutom förklarar författaren att stora variationer i arbetsbelastning leder till högre risk för ökade resurskostnader. Följaktligen är det möjligt att sänka kostnaderna genom att ta bort variationer i arbetsbelastningen. Detta förklarar Richards (2021) genom att kostnader för övertid och inhyrning av utrustning kan elimineras. För

att optimera resursplaneringen är det nödvändigt att identifiera tider med överkapacitet och Richards (2021) menar att arbetstimmar bör undersökas utifrån effektivitet, där timmar med en lägre effektivitet än idealvärdet indikerar att det finns ledig kapacitet och att resurserna kan minskas. Andra författare menar dock att det är oundvikligt att ha en reservkapacitet (Mattsson, 2012), och det kan därför argumenteras för att den förutbestämda idealvärdet inte kan förväntas uppnås systematiskt. Enligt Oskarsson m. fl. (2013) kan en underdimensionerad kapacitet i vissa delar av värdekedjan leda till en lägre effektivitet i systemet som helhet, utöver själva flaskhalseffekten. Däremot är en överdimensionerad kapacitet kostsam då en del av det investerade kapitalet inte sätts i arbete. De negativa effekterna med underkapacitet tas även upp av Guerrazzi, Mininno och Aloini (2024), där författarna visar på sambandet mellan hög arbetsbelastning och höga kostnader. Studiens resultat visar att en hög arbetsbelastning med många samtidiga uppdrag leder till ökade kostnader till följd av längre cykeltider, ökad schemalägningskomplexitet, mer överlappning på utlastningsytan samt överbelastning av personal och utrustning.

3.2.2 Transportkostnader

Under de senaste decennierna har transportaktivitetens betydelse i logistiksystemet ökat (Oskarsson, Aronsson & Ekdahl, 2009). Detta förklaras av att trenderna på marknaden går mot mer centraliserade lagerverksamheter, vilket innebär att både transportsträckan för inköpt material och för distribution av slutprodukten har blivit längre. Följden av detta menar Oskarsson m. fl. (2009) blir att en allt större del av produktvärdet kan kopplas till transportkostnader.

För några decennier sedan hade de flesta företag sin egna fordonsflotta, men eftersom det finns stora skalfördelar med att samlasta gods från olika företag har majoriteten av transporter på 2000-talet övergått till att köpas in från större transportbolag (Oskarsson m. fl., 2009; Pewe, 2002). Generellt menar Oskarsson m. fl. (2009) att transportköparen ställer krav på låga kostnader, hög leveransservice i form av leveransprecision och kort ledtid. För att kunna erbjuda transporter till låga kostnader måste fyllnadsgraden vara hög. Samtidigt måste transporter vara regelbundna, avgå på utsatt tid och tillräckligt ofta för att kunna erbjuda hög leveransprecision och korta ledtider. För att uppfylla samtliga krav måste det finnas tillgång på en tillräcklig sändningsvolym. Sambandet mellan kostnad och leveransservice tas även upp av Pewe (2002), som menar att en central del i att uppnå en lönsam logistik är att välja kostnadseffektiva transporter och att anpassa ledtider och servicegraden. Genom en effektiv styrning av transportresurserna menar Sied (2024) att det finns förutsättningar för en högre effektivitet längs hela värdekedjan, där lägre kostnader och förbättrad kundservice kan uppnås.

För att analysera transportkostnaderna i ett logistiksystem bör man utgå de kostnader som uppstår hos leverantören av transporttjänsten. Dessa kostnader uppstår bland annat från fordon, drivmedel, underhåll, chaufförer, administration och drift av terminaler (Lumsden, 1995). Kostnader för bränsle och chaufförslöner beskrivs även av Noll, del Val, Schmidt och Steffen (2022) som centrala. Utöver dessa nämner författarna även kostnader från tullar och försäkring. Transportkostnaden kan även uppskattas som produkten av körsträckan och fraktsatsen för att optimera transportnätverket mellan produktion och distribution (Shreya, Ankita, Aivarajan & Bharani, 2023). Även om denna form av kostnadsanalys främst lämpar sig för beräkning av företagets egna aktiviteter, kan detta perspektiv ge en inblick i hur

logistikpartners prissätter sina transporter. Förståelsen för logistikpartnerns kostnader ger således en förståelse för hur Ahlsells kostnader kan förändras genom ett förändrat inköpsbeteende.

3.3 Miljömässig hållbarhet

Omvärldens ökade fokus på miljömässig hållbarhet har lett till att företag i allt större utsträckning behöver mäta och rapportera utsläppen från sina logistiksystem (Björklund, 2023; Olivari, Caballini & Lluch, 2025; Richards, 2021). Det mest använda ramverket för miljörapportering inom företag och myndigheter är GHG-protokollet (Greenhouse Gas Protocol, 2025b). Ramverket tillhandahåller standarder och vägledning för rapportering av växthusgasutsläpp och delar in dessa i tre så kallade *scopes* i syfte att identifiera var i värdekedjan som utsläppen uppstår (Nationalgrid, 2025). GHG-protokollet är en central del för att uppnå klimatmålen och kan användas som verktyg av företag för att identifiera utsläppskällor och ta fram strategier för minskade utsläpp (RISE, 2025). I Tabell 1 definieras scope 1, 2 och 3.

Tabell 1: Beskrivning av GHG-protokollets scopes (Greenhouse Gas Protocol, 2025a).

Scope	Beskrivning	Exempel
Scope 1	Direkta utsläpp	Utsläpp från förbränning av bränsle i den egna fordonsflottan.
Scope 2	Indirekta utsläpp	Utsläpp från produktion av inköpt energi som företaget förbrukar i sin verksamhet.
Scope 3	Indirekta utsläpp	Övriga utsläpp som uppstår i värdekedjan, ex från leverantörers produktion av varor och tjänster.

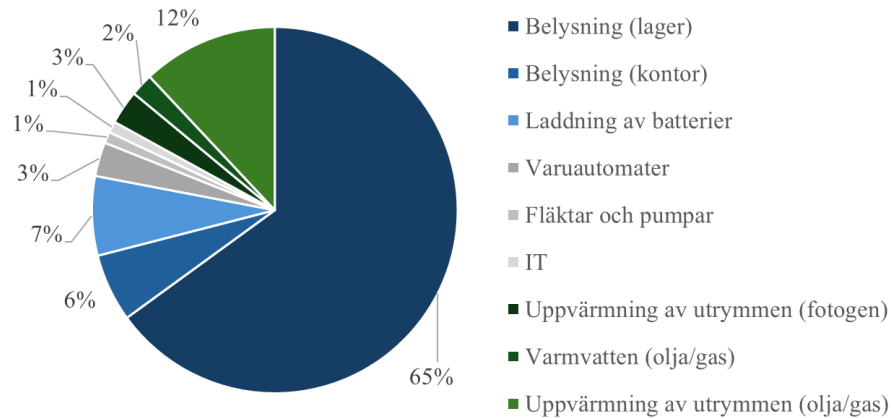
Både Greenhouse Gas Protocol (2025a) och Nationalgrid (2025) beskriver att majoriteten av företags utsläpp ofta återfinns inom scope 3. Författarna beskriver även att utsläppen i scope 3 kan vara både svåra att identifiera och att påverka, samtidigt som de är nödvändigt att minska dessa utsläpp för att möjliggöra en hållbar verksamhet. För att minska utsläppen i scope 3 rekommenderas samverkan med både leverantörer och kunder för att gemensamt identifiera och implementera lösningar som reducerar utsläpp längs hela värdekedjan.

3.3.1 Miljöpåverkan i logistiksystem

Till följd av regleringar och hållbarhetsmål om netto-noll utsläpp ökar pressen på företag att utforma mer energieffektiva lagerverksamheter (Richards, 2021). För att utvärdera ett logistiksystems miljömässiga hållbarhet är det lämpligt att utgå ifrån GHG-protokollets uppdelning av utsläpp i tre scopes, men eftersom logistiksystemens struktur skiljer sig åt är det viktigt att anpassa fokuset efter företagets egna förutsättningar.

De direkta utsläppen i scope 1 uppstår till stor del från bränslen som används i verksamheten eller företagets egna transporter (RISE, 2025), vilket gör att dessa utsläpp utgör en väsentlig del av de totala utsläppen i ett producerande företag. För en distributör som Ahlsell, som varken producerar egna produkter eller kör sina egna transporter, är inte dessa utsläpp en avsevärd andel av de totala utsläppen i logistiksystemet. De

indirekta utsläppen i scope 2 avser utsläpp från inköpt energi och Richards (2021) lyfter att utsläpp från byggnader står för 19 % av de totala växthusgasutsläppen globalt. I lagerbyggnader allokeras majoriteten av energiförbrukningen till belysning, men även uppvärmning eller nedkylning av utrymmen är energikrävande processer. Fördelningen mellan energiförbrukningen i lager presenteras i Figur 4 nedan.



Figur 4: Fördelningen mellan energiförbrukning i lager (Richards, 2021).

Utöver lagrets egna utsläpp uppstår även betydande växthusgasutsläpp i andra delar av värdekedjan. Därför är det avgörande att vidta åtgärder för att stärka den miljömässiga hållbarheten även utanför lagrets fysiska gränser. Ett konkret exempel är att förbjuda inköp av transporter som drivs med diesel eller bensin (Richards, 2021). Dessa utsläpp klassificeras som en del av scope 3, där inköp av transporter utgör en central komponent (RISE, 2025). Transportsektorn är en av de största källorna till miljöpåverkan inom EU och står för cirka 25 % av unionens totala växthusgasutsläpp (European Commission, 2025). Av dessa utsläpp stod vägtransporter för omkring 73 % under 2022 (European Environment Agency, 2024). Utifrån detta är transporter en central aspekt att beakta för att minska logistiksystemets totala klimatpåverkan.

Det omfattande klimatavtrycket från transporter i EU är ett välkänt problem och flera nya politiska riktlinjer har införts för att motverka detta. Inom ramen för EU:s gröna giv har målet om klimatneutralitet till år 2050 fastställts, vilket innebär att transportsektorns växthusgasutsläpp måste minska med upp till 90 % (European Commission, 2025). Detta skapar starka incitament för aktörer i branschen att påbörja omställningen mot mer hållbara transportlösningar. I centraliserade logistiksystem är transportsträckorna ofta långa, men strukturen möjliggör också effektivare transporter genom samlastning och hög fyllnadsgrad (Björklund, 2023). Eftersom transporter generellt står för en stor andel av ett logistiksystems totala utsläpp, och eftersom Ahlsell tillämpar en centraliserad lagerstruktur, kommer nästa avsnitt att fokusera på hur transporterens miljöpåverkan kan beräknas.

3.3.2 Verktyg för beräkning av miljöpåverkan

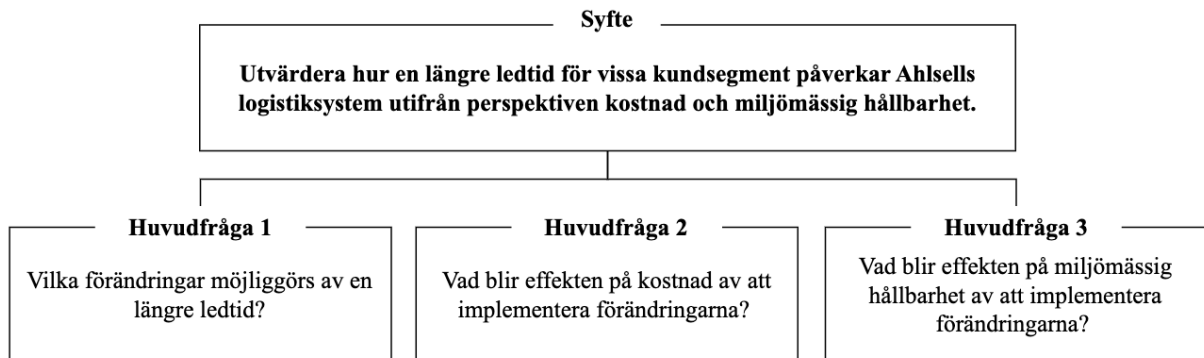
För att kunna rapportera transporterens miljöpåverkan används ofta beräkningsverktyg och idag finns det en mängd olika alternativ tillgängliga online (Björklund, 2023; Chocholac, Hyrslova, Kucera, Machalik & Hruska, 2019; Olivari m. fl., 2025). Resultatet från olika beräkningsverktyg kan dock skilja sig åt, och i litteraturen är meningarna delade om varför detta sker. Olivari m. fl. (2025) menar att skillnaderna i resultat

främst beror på variationer i den indata som används, snarare än att något verktyg skulle vara överlägset bättre än de andra. Andra författare menar däremot att valet av verktyg är avgörande för trovärdigheten på beräkningarna. Detta framgår av Björklund (2023) som menar att det bör tas hänsyn till bakomliggande intressen kopplat till beräkningarna, både hos aktören som skapat metoden och som genomfört beräkningarna, för att resultatet ska vara trovärdigt.

Ett beräkningsverktyg som har tagits fram med i samråd av flera olika aktörer med olika intressen är Network for Transport Measures (NTM). NTM är en ideell organisation som strävar efter att utveckla hållbarhetsarbetet i transportsektorn och har utvecklat ett beräkningsverktyg i syfte att möjliggöra för både transportleverantörer och transportköpare att beräkna miljöpåverkan från sina transporter (Network for Transport Measures, 2025). Verktöget möjliggör för användaren att anpassa beräkningarna efter faktorer som val av fordon, drivmedel, vägunderlag och fyllnadsgrad. Förutsättningarna appliceras därefter för den valda sträckan och ger ett resultat som visar på transportens avtryck i form av växthusgaser, föroreningar och energiförbrukning. Ett mått för miljöpåverkan som presenteras i NTM är koldioxidekvivalenter (CO₂e), vilket även används i annan litteratur (Olivari m. fl., 2025).

4 Uppgiftsprecisering

I kapitlet preciseras studien ytterligare genom att formulera underfrågor till de tidigare presenterade huvudfrågorna, vilka visas i Figur 5 nedan. Kapitlet syftar till att avgränsa och tydliggöra studiens riktning, vilket görs genom att analysera situationsbeskrivningen med hjälp av referensramen. I situationsbeskrivningen presenterades en övergripande bild av Ahlsells verksamhet. I referensramen presenterades litteratur för att ge en förståelse för hur en längre ledtid kan påverka kostnader och miljömässig hållbarhet i logistiksystem.



Figur 5: Studiens syfte och huvudfrågor.

I rapporten besvaras *huvudfråga 1* genom att ta fram ett nytt scenario utifrån förutsättningarna om tillgången till en längre ledtid. Scenariot består av en sekvens av förändringar längs flödet genom lagret. I kapitlet motiveras valet av förändringar med litteratur från referensramen, där den största potentialen till minskade kostnader och utsläpp finns i personal och transportresurserna. Även om effekterna på kostnader och utsläpp undersöks i *huvudfråga 2* och *3*, utformas förändringarna i *huvudfråga 1* med syftet att minska dessa.

4.1 Huvudfråga 1 - Vilka förändringar möjliggörs av en längre ledtid?

Den första underfrågan syftar till att undersöka hur resursplaneringen sett till personalbeläggning kan kostnadseffektiviseras. Från situationsbeskrivningen framkom att den korta ledtiden idag innebär att orderrader behöver plockas redan samma dag som ordern läggs av kunden, vilket leder till stora variationer i arbetsbelastningen i både plock och utlastning genom dygnet. Orderrader plockas främst under kvällstid och i början av arbetsveckan, vilket innebär arbete under obekväma arbetstider och medför ökade personalkostnader. Att korta ledtider leder till belastningstoppar, överkapacitet och höga kostnader bekräftas av författare i litteraturen (Oskarsson m. fl., 2013; Vanheusden m. fl., 2020). Eftersom både Frazelle (2016) och Richards (2021) menar att personalkostnader är en av de största kostnadsposterna i en lagerverksamhet är det relevant att undersöka hur en längre ledtid kan nyttjas till att förbättra planeringen av personalresurser för att minska beläggning under obekväm arbetstid och undvika överkapacitet. Enligt Vanheusden m. fl. (2020) ökar möjligheten att utjämna arbetsbelastningen i lagret med en ökad ledtid, där en jämnare arbetsbelastning skapar förutsättningar för att sänka kostnader som uppstår till följd av överkapacitet i personalresurserna. Tidsstyrning av plocket är ett effektivt verktyg för att fördela

personalresurserna (Rajani & Heggde, 2020). Genom att styra när plocket sker kan verksamheten jämna ut arbetsbelastningen över tid och därmed hantera variationer i efterfrågan utan att skapa varken överkapacitet eller flaskhalsar. Med grund i att en längre ledtid skapar förutsättningar för att förbättra resursplanering i lager fastställs den första underfrågan enligt nedan:

***Underfråga 1.1:** Hur kan den längre ledtiden nyttjas för att förbättra resursplanering i lagret?*

I den andra underfrågan undersöks hur den längre ledtiden kan skapa förutsättningar för att öka konsolidering vid transport för att leda till minskade kostnader och utsläpp. Det framgår att transporter från Ahlsell i dagsläget har varierande fyllnadsgrader. Enligt flera författare i litteraturen skapar längre ledtider förutsättningar för att i större utsträckning konsolidera gods, vilket i sin tur möjliggör ökade fyllnadsgrader, minskade transportkostnader och lägre utsläpp av växthusgasutsläpp (Björklund, 2023; Jazairy m. fl., 2021; Rogerson & Santén, 2017; Wu & Dunn, 1995). Enligt Rogerson och Santén (2017) beror detta på att kapaciteten kan balanseras över längre tid. Att nyttja den längre ledtiden för att genomföra förändringar i transportledet anses även relevant eftersom betydelsen av transportkostnader har ökat under de senaste decennierna (Oskarsson m. fl., 2009) samtidigt som utsläpp från inköpta transporter bidrar till utsläppen i scope 3 (Greenhouse Gas Protocol, 2025a; Nationalgrid, 2025). Av den anledningen kommer *underfråga 1.2* syfta till att fastställa hur stor potential det finns till att öka fyllnadsgraden genom konsolidering. Detta leder fram till den andra underfrågan:

***Underfråga 1.2:** Hur kan den längre ledtiden möjliggöra konsolidering för att öka fyllnadsgraden vid transport?*

4.2 Huvudfråga 2 - Vad blir effekten på kostnader av att implementera förändringarna?

Studiens andra huvudfråga syftar till att undersöka de kostnadsmässiga effekterna av en längre ledtid. För att precisera de kostnadsmässiga effekterna, bryts *huvudfråga 2* ner i två underfrågor som behandlar kostnadsbesparingar som resultat av resursplaneringen av personal samt transport. För att beräkna kostnadsmässiga effekter i förändringsarbeten rekommenderar Oskarsson m. fl. (2013) att en totalkostnadsanalys genomförs. För beräkningarna ska kunna utföras tidseffektivt är det nödvändigt att välja ut ett antal kostnadsposter som uppskattas ha störst påverkan på de kostnadsmässiga effekterna. Med hänsyn till att *underfråga 1.1* undersöker hur resursplanering i lager kan förbättras för att minska behovet av arbete på obekvämt arbetstid är det relevant att studera förändringar i personalkostnader. Valet att undersöka personalkostnader stöds av Frazelle (2016) och Richards (2021) som menar att personalkostnader är den största kostnadsposterna i en lagerverksamhet. Därmed utformas den första underfrågan enligt följande:

***Underfråga 2.1:** Vad blir den förändrade resursplaneringens effekt på personalkostnader?*

I *underfråga 1.2* undersöks hur en längre ledtid kan möjliggöra konsolidering för att öka fyllnadsgraden vid transport. I denna underfråga undersöks de kostnadsmässiga effekterna som förändringarna kan medföra. I dagsläget beställer Ahlsell transportkapacitet i flakmeter, där antalet flakmeter varierar beroende på lastbilens storlek. Om fyllnadsgraden är låg krävs fler och större fordon för att transportera samma

mängd gods, vilket leder till onödigt höga kostnader. Genom att bättre utnyttja de bokade flakmetrarna kan behovet av extra kapacitet minska, vilket i sin tur genererar systematiska kostnadsbesparingar. Idag bokar Ahlsell dessutom regelbundet extra lastbilar och taxibilar för att snabbt möta kundernas krav på ledtid och leveransprecision. En förlängd ledtid skulle istället skapa större möjligheter till konsolidering, vilket kan öka fyllnadsgraden (Jazairy m. fl., 2021; Rogerson & Santén, 2017). Flera författare menar att en högre fyllnadsgrad möjliggör kostnadsreduktioner (Björklund, 2023; Jazairy m. fl., 2021; Rogerson & Santén, 2017; Wu & Dunn, 1995). För att kunna erbjuda transporter till låga priser måste fyllnadsgraden vara hög, vilket kräver tillräckliga sändningsvolymmer (Oskarsson m. fl., 2009). För att uppnå detta menar Pewe (2002) att ledtider måste anpassas. Eftersom fyllnadsgraden påverkar behovet av antal inköpta transporter kommer denna underfråga att fokusera på effekten på transportkostnader. Därmed utformas den andra underfrågan enligt följande:

***Underfråga 2.2:** Vad blir den förändrade fyllnadsgradens effekt på transportkostnader?*

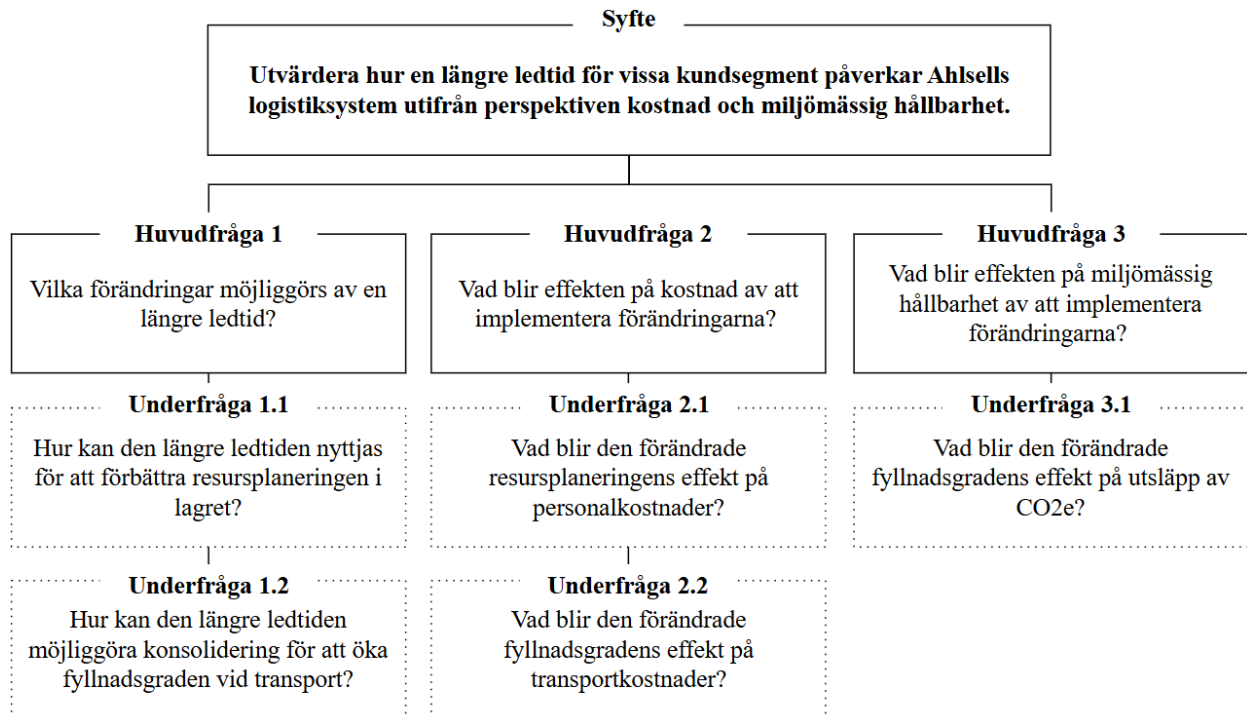
4.3 Huvudfråga 3 - Vad blir effekten på miljömässig hållbarhet av att implementera förändringarna?

