



# CHALMERS

---

## **Utformning och styrning av lager med hänsyn till utrymmesbegränsningar på ett pappersbruk**

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Ekonomi och Produktionsteknik*

ANDREAS ZETTERBERG  
HEMAN ABDULLAH KADER

EXAMENSARBETE E2015:083

## Utformning och styrning av lager med hänsyn till utrymmesbegränsningar på ett pappersbruk

Handledare: Eive Andersson

Handledare: Robin Hansson, Avdelningen för logistik och transport

Examinator: Mats Johansson, Avdelningen för logistik och transport

Institutionen för teknikens ekonomi och organisation

*Avdelningen för logistik och transport*

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2015

Utformning och styrning av lager med hänsyn till utrymmesbegränsningar på ett pappersbruk

© ANDREAS ZETTERBERG & HEMAN ABDULLAH KADER

Examensarbete E2015:083

Institutionen för teknikens ekonomi och organisation  
Avdelningen för logistik och transport  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
SE-412 96 Göteborg Sweden  
Telefon + 46 (0)31-772 1000  
Chalmers Reproservice

## Sammanfattning

Färdigvarulager är en kritisk del för många tillverkande företag. Ett sådant lager hjälper företag att tillsammans med sin kontinuerliga produktion hantera variationer. Inom företaget skapar det en samordning mellan tillgång och efterfrågan. Dock ger lager ingen ökning av ett företags intäkter utan skapar utgifter, då varor i ett lager binder kapital som inte kan användas. Då ett lager utformas är det därför viktigt att bestämma lagrets storlek.

Det manuella färdigvarulagret på pappersbruket fungerar idag som en del av ett internationellt distributions center (IDC) för företagets skandinaviska marknad. Lagret har en total lagringskapacitet på ca 24.000 pallplatser och lagerplatserna används till att lagra färdigvara av konsumentartiklar. Färdigvarulagret är utformat för artiklar med en stor kvantitet för varje artikel vilket inte speglar marknadssituationen. Lagret kan ha en faktisk fyllnadsgrad på 40 – 60 % men ändå kan anses som fullt vilket kan få till följd att omplanering av produktion kan krävas alternativt att delar av ordinarie lager flyttas till externt lager. Syftet med detta examensarbete är således att ge rekommendation för hur pappersbruket ska utnyttja sitt befintliga lagerutrymme på ett mer effektivt sätt, då det finns otillräckligt med plats, och därigenom minska behovet av ett externt lager. För uppfylla examensarbetets syfte togs två fokusområden fram för använda det befintliga lagerutrymme i det manuella färdigvarulagret på ett mer effektivt sätt, fyllnadsgrad respektive medellagernivå.

Pappersbruket har i dagsläget inte några mätetal som mäter det manuella färdigvarulagrets fyllnadsgrad. Förutom ett ensidigt perspektiv och en dålig överblick är det svårt att tillämpa en lång- men också kortsiktig styrning med avseende på bristen på nyckeltal. Fyllnadsgraden av lagret presenteras och analyseras i rapporten utifrån fyra mätetal; utnyttjandegrad av lageryta, pallplatsutnyttjande, radutnyttjande och Honeycombing Ratio. Medellagernivån baserar sig på omsättnings- och säkerhetslagrets nivåer, därav har dessa presenterats och analyserats i rapporten. Historiskt sett har de värden som beräknats fram till stor del fått stå tillbaka för principen ”hängslen och livrem” vilket lett till att lagernivåerna varit högre än det optimala och bidragit till mer upptagen plats och högre kapitalbindning.

Analysen har visat på att det finns möjligheter för förbättringar inom de framtagna fokusområdena fyllnadsgrad och medellagernivå. Det finns möjligheter att sänka den totala medellagernivån genom att tillämpa ett mer teoretiskt beräknat säkerhetslager med samma servicenivå, dock med en annorlunda servicefunktion. För att kunna använda det befintliga lagret på bästa sätt, behövs det också en ökning fyllnadsgraden. Efter en analys av nyckeltalen för fyllnadsgraden var slutsatsen att det stora problemet inte var att lagret hade en platsbegränsning utan begränsning i antalet rader och pallutnyttjandet per rad. Därav krävs framförallt en omdimensionering av lagret inom vilket det generellt behövs fler och kortare rader.

## Abstract

Finished goods warehouse is critical for many manufacturing companies. Such inventory along with continuous production helps companies to deal with variations. Within the company, it creates a coordination between supply and demand. However, having inventory does not increase a company's revenue without creating expenses as goods, in a warehouse ties up capital that cannot be used. When a warehouse is formed, it is therefore important to determine the correct size of the warehouse.

The finished goods inventories at the paper mill works today as part of an international distribution centre (IDC) for the company's Scandinavian market. The warehouse has a total storage capacity of about 24,000 pallets and storage is used for finished consumer items. The warehouse is designed for articles with a large quantity for items which does not reflect the market situation. Because of the design a fill rate of 40-60 % indicates that the warehouse is full this often result in moving a part of the regular stock to an external storage. The purpose of this thesis is therefore to provide a recommendation of how paper mill shall use its existing warehouse space more efficiently when there is insufficient space, thereby reducing the need for an external warehouse. To meet the purpose of the thesis two focus areas were introduced fill rate and average inventory level.

The paper mill has today, no key indicators that measure the fill rate of the warehouse. Apart from a unilateral perspective and a bad overview, it is difficult to apply a long, but also short-term control with respect to the lack of key indicators. The fill rate of the warehouse is presented and analysed in the report based on four key perspectives; utilization of warehouse space, pallet space utilization, lane utilization and Honeycombing Ratio. The average inventory level is based on cycle-and safety stock levels, hence these have been presented and analyzed in the report. Historically, the values calculated for safety stock levels have had to stand back to the principle of adding safety manually. This has led to higher inventory levels than the calculated optimum and contributed a larger burden on the warehouse and a higher tied up capital. The analysis has shown that there are opportunities for improvements in the chosen focus areas fill rate and average inventory level. There are opportunities to reduce the overall average inventory level by applying a more theoretically calculated safety stock with the same level of service, but with a different service definition. In order to use the existing warehouse in the best way, there is also need in increasing the fill rate. After an analysis of the key perspectives of the fill rate it was concluded that the major problem was not that the warehouse had a space limitation, but that there was a limited number of rows and that the pallet utilization per line was low. Therefore to increase the fill rate the warehouse requires a new dimensioning where more and shorter rows are required.

# Innehåll

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>1</b>
1.1	Bakgrund . . . . .	1
1.2	Problemidentifiering . . . . .	2
1.2.1	Problemområden . . . . .	2
1.3	Syfte & Avgränsningar . . . . .	4
1.3.1	Avgränsningar . . . . .	4
1.4	Frågeställningar . . . . .	5
1.4.1	Delfrågeställningar . . . . .	5
1.5	Disposition . . . . .	6
<b>2</b>	<b>Teoretisk referensram</b>	<b>8</b>
2.1	Anledning till lager . . . . .	8
2.1.1	Färdigvarulager . . . . .	9
2.1.2	Leveransservice . . . . .	9
2.2	Medellagernivå . . . . .	11
2.2.1	Omsättningslager . . . . .	11
2.2.2	Säkerhetslager i färdigvarulager . . . . .	14
2.3	Utformning av lager . . . . .	18
2.3.1	Fyllnadsgrad . . . . .	19
2.4	Lagringsprinciper . . . . .	20
2.4.1	Uttagningsprinciper . . . . .	20
2.4.2	Åtkomsttid . . . . .	21
2.4.3	Förvaringsmetoder . . . . .	21
2.5	Artikkelokalisering . . . . .	23
2.5.1	Fixerat system . . . . .	24
2.5.2	Minnesbaserat system . . . . .	25
2.5.3	Slumpmässigt system . . . . .	26
2.5.4	Kombinationssystem . . . . .	26
2.6	Artikkelplacering . . . . .	26
2.6.1	Zonindelning . . . . .	26

2.6.2	Produktroteringsprincipen . . . . .	27
2.6.3	Plockpositionsprincipen . . . . .	27
2.6.4	Familjegrupsprincipen . . . . .	27
2.6.5	Popularitetsprincipen (ABC-klassificering) . . . . .	27
2.6.6	Storleksprincipen . . . . .	27
2.7	Artikeldifferentiering . . . . .	28
2.7.1	ABC-klassificering . . . . .	28
2.8	Logistikkostnader . . . . .	29
2.8.1	Transportskostnader . . . . .	29
2.8.2	Lagerhållningskostnader . . . . .	29
2.8.3	Ordersärkostnad . . . . .	31
2.9	Täcktid . . . . .	32
2.10	Kapitalbidning . . . . .	33
2.10.1	Kapitalbidning i absoluta tal . . . . .	33
<b>3</b>	<b>Metod</b>	<b>35</b>
3.1	Vetenskaplig metod . . . . .	35
3.2	Kvalitativa - och kvantitativa metoder . . . . .	35
3.3	Litteraturstudie . . . . .	36
3.4	Datainsamling . . . . .	36
3.4.1	Observation . . . . .	36
3.4.2	Dokument . . . . .	36
3.4.3	Intervjuer . . . . .	37
3.5	Insamlande av empirisk data . . . . .	38
3.5.1	Fyllnadsgrad . . . . .	38
3.5.2	Medellagernivåer . . . . .	39
3.5.3	Externa lagrets kostnader . . . . .	42
3.5.4	Skisser av lagret . . . . .	42
3.6	Analysmodell . . . . .	42
3.7	Kvalitet . . . . .	43
3.8	Metoddiskussion . . . . .	43
3.8.1	Tillvägagångsätt för fyllnadsgrad . . . . .	43
3.8.2	Beräkning av medellager . . . . .	43
<b>4</b>	<b>Empiri</b>	<b>45</b>
4.1	Färdigvarulagrets funktion . . . . .	45
4.1.1	Det externa lagrets funktion . . . . .	46
4.2	Färdigvarulagrets styrning . . . . .	46
4.2.1	Färdigvarulagrets operativa processer . . . . .	48
4.2.2	Artikellokalisering - Warehouse Management System . . . . .	49
4.2.3	Färdigvarulagrets inställningar . . . . .	50
4.3	Färdigvarulagrets fysiska utformning . . . . .	51
4.3.1	Förvaringsmetod och artikeldimensioner . . . . .	51
4.3.2	Lagerlayout och artikelpacering . . . . .	51

---

4.4	Nyckeltal - Medellager och fyllnadsgrad . . . . .	55
4.4.1	Fyllnadsgrad av lagret . . . . .	55
4.4.2	Medellagernivåer . . . . .	57
4.4.3	Täcktid . . . . .	61
4.4.4	Lagerhållningskostnader externa lagret . . . . .	61
<b>5</b>	<b>Analys</b>	<b>63</b>
5.1	Färdigvarulagrets funktion och styrning . . . . .	63
5.1.1	Det externa lagrets funktion . . . . .	64
5.2	Fyllnadsgrad . . . . .	65
5.2.1	Förvaringsmetod . . . . .	65
5.2.2	Lokalisering och placering av artiklar . . . . .	66
5.2.3	Nyckeltal - fyllnadsgrad . . . . .	68
5.3	Medellagernivå . . . . .	74
5.3.1	Omsättningslager och orderkvantitet . . . . .	77
5.3.2	Säkerhetslager . . . . .	78
<b>6</b>	<b>Diskussion och slutsatser</b>	<b>82</b>
6.1	Besvarande av frågeställningar och slutsats . . . . .	82
6.1.1	Fyllnadsgrad . . . . .	82
6.1.2	Medellagernivå . . . . .	83
6.1.3	Övergripande frågeställning . . . . .	83
6.2	Rekommendationer . . . . .	84
6.2.1	Förslag till fortsatta studier . . . . .	86
	<b>Bibliography</b>	<b>88</b>
<b>7</b>	<b>Bilagor</b>	<b>89</b>
.1	Normalfördelningsfunktionen . . . . .	89
.2	Servicefunktionen . . . . .	89
.3	Ritningar . . . . .	89
.4	Intervjufrågor . . . . .	89
.5	Artiklar som ärvt data . . . . .	89
.6	Artiklars nuvarande medellagernivå . . . . .	89
.7	Artiklars nuvarande säkerhetslager . . . . .	89
.8	Fyllnadsgradsperspektiv . . . . .	89
.9	Beräknade säkerhetslager . . . . .	89
.10	Kapitalbindning . . . . .	89



# Figurer

1.1	Problemområden samt sub-problem visualiserade i en WBS . . . . .	3
1.2	Examensarbetets fokusområden. . . . .	5
2.1	Den teoretiska referensramen och dess kapitel kopplat till examensarbetets syfte och frågeställningar. . . . .	8
2.2	Omsättningslager - Inleverans Förbrukningskvanitet (Jonsson and Mattsson, 2011). . . . .	12
2.3	Orderkvantitetens påverkan på totalkostnaden av order- och lagerhållningssärkostnaden (Aronsson et al., 2011). . . . .	13
2.4	Exempel på en-dimensionell ABC-klassificering baserat på volymvärde. . .	29
2.5	Exempel på kontinuerlig ökad särkostnad (Jonsson and Mattsson, 2011). .	31
2.6	Exempel på stegvis ökad samkostnad (Jonsson and Mattsson, 2011). . . .	32
3.1	Metoden för uträkning av golvytan, volym, antalet pallar etc. Där: $Y$ = Antalet rader, $X$ = antalet pallar i raddjup och $Z$ = antalet pallar staplade på höjden (Goethschalckx and Ratldff, 2007). . . . .	40
3.2	Processen för urval av artiklar. . . . .	41
3.3	Examensarbetets analysmodell med avseende på examensarbetets frågeställningar och syfte. . . . .	42
4.1	Empirins uppbyggnad kopplat till examensarbetets syfte och frågeställningar. . . . .	45
4.2	Det manuella färdigvarulagret, hall A & B, C, D, E, F och G. . . . .	47
4.3	Medellager per månad och maxkapacitet för respektive lager under 2014. .	48
4.4	Färdigvarulagrets operativa processer visualiserade i en flödeskarta. . . . .	50
4.5	Pappersbrukets stapling av pallar i det manuella färdigvarulagret. . . . .	52
4.6	Del 1 av det manuella färdigvarulagret, hall A & B och C. . . . .	53
4.7	Del 2 av det manuella färdigvarulagret, hall D och G. . . . .	54
4.8	Del 3 av det manuella färdigvarulagret, hall E och F. . . . .	55
4.9	Medellagernivå för de olika artiklarna. . . . .	58