Studiens tredje huvudfråga syftar till att undersöka de miljömässiga effekterna av en längre ledtid. Effekterna kommer endast att undersökas för förändringarna kopplat till transporter. Detta beslut grundar sig i att lagrets energiförbrukning, från exempelvis belysning och uppvärmning, är konstant och oberoende av en ledtidförändring. Å andra sidan visar litteraturen entydigt på att transporters utsläpp i stor utsträckning är beroende av den tillgängliga ledtiden. Dessutom tillhör utsläpp från inköpta transporter scope 3, vars utsläpp generellt sett står för majoriteten av de totala utsläppen från företag (Greenhouse Gas Protocol, 2025a; Nationalgrid, 2025). Att fokusera på logistiksystemets transporter vid implementering av miljöötgärder stöds även av European Commission (2025) som förklarar att transportsektorn står 25 % av de totala växthusgasutsläppen i EU. I Ahlsells hållbarhetsrapport framgår att deras utsläpp i scope 3 står för 90 % av företagets totala utsläpp, vilket gör att dessa måste minskas för att nå företagets mål om klimatneutralitet till år 2045. Ahlsell har även som mål att uppnå en mer resurseffektiv logistik genom att öka kapacitetsutnyttjandet vid transport, minska expressleveranser och optimera leveranser. Eftersom fyllnadsgrad beskrivs av McKinnon och Ge (2004) som ett mått för kapacitetsutnyttjande i transport och då en högre fyllnadsgrad kan minska det totala transportbehovet, anses en ökad fyllnadsgrad gå i linje med Ahlsells egna hållbarhetsmål. Ett vanligt mått som kan användas för att mäta växthusgasutsläpp är koldioxidekvivalenter (CO₂e), vilket är den enhet som används i beräkningsverktyget NTM calc (Network for Transport Measures, 2025). I beräkningsverktyget är dessutom fyllnadsgrad en variabel som används vid utsläppsberäkningar, vilket ytterligare bekräftar dess relevans för beräkning av miljöpåverkan. Underfrågan fastställs därför enligt följande:

***Underfråga 3.1:** Vad blir den förändrade fyllnadsgradens effekt på utsläpp av CO₂e?*

4.4 Sammanställning av underfrågorna

I Figur 6 nedan visas en sammanställning av underfrågorna som preciserades i avsnitten ovan. I nästa kapitel kommer metoden för att besvara dessa underfrågor att beskrivas.



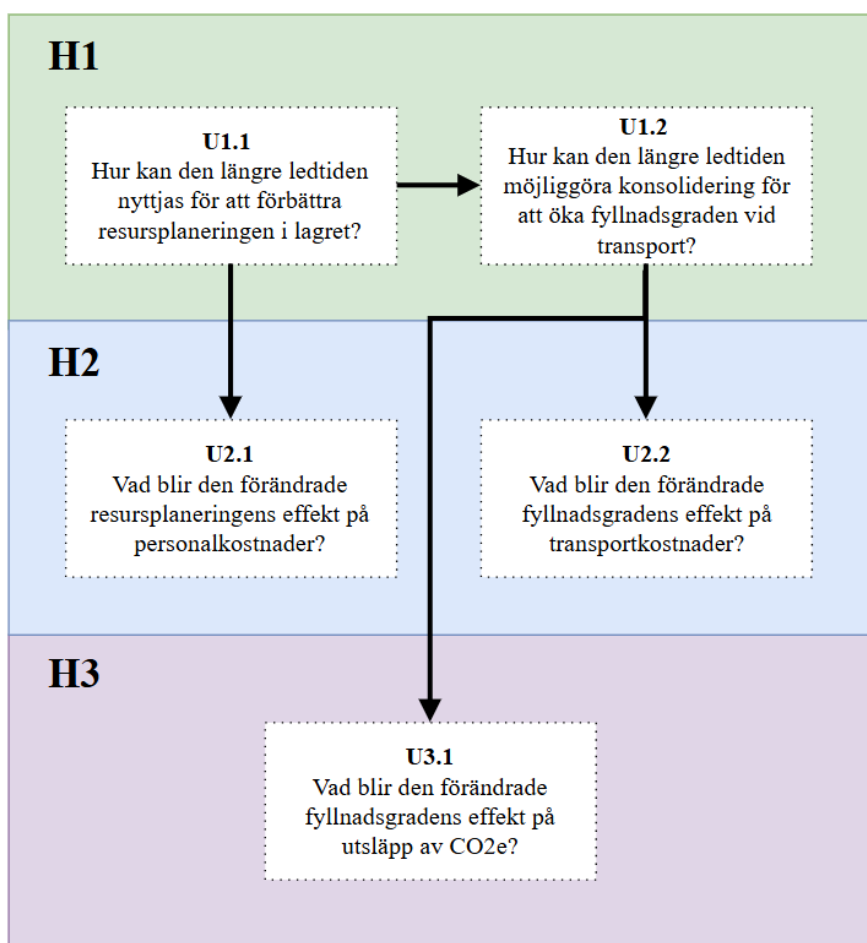
Figur 6: Sammanställning av studiens syfte, huvudfrågor och underfrågor.

5 Metod

I detta kapitel presenteras det tillvägagångssätt som används för att besvara studiens underfrågor, huvudfrågor och därmed studiens syfte. I kapitlet beskrivs initialt den övergripande undersökningsmetodiken och sambandet mellan de olika under- och huvudfrågor, följt av en beskrivning av metodiken för datainsamling. Därefter beskrivs metoden som användes för att besvara huvudfrågorna.

5.1 Undersökningsmetodik

I avsnittet beskrivs den övergripande undersökningsmetodiken som användes för att besvara studiens syfte. I stora drag syftar studien till att undersöka vilka förändringar som kan genomföras under förutsättningen av en längre ledtid. Dessa förändringar utgår ifrån direktiven som togs upp i rapportens inledning; att förändringar inte ska påverka dagens leveransprecision samt att en längre ledtid tilldelas de två kundsegmenten Fastighet & Industri. För att bedöma om det är relevant för Ahlsell att införa en förlängd ledtid, analyserar studien de potentiella effekterna av att implementera dessa förändringar. Detta mynnade ut i studiens tre huvudfrågor. I Figur 7 presenteras kopplingen mellan studiens huvudfrågor och underfrågor.



Figur 7: Kopplingen mellan huvud- och underfrågor. Pilarna illustrerar att resultatet från en underfråga används som indata i en annan underfråga.

Studien följer en sekventiell ordning. Detta innebär att resultat från den första huvudfrågan bestämmer förutsättningarna för den andra och tredje huvudfrågan, där de kostnads- och miljömässiga effekterna av förändringarna undersöktes. Studien är uppdelad i förändringar inom två områden, nämligen resursplanering i lager och konsolidering i transport. I figuren illustreras att det finns ett samband mellan både huvudfrågor och mellan underfrågorna i *huvudfråga 1*.

I *underfråga 1.1* undersöktes hur den längre ledtiden kan nyttjas för att förbättra resursplanering i lagret och resultatet ger indata till beräkningarna av effekten på personalkostnad i *underfråga 2.1*. *Underfråga 1.1* utgjorde även förutsättningar för undersöka hur den längre ledtiden kan nyttjas för att förbättra fyllnadsgraden genom konsolidering i *underfråga 1.2*. Att den första huvudfrågans underfrågor undersöks sekventiellt grundar sig i att förändringar tidigt i flödet har en påverkan på efterföljande aktiviteter. Förändringar som implementeras i plocket kommer därför att påverka när godset kommer till utlastning och transport. Den sekventiella metoden gjorde det möjligt att skapa ett gemensamt scenario av förändringar för de två områdena, där scenariots effekter motsvarar summan av förändringarnas effekter. Vidare utgjorde resultatet från *underfråga 1.2* indata för att beräkna effekten på transportkostnader i *underfråga 2.1* och miljöpåverkan i *underfråga 3.1*.

5.2 Datainsamling

För att besvara studiens syfte insamlades både kvalitativt- och kvantitativt empiriskt material. Insamling av kvalitativ data genomfördes i syfte att ge en förklaring till de aspekter av verksamheten som inte kan besvaras genom bearbetning av kvantitativ data, att förtydliga innebörden av den insamlade kvantitativa datan och utvärdera framtagna metod samt antaganden. Att använda kvalitativ data som komplement till den kvantitativa datan beskrivs av Dubey och Kothari (2022) som en vanlig metod för datainsamling. Nedan beskrivs den generella metoden för hur det empiriska materialet samlats in under studien.

5.2.1 Intervjuer

Den kvalitativa datainsamlingen genomfördes genom intervjuer med anställda på Ahlsell. Intervjuer genomfördes i syfte att öka förståelsen för vilken kvantitativ data som finns tillgänglig, hur insamlad data ska tolkas samt att fördjupa förståelsen för det operativa och strategiska arbetet i verksamheten. Respondenterna hjälpte även författarna med att utvärdera metoddelar och bekräfta rimligheten av vissa antaganden vid uträkningar. Intervjuerna motsvarar den form av intervju som Björklund och Paulsson (2003) och Dubey och Kothari (2022) beskriver som semi-strukturerad. Metoden innebär att diskussionsämne och frågor fastställs på förhand och besvaras successivt under intervjuens gång. Denna intervjumetod valdes eftersom det i denna del av studien finns ett behov av att besvara mer konkreta frågor, jämfört med tidigare i studien när studiens omfattning diskuterades mer generellt. Under intervjuerna var båda författarna närvarande, antingen på distans eller på plats under ett av de två plastbesöken som genomfördes under studiens gång. Vid intervjutillfällena ledde en person intervjun medan den andra antecknade. Transkriberingarna lästes sedan igenom och respondent kontaktades på mail vid behov av förtydligande.

En sammanställning av de respondenter som intervjuades i studien presenteras i Tabell 2 nedan. I stora drag undersökte studien förändringar och dess effekter på två områden i verksamheten; plock av orderrader och förberedelse av gods inför transport. För att besvara underfrågorna inom respektive område intervjuades därför ofta samma respondent både i syfte att identifiera förändringar och att utvärdera dess effekter.

Tabell 2: Sammanställning av studiens intervjuer. I tabellen listas de respondenter som intervjuades i studien.

Respondent	Diskussionsämne
<i>Affärsutvecklingschef</i>	Förstå kvantitativ data om orderrader och plockning.
<i>Strategisk transportchef</i>	Förstå kvantitativ data om orderrader och plockning.
<i>Produktionschef för tjänster</i>	Fastställa och verifiera antaganden för att beräkna personalkostnader. Detta inkluderar arbetstimmar kopplat till plock, plockeffektivitet och timlön.
<i>Produktionschef plock</i>	Fastställa och verifiera antaganden för kapacitet i automationslager och automationsplock.
<i>Teamchef ASL2</i>	Fastställa och verifiera antaganden för kapacitet i automationslager och automationsplock.
<i>Transportledare</i>	Förstå kvantitativ data om bokade transporter, transportkostnad, fyllnadsgrad och miljörapportering. Diskutera förändringars möjliga effekter på transportkostnader.
<i>Hallvärd</i>	Förstå det operativa arbete i utlastningen kopplat till stuvning, fyllnadsgrad och orsakskoder.

I *underfråga 1.1 och 2.1* undersöktes förändringar inom resursplanering i lagret och dess kostnadsmässiga effekter. I båda dessa underfrågor intervjuades Ahlsells affärsutvecklingschef och strategiska transportchef. Respondenterna valdes utifrån deras breda förståelse för verksamheten i stort och för att förstå vilken data som fanns tillgänglig kopplat till mätning av arbetsbelastningen i dagsläget. För att bedöma effekterna intervjuades även Ahlsells produktionschef för tjänster, där respondenten valdes utifrån sin mångåriga erfarenhet av verksamheten där han har arbetat på olika avdelningar. Han ansågs därför förstå hur förändringar påverkar personalbehovet och därmed ha en förståelse för kostnadsmässiga effekter. Respondenten har god förståelse för hur personalen i lagret är belagd och kunskap om övertidsersättning och OB-tillägg, vilket var relevant information för att förstå hur arbetsbelastningen bör utjämnas för att minska lönekostnader. Respondenten har även tillgång till rapporter om personalkostnader, där det framgick under vilka veckodagar som specifika kostnader uppstår och till vilken avdelning i lagret som dessa kan kopplas till.

Vidare undersökes förändringar för en högre fyllnadsgrad och dess effekter i *underfråga 1.2, 2.2 och 3.1*. I dessa underfrågor syftade intervjuerna till att få en förståelse för hur aktiviteterna i utlastningen fungerar i dagsläget därmed vilka möjligheter och hinder som finns för att lasta transporter med höga fyllnadsgrader. Av denna anledning genomfördes intervjuer med Ahlsells transportledare, som har daglig kontakt med logistikpartners, och hallvärdar, som har kunskap av det praktiska arbetet i utlastningen. Intervjuer med transportledaren genomfördes för att förstå de kvantitativa datafilerna kopplat till transporter. Syftet med intervjuerna var främst att förstå när fyllnadsgraderna är låga och hur de kan öka, vilket gjorde att intervjuerna centrerades kring att förstå den kvantitativa datan där de anställda rapporterat in fyllnadsgraden för transporters avgångar. Transportledaren intervjuades även för att diskutera förändringarnas potentiella effekter på kostnader och miljöpåverkan. För att få en inblick i det operativa arbetet i utlastningen intervjuades även hallvärdarna.

5.2.2 Litteraturstudie

I studien genomfördes en litteraturstudie för att precisera uppgiften samt för att analysera studiens resultat. Litteraturstudien återfinns i referensramen. Att precisera uppgiften med en litteraturstudie verifieras som en lämplig metod av Dubey och Kothari (2022), eftersom den möjliggör att skapa en meningsfull vidareutveckling av resultat från tidigare studier.

För att upprätthålla en hög trovärdighet i litteraturstudiens insamlade data användes i största utsträckning vetenskapliga artiklar med märkningen peer-reviewed, vilket innebär att texten har lästs och granskats av ämnesexperter innan publicering. För att säkerställa att datan som inhämtades var tillförlitlig applicerades filtret peer-reviewed i UniSearch, medan samtliga journalartiklar som finns på databaserna ScienceDirect och Scopus är granskade innan publicering. I databaserna användes sökord relaterade till bland annat ledtider, lager, logistiksystem. Sökorden återfinns i Bilaga A. För att identifiera relevanta artiklar granskades först titeln. Om titeln indikerade att artikeln behandlade det önskade teoriområdet, lästes även sammanfattningen. Om sammanfattningen innehöll relevant teori för studien, analyserades artikeln mer ingående. Källor som bedömdes tillräckligt relevanta användes som referenser, och deras referenslistor granskades för att hitta ytterligare studier inom området. Att referenslistor användes för litteratursökning grundar sig i att vissa områden i studien har en relativt snäv inriktning med begränsat antal publicerade studier. Metoden att hitta ny litteratur genom att granska referenser i andra rapporter inom samma område kallas för *backward snowballing* (Jalali & Wohlin, 2012). Denna metod användes i syfte att djupdyka i tidigare forskning om hur ledtider påverkar kostnader och utsläpp i lagerverksamhet och transporter för att förstå hur tidigare forskningsresultat kan användas i denna studie. Eftersom en överanvändning av denna litteratursökningsmetod kan leda till vinklade resultat (Jalali & Wohlin, 2012), har författarna använt metoden sparsamt. Övrig litteratur som ligger till grund för referensramen är böcker och webbplatser tillhörande myndigheter eller ideella organisationer så som European Commission, European Environment Agency, och NTM. I studien refereras endast webbplatser som anses vara opartiska eller är ämnesexperter på området.

Data som inhämtas genom litteraturstudier är så kallad sekundärdata, vilket innebär att informationen ursprungligen har tagits fram i andra ändamål än för den nuvarande studien (Björklund & Paulsson, 2003; Dubey & Kothari, 2022; Fangren & Sellerberg, 2011). Det finns därmed en risk att sekundärdata är vinklad eller olämplig att applicera i andra sammanhang (Björklund & Paulsson, 2003; Dubey & Kothari, 2022; Patel & Davidson, 2011). För att minska risken för vinklad information eftersträvades det att använda triangulering i litteraturstudien, vilket Björklund och Paulsson (2003) beskriver som en metod där informationen som presenteras stöds av flera fristående källor.

5.2.3 Kvantitativ data

I studien genomfördes den kvantitativa datainsamlingen genom att efterfråga relevanta filer från Ahlsells verksamhet. De inhämtade filerna är dels utdrag från WMS, dels interna dokumentation från Ahlsell. I Tabell 3 nedan presenteras de filer som använts som kvantitativ data i studien.

Tabell 3: Sammanställning av insamlad kvantitativ data.

Datafil	Innehåll	Period
<i>Orderdata</i>	Orderrader för alla kundorder som levererats från LCT. Varje orderrad innehåller registreringstid, artikelnummer, antal, kundnummer och plocktyp	Oktober 2024
<i>Kunddata</i>	Lista på Ahlsells kunder, deras kundnummer och vilket kundsegment de tillhör	Uppd. 2025
<i>Lastjournal</i>	Veckoschema innehållande tider för avgångar till respektive terminal	Uppd. 2025
<i>Fyllnadsgrad</i>	Registrerad fyllnadsgrad i lastbilar som lämnar LCT	Februari 2025
<i>Plocktimmar</i>	Plocktimmar i respektive plockozon timme för timme	Oktober 2024
<i>Bokningar</i>	Bokningar av jour- och extrabilar för respektive rutt med kostnad	2024
<i>Fraktkostnad</i>	Priser för transporter från LCT till terminaler. Inkluderar grundkostnad och drivmedelstillägg, där båda är beroende av antal flakmeter	Uppd. 2025
<i>Miljöredovisning</i>	Redovisning av distributörers drivmedelsanvändning och utsläpp	2024

Under studiens genomförande insamlades kvantitativ data från ett flertal verksamhetsområden hos Ahlsell. För att undersöka hur en förlängd ledtid för vissa kundsegment kan påverka orderhanteringen i det studerade systemet inhämtades data över hanterade orderrader för en representativ månad, där oktober 2024 valdes i samråd med affärsutvecklingschef och transportchef. Enligt dem, ska det i oktober inte finnas någon märkvärdig säsongsbetingad variation som det kan finnas på vintern eller under sommaren. Att basera delar av studien på en enda månad begränsar möjligheten till att generalisera resultaten till andra månader. Efterfrågan på vissa artiklar ökar under vissa månader, vilket medför en varierande belastning på olika plockzoner och lasttytor under året. Perioden från vilken data för fyllnadsgrad inhämtades är inte samma som den för orderraderna. Detta beror på att fyllnadsgraderna inte började registreras av hallvärdarna förrän januari 2025.

5.3 Val av studerad ledtidsförlängning

Samtliga förändringar baserades på en ledtid på två dagar. Två dagar valdes med anledning av att detta anses kunna förbättra resursplaneringen över dagens timmar, utan att kräva betydande fysiska ändringar i lagrets struktur. Ett argument kan göras för att en ledtidsförlängning på fem dagar skulle ha lett till en förbättrad resursplanering över veckan, men denna lösning anses vara mer komplex och svår att implementera för Ahlsell i praktiken. Detta kan kopplas till Ahlsells kundlöfte om hög leveransprecision och att kunden måste vid orderläggning veta exakt vilken dag som ordern ska levereras. En ledtid på mer än 2 dagar skulle inte kunna leda till mer flexibilitet i orderhanteringen om inte lagringsytor för färdigt packat gods ordnas. Komplexiteten vid en sådan implementering ligger i att systemet hade behövt skilja på ledtider och sändningstider för det godset.

Från inläst litteratur och diskussioner med medarbetare på Ahlsell är det författarnas uppfattning att marginalnyttan av en förlängd ledtid avtar med dess längd. Detta eftersom de mest effektfulla förändringarna tros kunna implementeras med en förlängning till två dagar. Två dagar förblir även en

relativt kort ledtid som skulle troligtvis vara enklare för F&I-kunder att acceptera.

5.4 Huvudfråga 1: Implementering av förändringar vid en längre ledtid

Underfråga 1.1 besvaras genom en kvantitativ fallstudie som baseras på historisk data från 2024 för LCT, med stöd av intervjuer för att komplettera datainsamlingen. Den övergripande metodiken utgick ifrån att undersöka hur belastningen såg ut under oktober 2024, för att sedan undersöka hur belastningen hade sett ut under samma tidsperiod med en effektivare resursplanering som möjliggörs av en ledtid på två dagar för de utvalda kundsegmenten. Med belastning menas arbete per tidsenhet för aktiviteter som genomförs av personal. Belastning i plocket kan enkelt mätas som antal plock per timme. Eftersom förändringar tidigt i flödet påverkar efterföljande aktiviteter utgick *underfråga 1.2* från resultatet i *underfråga 1.1*.

5.4.1 Tidsstyrning av orderhantering för bättre resursplanering

För att besvara den första underfrågan genomfördes en kvantitativ undersökning utifrån historisk orderdata hos Ahlsell. För att möjliggöra en sammanställning av stora mängder kvantitativ data sammanställdes den i SQLite och Power BI. Där gjordes bland annat kopplingen mellan datafilerna *Orderdata* och *Kunddata* på kundnummer vilket gjorde det möjligt att allokera varje orderrad till ett kundsegment.

Tidigare studier har visat att en utjämnad arbetsbelastning och minskade belastningstoppar är effektiva metoder för att minska personalkostnader. Tillvägagångssättet i denna studie inspirerades därför av att utjämna arbetsbelastning i orderhanteringsprocessen för att uppnå kostnadsbesparingar.

Övergripande metoden för den första underfrågan utgjordes av följande steg:

1. Framtagning av belastning för nuläget
2. Undersökning av potential för tidsstyrning
3. Differentiering av orderrader
4. Omfördelning av orderrader vid en ledtid på två dagar
5. Kontroll av kapacitet i plockzoner

Steg 1: Framtagning av belastning för nuläget

I det första stegets togs variationerna i belastning fram för en genomsnittlig vecka med orderdata för oktober 2024. I syfte att underlätta analysen, och samtidigt ta fram en så representativ belastningskurva som möjligt, beräknades den genomsnittliga arbetsbelastningen för en vecka i oktober. Detta gjordes genom att beräkna medelvärdet av orderrader som hanteras per timme för veckans alla dagar. Belastningskurvan illustrerades i ett stapeldiagram, där varje stapel motsvarar antalet orderrader som i genomsnitt plockades under en specifik timme. Intervjuer hölls med Ahlsells affärsutvecklingschef,

strategiska transportchef och f.d. produktionschef i plocket för att validera belastningskurvan och att den överensstämmer med deras subjektiva uppfattning av när de upplever hög belastning.

Steg 2: Undersökning av potential för tidsstyrning

I nästa steg undersöktes vilken potential som finns för att styra orderhanteringen av orderrader tillhörandes de utvalda kundsegmenten. Ordermassan som kan flyttas motsvarar inte nödvändigtvis den exakta andelen orderrader tillhörandes de utvalda kundsegmenten. Om många ordrar från dessa kundsegment exempelvis är förbeställda flera veckor i förväg kan dessa inte kvalificera som "flyttbara" i denna metod. På samma sätt kan orderrader tillhörandes F&I som redan plockas på förmiddagen inte flyttas till förmiddagen. Dessa undersökningar genomfördes genom avancerad filtrering av data.

Till att börja med beräknades hur stor andel av det totala antalet inkommande orderrader som tillhör respektive kundsegment, för att kunna beräkna andelen som kan tilldelas en längre ledtid. Det undersöktes även under vilka tidpunkter som kundsegmentens order initieras i affärssystemet, i syfte att utreda om ordrar är planerade långt i förväg eller inkommer i början av dagen, jämnt över dagen eller i slutet av dagen. Om kundsegmentets order redan i nuläget är planerade eller inkommer tidigt på dagen, är potentialen att förändra belastningen mindre än om order inkommer jämnt under dagen eller i slutet på dagen. Att potentialen till förbättring är beroende av tidpunkten för orderläggning kan förklaras vara beroende av hur bra eller dåliga förutsättningarna för resursplaneringen är i dagsläget.

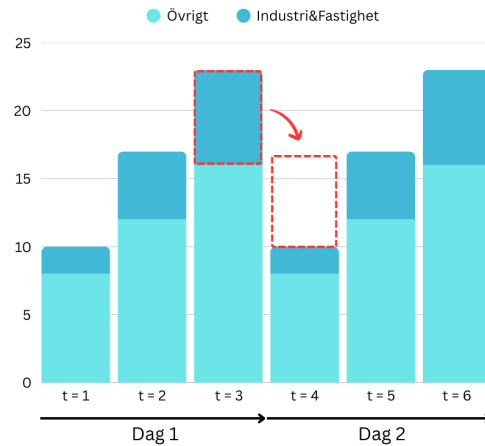
Steg 3: Differentiering av orderrader

Från resultat i steg 2 kunde orderraderna för varje timme differentieras mellan timmar som kvalificeras, eller inte kvalificeras, för tidsstyrning. Om kundsegmentets orderrader inkommer jämnt under dagen antogs att andelen av orderrader som hanteras varje timme utgjordes av samma procentandel som kundsegmentens andel av inkommande order. När kvalificerade andelen orderrader fastställts togs en ny belastningskurva för nuläget fram. I denna skildes orderrader som tillhör F&I, och som därmed har en längre ledtid, och övriga orderrader som har samma ledtid som i nuläget. I "övriga" återfinns orderrader från andra kundsegment samt butiks- och e-handelsordrar.