4.10	”Cover Days” för pappersbrukets egenproducerade artiklar 2014. . . . .	62
5.1	Examensarbetets analysmodell med avseende på examensarbetets frågeställningar och syfte. . . . .	63
5.2	Totalt lagringsbehov i förhållande mot medel lagringsbehov under 2014. .	65
5.3	Effekten av att raderna inte är anpassade till lagringsmängden för en rad - Honeycombing. . . . .	68
5.4	Färdigvarulager del 1 utan emballage. . . . .	69
5.5	Antal pallar per raddjup - kopplat till Honeycombing Ratio. . . . .	72
5.6	Antalet ”förlorade” pallplatser i förhållande mot Honeycombing. . . . .	72
5.7	Del 3 av det manuella färdigvarulagret, hall E och F. . . . .	73
5.8	Förändrad lagerlayout i E och F-hallen. . . . .	74
5.9	Del 2 av det manuella färdigvarulagret, hall D och G. . . . .	75
5.10	Förändrad lagerlayout i D-hallen, förslag 1. . . . .	75
5.11	Förändrad lagerlayout i D-hallen, förslag 2. . . . .	76
5.12	Artiklars medellagernivåer i förhållande till dess täcktider. . . . .	76
5.13	Medellagernivå för de olika artiklarna i dagar. . . . .	77
5.14	Orderkvantitetens påverkan på totalkostnaden av order- och lagerhållningssärkostnaden (Aronsson et al., 2011). . . . .	78
5.15	Reducerad kapitalbinding i följd av minskat säkerhetslager. . . . .	81
6.1	Examensarbetets analysmodell med framtagna rekommendationer och med avseende på examensarbetets frågeställningar och syfte. . . . .	84
1	Normalfördelningsfunktionen vid beräkning av säkerhetslager med $SERV_1$	90
2	Normalfördelningsfunktionen vid beräkning av säkerhetslager med $SERV_2$	91
3	Ritning av lagret, hallarna A-C . . . . .	92
4	Ritning av lagret, hallarna D och G . . . . .	92
5	Ritning av lagret, hallarna E och F . . . . .	93
6	Exempel på förberedda intervjufrågor . . . . .	94
7	Alla artiklar som har ärvt data från andra artiklar . . . . .	95
8	Alla artiklar med nuvarande medellagernivå . . . . .	96
9	Utvalda artiklar med nuvarande säkerhetslager angivet i pallar och dagar (TDS) . . . . .	97
10	Den fysiska utformningen av lagret per hall . . . . .	97
11	Pallplatsutnyttjande och radutnyttjande per hall . . . . .	98
12	Honeycombing Ratio och radutnyttjande per hall . . . . .	98
13	Beräknade säkerhetslager angivet i pallar och dagar (TDS) . . . . .	99
14	Jämförelse av nuvarande och ny beräknad kapitalbidning efter minskning av säkerhetslager . . . . .	100

# Tabeller

4.1	Uttnyttjandegrad för lageryta i det manuella färdigvarulagret. . . . .	56
4.2	Pallplatsutnyttjandet i det manuella färdigvarulagret. . . . .	56
4.3	Radutnyttjandet i det manuella färdigvarulagret. . . . .	57
4.4	Honeycombing Ratio per rad för varje delyta i det manuella färdigvarulagret.	57
4.5	De tio artiklar med högst medellagernivå. . . . .	59
4.6	De tio artiklar med högst orderkvantitet omsättningslagernivå. . . . .	60
4.7	De 10 artiklar med högst säkerhetslager mätt i antal pallar. . . . .	61
4.8	Kostnader för det externa lagret. . . . .	62
5.1	De 10 artiklar vars säkerhetslagernivåer har minskat mest, mätt i antal pall. . . . .	80



# 1

## Inledning

DETTA kapitlet beskrivs bakgrunden till examensarbetet samt de problemområden som har identifierats. Därefter presenteras examensarbetets syfte och ett förtydligande görs för vilka områden som kommer att vara centrala utifrån satta avgränsningar.

### 1.1 Bakgrund

Pappersbruket är idag en del av ett globalt ledande hygien- och skogsindustriföretag. Företaget tillverkar och utvecklar personliga hygienprodukter, mjukpapper och skogsindustriprodukter. Koncernen är idag ständigt växande genom den långsiktiga ambitionen att vara ledande i både tillväxtmarknader och redan etablerade marknader. Pappersbruket är idag främst verksam inom koncernens mjukpapper område och har idag cirka 400 anställda och huvudsakliga processerna på bruket är massaberedning, papperstillverkning, konvertering och logistik.

Det manuella färdigvarulagret på pappersbruket fungerar idag som en del av ett internationellt distributions center (IDC) för företagets skandinaviska marknad. Lagret har en total lagringskapacitet på ca 24.000 pallplatser och lagerplatserna används till att lagra färdigvara av konsumentartiklar. Produkterna som lagras i manuellt lager levereras till lagret via truckar direkt från järnvägsvagnar samt från pappersbruket. Lagret befinner sig i direkt anslutning till detta pappersbruk.

Det manuella färdigvarulagret har idag flera brister med avseende på att det finns otillräckligt med plats för lagring av pallar. Färdigvarulagret är utformat för artiklar med en stor kvantitet för varje artikel. Då pallar har plockats ur en rad för utlastning är de lediga tomplatser som skapats endast tillgängliga för samma artikelnummer som stått där tidigare. En rad måste bli helt tom innan en ny artikel med ett annat artikelnummer kan placeras i raden. Detta innebär att lagret kan ha en faktisk fyllnadsgrad på 40 – 60 % sett till antalet pallar i lagret, men ändå kan anses som fullt vilket kan få till följd

att omplanering av produktion kan krävas alternativt att delar av ordinarie lager flyttas till externt lager. Examensarbetet består därför i att se över flöden och processer i den manuella lagerhanteringen samt lämna förslag till hur lagret skall användas på bästa sätt för att skapa optimal fyllnadsgrad och eliminera behovet av ett externt lager.

## 1.2 Problemidentifiering

Utifrån en uppdragsbeskrivning från företaget har ett problemidentifieringsarbete genomförts för att lokalisera och bestämma de problem samt tillhörande sub-problem som påverkar det manuella färdigvarulagret på pappersbruket. I avsnittet presenteras en problemidentifiering som ligger till grund för examensarbetets fokusområden och frågeställningar som redovisas i avsnitt 1.4.

### 1.2.1 Problemområden

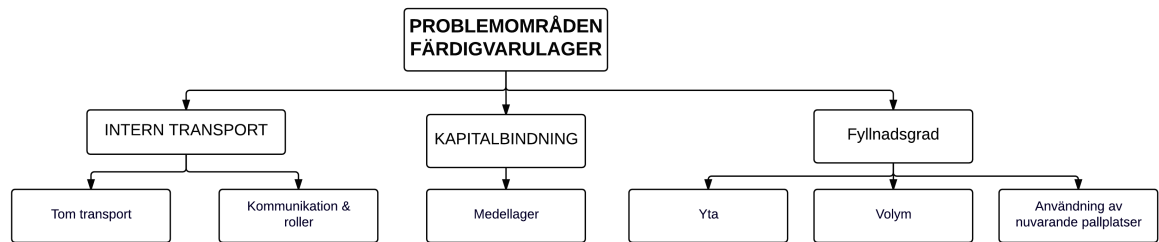
Genom observationer av det manuella färdigvarulagret och tillsammans med företaget har tre problemområden identifierats, se fig. 1.1, utefter hur de påverkar lagrets utnyttjande och effektivitet. Dessa tre problemområden ligger till grund för vår problemidentifiering. Varje problemområde har brutits ned i mer begränsande ämnesspecifika delgrupper för att enklare åskådliggöra och angripa problemet på ett mer strukturerat tillvägagångsätt. Efter detta har varje problemområde och dess delgrupper viktats utefter prioritet och utefter företagets intressen för att avgränsa examensarbetet, därmed presenteras examensarbetets verkliga fokusområden i avsnitt 1.4. Själva problemidentifieringen är till för att få en bättre överblick. Nedbrytningen har gjorts med hjälp av metoden Workbreak Down Structure (WBS) som bygger på att utgångspunkten är utifrån ett större problem som senare delas upp i mer enskilda delproblem som starkt påverkar det mer större problemet (Jeffrey K., 2013). I WBS:en har metoden "5 varför" tillämpats kontinuerligt för att få bättre förståelse för subproblemen. Detta är en metod för rotfelsanalys som kan tillämpas i många sammanhang genom att fem gånger fråga efter orsaken till varför ett fel har uppstått och därigenom rotorsaken till felet hittas (Liker and Meier, 2006).

### Intern transport

Den interna transporten i det manuella färdigvarulagret påverkas till en stor del av truckförarnas arbetssätt. Det nuvarande arbetssättet bidrar till mycket tom transport i lagret främst på grund av en otydlig rolldefiniering där truckförarna själva väljer sitt ansvarområde, dvs. in- eller utlastare.

### Kapitalbindning

Det manuella färdigvarulagret på pappersbruket fungerar som en del av ett internationellt distributions center för företagets skandinaviska marknad, därigenom lagerför stora kvantiteter som binder mycket kapital. Eftersom lager inte direkt tillför något värde



**Figur 1.1:** Problemmråden samt sub-problem visualiserade i en WBS

för kunden och utgör en kostnad för företaget är det viktigt att se över lagrets processer för att eliminera onödiga utgifter och frigöra kapital.

Nedan följer de två delproblem, som identifierats enligt avsnitt 1.2.1, dessa - kan vara orsaken till varför de nuvarande manuella färdigvarulagret binder mycket kapital;

- Medellagernivån - Är ett värde som representerar den genomsnittliga lagernivån, desto lägre medellagret är, desto mer fördelaktigt är det med hänsyn till kapitalbindningen. Genom att reducera det nuvarande medellagret kan en minskning av kapitalbindningen åstadkommas och därmed frigöra kapital. Medellagret utgörs av säkerhetslagret och omsättningslagret. Omsättningslagret och säkerhetslagret beror i sin tur på de orderkvantiteter som används. Då tillverkningen av stora orderkvantiteter sker i produktionen bidrar detta till en ökning av det manuella färdigvarulagrets kapitalbindning eftersom lagersaldot ökar och därmed binder kapital. En avvägning bör göras för att hitta en optimal balans mellan lagerföring av artiklar och tillverkningskvantitet.

### Fyllnadsgrad

Den främsta orsaken till varför det finns ett behov för ett externt lager är att det manuella färdigvarulagret i dagsläget anses ha en låg faktiskt fyllnadsgrad, 40-60 % mätt i antalet pallar. Det externa lagret är idag en nödvändighet vid kampanjer för pappersbruket då de lagerför fler artiklar än vad det manuella färdigvarulagret kan hantera.

Nedan följer de tre delproblem, som identifierats enligt avsnitt 1.2.1, dessa - kan vara orsaken till varför de nuvarande manuella färdigvarulagret inte används fullt ut;

- Användning av nuvarande lagerplatser/WMS - Användning av de nuvarande pallplatserna kan vara en orsak till varför lagrets fyllnadsgrad ej används optimalt. Detta beror på att då pallar har plockats ur en rad för utlastning är de lediga tomplatserna som skapats, endast tillgänglig för artiklar med samma artikelnummer som stått där tidigare. Raden måste bli helt tom innan en annan artikel kan placeras i raden. Tillgängligheten och artikelplacering anges av WMS-systemet.

- Volym - I dagsläget använder pappersbruket, i det manuella färdigvarulagret, metoden djup- och fristapling. Detta innebär att varorna placeras på djupet direkt på golvet och dessutom staplade på varandra i flera nivåer. Det manuella färdigvarulagret på pappersbruket har i dagsläget en viss möjlighet att höja dessa nivåer för att öka den volymmässiga utnyttjandegraden i lagret.
- Yta - En lageryta bör vara balanserad mellan maximala antalet pallar och tillräckligt med plats för trucktransport om sådan transport sker. Ytterligare en orsak till den faktiska fyllnadsgraden kan vara dålig användning av lagrets yta.

## 1.3 Syfte & Avgränsningar

Syftet med detta examensarbete är att ge rekommendation för hur pappersbruket ska utnyttja sitt befintliga lagerutrymme på ett mer effektivt sätt, och därigenom minska behovet av ett externt lager. Då de tre problemområden och dess sub-problem analyserats, som presenterades i avsnitt 1.2.1 och i figur 1.1, togs ett beslut om vilka av dessa problem som skulle fokuseras på i denna studie. Valet har gjorts utifrån uppsatta avgränsningar som presenteras i avsnittet nedan, problemens relevans och hänsyn togs endast till de problem som grundas i lagret.

### 1.3.1 Avgränsningar

Examensarbetet omfattar företagets manuella färdigvarulager på pappersbruket. Fokus ligger i att lämna förslag på rekommendationer hur lagret skall användas på bästa sätt med hänsyn till de frågeställningar som åskådliggörs i avsnitt 1.4. Avgränsningarna innefattar följande områden:

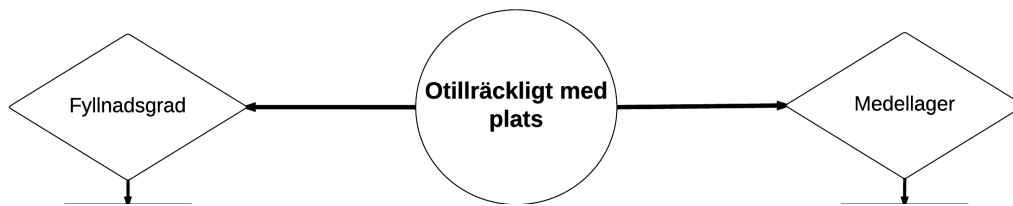
#### **Produktion**

Ett samarbete kommer att inkluderas med driftplatsens planeringsavdelning, framförallt genom intervjuer. Därigenom kommer information angående leveranser och dylikt från produktionen till det manuella färdigvarulagret beaktas. För att kunna ge förbättringsförslag inom de fokusområden som har tagits fram så kommer produktionens utflöde analyseras och därmed ställa krav på denna.