Steg 4: Omfördelning av orderrader vid en ledtid på två dagar

I det fjärde steget undersöktes till vilka timmar orderraderna ska flyttas till och på vilka basis denna omfördelningen ska ske. Omfördelning styrdes utifrån tre principer. Den första innebar att orderrader flyttas från timmar som medför OB-kostnader till timmar som inte är föremål för OB. Den andra principen innebar att flyttade orderrader ska fördelas under ett tidsintervall som motsvarar ett skift, eftersom personal schemaläggs över hela skift. Detta kan begränsa antalet timmar utan OB-tillägg som orderraderna kan flyttas till om ett skift är föremål för timmar både utan och med OB. Den tredje principen innebar att orderraderna ska fördelas i syfte att skapa en jämn arbetsbelastning inom det tidsintervall som orderraderna flyttas till. Tidsstyrningen kan nu genomföras genom att hierarkiskt följa principerna. Hierarkin innebar exempelvis att helger, då OB förekommer, inte bör belastas mer även om det kan leda till en jämnare belastning. Omfördelningen utgick ifrån att de inkommande orderraderna för dag t kommer att börja hanteras under dag $t+1$, vilket möjliggörs med en dag extra ledtid. Detta innebär att orderrader tillhörande F&I som inkommit på måndagen hanteras på tisdagen. I Figur 8 nedan visualiseras hur en omfördelning av

orderrader konceptuellt ser ut.



Figur 8: Visualisering av omfördelning och utjämning av orderrader. Varje stapel motsvarar antal orderrader som tillhör olika kundsegment. I exemplet utjämnas belastningen genom att flytta orderrader från t=3 till t=4.

För att praktiskt genomföra den ovan beskrivna tidsstyrningen ska först alla orderrader från nuläget belastningskurva tillhörandes F&I att tas bort och summeras under respektive veckodag. Fördelningen av de summerade orderraderna utfördes därefter med en icke-linjär optimeringsmodell. För detta användes verktyget *Solver* i Excel. Med en målfunktion som strävar efter att minimera belastningstoppar och bivillkor som begränsar tiderna som orderraderna kan flyttas till optimerades fördelningen. Modellen nedan kan optimera fördelningen för hela veckan men kan även användas för att endast optimera på kort sikt. Det beror på att den ska kunna tillämpas i verkligheten där riktiga inkomna orderrader från F&I fördelas över prognostiserade volymer från övriga segment för nästkommande dag. Optimeringsmodellen är som följer:

Mängder:

- $T = \{1, 2, \dots, 24\}$ (timmar på dygnet)
- $D = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ (arbetsdagar)

Variabler:

- x_{td} : Antal orderrader flyttade till timme $t \in T$ på arbetsdag $d \in D$ från $d - 1$

Parametrar:

- $N_{td}^{(1)}$: Antal orderrader som inte tillhör segmenten Fastighet & Industri per timme och dag innan omfördelning
- $N_{t,d}^{(2)}$: Antal orderrader tillhörandes segmenten Fastighet & Industri innan omfördelning

Mål:

$$\min z = \sum_{d \in D} \sum_{t \in T} (N_{td}^{(1)} + x_{td})^2$$

Bivillkor:

$$(i) \quad x_{td} = 0 \quad \forall t \in \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24\}, \forall d \in D$$

$$(ii) \quad \sum_{t \in T} N_{t,d-1}^{(2)} = \sum_{t \in T} x_{td} \quad \forall d \in D, \text{ där}$$

$$d' = \begin{cases} 5, & \text{om } d = 1 \\ d - 1, & \text{om } d > 1 \end{cases}$$

$$(iii)$$

$$x_{td} \geq 0 \quad \forall t \in T, d \in D$$

Målfunktionens syfte är att jämt fördela orderrader över de timmar som tillåts av bivillkoren. Uttrycket i dubbelsumman är kvadrerad för jämnt jämna ut orderraderna som flyttas från föregående dag. Bivillkor (i) säkerställer att inga orderrader flyttas till icke-önskbara timmar. Dessa är timmar tillhör skift där det förekommer OB-tillägg, dvs kl 16 :00 - 24:00 och kl 00:00-07:00. Bivillkoret tillåter inte heller att timmar flyttas till kl 12:00 - 13:00 för att lämna tid för lunch. Bivillkor (ii) gör det endast möjligt att flytta F&I-orderrader till nästkommande dag, eller från fredag till måndag. Orderrader som skall flyttas från fredag ($t = 5$) allokeras till måndag ($t = 1$). (iii) är variabelvillkor som endast tillåter värden på x_{td} som är större eller lika med 0 för alla timmar under veckans alla arbetsdagar.

Steg 5: Kontroll av möjliga flaskhalsar

Avslutningsvis kontrollerades att plockzonerna har en tillräcklig kapacitet för att klara av omfördelningen av belastningen. Artiklar som F&I-kunder vanligtvis beställer kan vara överrepresenterade i vissa plockzoner. Detta riskerar att överbelasta plockzonerna där dessa artiklar befinner sig.

Fördelningen av orderrader över de olika plockzonerna innan och efter tidsstyrning jämfördes. I plockzoner som såg en ökad belastning beräknades plockzonens maximala kapacitet i form av plockfrekvens (orderrad/h). Det maximala antalet orderrader som kan hanteras per timme jämfördes med antalet orderrader som planeras att plockas i en given plockzon efter att tidsstyrning. Om antalet orderrader som planeras plockas är lägre än maxkapaciteten i plockzonen bekräftar detta att ingen flaskhals kommer att uppstå. Om antalet orderrader däremot överstiger den maximala kapaciteten krävs åtgärder för att utöka kapaciteten.

5.4.2 Konsolidering för högre fyllnadsgrad

I denna underfråga utgörs förutsättningarna av resultatet som togs fram i *underfråga 1.1*. Det innebär att scenariot som tagits fram hittills vidareutvecklades för att undersöka om tidsstyrningen av orderhanteringen kan möjliggöra ytterligare förändringar längre fram i flödet, dvs vid utlastning och transport. Utifrån det förväntade resultatet från *underfråga 1.1*, om att fler orderrader plockas på förmiddagen, kommer godset att komma till lastytorna tidigare under dagen. Detta möjliggör att skapa en konsolideringsbuffert med det tidigt inkomna godset som kan förbättra lastningen. Utifrån litteraturen framgick att tillgången på mer gods möjliggör högre fyllnadsgrader vid transport. För att undersöka konsolideringens effekt på fyllnadsgraden utgjordes metoden av följande steg:

1. Undersökning av orsaker till låg fyllnadsgrad
2. Uppskattning av fyllnadsgrad i dagsläget
3. Effekt av konsolidering på fyllnadsgrad
4. Kontroll av kapacitet på lastytan

I underfrågan undersöktes effekten av konsolidering på fyllnadsgrad för en utvald rutt, där den rutt som transporterar flest Fastighet & Industri-orderrader valdes ut. Anledningen till att den största rutten valdes var för att ta höjd för att mängden gods ska kunna få plats på lastytan, eftersom detta är en förutsättning för att konsolideringen ska kunna genomföras. En viktig aspekt att lyfta är dock att den största rutten för Fastighet & Industris orderrader troligen har fler avgångar per dag och därmed högre kostnader och utsläpp jämfört med andra rutter. Detta gör att det finns större potential att göra besparingar på denna rutt jämfört med andra rutter som har färre avgångar per dag. Författarna var medvetna om att dessa förutsättningar gör att den valda rutten ger en optimistisk skattning för de kostnads- och miljöbesparingar som är möjliga totalt sett. Anledningen till att övriga rutter inte har undersökts i denna studie är att studiens tidsram och utrymme förhindrade en inkludering av samtliga rutter. För att skapa en förståelse för de förväntade effekterna av konsolidering på övriga rutter presenteras istället ett principiellt resonemang om potentialen till besparingar på övriga rutter. Metoden är uppbyggt på ett sätt som gör det möjligt att upprepa steg 2-4 för varje enskild rutt.

Steg 1: Undersökning av orsaker till låg fyllnadsgrad

I det första steget undersöktes vilka orsaker som ligger bakom transporter till terminaler med låg fyllnadsgrad. Denna undersökning utgick ifrån innehållet i ett Google Kalkylark, där hallvärdar registrerar transporters fyllnadsgrader som en av nio orsakskoderna. Orsakskoderna ger en beskrivning av anledningen till att fyllnadsgraden är låg eller hög. I detta steg inkluderas orsakskoderna för samtliga rutter i syfte att hitta de vanligaste orsakerna till låga fyllnadsgrader i hela verksamheten, utan att begränsa sig till den valda rutten. För att fastställa betydelsen av de olika orsakskoderna genomfördes intervjuer med två hallvärdar. Hallvärdarna var relevanta att intervjua på grund av erfarenhet inom det operativa arbetet i utlastningen. Utifrån den fastställda betydelsen av orsakskoderna analyserades vilka av orsakerna som anses kunna motverkas med hjälp av en konsolideringsbuffert. Intervju med transportledare fastställde datans trovärdighet och bidrog med insikter kring hur fyllnadsgraden kan öka med konsolidering.

Med hjälp av data från det ovan nämnda kalkylarket kunde de mest förekommande orsakskoderna identifieras. Andelarna beräknades som procentandelen av antalet gånger som en orsakskod registreras och det totala antalet registrerade orsakskoder. Den data som användes utgår från data för avgångar för utvalda rutter registrerade från 14 januari 2025 till 16 april 2025 (enda tillgängliga period). Då olika orsakskoder kan registreras vid lastning av innegods och utegods genomfördes kalkylen för båda.

Steg 2: Uppskattning av fyllnadsgrad i dagsläget

I det Google Kalkylark som orsakskoderna inhämtades ifrån registreras även fyllnadsgrad mätt i flakmeter och lastens höjd. Som nämnt av flera författare i referensramen, är area- eller volymbaserad fyllnadsgrad lämpliga mått för att mäta kapacitetsutnyttjandet i transporter. Anledningen till att höjd inte används som indata för undersökningen är på grund av att Ahlsells transportledare och hallvärdar menar att denna brister i sin trovärdighet till följd av upprepad felregistrering. Höjd är ett svårt mått att registrera då höjden på de stuvade pallarna kan skilja sig längst lastbilens lastutrymme. I detta metodsteg användes flakmeter som mått på fyllnadsgrad. Flakmeter kan vara missvisande då lastbilens lastutrymme helt kan täckas med pallar utan någon stuvning på höjden och registreras som en fyllnadsgrad på 100%. Av den anledningen kan flakmeter anses vara en pessimistisk skattning av fyllnadsgraden. I detta steg uppskattas endast fyllnadsgraden för den valda ruten.

Från lastjournalen kan det utläsas vilket antal flakmeter som är bokade för respektive bil, rutt och dag. Ett genomsnitt på antal utnyttjade flakmeter per bil och veckodag för den utvalda ruten uträknades för den tidigare för en given period. Varje genomsnitt delades med det antal flakmeter som bokats för att erhålla ett genomsnitt på outnyttjade flakmeter på alla bilar på respektive veckodag. Ur dessa värden kan utläsas om vissa bilar har återkommande problem med låg fyllnadsgrad och om det finns ett samband mellan den ordningen som bilarna avgår i och deras fyllnadsgrad. Alla bilars samlade outnyttjade kapacitet summeras per veckodag för att få fram den dagliga överkapaciteten angett i flakmeter. Detta genomfördes för både inne- och utegods.

Steg 3: Effekt av konsolidering på fyllnadsgrad

För att förbättra fyllnadsgraden och samtidigt sänka både kostnader och utsläpp, är det viktigt att undvika överdimensionering av transportkapaciteten genom att öka fyllnadsgraden. Tillgången till en konsolideringsbuffert kan anses öka fyllnadsgraden på rutter som drabbas av dessa orsaker:

1. **Inget/Lite gods** - Buffert säkerställer att gods alltid finns att tillgå för utlastning
2. **Mycket toppallar** - Användning av av botten- och toppallar i utlastning kan balanseras och jämnare spridas ut på dagens alla avgångar.

Intervjuer genomfördes med transportledaren och hallvärdar för att undersöka hur en konsolideringsbuffert förväntas påverka möjligheten till stuvning och ökad fyllnadsgrad.

För det första kan konsolideringsbufferten nyttjas till att minska den outnyttjade kapaciteten i de förbokade transporterna. Den outnyttjade kapaciteten som identifierades i det föregående steget kan betraktas som överflödigt och därmed möjlig att boka ner. Huruvida en nedbokning är möjlig bör analyseras dag för dag,

eftersom den outnyttjade kapaciteten varierar. Den längre ledtiden, som gör att gods når lastytan tidigare på dagen, skulle kunna resultera i att bilarna kan fyllas upp tidigare på dagen och att endast den sista bilen får slut på gods. Störst effekt förväntas av att avboka hela transporter, men det är även möjligt att minska fordonstorleken för att göra besparingar. De förväntade effekterna av konsolidering på de förbokade transporterna bör därmed kunna kvantifieras för varje enskild rutt. Efter anpassning av kapaciteten kan det förväntas att samtliga avgångar, utom den sista, når en fyllnadsgrad nära 100% sett till utnyttjade flakmeter. Den sista avgången kommer sannolikt att ha en lägre fyllnadsgrad som motsvarar skillnaden mellan överskottet i kapacitet och det applicerade nedbokningssteget. Beställningsmönster och efterfrågan varierar dock över tid, vilket gör det svårt att förutse och planera exakt rätt kapacitet. Marginaler är därför nödvändiga, men bör hållas så små som den efterfrågeosäkerhet som råder tillåter.

För det andra kan en förbättrad konsolidering leda till att behovet på extrabilar minskar, eftersom de bokade transporterna fylls upp tidigare under dagen. Vid en eventuell nedbokning av antalet förbokade flakmeter blir det dock en liten marginal i kapaciteten, vilket riskerar att öka behovet av extrabilar. Det är därför nödvändigt att analysera samspelet mellan nedbokning av antal flakmeter och strävan efter att undvika extrabilar. I dagsläget bokas extrabilar i de fall då den planerade kapaciteten överskrids. För dessa bokningar är priset detsamma som grundbokningen om transporten bokas före kl 12:00, men blir avsevärt dyrare efter detta klockslag. Med anledning av att det saknas registrerad fyllnadsgrad för extrabilarna har det inte gått att beräkna en genomsnittlig fyllnadsgrad för dessa. För att ändå inkludera extrabilarna i studien fördes ett principiellt resonemang kring hur en förändrad grundbokning kan påverka behovet av extrabilar.

Steg 4: Kontroll av kapacitet på lastytan

Med fler orderrader plockade på förmiddagen kommer kollin och pallar fylla utlastningsytorna tidigare än i nuläget. Allt gods som ankommer från plocket till lastytan innan första lastbilen ankommer måste få plats. I detta steg undersöks den effekt som tidsstyrningen av orderrader har på behovet av utrymme på lastytorna, vilket vi för enkelhetens skull även kommer att betrakta som konsolideringsyta. Lastytor till rutter med stor andel F&I ordrar kommer se störst ökat behov av utrymme.

Från intervjuer med affärsutvecklingschefen har det fastställts att en orderrad når utlastningen inom 30 min efter att den plockats. Av den anledningen kommer flödet av gods till lastytan antas motsvara plocket av orderrader men med en framförskjutning på 30 min. Eftersom rutterna har olika avgångstider anpassas belastningskurvan efter den valda rutten, så att alla orderrader plockas 30 minuter innan sista bilens avgångstid. Godsvolymer i utlastningen för den valda rutten i nuläget beräknades sedan genom att multiplicera antalet plockade F&I orderrader med kundsegmentets procentuella andel av orderrader som skickas på den valda rutten. Beräkningen görs för alla timmar. Samma beräkning görs för övriga kundsegments orderrader. Efter omfördelningen är övriga kundsegmentets orderrader fördelade på samma timmar som ovan. F&I orderraderna omfördelas på samma sätt som vid omfördelningen i plocket och multipliceras med kundsegmentets procentandel som skickas på den valda rutten. Med utgångspunkt i den nya belastningskurvan för utlastningen undersöktes hur mycket mer gods som kan förväntas vid lastytan för den valda rutten. Resultatet presenterades sedan till transportledaren för att diskutera vilka av lösningar som finns för att hantera det extra godset och om det är nödvändigt att utöka storleken på lastningsytorna.

5.5 Huvudfråga 2: Förändringarnas effekt på kostnader

I studiens andra huvudfråga beräknades de kostnadsmässiga effekterna av att implementera förändringarna i den första huvudfrågan. I följande avsnitt beskrivs tillvägagångssättet för beräkning av de kostnadsmässiga effekterna av förändring i resursplanering i lagret och förändring i fyllnadsgrad. För att tydliggöra betydelsen av den insamlade datan genomfördes semi-strukturerade intervjuer med anställda på Ahlsell, där respondenterna valdes utifrån deras kompetensområde.

5.5.1 Effekt på personalkostnader

I denna underfråga beräknades de kostnadsmässiga effekterna av de förändringar som genomfördes i *underfråga 1.1*. De övergripande stegen i denna metoddel kan sammanfattas enligt följande:

1. Identifiera relevanta arbetstimmar
2. Allokering av P2-timmar i nuläget
3. Omfördelning av P2-timmar
4. Beräkning av personalkostnader i nuläget och efter omfördelning

För att analysera hur resursplaneringen påverkar personalkostnaderna hämtades data över arbetade timmar på avdelningsnivå för hela oktober 2024. Internt delas arbetstimmar upp i tre kategorier; P1, P2 och P3. I dessa kategorier motsvarar P3 de totala antalet arbetstimmar inom verksamheter, P2 är både produktion (plock) och administration och P1 är endast plockarnas arbetstimmar.

Steg 1: Identifiera relevanta arbetstimmar

Det första steget var att identifiera vilka timmar som är direkt kopplade till plock av orderrader. Detta gjordes i syfte att kunna beräkna hur många arbetstimmar som krävs för att hantera orderrader i dagsläget, för att sedan kunna beräkna kostnaden för dessa arbetstimmar i nuläget och efter omfördelning av orderrader vid en längre ledtid. För att fastställa antalet timmar som krävs går åt till orderhantering intervjuades Ahlsells produktionschef för tjänster.

Steg 2: Allokering av P2-timmar i nuläget

I detta steg undersöktes hur P2-timmarna används i nuläget. I dagsläget är P2-timmarna summerade för respektive arbetsdag, men det saknas information om hur många P2-timmar som används på respektive timme på arbetsdagen. P2-timmarna behöver därför allokeras till arbetsdagens timmar för att det ska kunna undersökas de kostnadsmässiga effekterna av en omfördelning av P2-timmar. Allokeringen utgick ifrån den tidigare framtagna belastningskurvan för nuläget. Utifrån belastningskurvan beräknades hur stor procentandel av dagens orderrader som plockats under respektive timme, se Ekvation 1. För att beräkna antalet P2-timmar för respektive timme multiplicerades denna andel med de totala P2-timmarna för

respektive dag. P2-timmarna summeras sedan för olika tidsintervall utifrån respektive intervalls timkostnad, där timkostnaden varierar beroende på OB-tillägg.

$$Andel_{P2} = \frac{Orderrader_t}{\sum_{t \in T} Orderrader_t} \quad (1)$$

Steg 3: Omfördelning av P2-timmar

För att möjliggöra en omfördelning av P2-timmarna differentierades P2-timmarna mellan övriga kundsegment och F&I, i likhet med hur orderraderna differentierades i *underfråga 1.1*. För varje timme beräknades F&I stå för samma andel av P2-tiden som vid differentiering av orderrader. Därefter användes optimeringsmodellen från *underfråga 1.1*, men i detta steg tillämpades denna på P2-timmar istället för orderrader. Modellen syftar till att omfördela P2-timmarna tillhörande F&I så att så få P2-timmar som möjligt hamnar på tider med OB-tillägg. Resultatet är en ny, omfördelad belastningskurva.

Steg 4: Beräkning av personalkostnader i nuläget och efter omfördelning

Produktionschefen för tjänster intervjuades även för att ta reda på den genomsnittliga timlönen och undersöka vilka övriga kostnader som ger upphov till Ahlsells faktiska personalkostnader. För att ta reda på hur omfördelningen påverkar personalkostnader beräknades personalkostnaderna för nuläget och efter omfördelningen. För båda fallen beräknades personalkostnaden genom att multiplicera summan av P2-timmarna för de olika intervallen med respektive intervalls timkostnad. Differensen mellan nuläget och efter omfördelningen visar den kostnadsmissiga förändringen i personalkostnader.

5.5.2 Effekt på transportkostnader

I denna underfråga beräknades de kostnadsmissiga effekterna av de förändringar som togs fram i *underfråga 1.2*. I *underfråga 1.2* undersöktes möjligheterna med en konsolideringsbuffert sett till nedbokning av antal förbokade flakmeter och minskning av antal extrabilar. Eftersom de två sätten att nyttja konsolideringsbufferten påverkas av varandra, och det inte finns samma tillgängliga data för de två transporttyperna, är det svårt att kvantifiera hur fyllnadsgraden påverkas av den förlängda ledtiden. I denna underfråga undersöks kostnadsbesparingar för respektive förändring i syfte att utreda vilken förändring som kan anses mest lönsam att implementera. De övergripande stegen i denna metoddel kan sammanfattas enligt följande:

1. Effekter av nedbokning
2. Effekter av färre extrabilar
3. Möjlighet till kostnadsbesparing på övriga rutter

Steg 1: Effekter av nedbokning

I det första steget beräknades den årliga kostnadsförändringen som kan uppnås genom att minska antalet

förbokade flakmeter, vilket refereras till som nedbokning. Dessa beräkningar utgick en *fraktkostnadsfil* där priset för transport specificeras utifrån rutt och antalet bokade flakmeter. Beroende på hur många flakmeter som bokningen är på i dagsläget, och hur många flakmeter som kan nedbokas, fastställdes differensen i transportkostnad för nuläge och efter nedbokning.

Steg 2: Effekter av färre extrabilar

I nästa steg undersöktes potentialen till kostnadsbesparingar genom ett minskat behov av extrabilar. Kostnaderna för alla bokade extrabilar under 2024 kunde summeras för den undersökta ruten. Detta för att ge en uppfattning om vilken potential till kostnadsbesparingar som finns i dessa bokningar. I analysen undersöktes även hur stor andel av dessa som var bokade efter kl 12:00 och hur stora besparingar som hade varit möjliga om dessa istället hade bokats innan kl 12:00.

Steg 3: Möjlighet till kostnadsbesparing på övriga rutter

Avslutningsvis undersöktes hur resonemanget för kostnadsbesparingar genom ökad konsolidering kan appliceras på andra rutter än den utvalda ruten. Undersökningen byggde på att studera hur många avgångar som är förbokade på respektive rutt och vad kostnaden är för en genomsnittlig transporterad flakmeter på ruten. Resultatet analyserades med resonemanget att desto fler dagliga avgångar och högre pris per flakmeter, desto större potential finns att göra kostnadsbesparingar genom en ökad konsolidering.

5.6 Huvudfråga 3: Förändringarnas effekt på miljömässig hållbarhet

I studiens tredje huvudfråga beräknades de miljömässiga effekterna av att implementera förändringar för en ökad fyllnadsgrad i transport, vilket togs fram i *underfråga 1.2*. I avsnittet beskrivs tillvägagångssättet för datainsamling och beräkningar.

5.6.1 Effekt på utsläpp av CO₂e

För att ta reda på förändringarnas effekt på transporternas miljöpåverkan genomfördes utsläppsberäkningar i beräkningsverktyget NTM. Utsläppen angavs som i beräkningsverktyget i gram CO₂e. För att förstå effekten av förändringarna beräknades utsläppen både för nuläget och efter de möjliga förändringar. I det första steget i genomförandet beräknades utsläppen av CO₂e för transporter mellan LCT och terminaler i nuläget. Beräkningarna genomfördes för avgångarna som går i nuläget och som listades i *underfråga 1.2*. I nästa steg beräknades de utsläpp som kan förväntas efter att åtgärderna har implementerats. Dessa beräkningar utgick istället ifrån det nya behovet av transporter som togs fram i *underfråga 1.2*.

Vid beräkning av utsläpp i NTM användes en viktbaserad fyllnadsgrad för det lastade godset. Genom intervjuer med transportledaren fastställdes den genomsnittliga vikten per flakmeter av Ahslells gods, samt vilken maximal vikt som fordonen tillåter. I beräkningsverktyget valdes därför inställningen *shipment transport-weight* som beräkningstyp. För att genomföra beräkningarna för nuläget och efter förändringarna insamlades data om punkterna som presenteras i Tabell 4.

Tabell 4: Indata som kvävs för att beräkna CO₂e i NTM.