#### **Intern transport**

Den interna transporten i det manuella färdigvarulagret består av truckar. Dessa ansvarar för in- och utlastningsförfarandet. Den interna transporten kommer att beskrivas för att få en bättre bild av lagrets dagliga verksamhet men kommer inte analyseras i detta examensarbete.





Figur 1.2: Examensarbetets fokusområden.

## 1.4 Frågeställningar

I detta avsnitt har det manuella färdigvarulagrets problemområden, som identifierats och brutits ned i avsnitt 1.2.1, och examensarbetets avgränsningar använts för att ta fram en övergripande frågeställning som besvarar examensarbetets syfte. Frågeställningen baserar sig på att det i dagsläget finns otillräckligt med plats i det manuella färdigvarulagret, se fig. 1.2. Därmed lyder den övergripande frågeställningen;

- Hur kan lagerutrymmet i det manuella färdigvarulagret användas på ett bättre sätt för att eliminera behovet av det externa lagret, och vad blir de ekonomiska effekterna?

### 1.4.1 Delfrågeställningar

Två problemområden har valts ut för att använda det befintliga lagerutrymmet i det manuella färdigvarulagret på ett effektivare sätt, fyllnadsgrad respektive medellager. Dessa har tidigare beskrivits i avsnitt 1.2.1 därför sker ingen vidare redogörelse för dessa två, däremot presenteras nedan de frågeställningar som kommer besvaras inom respektive fokusområde.

#### Fyllnadsgrad

Inom detta problemområde har följande frågeställningar formulerats med hänsyn till syfte och avgränsningar;

- Hur kan fler pallar lagerföras i det manuella färdigvarulagret?

#### Medellagernivå

Inom detta problemområde har följande frågeställning formulerats med hänsyn till syfte och avgränsningar.

- Hur kan medellagernivån minskas och vad krävs av säkerhetslagret?

## 1.5 Disposition

För att ge läsaren en överskådlig bild av hur rapportstrukturen ser ut och underlätta sökandet av information ges en kortare beskrivning av rapportens olika delar i detta avsnitt.

### **Kapitel 1 - Inledning**

I det inledande kapitlet beskrivs bakgrunden till examensarbetet samt de problemområden som har identifierats. Därefter presenteras examensarbetets syfte och ett förtydligande görs för vilka områden som kommer att vara centrala utifrån satta avgränsningar.

### **Kapitel 2 - Teoretisk referensram**

Den teoretiska referensramen presenterar tidigare teorier och forskning inom ämnesområdet logistik med anknytning till frågeställningarna gällande fyllnadsgrad och medellagernivå. Vidare presenteras eventuella effekter i form av logistikkostnader, kapitalbindning etc. Den teoretiska referensramen kommer ligga till grund för kommande analys och diskussion.

### **Kapitel 3 - Metod**

I detta kapitlet beskrivs de tillvägagångssätt som har använts vid utförandet av examensarbetet. Första avsnittet beskriver den generella vetenskapliga metod som har använts därefter följer de mer konkreta tillvägagångssätt som har genomförts.

### **Kapitel 4 - Empiri**

I empirin beskrivs pappersbrukets nuvarande situation kopplat till examensarbetets syfte och frågeställningar. Inledningsvis beskrivs färdigvarulagrets funktion och dess processer samt styrning. Vidare framställs en karta över layouten i det manuella färdigvarulagret som visar hur lagrets olika byggnader är uppbyggda och vilka aktiviteter som pågår i dessa. I slutet av empirin presenteras de nyckeltal som är relevanta för att fyllnadsgraden och medellagret för lagret. Målet med denna empiriska studie är att beskriva den nuvarande situationen i pappersbrukets färdigvarulager.

### **Kapitel 5 - Analys**

I detta kapitlet presenteras en analys och diskussion av empirin samt lösningsgången med anknytning till teorin. Analysen bygger på den analysmodell som i sin tur baserar sig på examensarbetets syfte och frågeställningar. Analyser och diskussion av empirin har gjorts som grund till de kommande slutsatserna och rekommendationerna.

### **Kapitel 6 - Diskussion och slutsatser**

I detta avslutande kapitel besvaras examensarbetets frågeställning och därmed studiens syfte. Här inkluderas bland annat slutsatser och rekommendationer som framkom utifrån analysen. Sist presenteras förslag till fortsatta studier.



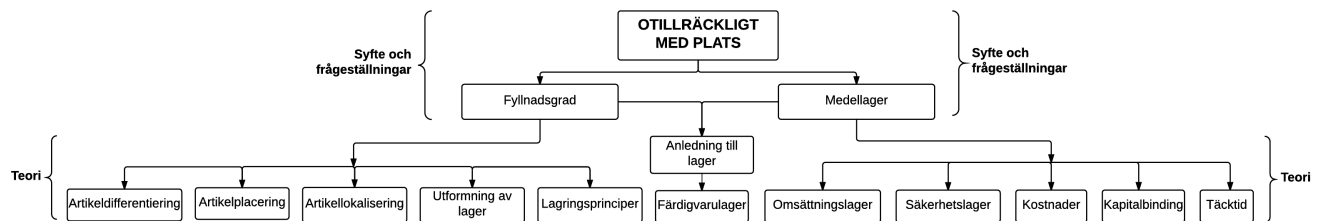
# 2

## Teoretisk referensram

DETTA KAPITEL presenteras tidigare teorier och forskning inom ämnesområdet logistik med anknytning till frågeställningarna gällande fyllnadsgrad och medellager-nivå, se figur 2.1. Vidare presenteras eventuella effekter i form av logistikkostnader, kapitalbindning etc. Den teoretiska referensramen kommer ligga till grund för kommande analys och diskussion.

### 2.1 Anledning till lager

Historiskt sett har det fysiska lagret förknippats med kostnader och som en icke-värde adderade process (Richards, 2011). Ett lager är en yta avsedd för varor som ska distribueras eller användas för försäljning (Lumsden, 2012). Lager skapar utgifter för företag då varor i ett lager binder kapital som inte kan användas. Ett lager ger alltså ingen ökning på ett företags intäkter. Däremot kan ett företag gardera sig mot eventuella problem som exempelvis produktionsfel samt variationer i efterfrågan (Segerstedt, 2009) genom att ha ett lager. Denna gardering gör att många företag döljer sina problem genom att bygga upp stora lager som binder mycket kapital, om dessa lager minskas ner blir pro-



**Figur 2.1:** Den teoretiska referensramen och dess kapitel kopplat till examensarbetets syfte och frågeställningar.

blemen synliga och något måste göras. Det är ändå viktigt att påpeka lagrets vitala del i försörjningskedjan. Metoden att minska lagernivåerna för att problem ska synliggöras kallas den japanska sjön. Då ett lager utformas är det därför viktigt att bestämma lagrets storlek (Lumsden, 2012).

### 2.1.1 Färdigvarulager

Färdigvarulager är en kritisk del för många tillverkande företag. Det är en balansgång mellan att ha höga lagernivåer vilket leder till en stagnation av inventering och stillestånd av likviditetskvoten eller mindre lager vilket riskerar att leda till längre ledtider för kunderna samt brist- och förseningskostnader (Thakkar, 2013). För att tillfredsställa kundens önskemål är det av vikt att ett företags system för in- och utleverans planeras på ett korrekt och lämpligt sätt. Genom att ha ett färdigvarulager kan ett företag lagra färdiga varor som står redo för transport ifall en kund lägger en order. Detta leder till att ett företag tillsammans med sin kontinuerliga produktion kan hantera variationer, detta skapar inom företaget en samordning mellan tillgång och efterfrågan. Möjligheten att kunna ha kontinuerlig produktion samtidigt som tillhandhållandet kundleveranser leder till minskade produktions- och transportkostnader (Storhagen, 2012).

### 2.1.2 Leveransservice

Enligt Lumsden (2012) är leveransservice ett mått på företagets prestation mot kund. Leveransservice inkluderar en mängd faktorer, enligt Richards (2011). Det första är att leverera rätt artikel till rätt kvantitet, vilket beror på färdigvarulagrets processer såsom plockning och utlastning. Förutom detta ska artikeln levereras till avsedd kund med rätt märkning vilket inkluderar att bli utlastad till rätt fordon med en tidsmarginal som gör att artikeln levereras inom tidsfristen. Dessutom måste det finnas en viss kvalitet, i rätt skick, på levererad artikel. Med rätt skick menas att lagret måste säkerställa produkten lämnar lagret ren och skadefri (Richards, 2011).

### Lagertillgänglighet

Lagertillgänglighet innebär i vilken utsträckning en artikel finns tillgänglig i lager för direkt leverans. Lagertillgänglighet kan definieras på tre sätt: Andel kompletta levererade kundorder direkt från lager, andel orderrader som kan leveras direkt från lager och andelen ordervärde som direkt levererats (Jonsson and Mattsson, 2011). Lagertillgänglighet kan enligt Storhagen (2012) beskrivas som den sannolikhet att en produkt finns i lager. En lagerservicenivå på 60 procent betyder att en produkt finns tillgängligt 60 gånger vid 100 efterfrågetillfällen. Lagertillgängligheten kan även benämnas som servicegrad och denna benämning har en stark koppling till säkerhetslager som behandlas i avsnitt 2.2.2 (Storhagen, 2012).

### Leveranstid

Leveranstid är den tid mellan kundorder och kundleverans av varan/tjänsten. Leveranstiden uttrycks i tidsenhet och oftast då dagar eller veckor beroende på vara/tjänst. Det är viktigt att i sin definition av leveranstid beakta om transporttiden ingår i leveranstiden eller inte. Eftersom olika kunders transportsträcka varierar, och på så sätt även transporttiden, är det lämpligt att definiera leveranstid som tiden fram till utleverans för att sedan använda sig av kundspecifik transporttid (Jonsson and Mattsson, 2011).

### Leveransprecision

Leveransprecision avser i vilken utsträckning en leverans sker vid de leveranstidpunkter som överenskommet med kunden. Definition av leveransprecision:

$$\text{Leveransprecision} = \frac{\text{Antalet leveranser på utlovad leveranstidpunkt}}{\text{Totalt antal leveranser}} \quad (2.1)$$

Vad utlovad leveranstidpunkt innebär beror helt enkelt vad företaget har kommit överens med sin köpare. Utlovad leveranstidpunkt kan alltså vara en exakt tidpunkt till ett tidintervall på några veckor. Det viktiga är att det leveranstidpunkt, enligt överenskommelse, hålls. Hänsyn bör även tas till att en för tidig leverans kan vara lika dåligt uppskattat hos kunden som en för sen leverans (Jonsson and Mattsson, 2011). Storhagen (2012) menar att leveransprecision har på sistone blivit allt viktigare och oftast till kostnad av att leveranstiden blir lidande. Han menar att det spelar ingen roll när varan kommer det som är viktigt att den kommer när den ska komma.

### Leveranssäkerhet

Leveranssäkerhet är antal order utan anmärkning, ur både kvantitets- och kvalitetsperspektivet, vilket beror på färdigvarulagrets processer såsom plockning och utlastning (Jonsson and Mattsson, 2011). Bristande rutiner i orderhantering och dokumentationsprocesser påverka leveranssäkerheten negativt (Aronsson et al., 2011). Matematiskt kan leveranssäkerhet definieras med följande ekvation:

$$\text{Leveranssäkerhet} = \frac{\text{Antalet kundorder utan anmärkning}}{\text{Totalt antal levererade kundorder}} \quad (2.2)$$

### Leveransflexibilitet

Leveransflexibilitet avser förmågan att anpassa tid till och tillmötesgå förändrade kundönskemål i överenskommen och redan pågående order. Det kan exempelvis handla om att med kort framförhållning ändra leveranstidpunkter eller orderkvantiteter, vilket inte är ett ovanligt krav för många underleverantörer (Jonsson and Mattsson, 2011). Aronsson et al. (2011) menar även att leveransflexibilitet omfattar företags förmåga att kunna hantera efterfrågessvängningar, utfasning av gamla produkter och introduktion av nya.

Leveransflexibilitet blir i det fallet företagets förmåga att hantera alla typer av förändringar (Aronsson et al., 2011).

## 2.2 Medellagernivå

Medellagernivå är ett värde som representerar en genomsnittlig lagernivå. När medellagernivå är jämn under en viss tidsperiod betyder det att efterfrågan är jämn. Medellagernivån kan beräknas fram med följande formel.

$$\text{Medellagernivå} = SL + \frac{Q}{2} \quad (2.3)$$

där SL betecknar säkerhetslagret

$Q$  = orderkvantitet, den kvantitet som leverar in i lagret.

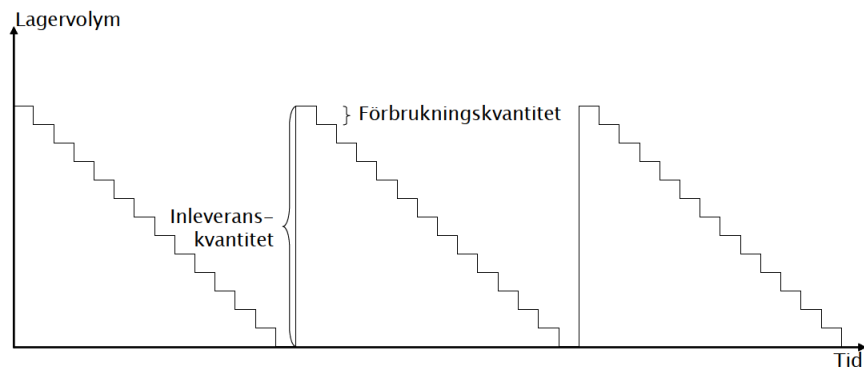
$\frac{Q}{2}$  ger som tidigare nämnts ett värde på omsättningslagret. Formeln ovan fungerar vid en jämn efterfrågan det är dock sällan fallet. En mer utförlig beräkning om efterfrågan inte är jämn, är att mäta lagervärden och sen summera dessa för att sedan dividera med antalet mätperioder. Denna metodens svar varierar beroende på hur dessa mätningar utförs, det är två faktorer som måste tas hänsyn till. Dessa två är när mätningarna görs och under vilken tidsperiod. En längre tidsperiod är att föredra då variation i efterfrågan ger mindre utslag på medellagernivån. Om mätningarna görs tätare in på varandra erhålls en mer korrekt nivå på medellagret, alltså ger månadsvis mätning ett mer rättvist resultat än årsvis mätning. Ytterligare en aspekt som måste tas hänsyn till är att mätningarna inte ska göras precis innan inleverans eller precis efter inleverans. Om mätningarna görs precis innan erhålls en nivå på medellagret som är för lågt och om de görs precis efter erhålls ett värde som är för högt.

### 2.2.1 Omsättningslager

Artiklar som lagerhålls och väntar på ett förbrukningsbehov för att plockas leder till att ett omsättningslager skapas. Omsättningslager är därför en konsekvens av att leveranser till lagret sker i en annan tidsperiod och i annorlunda kvantiteter än förbrukningsbehovet som styr utleveranser från lagret (Jonsson and Mattsson, 2011). En lägre efterfrågan än normalt leder till en högre kapitalbidning, se avsnitt 2.10, dock leder en större efterfrågan än vanligt till en brist. Denna brist kan täckas med ett säkerhetslager, se nästa avsnitt, 2.2.2. Figur 2.2 belyser den inlevererade orderkvantiteten samt förbrukningen under en viss tidsperiod. Omsättningslagret är viktigt för ett företag då det till stor del påverkar företagets leveransförmåga med avseende på servicenivå och leveranstid. Utifrån figur 2.2 kan det ses att omsättningslagrets genomsnittliga nivå kan beskrivas med det matematiska uttrycket  $\frac{Q}{2}$  (Aronsson et al., 2011).

Som figur 2.2 visar beror omsättningslagrets storlek till störst del på de orderkvantiteter, antalet artiklar, som används för att fylla på i lagret. Därför är det viktigt att inneha rätt orderkvantitet för alla artiklar. En av materialstyrningens grundfrågor avser kvantitetsdimensionen. Det innebär att den kvantitet som ska levereras internt, måste





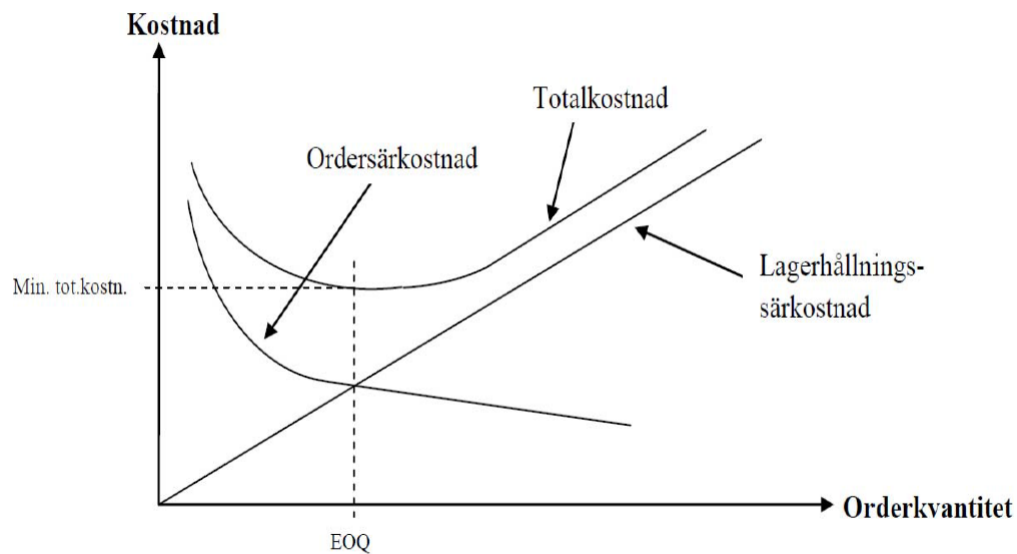
**Figur 2.2:** Omsättningslager - Inleverans Förbrukningskvantitet (Jonsson and Mattsson, 2011).

bestämmas för varje order som planeras in i materialflödet. Enligt Jonsson and Mattsson (2011) är det inte lämpligt eller möjligt att tillverka enbart den kvantitet som behövs vid varje tillfälle. Partiformning handlar om att fastställa ändamålsenliga orderkvantiteter, då varje order är förknippade med kostnader som hänger samman med att genomföra en orderprocess för anskaffning av artiklar. I nästa delavsnitt behandlas olika typer av partiformning. (Jonsson and Mattsson, 2011).

### Ekonomisk orderkvantitet - Wilsonformeln

Wilsonformeln används för att beräkna ekonomisk orderkvantitet och därmed är det en modell för optimering av orderkvantiteten (eng. EOQ, economic order quantity). Syftet med formeln är att åstadkomma en avvägning mellan ordersär- och lagerhållningskostnad, se figur 2.3. Enligt Olhager (2013) leder en liten orderkvantitet till låg lagerhållningskostnad men höga ordersärkostnader eftersom beställningsfrekvensen blir högre. En stor orderkvantitet leder däremot till låga ordersärkostnader men höga lagerhållningskostnader eftersom förbrukningstiden av kvantiteten ökar Olhager (2013). (Axsäter, 1991), Olhager (2013) samt Aronsson et al. (2011), menar att Wilson formeln bygger på följande förutsättningar:

- Efterfrågan per tidsenhet är konstant och kontinuerlig varför medellagret blir halva orderkvantiteten  $\frac{Q}{2}$
- Ordersärkostnaden och lagerhållningskostnader är kända och är oberoende av orderkvantiteten
- Inleverans till lagret sker av hela orderkvantiteter på en gång
- Förutsätter att inga kvantitetsrabatter förekommer
- Wilsonformeln tar inte hänsyn till begränsningar i lagrings-, produktions-, och transportkapacitet



**Figur 2.3:** Orderkvantitetens påverkan på totalkostnaden av order- och lagerhållningssärkostnaden (Aronsson et al., 2011).

Den ekonomiska orderkvantiteten EOQ, är den kvantitet som ger den lägsta totalkostnaden. EOQ beräknas enligt Wilsonformeln.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * K * D}{r * p}} \quad (2.4)$$

där  $K$  = ordersärkostnaden per ordertillfälle

$D$  = efterfrågan per tidsenhet

$r$  = lagerräntan per tidsenhet

$p$  = produktvärdet per styck

### Enligt behov

Partiformningsmetoden enligt behov innebär att det skapas en order för varje behov och att de olika orderkvantiteterna motsvarar respektive behovskvantitet. Ingen behovssammanslagning uppkommer eller omsättningslager då det endast inkluderar en behovskvantitet. Partiformning enligt behov används främst vid kundorderstyda materialflöden, för dyra produkter och komponenter och i planeringsmiljöer med små omställningskostnader. Orderkvantitetens storlek bygger på erfarenhetsmässig och manuell bedömning (Jonsson and Mattsson, 2011).

### Bedömd behovstäckningstid

Partiformningsmetoden bedömd behovstäckningstid innebär att orderkvantiteten utses så att den täcker ett helt antal planeringsperioder och därmed flera behovskvantiteter, exempelvis veckor eller dagar. Vid varje beordningstillfälle beräknas från ett antal tidsperioder och de aktuella behoven under perioderna. Orderkvantitetens storlek bygger på erfarenhetsmässig och manuell bedömning, bedömningen bygger därefter på uppskattad årsförbrukning, pris etc. I ett affärssystem databas anges orderkvantiteten som en tid uttryckt i antal perioder (Jonsson and Mattsson, 2011).

Användningen av metoden är lämplig när det av olika skäl saknas eller finns osäker information kring om framtida efterfrågan och/eller indata såsom kostnadsuppgifter. Enligt Mattsson (2010) är uppskattad orderkvantitet underlägen eftersom det är näst intill omöjligt att på bedömningsmässiga grunder balansera ordersärkostnader och lagerhållningssärkostnader så att en någorlunda optimal orderkvantitet erhålls. Orderkvantiteten för en viss artikel kommer att vara präglad av den personen som sätter den eftersom den bygger på uppskattningar. Ytterligare en nackdel är att det blir svårigheter i att uppdatera orderkvantiteten vid förändrande omständigheter av indata. Konsekvensen blir att orderkvantitetens storlekar blir eftersatta och kommer med tiden avvika mer och mer från rimliga värden (Mattsson, 2010).

#### 2.2.2 Säkerhetslager i färdigvarulager

Ett säkerhetslager utgör inom ett företag den säkerhet företaget har gentemot osäkerheter som finns i efterfrågan. Jonsson and Mattsson (2011) menar vidare på att säkerhetslager i ett färdigvarulager innebär att ett företag lagerför fler artiklar i färdigvarulagret än det antalet som förväntas att förbrukas. Storhagen (2012) definierar säkerhetslagret mer visuellt när han skriver att säkerhetslager är den skillnad som finns mellan den nivå där påfyllning normalt sker i lagret och ett helt tomt lager. Eftersom säkerhetslagret är en del av det totala lagret påverkar den ett företags genomsnittliga kapitalbidningen i lagret. Ett företag som beslutar om att ha ett säkerhetslager får alltså en ökad genomsnittlig kapitalbidning. Det är därför av stor vikt att dimensionera säkerhetslagret korrekt med avseende på främst servicenivå (Storhagen, 2012).

För att dimensionera ett säkerhetslager finns det flera olika metoder att använda, Jonsson and Mattsson (2011) nämner flera olika metoder. De metoder som nämns är manuell bedömning, säkerhetslager som procent av ledtidförbrukning och säkerhetslager beräknat från önskad servicenivå, vidare nämner de att säkerhetslagret kan uttryckas som en tidsenhet. I denna teoretiska referensram kommer två av dessa metoder behandlas, manuell bedömning och säkerhetslager beräknat från önskad servicenivå. Avsnittet kommer avslutas med att behandla hur säkerhetslagret som en tidsenhet uttrycks.

#### Manuell bedömning

Att göra en manuell bedömning för att dimensionera säkerhetslagret innebär att storleken på säkerhetslagret bestäms på erfarenhetsmässiga grunder (Jonsson and Mattsson,

2011). Jonsson and Mattsson (2011) menar att i en sådan bedömning tas hänsyn till hur säkerhetslagret påverkar faktorer såsom kapitalbindning och andra kostnader. Vilka konsekvenser den bestämda mängden säkerhetslager kan ha bör även beaktas, på kundleveranser i form av brist och försenade leveranser.

### Säkerhetslager beräknat från önskad servicenivå

Att dimensionera ett säkerhetslager utifrån en önskad servicenivå är enligt Axsäter (1991) en metod som är vanligt förekommande, främst på grund av dess enkelhet. Jonsson and Mattsson (2011) menar att denna metod är den metod som är mest tillförlitlig. Detta eftersom metoden dimensionerar säkerhetslagret med utgångspunkt i den önskade servicenivån men även respektive artikels efterfrågs- och ledtidvariationer. Metoden möjliggör på detta sätt att en differentiering av säkerhetslagren genom att använda olika servicenivåer för olika artikelgrupper. Detta leder även till att säkerhetslagrets storlek anpassas till den osäkerhet som finns för respektive artikel. Att dimensionera utifrån den önskade servicenivån leder till att dimensioneringen kopplas till företagets övergripande mål för leveransservice, vilket är ytterligare en fördel med metoden (Jonsson and Mattsson, 2011).

Formeln som används för att dimensionera säkerhetslagret beräknat för önskad servicenivå är följande:

$$SL = k * \sigma \quad (2.5)$$

där  $SL$  = Säkerhetslagret

$k$  - säkerhetsfaktorn, beror på önskad nivå av servicenivå och vald definition av servicenivån.

$\sigma$  = standardavvikelse under ledtiden, ett mått på hur mycket efterfrågan eller ledtiden varierar under den tid det tar att återfylla lagret.

Metoden kräver att en efterfrågefördelning utses, exempelvis normalfördelning eller Poissonfördelning. Den fördelning som utses ska på bästa möjliga sätt representera verkligheten. Vidare kräver metoden information om ledtiden, efterfrågevariationer samt den önskade servicenivån.

Inom ett företag är det viktigt att på ett tydligt sätt definiera begreppet servicenivå för att kunna följa upp den verkliga servicen. Axsäter (1991) menar att när säkerhetslager beräknas från en önskad servicenivå är utgångspunkten från två vanliga definitioner på servicenivåbegreppet,  $SERV_1$  respektive  $SERV_2$ . Dessa två definitioner beskrivs även av Jonsson and Mattsson (2011) men även av Olhager (2013). Definitionerna lyder följande:

$SERV_1$  = Sannolikheten att inte få brist under en ordercykel, cykelservice.

$SERV_2$  = Andel av efterfrågan som kan hämtas direkt från lager, fyllnadsgradservice.

Om första definitionen av servicenivå används kan säkerhetsfaktorn som tidigare nämnts hämtas från normalfördelningstabellen, se bilaga 1. Detta förutsätter dock att efterfrågan under ledtiden är normalfördelad. Om den andra definitionen används blir beräkningarna lite svårare. Först måste beräkning av en servicefunktion ske innan säkerhetsfaktorn  $k$  kan bestämmas. Servicefunktionen bestäms med hjälp av formeln:

$$E(z) = \frac{(1 - SERV_2) * Q}{\sigma} \quad (2.6)$$

där  $\sigma$  = efterfrågans standardavvikelse under ledtiden

$Q$  = orderkvantiteten i medeltal

$SERV_2$  = servicenivån

Med hjälp av den beräknande servicefunktionen kan sedan säkerhetsfaktorn avläsas i en servicenivåtabell, se bilaga 2.

Vilken definition av servicenivåbegreppet som ska användas är individuellt i olika fall. Mattson (2012) menar att fördelar med cykelservice är att den är bättre kopplad till kundernas uppfattning om leverantören. Detta eftersom en kund sällan baserar en leverantörs leveransförmåga på hur stor briskvaniteten är vid en leverans. Mattson (2012) menar istället en kund baserar sin leverantörs förmåga att leverera på hur ofta en leverans inte kan levereras. Axsäter (1991) menar dock att cykelservice definitionen har en stor nackdel då den inte tar hänsyn till orderkvantiteten, denna nackdel beskriver även Mattson (2012). Axsäter (1991) menar att fyllnadsgradservice ger ett bättre mått på den verkliga kundservicen, Axsäter (1991) påstående får stöd av Mattson (2012).

För att basera sina säkerhetslager på en vald servicenivå krävs det information om hur efterfrågan eller ledtiden varierar kring sitt medelvärde. Dessa variationer som förekommer benämns som standardavvikelse och krävs för att på ett korrekt sätt dimensionera säkerhetslagret.