Indata	Beskrivning
<i>Shipment weight [tonne]</i>	Transporterad vikt på transporten.
<i>Distance [km]</i>	Avståndet beräknas automatiskt genom val av start- och slutpunkt.
<i>Fuel</i>	Det bränsle som används i fordonet vid transporten.
<i>Road type</i>	Väglaget som används vid transport. Använder standardinställningen <i>average road</i> .
<i>Euro class</i>	Euroklass beror på fordonets tillverkningsår. Väljer <i>Euro 6</i> som är den högsta euroklassen.
<i>Road gradient [%]</i>	Genomsnittlig lutning på vägsträckan. Använder standardinställningen 2 %
<i>Cargo load factor- weight [%]</i>	Procentuell andel av den totala vikten som är lastad på fordonet.
<i>Cargo carrier capacity- weight [%]</i>	Maxvikt som kan lastas på fordonet.
<i>Fuel consumption [l/km]</i>	Bränsleförbrukningen beräknas automatiskt utifrån övrig indata.

Till att börja med valdes vilken av fordonstyperna i NTM som användes vid transporterna. Detta gjordes genom att jämföra fordonets maximala vikt, *Cargo carrier capacity- weight*, med den maximala vikt som Ahlsells transportledare menar används för transport i praktiken. Fordonstypen som har en *Cargo carrier capacity- weight* som är närmast den praktiska maxvikten väljs. Därefter beräknades transportens *Shipment weight* som produkten av den genomsnittliga vikten per flakmeter för Ahlsells gods och antalet flakmeter som i genomsnitt lastas på transporten. Sedan kunde transportens *Cargo load factor- weight* beräknas som kvoten av *Shipment weight* och *Cargo carrier capacity- weight*. Denna metod repeterades för respektive bil för respektive dag från måndag till torsdag.

5.7 Metoddiskussion

I detta avsnitt beskrivs hur författarna tog hänsyn till trovärdighets- och etiska aspekter vid studiens genomförande. Dessutom beskrivs hur generativ AI har använts i studien.

5.7.1 Trovärdighet

För att upprätthålla en hög trovärdighet i studien har författarna utgått från de fyra kriterierna *credibility*, *transferability*, *dependability* och *confirmability* som presenteras av Halldórsson och Aastrup (2003). I detta avsnitt beskrivs trovärdighetskriteriernas betydelse och hur de tagits hänsyn till i studiens genomförande.

Det första kriteriet, *credibility*, bedömer hur väl forskarens tolkning av respondenternas uppfattningar och verklighet stämmer överens med deras egna upplevelser och beskrivningar av verkligheten. För att upprätthålla en hög *credibility* har författarna kontinuerligt haft kontakt med respondenterna under studiens gång, där den insamlade informationen har bekräftats och diskuterats med respondenterna.

Det andra kriteriet, *transferability*, bedömer istället i vilken grad som studiens resultat kan överföras till

andra sammanhang. För att upprätthålla en hög trovärdighet utifrån detta kriterium inkluderade författarna tillräckligt mycket information om studiens kontext för att läsaren ska kunna avgöra om studien går att applicera på andra sammanhang. Av denna anledning beskrevs Ahlsells verksamhet relativt ingående i situationsbeskrivningen i Kapitel 2. Även metoden som användes för att besvara studiens huvudfrågor beskrevs i detalj för att möjliggöra för läsaren att återupprepa studiens utförande och därmed möjliggöra en högre generaliserbarhet i studien.

Vikten av att ha en utförlig metodbeskrivning knyter även an till det tredje kriteriet, *dependability*, som bedömer hur väl forskningsprocessens metoder och beslut redovisas och motiveras. Detta kvalitetskriterium kan därför beskrivas som metodologisk spårbarhet. I rapporten redovisas därför metoden i ett antal steg, där resultatet är uppdelat i rubriker med samma steg för att underlätta för läsaren att förstå hur resultatet har tagits fram. Dessutom motiveras valet av indata och det lyfts hur den valda indatan kan påverka resultatet.

Det fjärde kriteriet, *confirmability*, rör i vilken utsträckning som resultaten och slutsatserna är objektivt grundade i data och inte påverkade av forskarens egna värderingar eller motiv. Detta kriterium kan beskrivas som resultatmässig spårbarhet, vilket innebär att läsaren ska kunna följa hur slutsatser har dragits utifrån det insamlade materialet. I studien har författarna därför valt att presentera och kommentera studiens resultat på ett objektivt sätt innan det analyseras.

5.7.2 Etik i studien

För att säkerställa att studien genomfördes på ett etiskt försvarbart sätt utformades metoden i linje med den Europeiska kodexen för forsknings integritet, där en god forskningssed grundas på de fyra principerna tillförlitlighet, ärlighet, respekt och ansvarighet (All European Academies, 2023). Upprätthållandet av en god forskningssed säkerställdes genom att författarna utformade, dokumenterade och analyserade studiens resultat på ett noggrant, transparent och genomtänkt sätt (All European Academies, 2023). I studien fokuserades det särskilt på det etiska ansvaret gentemot respondenterna och deras deltagande i studien. Vid datainsamling genom intervjuer har följande etiska aspekter som presenteras av Dubey och Kothari (2022) tagits hänsyn till på följande sätt:

- **Rätt till anonymitet** - respondenternas deltagande har hanterats anonymt, namn på respondenter förekommer inte i rapporten.
- **Öppenhet och ärlighet** - studiens metodik och syfte har presenterats vid starten av varje intervju för transparens. Respondenterna har inte vilseletts i att tro något annat än författarnas verkliga avsikter.
- **Samtycke** - författarna har fått samtycke från respondenterna innan deltagande i studien. Innan respondenterna medverkade i studien informerades dem om studiens syfte och vilken roll som deras medverkan spelar.

5.7.3 Användning av generativ AI

I studien användes generativ AI via verktyget ChatGPT för att förbättra meningsstrukturer, generera synonymer, underlätta korrekturläsning samt identifiera stavfel och grammatiska misstag. Dessutom användes ChatGPT för att underlätta användningen av programmet LaTeX på hemsidan Overleaf under rapportskrivningen. Under skrivprocessen har verktyget använts för att se till att referenser skrivs på korrekt sätt i referenslistan, ge förslag på vilka paket som krävs för att få tillgång till olika tilläggsfunktioner och för att utforma tabeller. ChatGPT användes även i litteraturstudien, där verktyget användes för att ta fram synonymer till sökord och för att översätta sökord från svenska till engelska. Verktöget var ett effektivt hjälpmedel att utöka antalet sökord inom ett område och minskade risken för att relevant litteratur missades på grund av felaktiga eller alternativa ordval användes vid sökningen. Generativ AI användes även för att underlätta översättningen av sammanfattningen från svenska till engelska.

6 Resursplanering i lager och transport

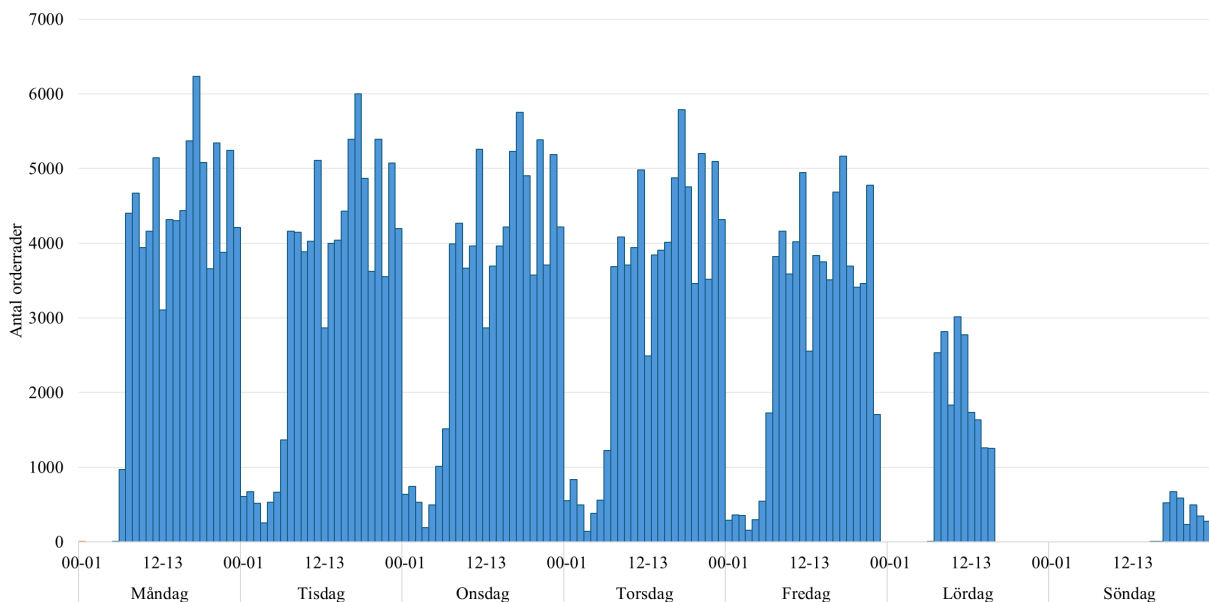
I kapitlet presenteras insamlad kvantitativ data och svar från intervjuer som ligger till grund för att besvara den första huvudfrågan om resursplanering i lager och transport. I det första avsnittet behandlas tidsstyrning av orderhantering och i det andra behandlas förändringar för högre fyllnadsgrad. I kapitlet analyseras resultatet löpande med tidigare forskning och litteratur som presenterades i referensramen.

6.1 Tidsstyrning av orderhantering

I avsnittet presenteras empiri och resultat för underfråga 1.1.. Avsnittet är uppdelat i de steg som presenterats i metoden. Analys genomfördes löpande, eftersom beslut ibland måste fattas för att driva metodprocessen framåt.

6.1.1 Steg 1: Framtagning av belastning i nuläget

Det totala antalet orderrader som plockas under en genomsnittlig vecka i oktober 2024 visas i figur 9 nedan. Av figuren framgår att belastningen följer ett liknande mönster över dygnet under måndag till fredag. Däremot går det att se att fler orderrader plockas under måndag, för att sedan minska under efterföljande dagar med fredag som dag med lägst antal plockare orderrader. Vidare går det att se att orderrader även plockas på lördagar och på söndagar, men att plock under helgen motsvarar en liten andel av veckans orderrader.



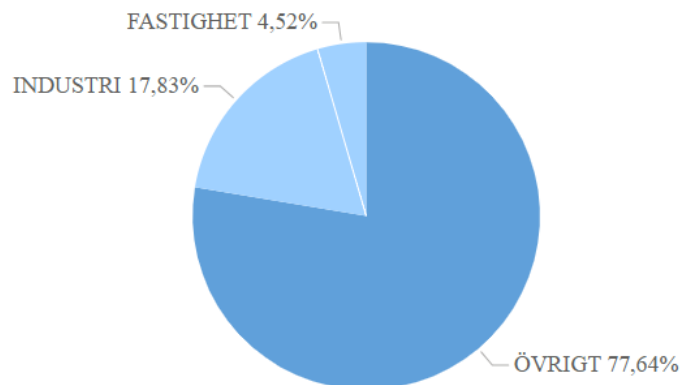
Figur 9: Belastningen i plocket i nuläget. Grafen visar det totala antal orderrader som plockas under en genomsnittlig vecka i oktober 2024. Tidsstämpeln visar när en orderrad har plockats och packats och skickas till utlastning.

Även vid intervjuer med Ahlsells affärsutvecklingschef och strategiska transportchef beskrevs att det finns

variationer i belastningen över dagen och över veckan. Affärsutvecklingschefen förklarar att de anställda normalt inte är schemalagda på lördagar, men att det var orderstock dessa veckor och att personalen därmed behövde arbeta övertid för att veckans orderrader skulle kunna levereras. Affärsutvecklingschefen förklarar även att en del mestadels sker utlastning och transport på söndagar för order som ska levereras på måndagen, men i figuren framgår det att det även sker en del plock på söndagen. Under intervju medger han att orderrader som plockas på helgen ofta tillhör deras e-handelsförsäljning.

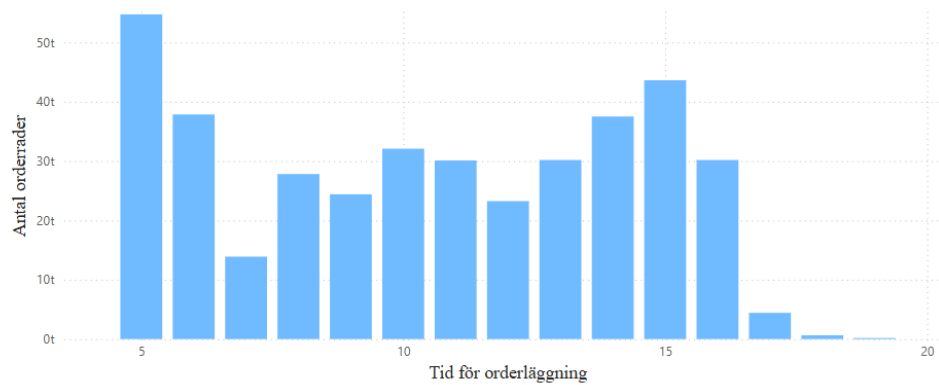
6.1.2 Steg 2: Undersökning av potential för tidsstyrning

I undersökningen av potential för tidsstyrning framgick att 22 % av det totala antalet orderrader som hanteras tillhör F&I, vilket illustreras i Figur 10. För resterande del av studien kommer det därmed för 22 % av de totala orderraderna som det finns möjlighet till att nyttja den längre ledtiden.



Figur 10: Andelen av orderrader under oktober 2024 som tillhör kundsegmenten Fastighet & Industri och övriga kundsegment.

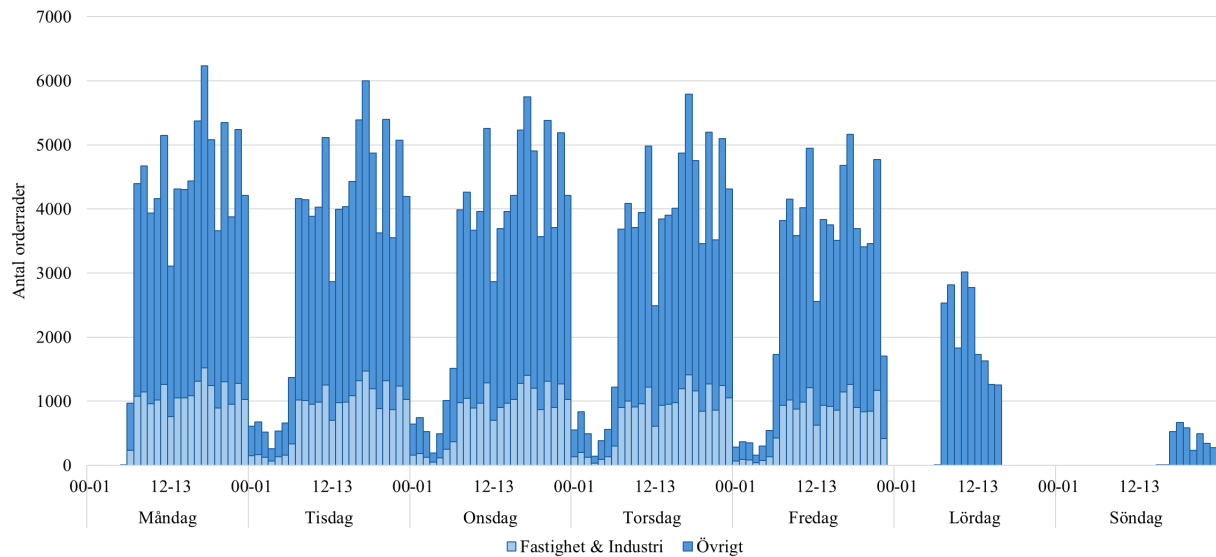
En annan del av karaktäristiken som undersöktes var tiden för orderläggning. Utifrån resultatet i Figur 11 framgår att orderrader tillhörande kundsegmentet Fastighet & Industri inkommer relativt utspritt över dagen och att den högsta stapeln är klockan fem på morgonen. Under detta klockslag visas både de orderrader som tillhör ordrar som läggs kl 5 samma dag och de ordrar som har registrerats minst en dag före transporten avgår, och därför förs över till WMS kl 5 den dagen som ordern ska plockas. Det inkommer även många orderrader kl 6-7, 14-15 och 15-16. Trots att det finns vissa variationer i orderläggningen över dagen, är de inkommande orderraderna relativt jämnt fördelade över dagen. Det inkommer därmed tillräckligt många orderrader under den senare delen av dagen för att det ska kunna anses finnas potential att förbättra resursplaneringen genom att flytta över de inkomna orderrader från föregående dag till nästkommande dag och på så sätt kunna hantera dessa orderrader på tider utan OB-tillägg.



Figur 11: Tider för inkommande orderrader tillhörande Fastighet & Industri i oktober 2024. Klockslaget motsvarar den tid som orderraden registreras i affärssystemet.

6.1.3 Steg 3: Differentiering av orderrader

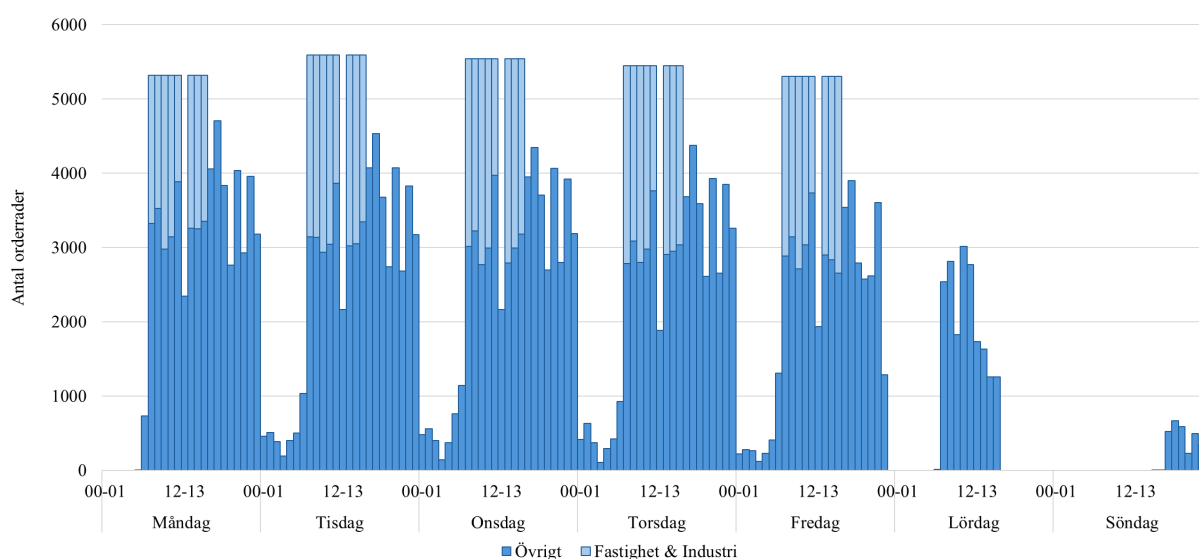
I nästa steg differentierades belastningen i nuläget mellan orderrader tillhörande kundsegmenten Fastighet & Industri och övriga orderrader från andra kundsegment och affärsområden. Först uppskattades därför hur stor andel av plockade orderrader som tillhör F&I. Det hade varit användbart med data som indikerar vilka orderrader som plockas under vilka timmar, men detta fanns inte tillgängligt. Enligt verksamhetschef plockas normalt sett kundordrar inte på helger. Därför antas att inga av orderraderna under helgen tillhör de valda kundsegmenten. Procentandelen för plockade orderrader per timme under veckodagen blir därför något högre jämfört med procentandelen av de totala antalet orderrader över veckan som presenterades i Figur 10. Baserat på att kundsegmentens orderrader i nuläget inkommer relativt jämnt under dagen till WMS antas kundsegmentets andel av plockade orderrader även vara jämnt fördelat över dagens timmar. Utifrån detta resonemang beräknades andelen Fastighet & Industri orderrader till 24 % och differentieringen av orderrader visas i Figur 12.



Figur 12: Belastningen i nuläget. Grafen visar antal orderrader som plockas i LCT under en genomsnittlig vecka i oktober 2024. Orderraderna är differentierade mellan kundsegmenten Fastighet & Industri och övriga kundsegment.

6.1.4 Steg 4: Omfördelning av orderrader vid en ledtid på två dagar

Utifrån intervjuer med Ahlsells produktionschef för tjänster framgick att personalkostnaderna varierar över dygnets timmar, där kl 06-18 är ordinarie arbetstid, kl 18-23 har ett OB-tillägg på 40 % samt kl 23-06 har ett OB tillägg på 70 %. Dessutom schemaläggs personalen på tre olika skift; 07-16, 16-00, och 00-07. Genom att utgå från de tre principerna kunde denna information appliceras i optimeringsmodellen för att erhålla en ny belastningskurva, vilket visualiseras i Figur 13. Optimeringsmodellen tog hänsyn till principerna genom att orderrader från föregående dag fördelades över timmarna 07-16, det vill säga på arbetstid utan OB-tillägg och på ett och samma skift.



Figur 13: Belastning efter tidsstyrning av orderhantering. Grafen visar antal orderrader som plockas under en genomsnittlig vecka i oktober 2024 efter att orderraderna tillhörande Fastighet & Industri har omfördelats.

Det nya stapeldiagrammet i Figur 13 har inte bara fler orderrader på icke OB-timmar utan har även en utjämnad belastning mellan timmarna 07-16. Det kan även observeras att inga orderrader flyttats till kl 12-13, då tid lagts undan för lunch. Genom att jämföra Figur 13 med belastningen i nuläget i Figur 9 och 12 går det att se att omfördelningen leder till att den högsta belastningen i plocket sänks, från att vara omkring 6200 orderrader per timme på måndagar kl 17-18, till en högsta belastning på knappt 5600 orderrader per timme under dagskiftet på tisdagar.

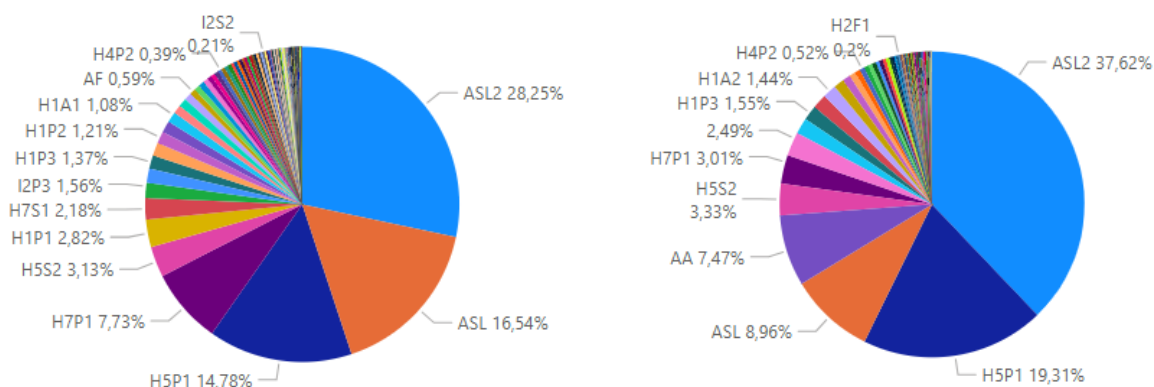
Sammantaget är det totalt 92 243 orderrader som flyttas under den representativa veckan. Belastningen har tydligt skiftats till tidigare på dagen, men en mindre förändring på veckobasis kan även observeras enligt Tabell 5. Genom uppskjutning av orderrader till nästkommande dag, lyckades omfördelningen utjämna belastningen över veckan. För att planera personalresurser och kapacitet är det fördelaktigt att antalet orderrader som plockas per dag, exklusive helgen, är så jämnt som möjligt. Som observerat i tabellen, minskar belastning på de dagar som innan hade hög belastning medan fredagen, som innan hade lägst belastning, ser en ökning av antal plockade orderrader på 4,2%.