I formel 2.5 representeras standardavvikelsen som ett mått under ledtiden. Dock görs beräkning av efterfrågans standardavvikelser i allmänhet under en annan tidsperiod, oftast per månad.

För att räkna ut efterfrågans standardavvikelsen under en viss tidsperiod kan följande formel användas:

$$\sigma_D = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (E_i - \bar{E})^2}. \quad (2.7)$$

där  $E_i$  = efterfrågan under period  $i$

$\bar{E}$  = medelvärdet av alla efterfrågevärden

$N$  = antal efterfrågevärden

Den beräknade standardavvikelserna påverkas av antalet efterfrågevärden som tas med vid beräkningarna. Färre efterfrågevärden ger större variationer och mindre noggrannhet. Detta eftersom varje beräknat efterfrågevärden varierar för varje beräknings-tillfälle. Fler efterfrågevärden ger på så sätt motsatt effekt och bidrar till mindre variationer. Detta är av stor vikt då variationer i standardavvikelse leder till variationer i servicenivåer. Variationer i servicenivåer påverkar i sin tur ett företag leveransförmåga.

För att göra om efterfrågans standardavvikelse under en viss tidsperiod till efterfrågans standardavvikelse under leddtiden multipliceras standardavvikelsen under en viss tidsperiod med roten ur leddtiden i samma tidsperiod. Detta tillvägagångssätt illustreras med följande formel:

$$\sigma_T = \sigma_D * \sqrt{LT} \quad (2.8)$$

där  $\sigma_T$  - Efterfrågans standardavvikelse under leddtiden

$\sigma_D$  - Efterfrågans standardavvikelse under en viss tidsperiod, hur mycket den verkliga efterfrågan skiljer sig från den förväntade under en viss tidsperiod.

$LT$  = förväntad leddid under samma tidsperiod, tiden från behovsupptäckt till påfyllnad av lagret.

Metoden som illustreras med formel 2.8 bör användas om det inte finns ett beroendeförhållande i efterfrågan. Vilket innebär att en månads efterfrågan inte beror på förra månadens efterfrågan.

För att beräkna leddidens standardavvikelse under leddtiden kan följande formel användas:

$$\sigma_{LT} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (LT_i - \overline{LT})^2}. \quad (2.9)$$

där  $E_i$  = leddiden för order  $i$

$\overline{E}$  = medelvärde av alla leddider

$N$  = antal order

Finns inga variationer i leddiden utan bara variationer i efterfrågan kan säkerhetslagret dimensioneras med formel 2.10. Denna formeln skiljer sig från formel 2.5 genom att bara ta hänsyn till efterfrågans standardavvikelse under leddtiden och inte leddidens standardavvikelse.

$$SL_D = k * \sigma_T \quad (2.10)$$

där  $\sigma_T$  - Efterfrågans standardavvikelse under leddtiden.

$k$  - säkerhetsfaktorn, beror på önskad nivå av servicenivå och vald definition av servicenivån.

För att fånga upp större variationer i efterfrågan behövs därmed ett säkerhetslager som täcker variationer. Däremot börjar variationer i efterfrågan bli ett problem när lagret minskar. Variationerna i efterfrågan ställer till med ännu större problem när ledtiderna för påfyllning av lagret är längre.

Ledtiden kan liksom efterfrågan variera om en längre ledtid än förväntat erhålls men en efterfrågan som håller sig till prognosen kan det leda till brist. Hur stort säkerhetslager som behövs med hänsyn till variationer i ledtid beror på tre faktorer:

- $D$  = förväntad efterfrågan under samma tidsperiod som ledtiden.
- $\sigma_{LT}$  - Standardavvikelse för ledtiden, dvs hur mycket verklig ledtid i normalfallet avviker från förväntad ledtid.
- $k$  - säkerhetsfaktorn, beror på önskad nivå av servicenivå och vald definition av servicenivån.

Säkerhetslager mot bara variation i ledtid,  $SL_{LT}$ , beräknas med formeln.

$$SL_{LT} = k * \sigma_{LT} * D \quad (2.11)$$

I många fall har man en viss variation i både efterfrågan och ledtid. Detta innebär att problem kan uppkomma med båda faktorerna samtidigt. För att gardera sig mot osäkerheter i både efterfrågan och ledtid kan en metod användas som tar hänsyn till båda aspekterna. Metoden baseras sig på följande matematiska formel:

$$SL_{TOT} = k * \sqrt{SL_D^2 + SL_{LT}^2} = k * \sqrt{LT\sigma_D^2 + D^2\sigma_{LT}^2} \quad (2.12)$$

Som formeln ovan visar antas i formeln att de båda osäkerheterna är oberoende av varandra. Detta leder också till att ingen gardering mot båda osäkerheterna är möjlig. Detta leder till slutändan att genom använda formeln 2.12 så byggs ett säkerhetslager upp som är mindre än summan av de båda enskilda säkerhetslagren som kan beräknas enskilt (Aronsson et al., 2011).

### Säkerhetslager uttryckt som tid

Storleken på ett säkerhetslager kan även uttryckas i en tidsenhet, exempelvis dagar eller veckor. Tidsenheten erhålls fram genom att först beräkna säkerhetslagret för att därefter dividera denna summan med den medelefterfrågan som råder (Jonsson and Mattsson, 2011).

## 2.3 Utformning av lager

Utifrån en generell bemärkelse ska ett lager utformas baserat på de utrymmeskrav och korrelationer mellan lagrets olika processer (Frazelle, 2002).

Vid utformning av ett fysiskt lager är det fördelaktigt att uppnå en hög fyllnadsgrad och låga driftkostnader för att minimera lagerhållnings- samt hanteringskostnaderna. Fyllnadsgraden talar om hur stor andel av lagrets yta som innefattas av utrymme för gods. Hög fyllnadsgrad och låga driftkostnader, åstadkoms genom att, enligt Jonsson and Mattsson (2011), skapa en lagerlayout med så Rationella flöden som möjligt, samtidigt som utnyttjandegraden blir hög. Ett visst utrymme för transportgångar måste finnas tillgängligt för hanteringseffektivitetens skull samt tomma lagringsplatser för att hantera variationer i lagringsbehoven. Genom att anpassa lagrets utformning till de processer som förekommer inom lagret kan onödiga förflyttningar undvikas (Jonsson and Mattsson, 2011). En effektiv hanteringseffektivitet står ofta i konflikt med en effektiv lagring då en effektiv hantering förutsätter att artiklarna är lättåtkomliga medans effektiv lagring förutsätter hög fyllnadsgrad (Lumsden, 2012). Enligt Frazelle (2002) så får det allvarliga konsekvenser om fyllnadsgraden tas i för stor beaktning. Överstiger fyllnadsgraden 86 procent av den totala lagringskapaciteten, kommer hanteringseffektiviteten och säkerheten inom lagret att minskas drastiskt exponentiellt vid varje procentökning av fyllnadsgraden (Frazelle, 2002). Utformningen ska i detta avseende ta hänsyn till fyllnadsgraden, transportsträckan och åtkomlighet för hög- respektive lågfrekventa artiklar. Om hänsyn tas till dessa kan en maximering av den totala effektiviteten åstadkommas. Artiklar, vars omsättningshastighet är hög, kan förslagsvis placeras så att förflyttningsstäckan blir så kort som möjligt, dvs. nära utlastningsplatsen, medans lågfrekventa artiklar placeras längre in i lagret (Lumsden, 2012).

Ett svårt beslut att fatta vid utformning av lagringsutrymme är inrymmandet av artiklar för att hantera höga säsongsvariationer som kräver mer lagring. Enligt Frazelle (2002) bör korta episoder av höga säsongsvariationer, där kravet på förhållandet mellan överstigande och genomsnittlig lagring är hög, hanteras genom införskaffning av ett tillfälligt lager, exempelvis ett externt lager. Är situationen omvänd, med en längre varaktighet och förhållandet mellan överstigande och genomsnittligt lagring är lågt, bör lagret dimensioneras om, anpassat till det överstigande kravet (Frazelle, 2002).

### 2.3.1 Fyllnadsgrad

Fyllnadsgraden eller utnyttjandegraden av ett lager mäts enligt Bloomberg et al. (2002) huvudsakligen ur två perspektiv, hur stor del av golvytan som används, se ekvation 2.13, och/eller hur stor del av lagret som används kubikmetermässigt, se ekvation 2.14. Företag med lagerverksamhet bör inte endast fokusera på golvytan utan den kubiska ytan bör även inkluderas i största möjliga mån (Bloomberg et al., 2002). På så vis reduceras de totala kostnaderna och produktiviteten blir högre. Enligt Ghiani et al. (2004) finns det även ett tredje perspektiv som innebär att mäta antalet pallplatser som används i förhållande till antalet tillgängliga, se ekvation 2.15 (Ghiani et al., 2004).

$$\text{Utnyttjandegrad per kvadratmeter} = \frac{\text{Utnyttjad yta per kvadratmeter}}{\text{Tillgänglig yta per kvadratmeter}} \quad (2.13)$$



$$\text{Utnyttjandegrad per kubikmeter} = \frac{\text{Utnyttjad yta per kubikmeter}}{\text{Tillgänglig yta per kubikmeter}} \quad (2.14)$$

$$\text{Utnyttjandegrad per pallplats} = \frac{\text{Utnyttjade pallplatser}}{\text{Tillgängliga pallplatser}} \quad (2.15)$$

## 2.4 Lagringsprinciper

Förutom de aspekter som togs upp i avsnitt 2.3, bör utformningen av lager ta hänsyn till vilken lagringsprincip som skall användas för artiklarna. Lagringsprincipen utses utefter den nuvarande fysiska genomströmningen i lagret samt vilka åskomsttider som accepteras. Enligt Lumsden (2012) definieras det fysiska genomströmningen som; ”den kvantitet som passerar genom lagret per tidsenhet”. Åtkomsttiden definieras som; ”den tid det tar från det att beslut tas om uttag från lagret, manuell eller automatiskt, tills artikeln rent fysiskt är utplockat ur lagret” (Lumsden, 2012).

Den fysiska genomströmningen bestäms i sin tur från vilken uttagningsprincip som tillämpas, dvs. vilken ordnings artiklarna ska plockas. Förutom uttagningsprincipen påverkar även artikeltypen samt utnyttjandet av enhetslaster den fysiska genomströmningen (Lumsden, 2012).

### 2.4.1 Uttagningsprinciper

Uttagningsprincipen av artiklar varierar med avseende på artikelplaceringen i lagret. FIFO (*First In, First Out*) och LIFO (*Last In, First Out*) är två mer generella metoder. FIFO innebär att den artikel som först placerats i lagret är den som ska plockas ut först. Det finns även en variant på FIFO som kallas rad-FIFO, utgångspunkten är rader istället för endast artiklar. Vid LIFO plockas den artikel som senast placerades i lagret ut först.

Jonsson and Mattsson (2011) samt Frazelle (2002) hävdar att det finns två grundprinciper för uttagning av artiklar som ska levereras till slutkund, man-till-material och material-till-man. Material-till-man innebär att artiklarna transporteras till speciella plocknings- och soteringsplatser där plockning sker. Eftersom transporten av artiklarna ofta sker automatiskt minskas förflyttningssträckan för lagerpersonalen. Denna princip lämpar sig vid hantering av stora kvantiteter och fåtal orderrader per order. Principen används vid stationsplockning.

Man-till-material innebär att lagerpersonalen förflyttar i lagret och plockar de artiklar som efterfrågas, direkt från lagerplatserna (Jonsson and Mattsson, 2011).

### 2.4.2 Åtkomsttid

Åtkomsttiden definieras som; ”den tid det tar från det att beslut tas om uttag från lagret, manuellt eller automatiskt, tills artikeln rent fysiskt är utplockat ur lagret”. Vid placering av artiklar är det viktigt att beakta åtkomsttiden då placeringen påverkar åtkomsttiden direkt. Åtkomsttiden i sig, påverkas av två faktorer, nämligen frekvensstyrning och lagrets beläggning. Genom frekvensstyrning, dvs. att placera artiklarna olika långt in i lagret utefter frekvensuttag, kan åtkomsttiden minskas. I praktiken innebär det att medelavståndet till en artikel minskar, för lagerpersonalen, då de artiklar med högt frekvensuttag finns när till hands. Lagrets beläggning påverkar också åtkomsttiden genom att det blir svårare att överblicka flödet och det tar längre tid att lokalisera lagerplatsen. Att minska åtkomsttiden medför en högre kapacitet för lagret, dvs. större kvantiteter kan hanteras utan att använd lageryta ökar (Lumsden, 2012).

### 2.4.3 Förvaringsmetoder

Beroende på vilka artiklar som finns i lagret, avgör hur de ska försvaras och placeras för att balansera mellan hanterings- och lagereffektivitet. Dessutom påverkar vilken hantering som krävs samt om inkurans påverkar artiklarna. Det finns en mängd renodlade förvaringsmetoder men det vanligaste och mest förekommande är fristapling, djuplagring och ställagelagring. Dock används sällan endast en utan flera bör användas i ett och samma lager för att utnyttja varje methods fördelar då detta påverkar artiklarnas användning av volymen, dimensioner och frekvens (Lumsden, 2012).

### Förvaring med enhetslaster

Vid lagring av artiklar kan hanteringsarbetet minskas genom att använda sig utav enhetslaster. En enhetslast definieras som en enhet, den vanligaste formen är lastpallen, som är av en storlek så att den kan förflyttas och hanteras på ett fördelaktigt sätt med hanteringsutrustningen som tillhandahålls. Hantering av enhetslaster ger både för och nackdelar. Den mest framträdande nackdelen är att enhetslaster ger dålig fyllnadsgrad i lagret och ibland för stora lagerkvantiteter eftersom det endast sker inlagring av enhetslaster och inte delar av de. De fördelar som redovisas är dock övervägande (Lumsden, 2012).

- Minskar antalet omlastningar i transportkedjan
- Snabbar upp lastning och lossning av godset
- Minskar antalet turer som fodras
- Möjliggör användning av standardiserad hanterings- och lagringsutrustning
- Kan minska risken för skador
- Förenklar inventeringen av godset
- Ger möjligheter att stapla gods effektivare vilket ger bättre nyttjande av ytan

### Fristapling och djuplagring

Fristapling och djuplagring kan vara helt åtskilda metoder men vanligast förekommande är att de hänger ihop. Fristaplingen innebär att stapla pallarna ovanpå varandra i flera nivåer vilket utnyttjar lagervolymen. Djuplagring innebär istället att lastpallarna placeras i djup direkt på golvet. Djuplagring begränsar åtkomligheten och därmed är det svårt att tillämpa FIFO. De inre pallarna kan inte nås förens de pallar som står utanför har flyttas, därmed är LIFO mer passande. En annan nackdel är att pallstapelns hela vikt överförs till den undre pallan vilket kan åstadkomma kvalitetsproblem. Vid fristaplingslager bör artiklarna på en pall vara lika om omflyttningar vill undvikas vilket reducerar fyllnadsgraden avsevärt (Lumsden, 2012). Enligt Jonsson and Mattsson (2011) är kombinationen av fristapling och djuplagring det bästa sättet att utnyttja lagerutrymmet eftersom golvet kan användas optimalt och att övriga partiklar placeras ovanpå varandra (Jonsson and Mattsson, 2011).

Den maximala lagringshöjden eller nivån på antalet staplade pallar bestäms av ett antal olika faktorer såsom:

- Belastningsstyrka (krossbarhet)
- Lastvikt
- Last stabilitet
- Pall egenskaper
- Säkerhetsgränser
- Väderförhållanden (luftfuktighet, vatten, vind kan försvaga pallar och mjuka laster)

Var och en av dessa faktorer måste övervägas noga för att se till att säkra staplingsnivåerna utses (Frazelle, 2002).

### Ställagelagring

Ställage eller enkelställage används för att bära upp godset och varje enskild enhet har sin plats. Förvaring av artiklar sker via pallar vilka placeras i olika fack i ett fack i ett packställ där samtliga pallar är direkt åtkomliga. Är den mest förekommande lagringsmetoden, framförallt inom industrin. FIFO principen passar att tillämpas här. Dessutom är det enkelt att hantera administrativt. Om en produkts fysiska lagervolym i genomsnitt är mellan 0,5-20 m<sup>3</sup> kan ställagelagring anses vara ett bra alternativ. (Lumsden, 2012). Vidare innebär detta att hanteringseffektiviteten ökar medans lagerutnyttjande minskar eftersom transportgångar tar upp stor yta, vilket i sig innebär en relativt hög kostnad (Jonsson and Mattsson, 2011).

## 2.5 Artikellokalisering

För att inte tappa kontroll över sitt lager bör det finns någon sorts system för lokalisering av gods. Syftet med systemet är att kunna följa och dokumentera en artikels rörelsemönster och dess lagringspunkt, fram tills den färdiga artikel står på lastkajen. System som kan tillämpas går under många namn men det vanligaste är att dessa benämns i sin renaste form som fixerat-, minnesbaserat- och slumpmässigt system. Det förekommer också ett kombinationssystem som är en blandning mellan fixerat- och slumpmässigt system. Vid val av lokaliseringssystem bör företaget, enligt Muller (2011), eftersträva att maximera ett antal punkter:

- Utrymmesutnyttjande
- Utnyttjande av utrustning
- Utnyttjande av personal
- Tillgänglighet till allt gods
- Skydd mot skador
- Förmåga att lokalisera gods
- Flexibilitet
- Reducering av administrativa kostnader

I praktiken är det svårt att maximera samtliga punkter samtidigt, svårigheten beror på att vissa av punkterna krockar med varandra. Istället handlar det om att välja ut de viktigaste aktiviteterna och kompromissa när ett företag skapar sitt lokaliseringssystem.

### Warehouse Management System - WMS

Warehouse Management System, förkortad WMS, är ett databaserat lagerstyrningssystem vars främsta syfte är att förbättra och förenkla lagerhantering. WMS - systemet hanterar lagerstyrningen genom förutbestämda parametrar som är inställda av användaren. Dessa inställningar bestämmer sedan vilka instruktioner och anvisningar lagerpersonalen får. Genom att bestämma hur lagerpersonalen ska agera och hantera material ger WMS - systemet lagerverksamheten struktur (Logistics, 2014).

Ett WMS - system kan omfatta alla hanteringsoperationer i ett lager, några exempel är lagerstyrning, spårbarhet, rapportering och effektivitet. Därför kan ett WMS - system innebära stora fördelar och förmåner för lagerverksamheten om systemet används på rätt sätt vilket innebär att de inställningar som är inmatade i systemet stödjer och optimerar lagerverksamheten (Logistics, 2014).

Det är viktigt att påpeka att en WMS - system inte enbart består av mjukvaran och datorteknologin utan även stödjande system och andra integrerade komponenter. Exempel på dessa är trådlös kommunikation, presentationsteknologier, automatisk identifiering och kontroll (skanning av streckkod) eller Radio Frequency IDentification (RFID) (Logistics, 2014).

### 2.5.1 Fixerat system

I det fixerade systemet har varje artikel en given plats i lagret, enligt Richards (2011), Ghiani et al. (2004) och Muller (2011). Detta system har starka kopplingar till den klassiska principen fast lagerplacering. Med fast lagerplacering har varje artikelnummer en förbestämd lagringsplats. Placeringen kan bero på olika kriterier, exempelvis med vilken frekvens artiklarna plockas. Detta stämmer även överens med fixeratsystem. Fördelen med denna lagerplaceringsprincip är att lagerlayouten enklare kan anpassa till artiklarnas frekvensuttag och därmed öka hanteringseffektiviteten (Jonsson and Mattsson, 2011). Nackdelen med den här principen är att den tar upp större total lagringskvantitet av framförallt två anledningar:

- Maxkvantitets-planering
- Honeycombing

Enligt Muller (2011) samt Jonsson and Mattsson (2011) så innebär maxkvantitetsplanering att lagringsutrymmet måste dimensioneras efter maximal lagerkvantitet för varje artikel. Lagret får en storlek som är lika med summan av alla artiklars säkerhetslager plus hemtagningskvantitet (Lumsden, 2012). Enligt Frazelle (2002) och Muller (2011) leder detta in på den andra anledningen, Honeycombing, som innebär att tillgängliga lagerplatser inte kan utnyttjas maximalt. Detta beror framförallt på den tidigare nämnda maxkvantitets-planeringen, artiklarnas fysiska egenskaper, begränsningar i lokaliseringssystemet etc. Rent generellt innebär Honeycombing att de tomma lagerplatserna i en rad inte kan användas förens en ny artikel kan tillägnas den tomma raden. Honeycombing är förlusten av lagringskapacitet i ett lager på grund av kravet på att lagra en enda artikel i en rad. Om raddjupet är för djupt, är golvyta framför pallar outnyttjad. Om raddjupet är för kort, ägnas en alltför stor del av den golvyta som ägnas till gångarna. Om pallarna inte är lättstaplade på höjden, förloras mycket av den tillgängliga fria höjden (Frazelle, 2002).

Med hjälp av en så kallad beräknad "Honeycombing Ratio" kan hur stor yta som är outnyttjad fås fram. Enligt Muller (2011) kan Ration beräknas i form av exempelvis tomma platser eller kubikmått.

$$\text{Honeycombing Ratio [\%]} = \frac{\text{Antal tomma pallplatser}}{\text{Totalt antal pallplatser}} \quad (2.16)$$

$$\text{Honeycombing Ratio [\%]} = \frac{\text{Antal tomma pallplatser} * (\text{längd} * \text{bredd} * \text{höjd})}{\text{Totalt antal pallplatser} * (\text{längd} * \text{bredd} * \text{höjd})} \quad (2.17)$$

Förutom de fördelar som angavs i samband med fast lagerplacering, som även gäller för det fixerade systemet, så ger systemet omedelbar kunskap om var alla artiklar står. Det ger också bra förutsättningar för bättre kontroll och effektivare applicering av FIFO.

### Tilldelning och utformning av raddjup

För ett fixerat lokaliseringssystem kommer en rad att vara tom tills nästa parti med artiklar anländer. Olika artiklar kan inte blandas i samma rad då det i bästa fall skulle innebära mycket besvär att komma åt de tilltänka artiklarna längst bak. Konsekvensen skulle innebära att de artiklar framför skulle behöva förflyttas och sedan tillbaka igen. Det tenderar också att minska effektiviteten samt precisionen i lagret.

Raddjupet och truckgången framför kommer således alltid att vara didikerat till den här artikeln. Därav måste raddjupet vara tillräckligt för att hålla en maximal kvantitet av den här artikeln. Dock lagras de flesta lager flera olika artiklar. För att maximera nyttan av lagerlayouten är raddjupen på varje sida av truckgångarna lika. Således, enligt Goetschalckx and Ratliff (2007), måste ett parti med artiklar tilldelas ett begränsat antal raddjup som är tillgänglig och tillräckliga för att täcka behovet, samtidigt som ytan maximeras.

Djupa rader kräver mindre truckgångar rent procentuellt mot det totala raddjupet. Dock tar det lång tid att tömma en rad och således frigöra truckytan och raddjupet. Korta rader har omvänd karaktär då de kräver större truckgångar rent procentuellt mot det totala raddjupet, men tiden för att frigöra raden är kortare.

### 2.5.2 Minnesbaserat system

Utgångspunkten för det minnesbaserade systemet är den mänskliga förmågan, dvs. den är direkt beroende av denna faktor. Grundpelarna för systemet är enligt, Muller (2011), enkelhet, begränsat pappers- och dataarbete samt maximerande utnyttjande av befintlig lageryta eftersom ingen plats är fördefinierad, vilket också ses som de huvudsakliga fördelarna med systemet (Muller, 2011). Det minnesbaserade systemet kan liknas i mångt och mycket den klassiska principen flytande lagerplacering vilket innebär att artiklarna kan placeras var som helst, där det finns plats och innehåller därmed liknande för- och nackdelar (Lumsden, 2012). Det huvudsakliga nackdelarna med det minnesbaserade systemet är att företaget är beroende av den mänskliga förmågan i form av; minnet, hälsan, tillgänglighet och attityden från de anställda. Om de anställda glömmer en artikels lagringsplats är den förlorad i det minnesbaserade systemet. Vidare kan endast systemet fungera om ett flertal eller alla faktorer nedan uppfylls:

- Antal lagerplatser är begränsade i antal
- Antal lagerplatser är begränsade rent storleksmässigt
- Variationen av gods som lagras på en plats är begränsat
- Storleken, form eller urskiljbarhet (exempelvis gods på pall, gods som spänts ihop med spännband etc.) av gods möjliggör lätt visuell separering

- Enbart en eller ett begränsat antal anställda arbetar vid lagerytorna
- De anställda inom lagret har inte arbetsuppgifter som kräver att de är frånvarande från lagerplaceringarna
- Produktvariationen i lagret förändras inte snabbt
- Det är inte mycket flytt och rörelse av gods

Ytterligare en nackdel är att förändringar i ovan nämnda faktorer kan påverka lagerprecisionen (lagersaldon, lagertillgänglighet etc.) negativt (Muller, 2011).

### 2.5.3 Slumpmässigt system

Enligt Muller (2011), Richards (2011) och Jonsson and Mattsson (2011) har ingen artikel på förhand en given plats. Likt det minnesbaserade systemet och flytande lagerplacering placeras artiklarna där det finns plats. Det som skiljer systemen åt är att det slumpmässiga systemet är tillämpas tillsammans företagets datasystem, exempelvis WMS. Därmed är artikeln bunden till den lagerplatsen i företagets datasystem tills att den ska förflyttas eller levereras. När väl artiklarna flyttats kan andra artiklar uppta den platsen. Som tidigare nämnt är stora fördelen med detta systemet att lagerutnyttjandet maximeras samtidigt som det ger en god kontroll och överblick. Dock kräver detta mycket administration. Om förflyttningar och rörelser tenderar att bli mer avancerade krävs exempelvis ett omfattande datasystem som kan hantera detta (Muller, 2011).

### 2.5.4 Kombinationssystem

Är en kombination mellan det fixerade och slumpmässiga systemet där de bästa egenskaperna mixas. Särskilt gods tilldelas specifika platser i kombinationssystemet, medans övrigt gods placeras där det finns tillgängligt utrymme (Muller, 2011).

## 2.6 Artikelplacering

Enligt Lumsden (2012), finns det ingen utarbetad metod för att bestämma optimal placering av artiklar. Således rekommenderas att inneha olika principer som utgångspunkt för tillvägagångsättet och samordna dessa. Artikelplacering fungerar som ett komplement till lokaliseringssystemen, dvs. hur ska godset placeras i lagret för att maximera utnyttjandegraden samtidigt som det värnar om hanteringseffektiviteten (Muller, 2011). Ett flertal principer nämns av Lumsden (2012); produktrotering, plockposition, familjegrupper, popularitet och storleksprincipen.

### 2.6.1 Zonindelning

Zonindelning innebär att lagret delas upp i mindre delar till så kallade zoner. Inom dessa zoner placeras likvärdiga artiklar, antingen ur ett funktions- eller frekvensmässigt perspektiv, för att minimera hanteringsarbetet.

Lagerförutsättningar som beror på de lagerförda artiklarnas fysiska egenskaper kan vara ytterligare en anledning till att dela in lagret i zoner. Speciella egenskaper skulle exempelvis kunna vara artiklar med hög volym/vikt eller att ett speciellt hanterings- eller förvaringssystem krävs (Jonsson and Mattsson, 2011).

### 2.6.2 Produktroteringsprincipen

Då denna princip används för placering finns det begränsningar angående hållbarheten av en artikel eller tidsmässigt för artikelns värdering. Därmed tillämpas FIFO vilket innebär att den artikel som först placerats i lagret är den som ska plockas ut först. Produktroteringsprincipen förutsätter att de äldsta artiklarna alltid finns lättillgänglig och utesluter därmed lagringsmetoder såsom djuplagring och fristapling, då detta skulle innebära extraarbete och omsorteringen. Produktroteringsprincipen tillåter också att LIFO tillämpas, då plockas den artikel som senast placerades i lagret ut först. Detta ger inte tillgång till den äldsta artikeln i lagret men principen resulterar i att lagrets volym används mer effektivt (Lumsden, 2012).

### 2.6.3 Plockpositionsprincipen

Placering av artiklar bestäms utifrån att öka hanteringseffektiviteten och därmed minimera transportsträckan mellan artiklarna i en order. Artiklarna placeras i närhet av varandra så att uttag av samtliga kan ske samtidigt vid order (Lumsden, 2012).