Tabell 5: Förändring av antal orderrader för respektive dag efter omfördelning av belastning

Veckodag	Differens [st]	Procentuell förändring
Måndag	-3342	-4,3%
Tisdag	-222	-0,3%
Onsdag	109	0,1%
Torsdag	752	1,0%
Fredag	2703	4,2%
Lördag	0	0,0%
Söndag	0	0,0%

6.1.5 Steg 5: Kontroll av möjliga flaskhalsar

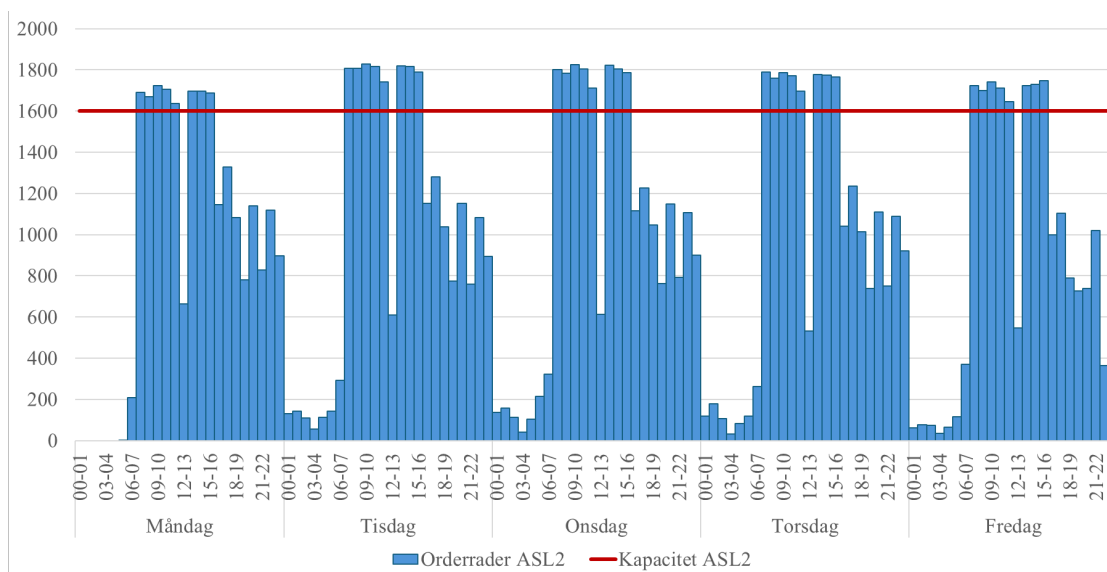
För att säkerställa att omfördelningen av belastning kan implementeras i praktiken kontrollerades kapaciteten i olika plockzoner. I Figur 14 visas beställningsmönstret för samtliga kundsegment samt för kundsegmenten Fastighet & Industri, där andelen av orderrader som plockas i respektive plockzon. I stora drag finns det många likheter mellan beställningsmönstret för Fastighet & Industri och övriga. En skillnad är däremot att Fastighet & Industri har en större andel orderrader som plockas i plockzon H5P1, dvs manuellt plock i hall 5, samt en större andel i det automatiserade plocket i ASL2.



Figur 14: Procentandel av orderrader som plockas i de olika plockzonerna. Fördelning av totala orderrader visas till vänster, fördelning av orderrader i kundsegmenten Fastighet & Industri visas till höger.

Från intervjun med produktionschefen för tjänster framgick att det manuella plocket inte har några begränsningar i belastningen, bortsett från att det vid en tillräckligt hög belastning uppstår ett ökat behov av truckar. I ASL2 finns däremot en begränsad maximal kapacitet, vilket grundar sig i automationens kapacitet att skicka ut lådor från automationslagren samt det begränsade antalet plockstationer. Till följd av detta kontrollerades kapaciteten i ASL2 för att kontrollera att plockzonen inte överbelastas efter omfördelningen av orderrader. Maxkapaciteten för ASL2 beräknades utifrån ett en maximal plockfrekvens på 100 orderrader per timme per plockstation, där ASL2 har totalt 16 plockstationer. Maxkapaciteten i plockzonen beräknades därför till 1600 orderrader per timme. En jämförelse mellan maxkapaciteten i ASL2 och det planerade antalet orderrader presenteras i Figur 15. Beräkningarna grundar sig i att 28,25 % av övriga orderrader och 37,62 % av Fastighet & Industri orderrader plockas i ASL2. Av resultatet framgår att kapaciteten i ASL2 överskrider varje dag under alla timmar där orderrader adderats. För att

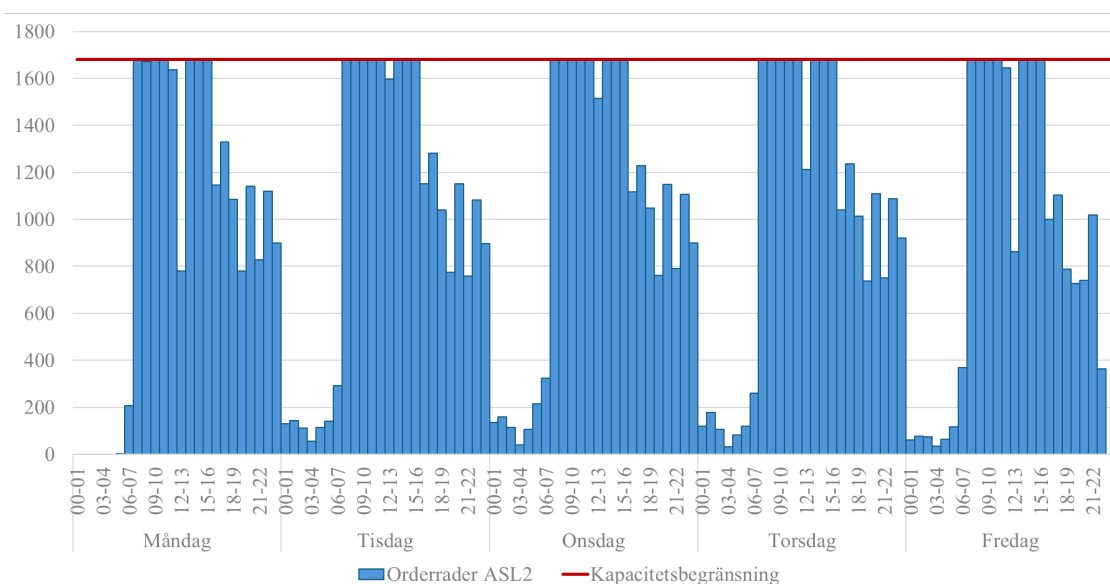
omfördelningen av orderrader ska vara möjlig att implementera i praktiken krävs det att åtgärder vidtas.



Figur 15: Belastning i ASL2 efter tidsstyrning av orderrader. Grafen visar det totala antalet orderrader som planeras plockas i ASL2. Den röda, horisontella linjen visar den maximala kapaciteten i ASL2.

I en intervju med produktionschefen för plock och teamchefen för plock diskuterades möjliga lösningar som skulle kunna leda till att ASL2 klarar av kapaciteten. En lösning som diskuterades var att förflytta artiklar från automationen för ASL2 till ASL1 för att jämma ut belastningen mellan automationsplocket. Respondenterna förklarar dock att placeringen av artiklar är affärsområdesstyrt och att den nuvarande placeringen möjliggör sampackning till kunden genom att packa flera orderrader i samma kartong. Ytterligare en lösning som diskuterades var att utöka antalet plockstationer i ASL2. Respondenterna förklarar att ASL2 inte har några systemmässiga begränsningar som skulle hindra detta, men att det mer är en fråga om tillgång på plats i anslutning till automationen. Istället lyfte respondenterna att det är rimligt att beräkna ASL2:s maxkapacitet med en högre plockeffektivitet på 105 orderrader per timme. Dessutom angav respondenterna att plockarna i dagsläget har flera gemensamma raster samt lunch under förmiddagen, vilket är en anledning till att antal plockade orderrader är lägre under vissa timmar. För att öka kapaciteten menar respondenterna att man hade kunnat implementera ett rullande schema för alla 16 plockstationer i ASL2 för att säkerställa full drift under förmiddagen.

I Figur 16 visas en korrigerad kapacitetsberäkning som utgår ifrån den högre plockeffektiviteten och beläggning av orderrader över lunchen. Resultatet visar att med de nya förutsättningarna kommer ALS2 ha en tillräcklig kapacitet för att klara av omfördelningen av orderrader. Sammantaget går det att se att respondenterna har olika syn på vad den maximala plockeffektiviteten i ASL2 är, men att det är troligt att det går att göra mindre justeringar i schemaläggning för att uppnå en tillräckligt hög kapacitet för att det ska vara möjligt att implementera tidsstyrning av orderhantering.



Figur 16: Uppdaterad belastning i ASL2 efter tidsstyrning av orderrader. Grafen visar det totala antalet orderrader som planeras plockas i ASL2. Den röda, horisontella linjen visar den maximala kapaciteten i ASL2.

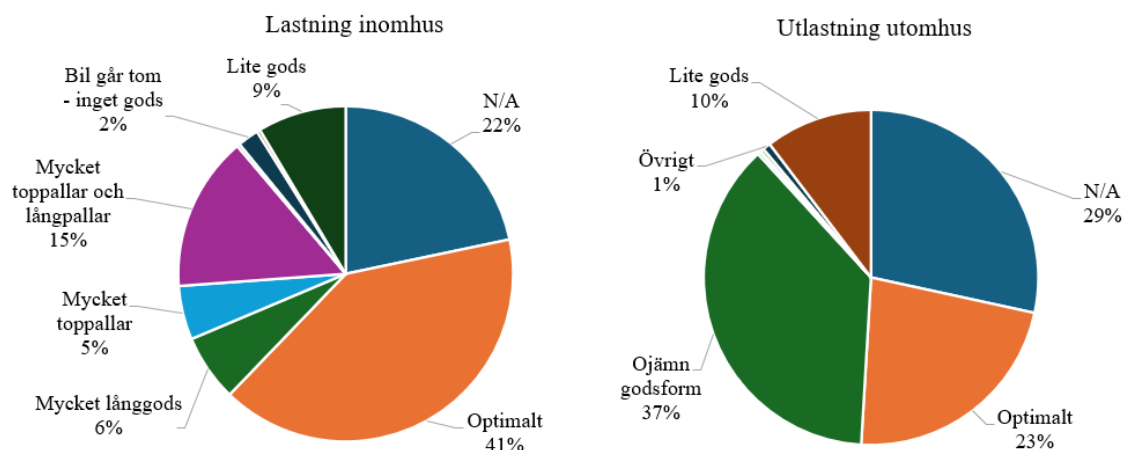
Då en stor majoritet av kollin som lämnar ASL2 sorteras på Vidar, det automatiska sorteringsystemet, kontrollerades även dennas maximala kapacitet. Ingen data fanns att tillgå om hur många kollin i timmen denna kunde hantera men enligt underhållschef uppnås maxkapacitet vid toppbelastning. Med omfördelningen av orderrader reduceras toppbelastningen i ASL2 med 8% vilket innebär att Vidar inte kommer att utgöra en flaskhals förutsatt att andelen kollin från det manuella plocket som sorteras med Vidar inte ökar.

6.2 Konsolidering för högre fyllnadsgrad

I avsnittet presenteras empiri och resultat för underfråga 1.2. Avsnittet är uppdelat i de steg som presenterades i metoden. En grundare analys sker successivt genom de olika stegen, eftersom metoden kräver att beslut tas utifrån resultatet för att komma vidare i metodprocessen. Steg 2 till 4 i *underfråga 1.2* begränsas till transporter till Göteborg på grund av att den största andelen av F&I:s orderrader, 8,19 %, skickas på denna rutt. Rutten påverkas därmed mest vid en konsolidering då den kommer att se störst ökning av gods till lastytan under förmiddagen.

6.2.1 Steg 1: Orsaker till låg fyllnadsgrad i nuläget

Fördelningen mellan de olika orsakskoderna, kopplade till låg fyllnadsgrad, för lastning inomhus och utomhus visas i Figur 17 nedan. Fördelningen visar att det är totalt 31 % av orsakskoderna för lastning inomhus som beror på att det finns för *lite gods*, *inget gods* eller *mycket toppallar*. För lastning utomhus framgår att de två vanligaste orsakerna till låg fyllnadsgrad är *ojämn godsform* och *lite gods*, där *lite gods* står för 10 % av de registrerade orsakskoder.



Figur 17: Fördelning av orsakskoder för lastning inomhus och utomhus i LCT.

Vid intervjuer med hallvärdar beskrevs att en stor mängd topp- och långpallar försvårar stuvning, eftersom det inte är möjligt att lasta andra pallar ovanpå topppallar. När orsakskoder rapporteras som handlar om att det finns för lite/inget gods förklaras detta bero på att det är för få orderrader har hunnit plockas innan transportens avgångstid. Även transportledaren nämnde att topppallar orsakar problem med stuvning av godset vid utlastning.

Med förutsättningarna att godset plockas tidigare på dagen och kommer tidigare till lastytan skulle detta leda till att gods samlas vid utlastningen. Detta kan beskrivas som en konsolideringsbuffert och skulle göra det möjligt att motverka låga fyllnadsgrader som uppstår på grund av lite/inget gods eller för mycket topppallar. Dessa orsakskoder rapporteras relativt ofta för både lastning inomhus och utomhus kan dessa anses ha potential att förbättras. Om fyllnadsgraden däremot blir låg på grund av orsaker som beror på godsets fysiska egenskaper, såsom ojämn godsform, är det svårt att påverka fyllnadsgraden. Vid användning av en konsolideringsbuffert säkerställs att gods finns att tillgå vid utlastning och detta ökar möjligheten för en mer effektiv stuvning. Det beror på att användning av av botten- och topppallar för stuvning kan balanseras och spridas ut över dagens alla avgångar.

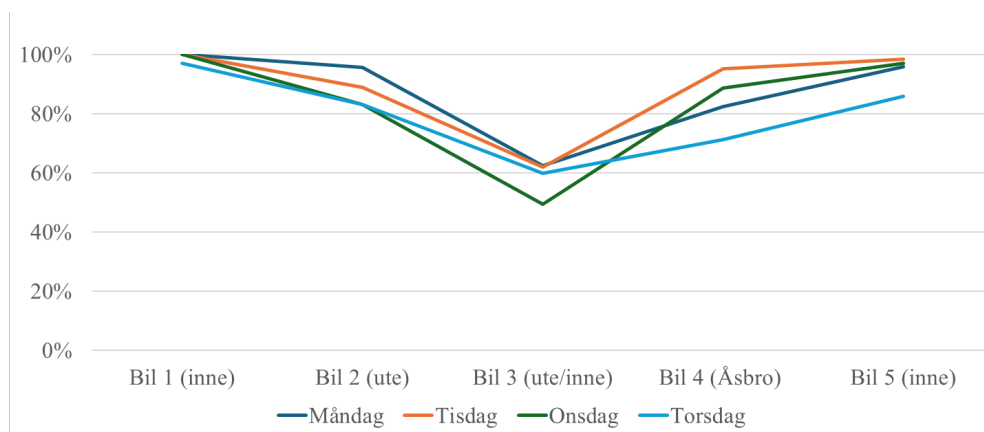
6.2.2 Steg 2: Fyllnadsgrad i nuläget

Nulägets förbokade avgångar till Göteborg visas i Tabell 6. För respektive avgång beskrivs dess avgångstid, uppbokade flakmeter och om de lastas med inne- eller utegods.

Tabell 6: Avgångstider för transporter på rutterna Göteborg.

Avgång	Avgångstid	Uppbokad [Fm]	Lastplats
Bil 1	17:30	20	Inne (LCT)
Bil 2	19:45	13,6	Ute (LCT)
Bil 3	20:45	20	Ute/inne (LCT)
Bil 4	21:30	12,5	Åsbro
Bil 5	22:30	20	Inne (LCT)

Den genomsnittliga fyllnadsgraden i flakmeter för de förbokade avgångarna till Göteborg presenteras i Figur 18. Fyllnadsgraderna är genomsnittet för respektive bil på respektive arbetsdag. Då det upptäcktes osammanhängande data under fredag och helgdagar exkluderades dessa från resultatet. Den första observationen är att det är en hög fyllnadsgrad på de första och de sista avgångarna, medan avgångarna i mitten erhåller en lägre fyllnadsgrad. Detta problem lyftes av Ahlsells strategiska transportchef som den så kallade ”hängmatte-effekten”, som beror på att för få orderrader hinner plockas mellan avgångarna. Transportledaren förklarade att det inte heller är möjligt att flytta fram alla avgångstider till senare på dagen, eftersom terminalerna måste hinna sortera godset.



Figur 18: Fyllnadsgraden i flm för respektive avgång under måndag- torsdag.

I Figur 18 visades fyllnadsgraden för samtliga förbokade avgångar till Göteborg. Fortsättningsvis kommer bil 4 att exkluderas från undersökningen, eftersom denna avgång sker från ett lager på annan ort och saknar möjlighet att konsolidera gods från LCT. I Tabell 7 visas de genomsnittliga outnyttjade flakmeter för de fyra förbokade transporter som avgår ifrån LCT. Från intervju med både transportchef och transportledare bedömdes att det inte är önskvärt att blanda innegods med utegods i samma lastbil eller släp, eftersom utegods sitter lösare och kan skada pallar med innegods. I Tabell 7 summerades därför den outnyttjade flakmeter separat för transporter inomhus och utomhus. Sett till innegods, kan det observeras att det förekommer en outnyttjad kapacitet på mellan 8 - 11 flakmeter varje dag. Värt att notera att dessa värden är uträknade utifrån februari månad 2025 och att säsongsbetingade variationer kan ha en inverkan på fyllnadsgraden.

Tabell 7: Det genomsnittliga antalet flakmeter som nyttjas vid avgångarna till Göteborg i dagsläget samt antal flakmeter av de uppbokade flakmetrarna som ej nyttjas vid respektive avgång.

	Avgång	Måndag	Tisdag	Onsdag	Torsdag
Ej nyttjade flakmeter	Bil 1	0,0	0,0	0,0	0,6
	Bil 2	0,6	1,5	2,3	2,3
	Bil 3	7,5	7,6	10,1	8,0
	Bil 4	2,2	0,6	1,4	3,6
	Tot. Inne	8,3	7,8	10,7	11,4
	Tot. Ute	0,6	1,5	2,3	2,3

6.2.3 Steg 3: Effekt av konsolidering på fyllnadsgrad

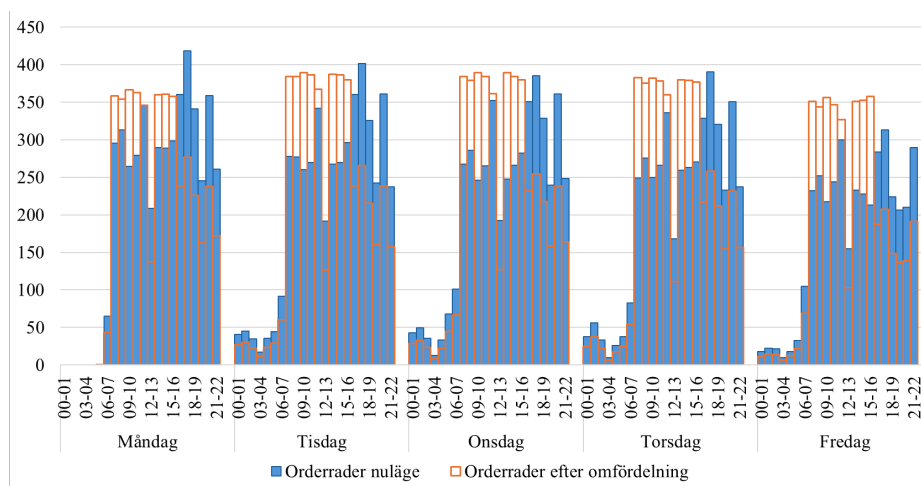
För effektiv nedbokning utvärderades den outnyttjade kapaciteten enskilt för varje dag. I dokumentet som specificerar fraktkostnad framgår att det är möjligt att boka transporter med storleken 5, 7,5, 12,5 eller 20 flakmeter. Utifrån den totala outnyttjade kapaciteten som visas i Tabell 7 skulle det vara möjligt att boka ner antalet flakmeter för gods som lastas inomhus. Detta innebär att en lastbil på 20 flakmeter kan bokas ner till 12,5 flakmeter för dagarna måndag-torsdag. Rent teoretiskt skulle detta leda till en fyllnadsgrad på nästintill 100 % sett till utnyttjade flakmeter. För gods som lastas utomhus är marginalen för liten för att det ska kunna ske en nedbokning. Transportledaren nämner även svårigheterna med att boka ner beställda flakmeter till utegods då det ofta innehåller artiklar med ojämna former såsom rör som kräver en viss längd på transporten.

Att minska bokningen med 7,5 flm kan vid första anblick anses riskabelt, eftersom nedbokningen resulterar i en liten marginal i outnyttjad kapacitet. En viktig aspekt är dock att detta mått inte tar hänsyn till lastens höjd, men för att resonemanget ska vara tillämpligt måste lasten åtminstone vara lika hög som i dagsläget. Vid intervjun med transportledaren framgick att transporterna i genomsnitt har en fyllnadsgrad på 60-65 % av höjden. Det är inte helt säkert hur konsolidering skulle påverka stuvningen på höjden, men vid intervju med transportledaren och hallvärdar ges uppfattningen av att en konsolideringsbuffert hade möjliggjort en bättre stuvning på höjden. Detta förklaras genom att det finns en större tillgång på botten- och toppallar. Till följd av förbättringspotentialen i lastens höjd, samt tillgången på en konsolideringsbuffert som förutspås möjliggöra en mer effektiv stuvning, finns det potential att öka lastens höjd. Följaktligen är nedbokningen en pessimistisk skattning av de möjliga besparingarna, eftersom en förbättrad fyllnadsgrad på höjden skulle kunna leda till ett ytterligare minskat behov av bokade flakmeter.

Ett annat sätt att nyttja den längre ledtiden är att behålla de förbokade transporterna som de är i dagsläget och sträva efter att minska antalet extrabilar. Under år 2024 bokades totalt 62 st extrabilar till Göteborg. Extrabilarna som bokas efter kl 12 har en särskilt hög kostnad och motsvarade 13% av alla extrabilsbokningar till Göteborg samma år. En positiv effekt av den förlängda ledtiden är att det blir enklare för transportansvariga att visualisera dagens totala behov av flakmeter för varje destination och på så sätt kunna undvika att boka extrabilarna efter kl 12. Genom att godset kommer till utlastningen tidigare kan det dessutom vara möjligt att fylla upp alla förbokade transporter och på så sätt kunna undvika att boka en extrabil i slutet av dagen. Den så kallade "hängmatte-effekten" som finns i nuläget hade då kunnat motverkas, där dagens sista transport blir den enda transporten med lägre fyllnadsgrad på grund av att det sista godset skickas på denna transport, oavsett hur mycket som är kvar vid denna tidpunkt. På grund av variationer i efterfrågan kan det dock vara svårt att uppskatta hur många extrabilsbokningar som kan undvikas genom att uppnå en högre fyllnadsgrad på förbokade transporter. Ett annat hinder i undersökningen är avsaknaden på registrerad fyllnadsgrad för extrabilarna. Vid tillgång på fyllnadsgradsdaten hade det varit möjligt att sammanställa den totala outnyttjade kapaciteten på rutten.

6.2.4 Steg 4: Kontroll av kapacitet för konsolidering på lastytan

Belastningskurvan efter omfördelning som genomfördes i *underfråga 1.1.* avgör storleken på konsolideringsbufferten ståendes på lastytan. Eftersom den sista avgången till Göteborg går kl 22.30 är belastningen justerad så att alla orderrader som ska transporteras på rutten plockas innan kl 22:00. I Figur 19 visualiseras plocket innan och efter omfördelning för de orderrader som tillhör rutten Göteborg. Stapeldiagrammet visar att fler orderrader kommer att plockas på förmiddagen efter omfördelningen av orderrader.



Figur 19: Orderrader plockade timme för timme under en genomsnittlig arbetsvecka i oktober 2024 med Göteborg som destination.

Transportledaren beskriver att avgångarna i dagsläget är schemalagda utifrån att en tillräcklig mängd gods ska hinna plockas fram tills den första bilen avgår, vilket gör att omfördelningen av orderrader riskerar att leda till en överbelastning på lastytan. Utifrån vetskapen att den första bilen avgår till Göteborg kl 17.30, sammanställdes ökningen av antalet orderrader som planeras plockas innan kl 17.00, där marginalen på 30 min säkerställer att hallvärdarna hinner ta emot och stuva godset. På måndagar beräknades ökningen till 9 %, tisdagar till 16 %, onsdagar till 17 %, torsdagar till 20 % och fredagar till 25 %.

Från intervju med transportledare kunde konstateras att det i dagsläget fanns ledig kapacitet på många av lastytorna för destinationer med få orderrader. För större destinationer, såsom Göteborg, finns möjlighet för att beställa ett släp tidigt på dagen som under flera timmar kan verka som utökad lastyta. I Göteborgs fall utökas lastytan med 50% med ett släp på 12,5 flakmeter. Detta är en diskussion som kommer att behöva föras individuellt med varje transportör för att utvärdera den extra bokningskostnaden som kan uppstå vid ett sådan överenskommelse. Skulle lastytorna inte räcka trots den ovan nämnda åtgärden, skulle det enligt transportledaren vara möjligt att tidigarelägga en transport för att lastytorna inte ska hinna bli överöversvämmade av det ökade antalet orderrader på lastytan på förmiddagen. En sådan lösning skulle enligt honom kunna gynna transportörerna då de skulle ha mindre omlastningsarbete att genomföra under obekväma arbetstider. Ett jämnare flöde och framförallt tidigare inflöde av gods till terminalerna skulle kunna användas som förhandlingskort för att eventuellt erhålla en kort senareläggning av sista avgången. Det skulle räcka med en senareläggning på 30 min för att undvika situationer där sent inkomna orderrader

inte hinner nå lastytan innan sista avgång.