### 2.6.4 Familjegrupsprincipen

Artiklar med liknande egenskaper och kännetecknen lagras i anslutning till varandra. Exempel på liknande egenskaper skulle kunna vara dimensioner, behov av speciell miljö, säkerhet etc. Liknande hanteringsutrustning brukar dessutom krävas för dessa artiklar vilket gör hanteringen mer effektiv (Lumsden, 2012).

### 2.6.5 Popularitetsprincipen (ABC-klassificering)

Principen bygger på att en ABC-kalkylering används för att dela in artiklarna i olika kategorier; A,B,C och därefter i zoner inom lagret. Se avsnitt 2.7.1 för ytterligare förklaring. Vid bedömning om placering enligt popularitetsprincipen är lämplig måste hänsyn till den totala effektiviteten tas, dvs. väga lagrings- mot hanteringseffektivitet (Lumsden, 2012).

### 2.6.6 Storleksprincipen

Artiklar vars fysiska utformning är större, tyngre eller allmänt svåra att hantera bör enligt den här principen lagras separat när sitt användningsområde eller utlastningsområdet för att reducera avståndet och därmed dessa kostnader som tenderar att vara högre (Lumsden, 2012).



## 2.7 Artikeldifferentiering

Enligt Jonsson and Mattsson (2011) är det viktigt att differentiera logistikinsatserna inom verksamheten för att i så stor utsträckning använda de egna resurserna till sådant som ger störst effekt i förhållande till resursinsatsen. Exempelvisvis kan det vara fördelaktigt att inneha ett större säkerhetslager för de artiklar som ger ett högt täckningsbidrag, så att leveransförmågan säkerställs (Jonsson and Mattsson, 2011). Alla artiklar i lagret kan inte behandlas på samma sätt eftersom det medför kostnader genom att vissa lagringsmetoder kräver stor arbets- och/eller informationskapacitet. Att indela artiklarna efter någon metod är därmed lämpligt för att differentiera styrningen av lagrets olika delar (Lumsden, 2012).

### 2.7.1 ABC-klassificering

Enligt Jonsson and Mattsson (2011), Lumsden (2012) samt (Fredendall and Hill, 2001), är ABC-klassificering eller ABC-analys en vanlig och enkel metod att använda sig utav. ABC-analys innebär ur en generell bemärkelse att, artiklar, kunder, leverantörer etc. delas upp i olika klassificeringar, A, B eller C, utifrån olika kriterier (Fredendall and Hill, 2001). Det är viktigt att syftet med artikelklassificeringn klargörs, härmed är utgångspunkten generellt utifrån vilka artiklar som är mer viktiga och behöver noggrann styrning (Rudberg, 2008). Med avseende på det fysiska lagret, är det vanligaste kriterierna för klassificeringen exempelvis; täckningsbigrad per produkt eller volymvärde per artikel.

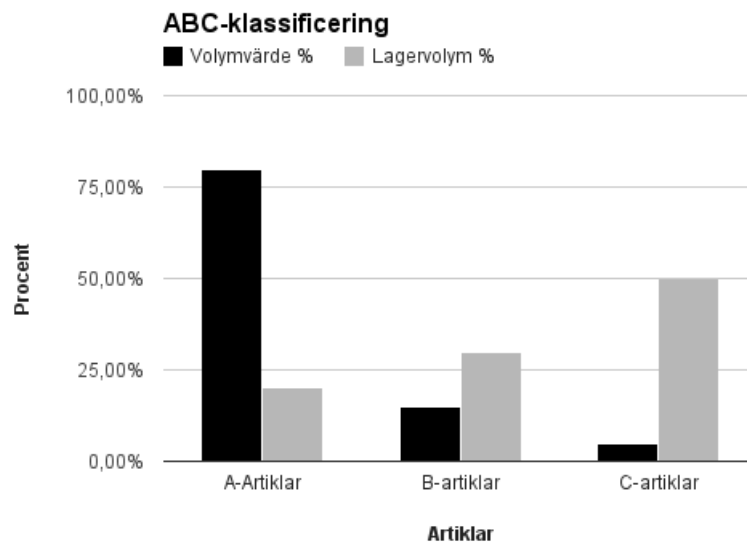
$$V = F * K \quad (2.18)$$

där  $V$  = Volymvärde

$F$  = Årsförbrukning per artikel

$K$  = Styckpris eller styckkostnad per artikel

Som synes i figur 2.4, utgör ofta 20 procent av ett lagrets artiklar, 80 procent av det totala täckningsbidraget eller i detta fall volymvärdet. Denna analys grundar sig i 80/20 regeln, även kallad Paretos lag. A-artiklarna, vilka har höst volymvärde är följaktigen viktigast. Därför bör fokus på dessa artiklar vara att öka lageromsättningshastigheten genom att förslagvis, inrikta sig på att reduktion av ledtider, öka frekvenser, reduktion orderkostnader samt osäkerheter för dessa. För C-artilar räcker enklare styrning och beställningsprinciper för att åstadkomma en acceptabel leveransservice (Lumsden, 2012). Lumsden (2006) påpekar ändå vikten av att regelbundet genomföra en ABC-analys för att undvika att vissa produkter får för mycket eller för lite fokus. Exempelvis kan vissa C-klassificerade artiklar befinna sig i början av sin produktlivscykel och inom en snar framtid kan de tillhöra A-klassificeringen eller fungera som kritiska komplementartiklar till A-klassificerade artiklar (Lumsden, 2006).



Figur 2.4: Exempel på en-dimensionell ABC-klassificering baserat på volymvärde.

## 2.8 Logistikkostnader

Logistikrelaterade kostnader har enligt Jonsson and Mattsson (2011) en direkt lönsamhetspåverkan. Det är därför viktigt att identifiera de kostnader som är logistikrelaterade för att balansera dessa kostnader men även för att kunna följa upp eventuella åtgärder som görs för att åstadkomma kostnads- och kapitalratonailering (Jonsson and Mattsson, 2011). I detta avsnitt presenteras grundläggande logistikskostnader och i sista delavsnittet redogörs det för logistik systemets totalkostnad.

### 2.8.1 Transportskostnader

Med transportskostnader menas i detta fall externa transporter som sker mellan företagets egna anläggningar eller ut till kund och leverantör. Anledning till externa transporter är omlastning, förflyttning och lossning av gods. Förutom kostnad för den egentliga transporten binder materialet i transport kapital, denna kapitalbindningskostnad är ytterligare en kostnad som kan kopplas till den totala kostnaden för externa transporter (Jonsson and Mattsson, 2011).

### 2.8.2 Lagerhållningskostnader

Lagerhållningskostnader är en logistikrelaterad kostnad som omfattar kostnader för den fysiska lagringen samt kostnader som förknippas med det material som lagras. Lagerhållningskostnader innefattar alltså kostnader för lagerpersonal, lagerbyggnad, lagerutrustning, administration, inventering, försäkringar, kapitalkostnader för lager och en osäkerhetskostnad. Lagerhållningskostnader kan grovt delas in i följande delkostnader; kapital-

kostnader, förvaringskostnader och osäkerhetskostnader, dessa behandlas var för sig i de delavsnitt som presenteras nedan (Jonsson and Mattsson, 2011).

### **Kapitalkostnad**

Ett företag som har en investering i en tillgång binder kapital. När ett företag binder kapital begränsas detta kapitalet eftersom det blir bundet till tillgången. På grund av att det bundna kapitalet hade kunnat använts till en eventuell investering med ett viss avkastning uppstår en kapitalkostnad som motsvarar det alternativa avkastningskravet för det bundna kapitalet. Varje företag bestämmer själv det avkastningskrav som gäller men vinstdrivande företag har ett minsta avkastningskrav som motsvarar bankens ränta (Jonsson and Mattsson, 2011). Axsäter (1991) påpekar vidare på att kapitalbindningskostnaderna också kan värderas utifrån företagets kalkylränta som används vid utvärdering av investeringar.

### **Förvaringskostnader**

Förvaringskostnader är en lagerhållningskostnad som uppstår i samband med att ett företag lagerför varor. Aktiviteter som uppstår i samband med lagerföring av varor kräver resurser oftast i form av personal, utrustning, försäkringar etc. Dessa resurser kräver i sin tur finansiering vilket bidrar till att alla dessa aktiviteter är kostnader för företaget. Vid lagerföring av varor tillkommer även kostnader för lagerbyggnaden och dess drift, dessa kostnader utgör också en del av den totala förvaringskostnaden (Jonsson and Mattsson, 2011).

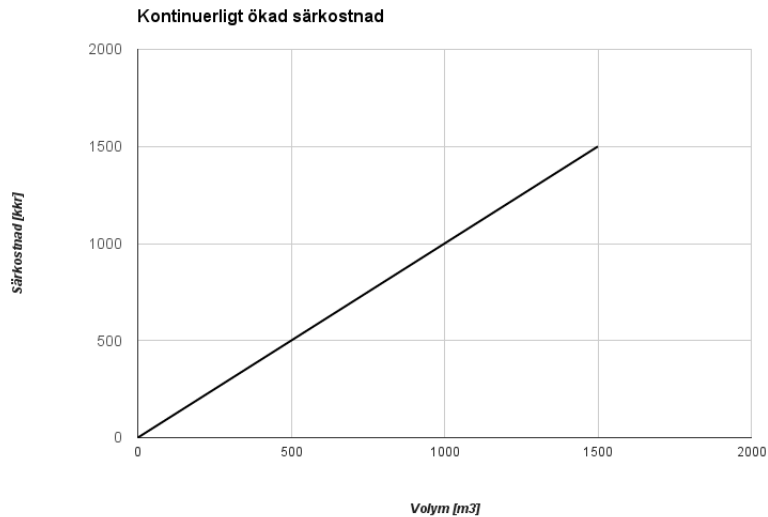
### **Osäkerhetskostnader**

Vid lagerhållning av varor finns det ett visst risktagande och osäkerhet som bygger på att lagerförda varor ibland måste kasseras, reklameras eller säljas till ett billigare pris. Osäkerheter, speciellt i stora lager, är att det är ett felaktig lagersaldo eller att företaget levererar felaktigt till kund vilket kan leda till ökade kostnader i form av extra fraktkostnader och svinn (Jonsson and Mattsson, 2011).

### **Lagerhållningssär- och samkostnader**

Lagerhållningskostnader kan delas upp i två olika typer av kostnader, särkostnader och samkostnader. Lagerhållningskostnader som är av typen samkostnader förändras inte av att lagerföra flera eller färre artiklar, se figur 2.5. Vanliga samkostnader är lagerhyran och personalkostnader samt oftast själva förvaringskostnaden.

Lagerhållningskostnader som är särkostnader definieras av att de är kostnader som antingen tillkommer eller faller bort vid en förändring som innebär att fler eller färre artiklar lagerförs, se figur 2.6. Vanliga särkostnader är kapitalkostnaden och osäkerhetskostnaden även vissa förvaringskostnader kan agera som särkostnader om ett företag exempelvis betalar för att ha ett externt lager. Samkostnader kan som särkostnader variera men då bara under vissa intervall. Exempelvis om ett företag redan har ett lager



**Figur 2.5:** Exempel på kontinuerligt ökad särkostnad (Jonsson and Mattsson, 2011).

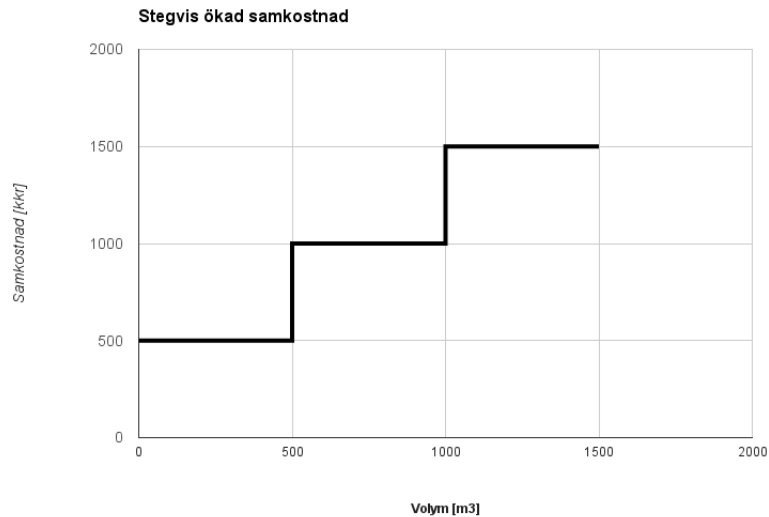
och väljer att lagerföra fler artiklar finns det två möjliga utfall. Det ena utfallet innebär att företaget får plats med fler varor i det nuvarande lagret och samkostnaderna varken minskar eller ökar däremot ökar särkostnaderna proportionellt mot volymökningen. Andra utfallet innebär att företaget inte får plats med att lagerföra fler varor i det nuvarande lagret och behöver därför bygga ut för att få plats med de nya varorna. I det andra utfallet ökar samkostnaderna eftersom företaget behöver göra en kapacitetsinvstering som ger en ökning i förvaringskostnader (Jonsson and Mattsson, 2011).

### 2.8.3 Ordersärkostnad

Den engångskostnad som är bunden till en specifik order definieras som ordersärkostnad (Lumsden, 2012). Vidare kan ordersärkostnader kopplas till tillverknings- eller inköpsorder. Vid dimensionering av orderkvantiteter är det av intresse att undersöka ordersärkostnader för att få fram rätt dimensionering. De totala ordersärkostnaderna innefattar fyra kostnadskomponenter.

#### Omställnings- och nedtagningskostnader

Kostnader relaterade till tillverkningprocesser. Här ingår kostnader för omställning från en order till en annan men även kostnader för skrotning ingår i denna kostnadskomponent.



**Figur 2.6:** Exempel på stegvis ökad samkostnad (Jonsson and Mattsson, 2011).

### Kostnader för kapacitetsförlust

Kostnad relaterad till både produktionsprocessen och inköpsorganisationen. Kostnader för kapacitetsförlust innebär främst att om inköpsorganisationens tid bara används till att förbereda de nya orderna kommer inte kostnaden för det personal att öka men även kostnader för andra värdeökande aktiviteter som kunde ha fokuserats på.

### Materialhanteringskostnader

Kostnader kopplad till materihanteringsprocesser. Exempelvis kostnader för godsmottagning, inlagring, materialuttag samt förflyttning av färdiga produkter till och från lager.