6.3 Resultat H1

Resultaten för huvudfråga 1 påvisar tydligt att hur en längre ledtid kan nyttjas för verksamhetsförbättring. I tabell 8 presenteras en sammanfattning av resultaten för respektive underfråga till *Huvudfråga 1*.

Tabell 8: Resultat från analysen av förlängd ledtid och dess påverkan på resursplanering och fyllnadsgrad

Resultat U1.1. En längre ledtid på 2 dagar möjliggör tidsstyrning av orderhantering. Denna styrningen möjliggör resursplanering sett till schemaläggning av personal med till följd en utjämnad belastning över veckan och minskning av daglig toppbelastning. Utjämning av kapaciteten till följd av omfördelning blir som följer: • Utjämnad kapacitet på veckobasis med överföring av belastning från början till slutet av veckan: – Måndag: -4,3% – Tisdag: -0,3% – Onsdag: +0,1% – Torsdag: +1,0% – Fredag: +4,2% • Minskning i antal orderrader under den mest belastade timmen med 10% • Även om toppbelastning sänks kommer totala belastningen från kl 07:00 - 16:00 att öka markant. Varken ASL2 eller Vidar, som påverkas mest kommer att utgöra en flaskhals, förutsatt att systemen beläggs till dess maxkapacitet.	Resultat U1.2. Den längre ledtiden har enligt dataanalys och intervjuer påvisat potential, i enlighet med litteraturen, att öka fyllnadsgraden. Med mer gods på lastytan innan första avgången kan konsolidering ske för att balansera användningen av botten och toppallar samt motverka brist på gods när plocket inte hinner med. Med Göteborg som exempel, visar resultaten att det finns outnyttjad kapacitet som genom konsolidering kan bokas ner för att höja fyllnadsgraden eller minska behovet av extrabilar. • Den outnyttjade kapaciteten på förbokade transporter till Göteborg hade kunnat minskas med 7,5 flakmeter per dag under måndag till torsdag. • Konsolidering på tidiga transporter kan minska behovet av extrabilar i slutet på dagen. När gods kommer tidigare till utlastning förbättras även förutsättningarna för transportplanering som kan leda till att extrabilar i större utsträckning bokas innan kl 12. • Med tidsstyrningen av orderrader skulle lastytorna för Göteborg se en 9-25% ökning av gods innan första avgången. Denna ökningen kan hanteras med dessa lösningar: – Utöka lastyta genom överenskommelse med transportör om att släppa av släp flera timmar innan först avgång. Detta görs redan i nuläget med Schenker för Göteborgs-rutten utan extra kostnad. – Tidigarelägga första avgång för att lastyta aldrig ska nå maxkapacitet men inte så tidigt så att lastbilen inte kan fyllas optimalt. Detta har även potential att gynna omlastningsarbetet på terminalerna genom att sprida ut deras belastning och kan av den anledningen användas för att förhandla senareläggning av sista avgången.
---	--

6.4 Analys H1

I *underfråga 1.1* visades att det genom att sprida ut belastningen jämnare över veckan är möjligt att öka verksamhetens förmåga att hantera fluktuationer i efterfrågan och reducera effekten av toppbelastning i plocket. Den största skillnaden kommer att kännas av på måndagar och fredagar där gapet i belastning mellan båda dagarna har minskat märkvärdigt. Rent praktiskt kan detta förväntas förenkla schemaläggning av personal. Det skulle även kunna argumenteras för det skulle minska överkapacitet av personalresurser, vilket Oskarsson (2019) har nämnt som en vanligt förekommande utmaning i verksamheter med dagen-efter-leverans. Vidare undersökning skulle krävas, men utifrån data för oktober 2024 kan det även kunna tolkas som att plockeffektiviteten per plockare är högst de dagarna där flest orderrader måste plockas. Det skulle kunna bero på att personal är schemalagd lite för jämt över veckan. Det är troligt att det finns begränsad flexibilitet i schemaläggning av personal, och en utjämning av belastning över veckan skulle kunna leda till att personalresurser bättre matchar den verkliga plockbelastningen.

Att i förväg veta hur många orderrader tillhörandes två av kundsegmenten som ska plockas nästkommande dag innebär bättre kortsiktiga prognoser. Volatilitet i beställningsmönstret av F&I kommer inte längre att utgöra en osäkerhet i den kortsiktiga planeringen av personal och transportbehov. Skulle efterfrågan från F&I vara ovanligt hög kan det möjligtvis räcka med att ringa in extrapersonal för nästkommande dag och göra en uppbokning av transport utan merkostnad. Detta ger Ahlsell en kostnadseffektiv och flexibel kapacitet, vilket både Mattsson (2012) och Rajani och Heggde (2020) nämner som en lösning på att hantera korta ledtider. För även om 2 dagar är längre än 1 dag, är det en kort ledtid relativt normen inom retail. Framförhållningen blir onekligen bättre med tidsstyrningen, men är fortfarande tillräckligt kortsiktig för att betrakta kapacitetsstyrningen som flexibel. Att kvantifiera de exakta effekter av de kortsiktiga prognosernas förbättring på resursplanering skulle behöva undersökas vidare.

I *underfråga 1.2* framgick att det inte är helt tydligt hur en konsolideringsbuffert genom en förlängd ledtid ska nyttjas för att öka fyllnadsgraden vid transport. I resultatet lyftes två möjliga sätt att använda konsolideringsbufferten; att minska antalet förbokade flakmeter eller att behålla dagens bokningar med strävan att minska antalet extrabilar. Det är viktigt att lyfta att båda dessa alternativ kan vara gynnsamma för Ahlsell både kostnads- och miljömässigt, men att det krävs en vidare analys av hur förbokade transporter och extrabilar samspelar med varandra. För att kunna utvidga resonemanget och ta fram möjliga förändringar krävs data på registrerad fyllnadsgrad för extrabilarna. För Göteborgsrutten visade resultatet att det finns möjlighet till en betydande ökning i fyllnadsgrad om förbokade transporter nedbokas. På denna rutt var det dock inte möjligt att ta bort ett fordon helt, eftersom den outnyttjade kapaciteten inte uppnådde volymen för en hel lastbil. Om en nedbokning av förbokade flakmeter leder till en underdimensionerad variationsmarginal är det dock en risk att det istället sker fler bokningar av extrabilar. För att fastställa vilket av sätten att använda konsolideringsbufferten på som är det mest gynnsamma krävs en vidare analys av lönsamheten för de olika sätten. Potentialen till lönsamhet och miljöbesparing kommer att diskuteras vidare i nästa kapitel där förändringarnas potentiella effekter uppskattas.

Hur fyllnadsgraden på höjden skulle påverkas av konsolideringen är svår att kvantifiera. Konsolideringsbufferten förväntas ge en förbättrad stuvning på höjden, med detta måste undersökas vidare för att se hur andelen bottenpallar och topppallar förändras över dagen för att förstå hur konsolidering kan

förbättra fördelningen av de olika palltyperna vid lastning. Om fördelningen varierar kraftigt över dagen är det en tydlig indikation på att konsolidering kan förbättra höjdstuvning.

7 Förändringarnas effekt på kostnader

I kapitlet presenteras insamlad kvantitativ data och svar från intervjuer som ligger till grund för att besvara den andra huvudfrågan om förändringarnas effekt på personal- och transportkostnader. I det första avsnittet presenteras förändringar i personalkostnader till följd av den förändrade resursplaneringen i lagret och i det andra avsnittet presenteras förändringar i transportkostnader till följd av en förändrad fyllnadsgrad. I kapitlet analyseras resultatet löpande med tidigare forskning och litteratur som presenterades i referensramen.

7.1 Effekt på personalkostnader

I avsnittet presenteras resultatet för hur den längre ledtiden och omfördelningen av orderrader påverkar personalkostnader. Resultatet är baserat på historisk data från oktober 2024.

7.1.1 Steg 1: Identifiera relevanta arbetstimmar

Utifrån intervjun med produktionschefen för tjänster framgick att arbetstimmar delas upp mellan produktion och administration för att möjliggöra uppföljning av effektivitet på respektive avdelning. Plocket är beroende av både medarbetare som aktivt plockar order och de som utför närliggande aktiviteter, såsom bufferpåfyllning. Dessa arbetstimmar kallas internt för P2-timmar och redovisas dagligen fördelat över de olika avdelningarna. Det är dessa arbetstimmar som anses kunna flyttas med en längre ledtid.

De avdelningar vars arbetstimmar ansågs vara relevanta för att uppfylla plock av orderrader är ASL, Manuellt plock, Yttre plock, Tjänster, E-handel och Ankommande plock (Transit). Under oktober 2024 uppgick antalet arbetstimmar för dessa avdelningar 62 487 exklusive administrativt arbete. För en representativ vecka i oktober erhålles i det fallet 13 628 timmar.

7.1.2 Steg 2: Allokering av P2-timmar i nuläget

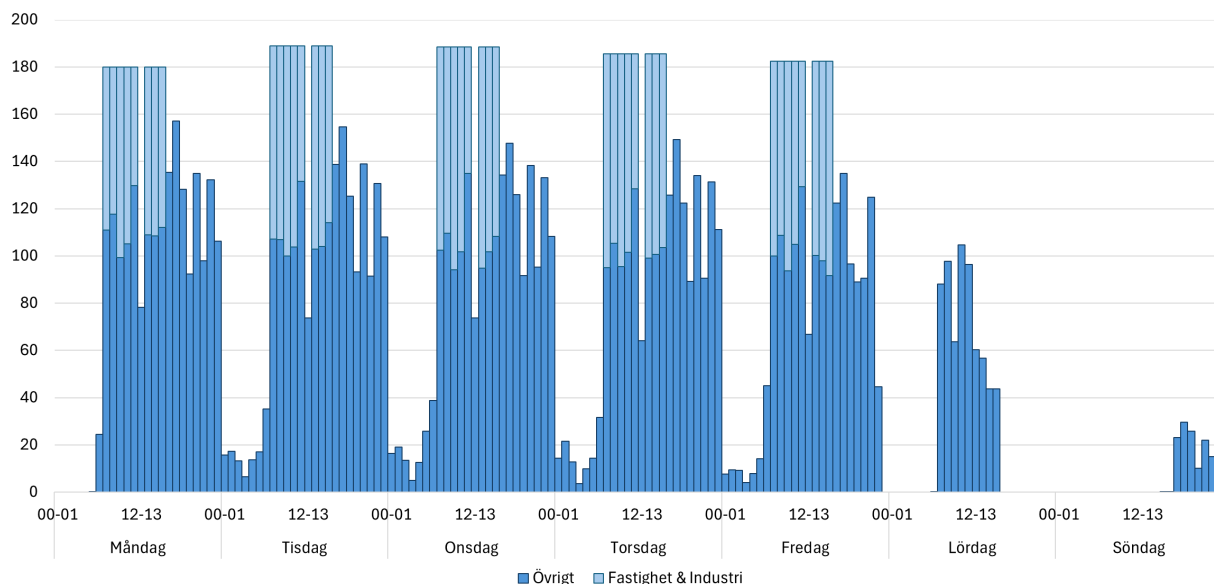
Fördelningen av P2-timmarna i nuläget presenteras i i Tabell 9. I tabellen visas hur P2-timmarna är fördelade mellan de tre olika intervallen där OB-tilläggen skiljer sig åt.

Tabell 9: Fördelning av P2-timmar i nuläget.

Veckodag	kl 6-18	kl 18-23 (OB 40 %)	kl 23-06 (OB 70 %)
Måndag	1704	775	141
Tisdag	1684	767	254
Onsdag	1643	773	265
Torsdag	1588	751	248
Fredag	1582	589	69
Lördag	655	0	0
Söndag	23	103	12
$\Sigma P2 - timmar$	8 880	3 758	990

7.1.3 Steg 3: Omfördelning av P2-timmar

De differentierade och omfördelade P2-timmarna presenteras i Figur 20. Av figuren framgår att P2-timmarna är fördelade i samma proportioner som i belastningskurvan med orderrader, där arbetsbelastningen har flyttats till förmiddagen. Likt omfördelningen av orderrader fördelas arbetstimmar mellan kl 7-16, vilket motsvarar timmar utan OB-tillägg.



Figur 20: P2-timmar efter omfördelning av arbetstimmar.

En sammanställning av de omfördelade P2-timmarna för respektive intervall presenteras i Tabell 10. I tabellen går det att se att det är fler arbetstimmar som beläggs under timmar utan OB-tillägg och att det är färre arbetstimmar som beläggs under timmar med OB-tillägg på 40, respektive 70%. Efter omfördelning kan en minskning observeras på i genomsnitt 24% av arbetstimmar som förekommer under OB-tid.

Tabell 10: Fördelning av P2-timmar efter omfördelning.

Veckodag	kl 6-18	kl 18-23 (OB 40 %)	kl 23-06 (OB 70 %)
Måndag	1836	585	106
Tisdag	1913	580	192
Onsdag	1903	584	200
Torsdag	1855	568	188
Fredag	1828	445	52
Lördag	655	0	0
Söndag	23	103	12
$\Sigma P2 - timmar$	10 013	2 865	751
Förändring	+ 13,0%	- 23,9%	- 24,2%

7.1.4 Steg 4: Beräkning av personalkostnader i nuläget och efter omfördelning

Utifrån intervjun med produktionschefen för tjänster fastställdes att den genomsnittliga timlönen är 166 SEK. Utöver detta belopp tillkommer det en arbetsgivaravgift på 31,42% samt OB-tillägg. Respondenten nämnde även att det tillkommer kostnader för semesterersättning, men denna kostnad har ej tagits hänsyn till vid beräkning av personalkostnaderna. Detta gör kostnadsuppskattningen pessimistisk. I Tabell 11 visas summan av grundlön och OB-tillägg för nuläget och efter omfördelning av P2-timmar. Dessa kostnader inkluderar arbetsgivaravgiften. Sammantaget beräknades kostnadsbesparingarna till ca 115 000 SEK per arbetsvecka av att omfördela arbetsbelastningen så att färre OB-timmar beläggs. Resultatet motsvarar en besparing på omkring 5,95 miljoner SEK i personalkostnader årligen och innebär att kostnaderna för OB-tillägg inom plocket minskar med 24%.

Tabell 11: Personalkostnader för P2-timmar i plocket för en arbetsvecka i nuläget och efter omfördelning.

	Nuläge	Efter omfördelning	Differens
Grundlön [SEK]	2 970 000	2 970 000	0
OB-tillägg [SEK]	480 000	365 000	115 000
Personalkostnad [SEK]	3 450 000	3 335 000	115 000

7.2 Effekt på transportkostnader

I avsnittet presenteras resultatet för hur den längre ledtiden och möjligheten till att öka konsolidering av gods för en ökad fyllnadsgrad påverkar transportkostnader. Eftersom *underfråga 1.2* undersökte förändringen i fyllnadsgrad för Göteborgsrutten kommer denna underfråga att beräkna effekterna på kostnader för den valda rutten. Eftersom resultatet från *underfråga 1.2* inte presenterar en enskild effekt av konsolideringen, utan lyfter två sätt att nyttja konsolideringsbufferten kommer de kostnadsmässiga effekterna för dessa sätt att beräknas i detta avsnitt. Slutligen presenteras resultatet för potentialen som övriga rutter har att nyttja konsolidering för att göra kostnadsbesparingar.

7.2.1 Steg 1: Effekter av nedbokning

I *underfråga 1.2* beskrevs att konsolideringsbufferten kan nyttjas för att nedboka de förbokade transporter till Göteborg med 7,5 flakmeter under dagarna måndag-torsdag. Det skulle innebära att en av lastbilarna på 20 flakmeter skulle kunna ersättas med en lastbil på 12,5 flm. I Tabell 12 visas kostnaderna för bokning av transport till Göteborg, där *ffjärr- och jourbil* är förbokade transporter även kallat för grundbokningar medan extrabil, som bokas utöver grundbokningarna, differentieras genom sen eller tidig bokning. Enligt tabellen motsvarar en nedbokning från 20 till 12,5 flakmeter till Göteborg en besparing på 3 600 SEK per transport och därmed 14 400 SEK i veckan (3 600 SEK x 4 dagar). På ett år skulle det motsvara en besparing på 748 000 SEK (14 400 SEK x 52 veckor) på förbokade transporter till Göteborg.

Tabell 12: Kostnader för bokning av transport till Göteborg.

	5 FLM	7,5 FLM	12,5 FLM	20 FLM
Fjärr- och jourbil [SEK]	3 052	4 372	6 222	9 822
Extrabil (bokning innan kl 12) [SEK]	3 200	4 372	6 222	9 822
Extrabil (bokning efter kl 12) [SEK]	-	16 072	18 509	21 100

7.2.2 Steg 2: Effekter av färre extrabilar

I resultatet i *underfråga 1.2* beskrevs att det är svårt att veta hur många extrabilar vars bokning hade kunnat undvikas vid tillgång på längre ledtid och möjlighet till konsolidering. Det fördes dock ett resonemang kring att det är möjligt att minska antalet extrabilar om de förbokade transporterna behålls som de är i dagsläget vid den förlängda ledtiden. Under år 2024 bokades det 62 st extrabilar till Göteborg under 2024, varav 13 % bokades efter kl 12 och då till en högre kostnad. Extrabilarnas årliga kostnad uppgår till totalt ca 700 000 SEK. Vid en längre ledtid när orderrader plockas tidigare skulle det enligt transportchef och transportledare vara möjligt att tidigare på dagen veta om grundbokningarna kommer att räcka för dagens orderrader. Det hade därför kunnat vara möjligt att i större utsträckning boka extrabilar innan klockan 12 till ordinarie pris, istället för efter kl 12 till ett högre pris. I Tabell 13 jämförs kostnaderna på extrabilar som bokas innan och efter kl 12. I tabellen visas bokningarna av sena extrabilar som gjordes år 2024 på Göteborgs-rutten. Det kan argumenteras för att sena bokningar går att undvika. Dessa resulterade 2024 i en merkostnad på cirka 94 600 SEK för Göteborgsrutten. Det är möjligt att dessa bokningar görs när det finns kvarstående gods efter sista avgång, vilket i så fall skulle tyda på att de inte går att undvika. Om det visar sig att dessa bokningar istället har genomförts en tid innan sista avgång stärks argumentet för att dessa bilar hade kunnat bokas innan kl 12:00.

Tabell 13: Kostnader för bokning av extrabil innan och efter kl 12 till Göteborg.

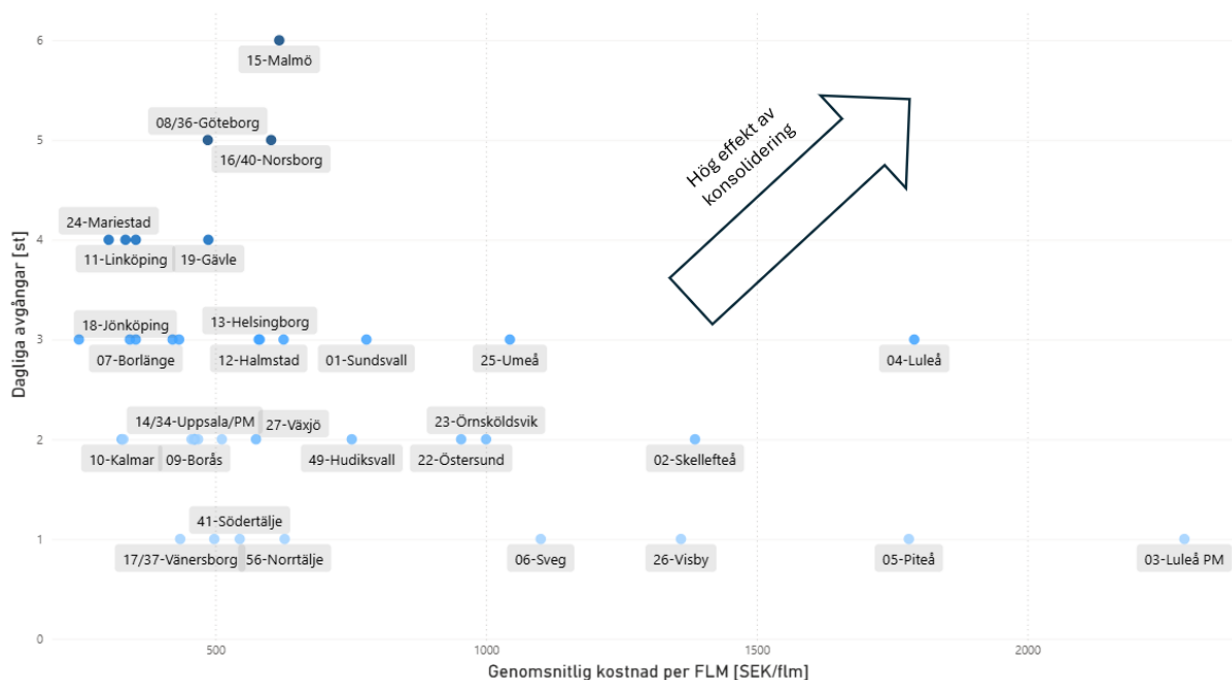
Bokade flakmeter	Kostnad innan kl 12 [SEK]	Kostnad efter kl 12 [SEK]
4	3 052	16 072
7,5	4 372	16 072
7,5	4 372	16 072
7,5	4 372	16 072
7,5	4 372	16 072
12,5	6 222	18 509
20	9 822	21 100
20	9 822	21 100
≈ Totalkostnad	46 400	141 000

7.2.3 Steg 3: Möjlighet till kostnadsbesparing på övriga rutten

För att göra kostnadsbesparingar krävs att nedbokning av flakmeter sker i de olika stegen för kostnader som visades i Tabell 12. Detta innebär att om en rutt enbart består av lastbilar med 20 flakmeter blir det minsta nedbokningssteget 7,5 flakmeter, vilket gör att rutten måste uppnå minst 7,5 flakmeter outnyttjad kapacitet på en given dag.

Vid undersökning av avgångarna på Göteborgsrutten visades att den outnyttjade kapaciteten för en av avgångarna var tillräcklig för att boka ner antalet flakmeter. På andra rutter hade det dock kunnat krävas att den outnyttjade kapaciteten summeras för flera bilar under dagen för att det skulle vara möjligt att boka ner antalet flakmeter. Detta gör att potentialen till nedbokning av antalet flakmeter är högre vid ett högre antal dagliga avgångar. Med denna utgångspunkt studerades övriga rutter i Figur 21, där antalet dagliga avgångar och kostnaden per flakmeter visas för respektive rutt. Utifrån figuren går det att se att både Malmö och Norsborg har många dagliga avgångar och dessa anses därför ha störst potential att kunna boka ner antal flakmeter genom att nyttja en konsolideringsbuffert. Utifrån ett kostnadsperspektiv är det dock viktigt att även studera kostnaden per transporterad flakmeter, eftersom dessa transporter är kostsamma för Ahsell. I detta fall är det relevant att även fokusera på hur transporter till Luleå, Piteå, Skellefteå och Visby kan optimeras för att minska kostnaderna. För rutter med få avgångar och långa avstånd hade det i en framtida undersökning varit relevant att undersöka om en längre ledtid kan nyttjas till att leverera varannan dag. Detta hade dock påverkat leveransprecisionen negativt, vilket Ahsell är noga med att upprätthålla. Sammantaget ökar potentialen till kostnadsbesparingar vid ett ökat antal dagliga avgångar och en ökad kostnad per transporterad flakmeter.

Ett viktigt aspekt till möjligheterna till konsolidering är antalet lasttytor som bilarna på en rutt måste hämta gods från. I dagsläget finns fem olika lasttytor; inne LCT, ute LCT, inne LCU, ute LCU och Åsbro. Göteborgstransporterna lastas från en lastyta per avgång, vilket gör att gods från olika lasttytor inte kan konsolideras i samma bil och därmed finns det begränsningar till hur höga fyllnadsgraderna kan bli. På andra rutter lastas bilar med släp från en kombination av lasttytor. Ett exempel på detta är för rutten till Skellefteå, där bil 2 hämtar upp innegods och sedan fyller släpet med utegods. Att lasta gods från flera lasttytor möjliggör högre fyllnadsgrader. Sammantaget kan det konstateras att desto fler gånger en bil passerar en lastyta, desto större är möjligheten att konsolidera gods vid transporterarna.



Figur 21: Rutter utplacerade utefter antal dagliga avgångar och deras genomsnittliga kostnad per flakmeter.

7.3 Resultat H2

Resultaten för *Huvudfråga 2* påvisar dem potentiella besparingar som en längre ledtid kan medföra genom tidsstyrning av orderrader och konsolidering. I tabell 14 presenteras en sammanfattning av resultaten för respektive underfråga till *Huvudfråga 2*.

Tabell 14: Sammanfattning av de potentiella besparingar till följd av en förlängd ledtid

Resultat U2.1.	Resultat U2.2.
Omfördelningen resulterade i en minskning av antal timmar med OB-tillägg, vilket motsvarar 457 000 SEK i månaden, eller 5,95 MSEK årligen. Fördelningen av plocktimmar förändras som följer: • Timmar OB-tillägg 0%: + 13% • Timmar OB-tillägg 40%: - 23,9% • Timmar OB-tillägg 70%: - 24,2%	För Göteborgsrutten finns det möjlighet att minska kostnader genom nedbokning av antal flakmeter eller genom ett minskat behov av extrabilar. • Genom att boka ner en av dagens bilar från 20 till 12,5 flakmeter (mån-tor) möjliggörs årliga kostnadsbesparingar 748 000 SEK. • Om den nuvarande transportbokningen är oförändrad vid en längre ledtid är det troligt att antal extrabilar kan minska. Totalt uppgår extrabilskostnaderna till Göteborg till ca 700 000 SEK, varav 94 000 SEK uppkommer till följd av att extrabilen bokas efter kl 12. Dessa kostnader visar potentialen till kostnadsbesparing, men hur mycket av extrabilarnas kostnader som kan elimineras genom den längre ledtiden är dock inte fastställt.

7.4 Analys H2

I resultatet från *underfråga 2.1* framgick att den omfördelade, och utjämnade, belastningen i plocket leder till lägre personalkostnader. Detta överensstämmer därför med tidigare litteratur som lyfter att längre ledtider ger bättre förutsättningar för resursplanering och kan jämna ut toppar i belastningen, minska överkapacitet i personalresurser och sänka kostnader (Vanheusden m. fl., 2020). Med tanke på att resultatet visar på en möjlig årlig besparing på 5,95 MSEK kan detta anses vara en väsentlig kostnadsbesparing för Ahlsell och går i linje med Marchet m. fl. (2015) som menar att plocket är en central aktivitet i lagret som driver personalkostnaderna.

Det är även relevant att analysera hur väl som beräkningarna av personalkostnader överensstämmer med verkligheten. Modellen som används för att ta fram kostnaderna bygger antalet P2-timmar som kan kopplas till plockaktiviteten. Det är möjligt att det i verkligheten är ännu fler arbetstimmar som kan flyttas till timmar utan OB-tillägg med aktiviteter som har indirekt koppling till plocket. Enligt en respondent motsvarar P2-timmar orderradsgenererande aktiviteter och stödaktiviteter. En mer detaljerad kategorisering hade krävts för att identifiera exakt vilka aktiviteter utöver plocket som kan flyttas och sedan vilka besparingar som det skulle motsvara. Men övergripande kan den valda metoden anses vara trovärdig och ha vara grundad i litteratur (Marchet m. fl., 2015). Sett till övertidskostnader är det osäkert hur dessa skulle

påverkas. Övertid är en åtgärd för att hantera oförutsägbara fluktuationer i efterfrågan. När dessa fluktuationer blir något mer förutsägbara på kort sikt skulle det kunna argumenteras för att övertidskostnaderna skulle minska. Orderraderna kommer fortfarande behöva plockas, men skulle möjligtvis kunna täckas av inringd personal utan övertid. Oskarsson m. fl. (2013) menar dock att inhyrd personal kan bli en kostsam lösning. Däremot skulle tiden för när övertid uppstår troligtvis ske tidigare jämfört med nuläget. Redan från kl 16, när alla orderrader tillhörandes F&I ska vara plockade, skulle det kunna uppskattas om plocket ligger efter och om övertid är nödvändigt. En plockare som arbetar övertid får inte OB-tillägg, utan ersätts istället enligt en schablon som ökar ju längre övertiden varar, oberoende av tidpunkt på dygnet. Om övertiden däremot pågår till klockan 02:00, höjs tilläggssatsen till 100 %, oavsett hur länge övertiden har pågått. Detta innebär att ett argument kan göras för att övertid tidigare under dagen minskar risken för att övertiden sträcker sig till 02:00, vilket i sin tur kan leda till lägre övertidskostnader.

I resultatet från *underfråga 2.2* visades att konsolidering kan leda till kostnadsbesparingar genom att möjliggöra nedbokning av antalet flakmeter eller minska behovet av extrabilar. Följaktligen stämmer resultatet med litteraturen, som entydigt visade att konsolidering och ökade fyllnadsgrader möjliggör kostnadsbesparingar (Björklund, 2023; Jazairy m. fl., 2021; Rogerson & Santén, 2017; Wu & Dunn, 1995). Från resultatet framgår att det redan i nuläget finns potential att minska antalet förbokade flakmeter, men att en konsolideringsbuffert minskar riskerna med denna förändring i och med att bufferten förväntas förbättra stuvningen på höjden. Det är dock viktigt att ta hänsyn till effekten som nedbokning har på bokning av extrabilar. Att boka ner grundtransporter innebär att man minskar marginalen och kan leda till en ökning av extrabilsbokningar. Om man istället behåller dagens förbokade flakmeter har konsolideringen potential att öka fyllnadsgraden på de tidigare avgångarna och minska antalet extrabilar i slutet på dagen. Samspelet mellan nedbokning av grundbokningar och strävan efter att undvika extrabilar är komplext och kräver vidare analys för att kunna presentera ett trovärdig uppskattning av kostnadsbesparingarna som kan uppnås av den längre ledtiden.

Problemet med suboptimeringar tas upp av Rogerson och Santén (2017), som menar att förändringar i en del av flödet påverkar andra delar av flödet. För att undvika suboptimeringar och ökade totala kostnader bör den sammanslagna effekten på fyllnadsgrad utredas innan förändringar genomförs, alternativt att Ahlsell utvärderar de olika alternativen i praktiken för att se hur respektive sätt påverkar fyllnadsgrad och transportkostnader. Det finns ingen data om fyllnadsgrad på extrabilar men det skulle kunna argumenteras för att den är låg relativt fjärrbilarna eftersom den ofta är sista avgång. Detta argument stöds även av Richards (2021) som menar att snabba leveranser ofta leder till mindre och mer frekventa sändningar. I resultatet framgick att det även finns en potentiell kostnadsbesparing genom att boka extrabilar tidigare under dagen, istället för senare under dagen som sker i nuläget. Denna kostnadsbesparing anses vara en naturlig följd effekt av att transportplanerare får information om kapacitetsbehovet tidigare på dagen och lättare kan förutspå en eventuell underkapacitet i transport.

Avslutningsvis visar resultatet från den principiella undersökningen att konsolidering har stor potential för stora rutter så som Göteborg som har många dagliga avgångar. Detta resonemang kan förklaras av litteratur som menar att det krävs en tillräcklig sändningsstorlek för att konsolidering ska vara möjlig (Björklund, 2023; Oskarsson m. fl., 2013). Framöver är det relevant för Ahlsell att undersöka hur nedbokning skulle vara möjligt för mindre rutter. Ett alternativ som möjliggörs med en längre ledtid är att erbjuda

varannan-dags-leveranser, men detta försvåras av Ahlsells strävan om att upprätthålla hög leveransprecision. I litteraturen beskrivs det dock att det kan vara nödvändigt att konsolidera flera aktörers gods genom omlastningsterminaler (Oskarsson m. fl., 2013). Eftersom Ahlsell nyttjar omlastningsterminaler i dagsläget hade det istället kunnat vara relevant att undersöka om mindre rutter kan dela bil vid transport, med förutsättningen att den geografiska riktningen är densamma.

8 Förändringarnas effekt på miljömässig hållbarhet

I kapitlet presenteras insamlad kvantitativ data och svar från intervjuer som ligger till grund för att besvara den tredje huvudfrågan om förändringarnas effekt på miljömässig hållbarhet. I kapitlet analyseras resultatet löpande med tidigare forskning och litteratur som presenterades i referensramen.

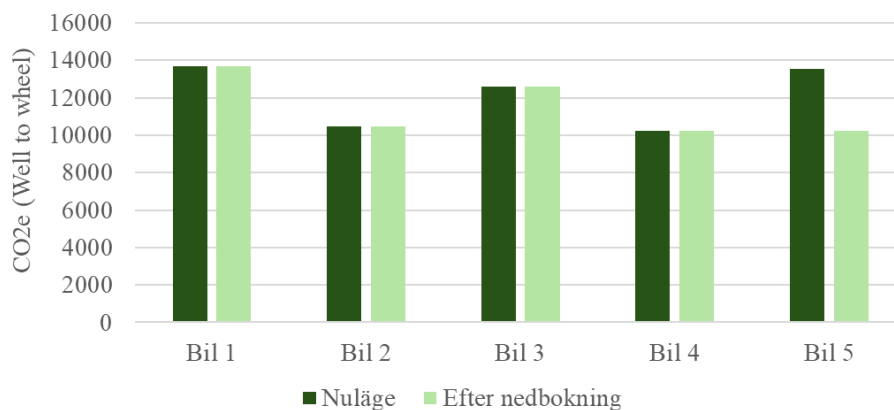
8.1 Effekt på utsläpp av CO₂e

I avsnittet utgår beräkningarna från resultatet av de förändringar som togs fram i *underfråga 1.2*. Till följd av detta fastställdes förändringen om att reducera antal förbokade flakmeter från 20 till 12,5 flakmeter på en bil under måndag till torsdag.

I dagsläget utförs transporter till Göteborg av Schenker. Vid intervjun med transportledaren förklarades att samtliga transportörer använder sig av HVO i 100 % av sina transporter sedan årsskiftet. Detta gäller både för fjärrtransporter från LCT till terminaler och för distribution från terminal till slutkund. Vid beräkning av CO₂e i NTM calc används därför drivmedlet HVO100 SE, vilket är ett förnybart svensktillverkat drivmedel. Vidare förklarade transportledaren att Ahlsell har registrerat den genomsnittliga vikten för transporterat gods. Denna registrering visade att transporterarna i genomsnitt nyttjar 25 % av maxvikten vid transport, där fordonets maximala lastkapacitet uppgår till 1950 kg per flakmeter. Transportledaren poängterar även att det aldrig är vikten som begränsar lastningen, utan att volymen är den kritiska faktorn vid transport.

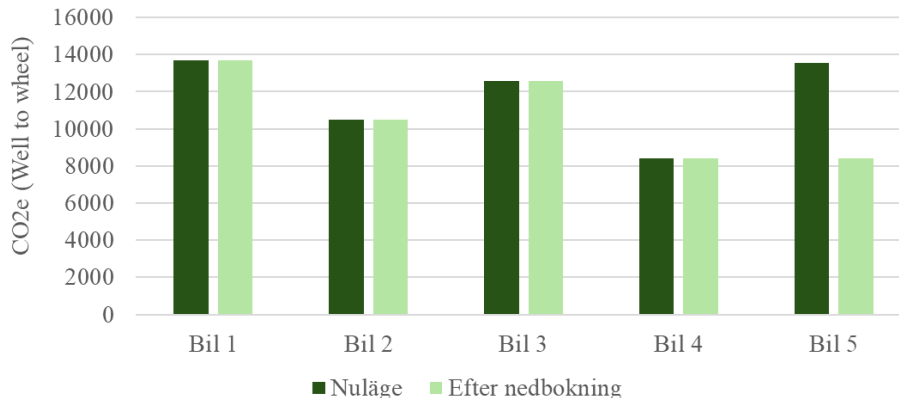
Utifrån informationen om lastens vikt innebär det att för en transport på 20 flakmeter är fordonets maximala last på 39 ton. I NTM calc valdes därför fordonstypen *Truck with trailer 50- 60 t*, som har en maximal last på 40 ton. På liknande sätt beräknades fordonets maximala last för transporten på 13,6 flakmeter till 26,5 ton. I dessa beräkningar valdes därför fordonstypen *Truck with trailer 34-40 t*, som har en maximal last på 26 ton. Utifrån intervjun med transportledaren framgick att en transportbokning på 12,5 flakmeter i praktiken är ett släp på ett fordon som totalt rymmer 20 flakmeter, men där bilen är fylld med 7,5 flakmeter av gods från en annan aktör. För dessa transporter beräknades därför först utsläppen för en *Truck with trailer 50- 60 t* för att sedan allokera Ahlsells utsläpp till 62,5 % ($12,5/20 = 0,625$) av hela transportens utsläpp. Eftersom dessa utsläpp beror av en utomstående part beräknades utsläppen för denna transport utifrån två scenarier; där bilen är lastad till maxvikt per flakmeter och där bilen är lastad med gods av samma vikt per flakmeter som Ahlsell. Av fordonens maxvikt beräknades Ahlsells gods vikt uppgå till 25 % av den maximala vikten på lasten.

I Figur 22 visas summan av de årliga utsläppen av CO₂e från de förbokade bilarna till Göteborg under måndag till torsdag. I figuren utgår beräkningarna från det första scenariet, där lastbilen till bil 5 är lastad till maxvikt per flakmeter. Av resultatet går det att se att utsläppen är konstanta för bil 1 till 4, men att utsläppen för bil 5 reduceras efter nedbokningen av antalet flakmeter. Förändringen leder till en minskning på 3300 kg CO₂e (24 %) för den enskilda avgången, vilket motsvarar en minskning med 5 % för de totala utsläppen.



Figur 22: Årlig förändring av CO₂e utsläpp för de förbokade transporterna till Göteborg under måndag till torsdag. I bil 5 samlastas godset på släpet med en annan aktörs gods i bilen, där detta gods som uppnår maxvikten för fordonet.

På liknande sett visar Figur 23 summan av de årliga utsläppen av CO₂e från de förbokade bilarna till Göteborg under måndag till torsdag, men i detta fall för den lättare lasten på lastbilen på bil 5. I detta scenario leder förändringen till en minskning på 5100 kg CO₂e (38 %) för den enskilda avgången, vilket motsvarar en minskning med 9 % för de totala utsläppen. I Figurerna 22 och 23 visas att de större bilarna (bil 1, 3 och 5) för nuläget genererar ungefär samma mängd CO₂e-utsläpp och att utsläppen för de mindre bilarna (bil 2 och 4) är på en lägre nivå.



Figur 23: Årlig förändring av CO₂e utsläpp för de förbokade transporterna till Göteborg under måndag till torsdag. I bil 5 samlastas godset på släpet med en annan aktörs gods i bilen, där detta gods har samma vikt/flakmeter som Ahlsell.

Då det inte är fastställt att nedbokning blir den valda strategin, är det intressant att också att undersöka besparingarna från att undvika bokning av extrabilar. Om den outnyttjade kapaciteten istället används som marginalkapacitet kan det vara möjligt att minska antalet bokningar av extrabilar till Göteborg. Extrabokningarna gjordes för 7,5, 12,5 respektive 20 flakmeter. Detta motsvarar samma typ av lastbil med släp där utsläppen allokteras till antingen bara bilen, bara släpet eller både bil och släp beroende på bokning. Under 2024 beräknades de 62 extrabilarna generera mellan 2200 och 2800 kg CO₂e. Detta intervall har tagits fram genom att beräkna utsläppen för en *Truck with trailer 50- 60 t* för två olika

fyllnadsgrader; både för transport där endast 1 flakmeter nyttjas och där 20 flakmeter nyttjas. Att två fyllnadsgrader undersöktes gjordes för att ta höjd för skillnader i utsläpp beroende på lastens vikt, eftersom det är okänt hur hög fyllnadsgraden egentligen är.

Då nedbokning kan leda till ett ökat antal extrabilar är det intressant att undersöka hur många fler extrabilar som kan bokas innan nettoeffekten av nedbokningen blir negativ. Genom att jämföra den totala utsläppsbesparingen av nedbokning med de genomsnittliga utsläppen för en extrabil kunde det fastställas hur många extrabilar som kan bokas innan utsläppen blir större än nuläget. Detta resonemang resulterade i antalet extrabilar ej bör överskrida 80-100 st per år för att nedbokningen ska vara miljömässigt försvarbart.

8.2 Resultat H3

Resultaten för *Huvudfråga 3* påvisar att konsolidering potentiellt kan leda till minskade utsläpp av CO₂e. I tabell 15 presenteras en sammanfattning av resultaten för underfrågan tillhörandes *Huvudfråga 3*.

Tabell 15: Sammanfattning av de minskade utsläpp av CO₂e till följd av konsolidering på Göteborgsrutten

Resultat U3.1

Genom nedbokning och därmed ökad fyllnadsgrad kan CO₂e-utsläppen årligen minska med:

- 3300-5100 kg CO₂e, vilket motsvarar 24-38 % av denna bils utsläpp och 5-9 % av de totala utsläppen för förbokade transporter som avgår under måndag-torsdag till Göteborg.

Genom minskning av antalet extrabilar finns det potential att minska utsläppen med som mest:

- 2200-2800 kg CO₂e per år.

8.3 Analys H3

I resultatet för den tredje huvudfrågan framgår att en längre ledtid möjliggör konsolidering av gods och att möjliggör sänkta utsläpp av CO₂e. Detta resultat går att se för både nedbokning av förbokade flakmeter och genom att minska antalet extrabilar. Resultatet går alltså i linje med resultat från tidigare studier om att konsolidering är en effektiv metod för att öka fyllnadsgraden i fordon och minska den totala miljöpåverkan i transportledet (Björklund, 2023; Oskarsson m. fl., 2013; Jazairy m. fl., 2021; Rogerson & Santén, 2017). Följaktligen överensstämmer resultatet även med det omvända resonemanget om att korta ledtider ofta leder till små sändningsstorlekar, mer frekventa transporter och en högre miljöpåverkan (Richards, 2021). I resultatet för nedbokning av flakmeter framgår att oavsett om den utomstående aktören lastar lastbilen till bil 5 med en maximal vikt kommer Ahlsells andel CO₂e-utsläpp att minska. Denna aspekt är relevant eftersom Ahlsell inte kommer att kunna påverka vilket gods som lastas i lastbilen.

En relevant aspekt att lyfta är att samtliga transporter körs med förnybart drivmedel. I beräkningarna av utsläppen från drivmedlet har alla utsläpp från *Well to Wheel* tagits med i de totala utsläppen, det vill säga alla utsläpp från transporter och energi som går åt vid produktion. Med ett annat synsätt kan HVO100 anses

vara klimatneutralt eftersom det är tillverkat av restprodukter och inte släpper ut någon ny koldioxid i atmosfären. Det finns ännu inget rätt eller fel i denna fråga, men med hänsyn till att HVO100 har betydligt lägre CO₂e-utsläpp per liter jämfört med dieseldrivna fordon kan valet att köra transporter med förnybart bränsle anses vara ett stort framsteg i miljöarbetet för Ahlsell. Att frånga fossila drivmedel är en konkret åtgärd i miljöarbetet som lyftes av Richards (2021) och leder till minskade utsläpp i scope 3 (RISE, 2025). Transportledaren förklarade att samtliga transportörer använder HVO vid transport, men det är rimligt att diskutera möjligheten till hur utsläppen hade påverkats av om ett dieseldrivet fordon hade används vid transport. Eftersom konsolideringen ledde till en procentuell minskning av utsläppen för HVO-drivna transporter, skulle utsläppsminskningen vara ännu större om dieseldrivna fordon använts.

I resultatet framgick även att ett minskat antal extrabilar har potential att reducera utsläppen från transporter. Eftersom dagens krav på kort ledtid och en hög leveransprecision (Richards, 2021) skapar incitament för Ahlsell att boka upp extrabilar vid dagens slut, oavsett hur mycket gods som är kvar efter att förbokade transporter avgått, är det rimligt att fyllnadsgraden för extrabilarna varierar. Detta resonemang stöds av Richards (2021) och Oskarsson m. fl. (2013), som förklarar att korta ledtider ofta leder till låga fyllnadsgrader vid transport. De varierande fyllnadsgradernas påverkan på utsläpp fångades upp genom att beräkna utsläpp från transporter med både hög och låg fyllnadsgrad, där det framgår att dessa utsläpp i liten grad påverkas av lastens vikt. Samma sak gick att se i resultatet från utsläppsberäkningarna för bil 1, 3 och 5 som i nuläget hade mycket lika utsläpp, trots att fyllnadsgraden för bil 3 är avsevärt lägre än för övriga två bilar. Följaktligen genereras utsläppen i huvudsak av att fordonet drivs framåt och inte från dess vikt. För Ahlsells gods som är relativt lätt leder en högre fyllnadsgrad endast till en relativt liten total utsläppsökning för transporten. Vid möjligheten att fylla bilarna med mer gods, och kunna minska antalet extrabilar som körs, finns det därför en potential till att minska utsläppen av CO₂e per kolli. Sammantaget blir alltså totala utsläppen för en transport högre vid en hög fyllnadsgrad och därmed ett tyngre fordon, men utsläppen per kolli blir lägre om det är möjligt att samla godset på ett färre antal fordon.

I tidigare huvudfrågor har sambandet mellan nedbokning av flakmeter och behovet av extrabilar diskuterats. När det gäller utsläppen av CO₂e går det att se att det finns en större potential till minskad miljöpåverkan genom att nedboka antalet förbokade flakmeter jämfört med att eliminera samtliga extrabilar. Detta förutsätter dock att det framtida behovet av extrabilar inte fler än ungefär 80-100 st per år. Resultatet förutsätter även att en annan aktör står för utsläppen från den del av lastbilen som Ahlsell inte nyttjar. Denna lösning anses vara trovärdig eftersom Ahlsell köper transporter från extern part som har många andra kunder vars gods kan transporteras på samma bil.

Avslutningsvis är det relevant att analysera hur en längre ledtid och möjligheten till konsolidering på övriga rutter hade kunnat påverka den miljömässiga hållbarheten i form av CO₂e-utsläpp. Likt transporterna till Göteborg används HVO100 som drivmedel för transporter till övriga rutter, vilket gör att dessa transporter kan analysera med samma resonemang som för transporterna till Göteborg. Ett par viktiga aspekter vid diskussion av generaliserbarheten i beräkningarna är att övriga rutter har en avtagande mängd gods som skickas på dessa rutter och därmed ett lägre antal förbokade avgångar per dag. Med likhet i logiken i *underfråga 2.2*, om hur kostnadsbesparingar kan göras på övriga rutter, är det rimligt att rutter med många dagliga avgångar och med långa distanser genererar en större miljöpåverkan i dagsläget. Däremot har dessa rutter större potential att minska utsläppen genom att öka användningen av konsolidering. I litteraturen

beskrivs att det krävs en tillräcklig sändningsstorlek för att konsolidering ska vara möjlig eftersom det krävs en tillräcklig sändningsstorlek för att fyllnadsgraden ska öka (Björklund, 2023; Oskarsson m. fl., 2013). Enligt Oskarsson m. fl. (2013) kan det vara nödvändigt att samlasta med andra aktörers gods på omlastningsterminaler för att säkerställa en tillräckligt hög fyllnadsgrad. Eftersom Ahlell redan nyttjar samlastning med annat gods från omlastningsterminaler hade det varit intressant att i framtiden undersöka hur rutten med lite gods kan nyttja samlastning även till respektive terminal.

9 Diskussion

I detta kapitel förs en diskussion kring begränsningar i studiens metod och en vidare diskussion av resultatet och analysen som presenterades i tidigare kapitel.

9.1 Metodens begränsningar

En stor del av metoden för *underfråga 1.1.* genomfördes med data för oktober 2024 medan mestadels av metoden för *underfråga 1.2.* avgränsades till en enstaka rutt. Dessa avgränsningar gör det nödvändigt att undersöka andra månader och ruttor för att med säkerhet fastställa dels effekter och eventuella kapacitetsbegränsningar. Det är möjligt att säsongsvariationer på vissa artikelgrupper kan leda till flaskhalsar kan uppstå i plockzoner, sorteringssystem och lasttytor där F&I-artiklar är överrepresenterade. En undersökning av F&I kunders beställningsmönster över hela året är därav nödvändigt. I praktiken kan det göras genom att upprepa metodstegen för *underfråga 1.1.* för respektive månad. På samma sätt kan konsolideringens effekt uppskattas genom att upprepa metodstegen i *underfråga 1.2., 2.2 och 3.1.* för respektive rutt i mån av tillgänglig data.

Ett aspekt som författarna anser utgöra en risk för metodens robusthet är användandet av genomsnitt vid bearbetningen av orderdata. När den representativa veckan skapades utifrån genomsnitt dämpades de största variationerna vilket medförde lägre krav på kapacitetsnivå. För att öka studiens robusthet skulle det vara nödvändigt att undersöka extremfall på hög efterfrågan för att förstå vilka belastningar som Ahlsells logistiksystem klarar av idag samt om vissa plockzoner/delar av flödet skulle utgöra en flaskhals vid extrema fall av hög belastning efter implementation av tidsstyrning och konsolidering. Särskilt viktigt skulle vara att kontrollera kapacitet på Vidar, plockzonerna och lasttytor på respektive rutt.

Vid utformningen av metoden har varje beslut om antaganden och förenklingar noggrant valts för att säkerställa att de kvantitativa resultaten ger pessimistiska uppskattningar av de verkliga effekterna som förväntas. Detta bör beaktas om denna rapport används som grund för beslut om implementation.

9.2 Generaliserbarhet

Författarna ser stor potential för användning av tidsstyrning av orderrader på andra verksamheter med möjligheten att utöka ledtiden från en till två dagar. Förutsatt att företaget besitter tillräcklig data skulle det vara möjligt att applicera metoden för tidsstyrning av orderradshantering och på så sätt kunna uppskatta en möjlig besparing. Optimeringsmodellens bivillkor skulle dock behöva anpassas för verksamhetens specifika förutsättningar och de tidsintervall under vilka orderraderna önskas flyttas. Kontroll av kapacitetsnivåer längst hela flödet kan sedan undersökas som i metoden.

Metoddelen om konsolidering är svårare att generalisera då den bygger på Ahlsells specifika transportstruktur. Studien har inte kvantitativt kunnat bekräfta de exakta effekterna av att kunna balansera topp-och bottenpallar över tid, vilken begränsar generaliserbarheten. På en principiell nivå bekräftar studiens resultat om konsolidering inget mer än vad tidigare litteratur redan indikerar, det vill säga att

längre ledtid möjliggör samlastning och konsolidering med höjd fyllnadsgrad som möjlig effekt.

9.3 Skalbara förändringar utan tröskel – lönsamhet från första order

De uträknade effekterna av framtagna åtgärder är baserade på beräkningar som utgår från att alla kunder inom kundsegmenten Fastighet & Industri väljer den längre ledtiden. Även om det inte kan bevisas i denna studie är författarna övertygade om att ett linjärt samband råder mellan andelen orderrader med längre ledtid och besparingar på personalkostnader. I takt med att fler väljer det längre leveransalternativet kan plockare flyttas från eftermiddag till förmiddag. Det skulle alltså inte finnas någon ”kritisk massamed orderrader att uppnå för att göra förändringarna lönsamma. Sambandet mellan antal orderrader och effekterna i transport är dock mer komplext, då kostnadsbesparingar endast kan ske när outnyttjad kapacitet är tillräckligt stor för en nedbokning vilket måste utvärderas individuellt för varje rutt. För att uppnå en betydande minskning av utsläpp räcker det inte med nedbokning i storlek på lastbilar utan helst bör en bil kunna avbokas helt. Detta resonemang grundas i att transporternas utsläpp varierar mycket lite vid en varierad fyllnadsgrad, vilket tyder på att majoriteten av utsläppen uppstår av bilens egna vikt.

De föreslagna förändringarna är inte utformade utifrån en fast kapacitet för orderrader med längre ledtid. Förväntade andelen orderrader med längre ledtid kan alltså tillåtas vara okänd innan implementation. De föreslagna förändringarna kräver heller ingen kapitaltung investering som hade ställt krav på avkastning. Ett avkastningskrav hade både inneburit risk och ställt krav på antal kunder som måste välja det längre leveransalternativet, vilket man nu undviker i dem framtagna förändringar. Det skulle dock vara relevant för Ahlsell att undersöka vilka incitament som skulle krävas för att övertyga kunder i deras leveransval. Vissa kunder kan övertygas av miljöaspektet medan andra skulle kunna behöva se ett ekonomiskt incitament i form av avdrag på fraktkostnad. Eftersom kunden i dagsläget inte betalar för frakten, utan denna kostnad är inkluderad i priset, hade det varit relevant att kunna erbjuda någon annan form av kompensation. Skulle det visa sig att fraktkostnaden behöver sänkas för att övertyga kunder att välja den längre ledtiden måste Ahlsell omvärdera hur mycket fraktkostnaden kan sänkas för att bibehålla längre ledtid som ett lönsamt leveransalternativ. Implementeringen av förändringarna kan ske progressivt medan kapacitetsnivåer av personal- och transportresurser justeras allteftersom för att uppnå optimalitet. I praktiken innebär det framförallt justeringar i transport såsom nedbokning av grundbokningar om sista avgången fortfarande har låg fyllnadsgrad eller tidigareläggning av avgångar om lastyta når maxkapacitet för tidigt.

9.4 Ledtider över 2 dagar- möjligheter och begränsningar

I denna studie undersöktes en ledtid på 2 dagar. Som förklarat tidigare i rapporten skulle en ännu längre ledtid på mellan 3-5 dagar möjliggöra andra förändringar. Då leveransprecision måste upprätthållas måste plocket av en orderrad, med dagens fysiska lagerstruktur, ske dagen innan leverans, vilket begränsar möjligheten till att plocka flera dagar innan leverans. Detta skulle kräva en stor konsolideringsyta som det inte finns yta för i dagsläget. En längre ledtid kan därför inte leda till ytterligare besparingar på OB-kostnader. Dessutom skulle det binda arbete i stillastående kollin. Däremot skulle det kunna förbättra

prognosernas tidshorisont och ge mer tid för att planera kapacitetsnivåer på personal- och transportresurser. Det skulle vara relevant för Ahlsell att undersöka hur effekterna jämför sig mellan prognoser som tillhandahålls olika lång tid före plockdagen. Detta då verksamheten skulle kunna gynnas av mer tid för att hinna anpassa kapacitetsnivåer, såsom planering av personal- och transportresurser.

I nuvarande studie undersöktes inte hur kapitalbindningen påverkas, men författarna skulle vilja argumentera för att den inte kan minska även med en ledtid på 5 dagar. En Just-In-Time lösning där artiklar endast är i kort transit på LCT innan vidare transport till kund skulle ställa mycket höga krav på ledtid för Ahlsells egna leverantörer. Med tanke på att en viktig del i Ahlsells kunderbjudande är att lagrhålla produkterna åt kunden anses Just-In-Time-inköp vara en för riskabel förändring för att kunna implementeras.

9.5 Bättre tidsmarginaler i flödet- höjd leveransprecision

Fokus i denna rapport låg på att utvärdera effekter på kostnader och utsläpp. Det finns skäl att anta en höjning av kvalitet till följd av förändringarna. Mindre belastning i plocket nära inpå stopptider kan minska både antalet sena avgångar och avvikelser, det vill säga när kollin inte kommer på sista avgång. Skulle dessutom en senareläggning av sista avgång förhandlas med transportörerna kan en ytterligare höjning av kvalitet förväntas. Sena avgångar på grund av sent plock kan leda till indirekta kostnader eller uteblivna intäkter från framtida försäljning. Avvikelser kan dock leda till höga kostnader om kollin skickas sent med taxibilar. Andra kvalitetsmått såsom plockprecision (rätt antal och rätt artikel) kan vara svårare att avgöra effekten på, men med en jämnare arbetsbelastning är det rimligt att plockprecisionen hade kunnat öka. Detta hade kunnat öka kundnöjdheten, eftersom kundens leverans i större grad hade överensstämmt med den lagda ordern. Samtidigt leder en högre plockprecision till mindre svinn och att lagersaldot i större utsträckning överensstämmer med antalet artiklar vid inventering, vilket minskar risken för lagerbrist.

9.6 Studiens relevans för det nya logistikcentret

I den här studien är det processerna och de fysiska förutsättningarna i det nuvarande lagret LCT som utgör förutsättningarna för de möjliga förändringarna och dess effekter. Med hänsyn till att Ahlsell är under en pågående omstrukturering av logistikcentret i Hallsberg är det relevant att diskutera hur resultaten i denna studie hade kunnat utgöra underlag för beslut och planering inför den kommande implementeringen av det nya logistikcentret. Omstruktureringen innefattar i stora drag automationssatsningen i LCT och byggnationen av det nya lagret LCU.

Resultatet visar att en förbättrad resursplanering kan leda till betydande kostnadsbesparing kopplat till personalkostnader. I det nya LCT kommer plockprocessen i högre grad vara automatiserad, vilket förväntas leda till ökad plockeffektivitet. Eftersom den högre plockeffektiviteten skapar utrymme för tillväxt är det troligt att Ahlsell på sikt kommer att hantera fler orderrader per dag, men med ett liknande personalbehov som idag. Med tillgången till en längre ledtid skulle även den framtida arbetsbelastningen kunna fördelas jämnare över dagen och veckan. Tillgången på en längre ledtid gör då att en jämn och hög plockeffektivitet kan bibehållas i lagret och minskar risken för belastningstoppar.

Vidare framkommer att den längre ledtiden medför möjligheter till ökad konsolidering av gods. Av resultatet framgår att en konsolideringsbuffert gör det möjligt att fylla bilar tidigare under dagen, vilket bidrar till ett effektivare transportutnyttjande och motverkar "hängmatte-effekten". Efter ombyggnationen av LCT kommer lagret att ha tillgång till en buffertyta vid utlastningen, som är dimensionerad för att rymma tre timmars efterfrågan. I buffertytan kommer gods från olika plockstationer som ska till samma kund att sampackas för att minska antal kollin. Baserat på denna studies resultat är det rimligt att anta att denna buffertyta kommer att förbättra konsolideringsarbetet ytterligare och leda till högre fyllnadsgrader vid transport jämfört med både dagsläget och studiens resultat. För att byffertytan ska kunna nyttjas till sin fulla potential krävs det att artiklar i större utsträckning plockas tidigare under dagen, vilket studien visat möjliggörs med tillgången på en längre ledtid.

10 Slutsats

Denna studie har fastställt att en längre ledtid mot kund kan utnyttjas av Ahlsell för att minska kostnader och förbättra miljömässig hållbarhet. De önskade effekterna kan uppnås genom två förändringar som möjliggjorts av en ledtid på två dagar; tidsstyrning av orderhantering för effektivare styrning av personalresurser samt konsolidering av gods innan transport.

Implementeringen av den förstnämnda skulle leda till en pessimistiskt uppskattad besparing på 5,95 MSEK årligen genom att tidigare lägga plock av orderrader under timmar utan OB-tillägg. Tidsstyrning av orderradshantering skulle få som effekt att gods når utlastningen tidigare och kan skapa en buffert för att förbättra fyllnadsgraden vid transport. Fyllnadsgraden förväntas öka både sett till utnyttjade flakmeter genom att minska antalet fall där gods inte hunnit plockas innan avgång samt sett till stuvning på höjd genom en bättre balansering av botten- och toppallar. För att uppnå besparingar genom en ökad fyllnadsgrad undersöktes två förändringar; nedbokning av antal förbokade flakmeter och reducering av antal extrabilar. Sambandet mellan de två förändringarna är komplext och behöver undersökas vidare genom att antingen praktiskt implementera förändringarna, eller vidareutveckla analysen när det finns tillgång på mer tillförlitlig registrerad fyllnadsgradsdata. I studien fokuserade därför undersökningen på att undersöka potentialen till besparingar för de två förändringarna, snarare än att fastställa en faktiskt kostnadsbesparing av en förbättrad konsolidering.

För Göteborgsrutten framgick att antalet flakmeter hade kunnat nedbokas med 7,5 flakmeter dagligen under måndag-torsdag, vilket skulle resultera i en årlig besparing på 748 000 SEK. Utöver nedbokning av grundbokningar kan det förväntas att bokningar av extrabilar kommer att minska, även om det är svårt att fastställa med hur mycket. Den maximala potentialen för kostnadsreducering genom minskning av extrabilar är omkring 700 000 SEK, vilket motsvarar de årliga kostnaderna för extrabilar. Det finns även potential att minska antalet sena bokningar av extrabilar. För Göteborgsrutten genererade dessa en merkostnad på 94 000 SEK under år 2024, vilket tros kunna minskas avsevärt genom tidigare beställning av extra transportkapacitet. På Göteborgsrutten identifierades även att konsolideringen kan minska utsläppen av CO₂e, både genom nedbokning av flakmeter och genom en reducering av antal extrabilar. Utsläppsminskningen var som störst om en hel transport kan utgå, men det är även gynnsamt att nedboka antal flakmeter om utsläppen från den nedbokade delen kan allokeras till en extern aktör. Resultatet visade att det över ett år finns störst potential till att minska miljöpåverkan genom nedbokning av förbokade flakmeter, förutsatt att det inte uppstår ett behov av fler än 80-100 extrabilar per år. Analysen mynnade ut i att potentialen för kostnadsbesparingar och utsläppsminskningar är större för de rutter som har många dagliga avgångar och som åker långa sträckor. Med tanke på att Ahlsells transporter körs med förnybart bränsle kan dessa anses vara miljömässigt hållbara, vilket gör att kostnadsbesparingar utgör den största vinsten vid konsolidering.

En viktig aspekt som lyfts i studien är att besparingarna i personalkostnader inte är beroende av att ett lägsta antal orderrader väljer den längre ledtiden. Personalresurserna kan flyttas relativt fritt och möjliggör därför att andelen orderrader med längre ledtider kan variera och ändå uppnå kostnadsbesparingar. Däremot är en viktig aspekt att transporterna är mer beroende av att ett lägsta antal orderrader väljer den längre ledtiden, eftersom kostnadsbesparingarna och utsläppsminskningarna genereras först vid ett möjligt nedbokningssteg

eller då hela transporter kan utebli. Gemensamt för båda förändringarna är att de är oberoende av en initial investering och kan implementeras utifrån de fysiska förutsättningar som finns hos Ahlsell i dagsläget. Det har dock konstaterats att en ledtid på mer än två dagar kräver fysiska förändringar i lagret. Genom att applicera studiens resultat på det nya logistikcentret förutspås en längre ledtid på liknande sätt som i denna studie kunna sänka kostnader och miljöpåverkan.

Då varken tidsstyrningen av orderrader eller konsolideringen kräver någon större investering eller fysisk förändring konvergerar studien till slutsatsen att Ahlsell kommer att gynnas av en längre ledtid. De i studien framtagna förändringarna kan därmed implementeras med låg finansiell risk och gynna Ahlsells strävan för ökad lönsamhet och miljömässig hållbarhet.

Referenser

- Ahlsell. (2022). *Hvo100 - ett steg i kampen för klimatet*. Hämtad från <https://www.ahlsell.se/aktuellt/hvo100-ett-steg-i-kampen-for-klimatet/#:~:text=HV0100%20C3%A4r%20ett%20br%C3%A4nsle%20som,fr%C3%A5n%20fossila%20till%20alternativa%20drivmedel>.
- Ahlsell. (2024). *Sustainability report 2023* (forskningsrapport). Författare. Hämtad från https://liuonline-my.sharepoint.com/personal/hugdi351_student_liu_se/Documents/Exjobb%20Ahlsell/sustainability_report_2023.pdf?CT=1738139309445&OR=ItemsView
- Ahlsell. (2025a). *Företagsfakta ahlseil sverige*. Hämtad från <https://www.ahlsell.se/om-ahlsell/foretagsfakta/>
- Ahlsell. (2025b). *Logistikcentrum i hallsberg*. Hämtad från <https://www.ahlsell.se/om-ahlsell/var-verksamhet/logistik/>
- Ahlsell. (2025c). *Om ahlseil*. Hämtad från <https://www.ahlsell.se/om-ahlsell/>
- Ahlsell Group. (2025a). *Företagsfakta ahlseil sverige*. Hämtad från <https://www.ahlsellgroup.com/sv/om-ahlsell/kort-om-ahlsell>
- Ahlsell Group. (2025b). *Förvärvsstrategi*. Hämtad från <https://www.ahlsellgroup.com/sv/om-ahlsell/forvarv>
- Ahlsell Group. (2025c). *Vårt erbjudande*. Hämtad från <https://www.ahlsellgroup.com/sv/om-ahlsell/vart-erbjudande>
- Ahlsell Group. (2025d). *Vårt strategi*. Hämtad från <https://www.ahlsellgroup.com/sv/om-ahlsell/strategi>
- All European Academies. (2023). *Den europeiska kodexen för forskningens integritet, reviderad utgåva (svenska)*. Berlin: ALLEA- All European Academies. doi: 10.26356/ECOC-Swedish
- Björklund, M. (2023). *Hållbara logistiksystem*. Studentlitteratur AB.
- Björklund, M. & Paulsson, U. (2003). *Seminarieboken- att skriva, presentera och opponera*. Studentlitteratur.
- Chocholac, J., Hyrslova, J., Kucera, T., Machalik, S. & Hruska, R. (2019). Freight transport emissions calculators as a tool of sustainable logistic planning. *Communications*, 21, 43-50. Hämtad från <https://komunikacie.uniza.sk/pdfs/csl/2019/04/06.pdf> doi: <https://doi.org/10.26552/com.C.2019.4.43-50>
- Dubey, U. & Kothari, D. (2022). *Research methodology : techniques and trends*. Boca Raton : Chapman and Hall/CRC Press. Hämtad från <https://www.taylorfrancis-com.e.bibl.liu.se/reader/download/906f2764-0258-48ec-b6bf-973643e559cf/book/pdf?context=ubx> (e-bok)
- European Commission. (2025). *Transport and the green deal*. Hämtad från https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/transport-and-green-deal_en
- European Environment Agency. (2024). *Greenhouse gas emissions from transport in europe*. Hämtad från <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/greenhouse-gas-emissions-from-transport?activeAccordion=546a7c35-9188-4d23-94ee-005d97c26f2b>
- Fangren, K. & Sellerberg, A. (2011). *Många möjliga metoder*. Studentlitteratur.

- Frazelle, E. H. (2016). *World-class warehousing and material handling* (2nd utgåvan). McGraw-Hill Education.
- Greenhouse Gas Protocol. (2025a). *Corporate value chain (scope 3) standard*. Hämtad från <https://ghgprotocol.org/corporate-value-chain-scope-3-standard>
- Greenhouse Gas Protocol. (2025b). *Standards & guidance*. Hämtad från <https://ghgprotocol.org/standards-guidance>
- Guerrazzi, E., Mininno, V. & Aloini, D. (2024). Balancing picking and outbound loading efficiency in an sbs/rs through a digital twin. *Flexible Services and Manufacturing Journal*. doi: <https://doi.org/10.1007/s10696-024-09554-w>
- Halldórsson, A. & Aastrup, J. (2003). Quality criteria for qualitative inquiries in logistics. *European Journal of Operational Research*, 144, 321-332. doi: [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(02\)00397-1](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00397-1)
- Jalali, S. & Wohlin, C. (2012). Systematic literature studies: database searches vs. backward snowballing. I *Esem '12: Proceedings of the acm-ieee international symposium on empirical software engineering and measurement* (s. 29-38). ACM Digital Library.
- Jazairy, A., Haartman, R. & Björklund, M. (2021). Unravelling collaboration mechanisms for green logistics: the perspectives of shippers and logistics service providers. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 51(4), 423-448. (Accessed: 2025-02-07) doi: [10.1108/IJPDLM-09-2019-0274](https://doi.org/10.1108/IJPDLM-09-2019-0274)
- Keleş, A. & Güngör, G. (2021). Overview of environmental problems caused by logistics transportation: Example of european union countries. *Tehnički glasnik*, 15, 569-573. doi: <https://doi.org/10.31803/tg-20190308110830>
- Lumsden, K. (1995). *Transportekonomi*. Studentlitteratur.
- Marchet, G., Melacini, M. & Perotti, S. (2015). Investigating order picking system adoption: a case-study-based approach. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 18(1), 82-98. Hämtad från <https://doi.org/10.1080/13675567.2014.945400> doi: [10.1080/13675567.2014.945400](https://doi.org/10.1080/13675567.2014.945400)
- Mattsson, S.-A. (2012). *Logistik i försörjningskedjor*. Studentlitteratur AB.
- McKinnon, A. & Ge, Y. (2004). Use of a synchronised vehicle audit to determine opportunities for improving transport efficiency in a supply chain. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 7, 219-238. doi: <https://doi.org/10.1080/13675560412331298473>
- Nationalgrid. (2025). *What are scope 1, 2 and 3 carbon emissions?* Hämtad från <https://www.nationalgrid.com/stories/energy-explained/what-are-scope-1-2-3-carbon-emissions#:~:text=Definitions%20of%20scope%201%2C%202,owned%20or%20controlled%20by%20it.>
- Network for Transport Measures. (2025). *About ntm*. Hämtad från <https://www.transportmeasures.org/en/about-ntm/>
- Noll, B., del Val, S., Schmidt, T. & Steffen, B. (2022). Analyzing the competitiveness of low-carbon drive-technologies in road-freight: A total cost of ownership analysis in europe. *Applied Energy*, 306, 1-26. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.118079>
- Olivari, E., Caballini, C. & Lluch, X. (2025). How to calculate ghg emissions in freight transport? a review of the main existing online tools. *Case Studies on Transport Policy*, 19, 101343. Hämtad från <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213624X24001986> doi: <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2024.101343>

- doi.org/10.1016/j.cstp.2024.101343
- Oskarsson, B. (2019). *Total cost analysis in logistics: Practical execution, learning, and teaching in higher education* (PhD dissertation, Linköping University Electronic Press). doi: 10.3384/diss.diva-161448
- Oskarsson, B., Aronsson, H. & Ekdahl, B. (2009). *Modern logistik - för ökad lönsamhet*. Liber AB.
- Oskarsson, B., Aronsson, H. & Ekdahl, B. (2013). *Modern logistik - för ökad lönsamhet*. Liber AB.
- Patel, R. & Davidson, B. (2011). *Forskningsmetodikens grunder- att planera, genomföra och rapportera en undersökning*. Studentlitteratur.
- Pewe, U. (2002). *Lönsam logistik*. Industrilitteratur AB.
- Rajani, R. & Heggde, G. (2020, 01). Capacity management strategies in supply chains - a critical review and directions for future. *International Journal of Business Excellence*, 21, 81. doi: 10.1504/IJBEX.2020.106951
- Richards, G. (2021). Resourcing a warehouse. I *Warehouse management: The definitive guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse* (4th utgåvan). Kogan Page.
- RISE. (2025). *Ghg-protokollet*. Hämtad från <https://www.ri.se/sv/omstallningslyftet/kunskapsbibliotek/omstallningskunskaper/ghg-protokollet>
- Rogerson, S. & Santén, V. (2017). Shippers' opportunities to increase load factor: managing imbalances between required and available capacity. *INTERNATIONAL JOURNAL OF LOGISTICS: RESEARCH AND APPLICATIONS*, 20(6), 581-603. Hämtad från <https://doi.org/10.1080/13675567.2017.1306612> (Accessed: 2025-02-07) doi: 10.1080/13675567.2017.1306612
- Shreya, S., Ankita, Y., Aivarajan, S. & Bharani, K. (2023). Efficient transportation cost minimization strategies in supply chain management: A comprehensive analysis and optimization framework by using solver methodology python programming. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 8, 1952-1960. doi: 10.5281/zenodo.8324108
- Sied, A. (2024). A study on essential of effective transportation system for supply chain efficiency, cost reduction and enhancing customer satisfaction. *Global Scientific Journals*, 12, 8-13. doi: 10.5281/zenodo.11124157
- Vanheusden, S., van Gils, T., Caris, A., Ramaekers, K. & Braekers, K. (2020). Operational workload balancing in manual order picking. *Computers Industrial Engineering*, 141, 106269. Hämtad från <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360835220300036> doi: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106269>
- Wu, H. & Dunn, S. (1995). Environmentally responsible logistics systems. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 25(2), 20-38. Hämtad från <https://doi.org/10.1108/09600039510083925> (Accessed: 2025-02-06) doi: 10.1108/09600039510083925

11 Appendix

A Litteratursökning

Sökning	Typ av källa	Resultat
<i>Område: Ledtid och lager</i>		
lead time AND (competitiveness OR competitive advantage) AND trends	Akademisk tidsskrift, peer-reviewed	214
lead time AND (competitiveness OR competitive advantage) AND trends AND (wholesal* OR distribut*)	Akademisk tidsskrift, peer-reviewed	30
TI warehouse management	-	7756
warehouse AND material handling	-	10849
TI (workload AND (leveling OR balancing))	Akademisk tidsskrift, peer-reviewed	1579
resource AND planning AND warehouse	Akademisk tidsskrift, peer-reviewed	771
sustainable AND warehouse AND management	-	2895
<i>Område: Kostnad och miljöpåverkan i transport</i>		
total cost of ownership AND freight	Akademisk tidsskrift, peer-reviewed	121
CO2e AND calculat*	Akademisk tidsskrift, peer-reviewed	579
transportation AND cost AND minimization	Akademisk tidsskrift, peer-reviewed	3860
transportation AND environment* AND europe*	Akademisk tidsskrift, peer-reviewed	14544
calculat* AND emission* AND freight OR transport	Akademisk tidsskrift, peer-reviewed	3210617
TI fill rate AND transport	Akademisk tidsskrift, peer-reviewed	6
TI (fill rate OR filling rate OR load OR loading factor OR vehicle load) AND TI transport AND TI calc*	Akademisk tidsskrift, peer-reviewed	7