### Orderhanteringskostnader

Kostnader kopplad till orderhanteringsprocesser på de olika avdelningarna. Exempelvis kostnader för planering, orderutsläpp och återrapporering av en order (Jonsson and Mattsson, 2011).

## 2.9 Täcktid

Täcktid är ett mått som beskriver under hur lång tid lagerkvantiteten räcker utifrån en given förbrukning. Täcktiden är även ett tydligt mått på hur länge material genomsnittligt ligger i lager innan det kommer ut till kund. Med hjälp av ekvation 2.19 kan

täcktiden generellt i antal dagar beräknas, där ett antagande på 240 utleveransdagar per år har gjorts (Jonsson and Mattsson, 2011).

$$\text{Täcktid} = \frac{\text{Lagervärde} * 240}{\text{Omsättning per år}} \quad (2.19)$$

## 2.10 Kapitalbidning

Enligt Storhagen (2012) binder företag kapital till det ögonblicket företaget får betalt av kunden för produkten. Vidare nämner han att därav vikten av ett effektiva flöden där material inte ligger still mer än det behöver inom ett företags flöde. Både Storhagen (2012) och Mattson (2012) beskriver att den kapitalbindning som finns inom ett företag påverkar företagets kassaflöde och betalningsförmåga. Mattson (2012) beskriver även att företag binder upp kapital i två olika typer av tillgångar som skiljer sig i användandet. De två olika tillgångarna benämns som anläggning- respektive omsättningstillgångar. Anläggningstillgångar definieras av de är tillgångar som används under en period tills de är i behov av byte, de är alltså tillgångar planerad för stadigvarande bruk. Exempel på vanliga anläggningstillgångar i tillverkande företag är utrustning i produktionen och fabriksbyggnader. Omsättningstillgångar definieras istället av att de är tillgångar som hela tiden omsätts, dessa tillgångar har en kapitalbidning som är av kort karaktär ur ett tidsperspektiv. Exempel på omsättningstillgångar är material i lager och flöden. Dessa två utgör tillsammans med kundfordringar dominerade poster när det talas om kapitalbindning i omsättningstillgångar (Mattson, 2012). I denna teoretiska referensram begränsas kapitalbindningen till kapitalbidning i lager, därför kommer ingen mer utförlig beskrivning ges på kapitalbindning i flöden och kundfordringar. Kapitalbidningar i lager är starkt beroende av företagets försörjningskedjor, dess utformning, komplexitet och metoder för styrning. Metoder för styrning i försörjningskedjor är av stor vikt vid kapitalbindning i lager då dessa har en inverkan på möjligheterna för att minska det bundna kapitalet i lager (Mattson, 2012). Kapitalbidning kan uttryckas i täcktid och absoluta tal.

### 2.10.1 Kapitalbidning i absoluta tal

Det uttryck för kapitalbindningen som är enklast att förstå är kapitalbindning i absoluta tal. Detta innebär att kapitalbindningen anges med hjälp av lagervärden i kronor. Om inga lagervärden finns att tillgå måste kapitalbidningen räknas ut på något annat sätt. Att uttrycka kapitalbindningen i absoluta tal lämnar ingen plats för jämförelser företag emellan då det blir svårt med en rättvis jämförelse. För att uttrycka kapitalbindningen i absoluta tal är det möjligt att multiplicera medellagernivån, uttryckt i antal, med varuvärdet per styck (Jonsson and Mattsson, 2011):

$$\text{Kapitalbidning i absoluta tal} = p * \text{Medellagernivån} = p * \left( SL + \frac{Q}{2} \right) \quad (2.20)$$

där  $p$  = produktvärdet

Produktvärdet ändras sig när en produkt flyttar sig genom ett företags olika processer. En förenkling är att produktvärdet speglar hur mycket pengar som lagts på produkten vid mättilfället.





# 3

## Metod

I DETTA kapitlet beskrivs de tillvägagångssätt som har använts vid utförandet av examensarbetet. Första avsnittet beskriver den generella vetenskapliga metod som har använts därefter följer de mer konkreta tillvägagångssätt som har genomförts.

### 3.1 Vetenskaplig metod

I detta examensarbetet har en fallstudie genomförts för att besvara de frågeställningar som tidigare har diskuterats. En definition av fallstudie är att det är en undersökande strategi där ett fenomen granskas i sin realistiska miljö eller kontext och där gränserna mellan fenomen och kontext inte är tydliga, vidare används flera referenser som överses ur flera perspektiv. En fallstudie har flera olika avsikter, de kan vara beskrivande, undersökande eller förklarande. I detta examensarbete var fallstudien undersökande med fokus på det manuella färdigvarulager på pappersbruket. Fallstudien har att använts utifrån ett kvalitativt perspektiv, vilket innebär att omgivningen och verkligheten betraktas ur subjektivt perspektiv. Omgivningen är därmed ur det kvalitativa perspektivet en social, kulturell och individuell konstruktion som är ensidig (Backman, 2012).

### 3.2 Kvalitativa - och kvantitativa metoder

Vid insamling av information har kvalitativa och kvantitativa metoder använts. Kvantitativa metoder är, enligt Backman [2], metoder som utmynnar i numeriska observationer eller låter sig transformeras i sådana. Exempel på kvantitativa metoder i detta examensarbete har varit numeriska underlag, i form av numeriska bilagor, från pappersbruket som har analyserats. Kvalitativa metoder är istället metoder som inte innefattar numeriska observationer utan verbala formuleringar, antingen skrivna eller talade (Backman, 2012). Exempel på kvalitativa metoder i detta examensarbete har varit observationer av de omständigheter som återfinns i det manuella färdigvarulagret samt intervjuer.

Examensarbetet har inletts med både en kvalitativ och kvantitativ datainsamling på företaget. Därefter genomfördes en kvalitativ litteraturstudie för vidare fördjupning i de aktuella problemområdena.

### 3.3 Litteraturstudie

Målet med litteraturstudien i fallstudien är att det ska fungera som ett underlag för fallstudiens teoretiska referensram.

Sökning av litteratur gjordes främst på Chalmers bibliotek och deras sökmotor Summon. Vidare har andra databaser använts som Google Scholar och ProQuest. Sökningarna på Chalmers bibliotek resulterade i att böcker och artiklar inom olika ämnen så som lager, logistik och lagerstyrning kunde hittas för att sedan användas i uppbyggnaden av den teoretiska referensramen. Ingen typ av urval gjordes vid den initiala sökningen av lager, logistik och lagerstyrning. Däremot har ett urval gjorts i litteraturen vid ett senare skede när litteratur undersökts. Detta för det vid sökningarnas initiala skede inte gick att förutspå vilka böcker och artiklar som skulle vara relevant i den framtida analysen och diskussionen.

### 3.4 Datainsamling

För att kunna redogöra för nuläget i det manuella färdigvarulagret samt ha möjlighet till en djupare analys i studiens senare skede har en datainsamling genomförts. För att samla in data från företaget och de anställda har tre olika typer av datainsamling metoder använts. Dessa metoder beskrivs i detta delkapitel.

#### 3.4.1 Observation

Vid observation tas det hänsyn till faktiska handlingar och inte vad människor säger och tänker att de gör. Observationer har genomförts på företaget för att få en större förståelse för problemområdena, företaget i allmänhet och kommunikation och roller. Observationerna har redogjorts utifrån från ett subjektivt perspektiv (Backman, 2012). I den här rapporten genomfördes observationer främst i det manuella färdigvarulagret där observationer av lagermiljö, lagerlayout, artikellokalisering samt uttag har gjorts. För att få en rättvis bild av det manuella färdigvarulagret har observationerna utförts under arbetstids då arbete pågick i lagret.

#### 3.4.2 Dokument

Ett flertal dokument med information om lagervärde, prognoser, försäljning, lagervärde har införskaffats via pappersbrukets affärssystem SAP. Dokumenten har vid alla tillfällen baserat sig på historisk data på artikelnivå över de två senaste åren 2013 och 2014. Information från dokumenten har använts främst i kapitlet empiri, där många beräkningar baseras sig på informationen i dokumenten.

### 3.4.3 Intervjuer

Intervjuer är en kvalitativ metod som är en form av utfrågning som kan gå till på olika sätt. Intervjuer är en metod som används för att veta hur och varför individer i sammanhanget upplever eventuella problem (Yin, 2009). Paulsson (2003) menar att fördelen med intervjuer är att som författare får denna tillgång till primärdata.

Intervjuer kan som tidigare nämnts utföras på olika sätt, de kan exempelvis genomföras via telefon, mejl eller genom personlig kontakt. I denna rapport har alla intervjuer genomförts via personlig kontakt mellan författarna och den intervjuade. Denna typ av intervju benämns besöksintervjuer. Nackdelen med besöksintervjuer är att det vid oklara frågor finns en risk för att den som intervjuas påverkar den som intervjuar genom att hjälpa till med att forma frågan. Fördelar med denna typ av intervju är att fler och mer komplicerade kan ställas till den som intervjuas, dessutom kan oklarheter redas ut snabbt (Dahmström, 2005). Jacobsen (2002) menar även att det vid en besöksintervju är lättare att uppnå en mer öppen och givande intervju i jämförelse med exempelvis en intervju över telefon. Dessutom menar Jacobsen (2002) att en besöksintervju har ytterligare två fördelar, nämligen att det blir enklare att få personlig kontakt och att det blir enklare att observera hur den intervjuade uppträder och reagerar på olika frågor. Dessa två fördelar menar Jacobsen (2002) leder till att den intervjuade blir mer villig att dela med sig av information men även att det blir lättare att bedöma hur långt dessa frågor kan drivas.

Jacobsen (2007) menar att ett bra samtal kräver ögonkontakt vilket det vid en intervju är att svårt att åstadkomma om intervjuaren samtidigt ska föra anteckningar. Därför har alla besöksintervjuer spelats in med teknisk utrustning. Med hjälp av ljudupptagning kan en mer naturlig kontakt erhållas mellan den som intervjuar och den som intervjuas. Dock finns det en nackdel med att använda sig av ljudupptagning vid en intervju och det är att den som intervjuas kan reagera negativt på att bli inspelad. Detta kan leda till att den intervjuade inte blir villig att dela med sig av all information (Jacobsen, 2007). Detta har i denna studien försökts undvikas genom att direkt innan intervjun fråga den som intervjuas om det är okej att spela in intervjun. Ytterligare en anledning till att använda ljudupptagning vid intervjuerna var för att bekräfta förståelsen av det den intervjuade hade sagt under intervjun.

#### Studiens intervjuer

För att få en rättvis bild av situation som råder i det manuella färdigvarulagret har intervjuer genomförts med personal på pappersbruket. De tillfrågade har varit personal från olika nivåer i hierarkikedjan och med olika arbetsuppgifter, ansvarsområden, erfarenheter och kunskaper. De intervjuade har haft befattningar som truckförare, lageransvarig, material planeringsansvarig, teknisk underhållschef supplypersonal och supplyansvarig etc. Frågor till intervjuerna har varit förutbestämde frågor som har tagits upp, däremot har det funnits plats att forma intervjun beroende på hur den intervjuade har besvarat frågorna. För att se ett exempel på intervju frågor se bilaga 6. Exempelvis kunde den intervjuade personen få följdfrågor på grund av ett visst svar, detta ledde också till att

den som intervjuade oftast fick fråga på nya områden som inte behandlades i de förutbestämde frågorna. Intervjuerna i denna studie har därför enligt Bryman and Bell (2011) varit av semi-strukturerad karaktär.

Alla intervjuer har genomförts på arbetsplatsen, främst på grund av enkelheten men även för få till avslappnade intervjuer där den intervjuade känner sig bekväm.

## 3.5 Insamlande av empirisk data

I detta delkapitel inom metoden, beskrivs tillvägagångsätt för studiens empiriavsnitt. Ett antal olika tekniker och metoder valdes för att genomföra den empiriska studien. Metodiken och dess tillvägagångsätt valdes utifrån problemidentifierngen, teorin och egna erfarenheter. Vilka metoder som valts inom empirikapitlet och varför finns beskrivet nedan.

### 3.5.1 Fyllnadsgrad

Ett sätt att eliminera behovet av det externa lagret är genom att öka fyllnadsgraden i det nuvarande lagret. Fyllnadsgraden beror i stor utsträckning på lagrets fysiska utformning vilken har observerats och granskats. Utifrån den fysiska utformningen har ett antal mätetal beräknats som baserats sig på de problem som relaterar till fyllnadsgraden; utnyttjande av lageryta, Honeycombing Ratio, pallplats- och radutnyttjande. Mätetalen har till en början beräknats för olika delar av lagret för att få tillgång till mer detaljerad data och orsaker. Dessa har sedan summerats för att få totalen och genomsnittet för hela lagret. Här har ingen historisk data funnits att tillgå så att samtliga nyckeltal har tagit fram genom observationer och beräkningar.

#### Utnyttjande av lageryta

För att kunna genomföra beräkningar av utnyttjandegraden på lagerytan genomfördes mätningar av lagerhallarnas totala dimensioner rent areamässigt, baserat på skalenliga ritningar se bilagorna 3, 4 och 5. Genom att utgå från pallarnas dimensioner, dvs. standardiserat djup och bredd för en EUR-pall och en genomsnittlig pallhöjd, samt antalet rader och pallar på djupet för de olika delar av lagret, kunde beräkningar genomföras för att undersöka utnyttjandegraden för lagerytan. Se figur 3.1. Yta med annan funktion än lagring, såsom emballagelagring och zoner för in- och utlastning, uteslöts från dessa beräkningar.

Utnyttjandegraden för lagerytan är den yta som täcks upp av plats för artiklar i förhållande till den totala ytan av lagret.

#### Radutnyttjande och Honeycombing Ratio - pall per raddjup

Radutnyttjande avser hur stor del av lagrets rader som utnyttjas av pallar. Detta är intressant att undersöka då ett problem i det manuella färdigvarulagret idag är att rader låser sig till en artikel när den har lagts in i raden. Radsutnyttjandet beräknades genom

dividera antalet upptagna rader med det totala antalet rader för del olika delarna av lagret som sedan har summerats.

Honeycombing Ratio är kopplat till radutnyttjandet då det avser hur mycket av raden som är outnyttjad kapacitet i form av pallar. Genom att dividera genomsnittligt antal pallar med antalet rader per yta och sedan med fyra för att få en rad har genomsnittligt antal pallar per rad fås fram. Detta har sedan jämförts med totala kapaciteten för att få fram antalet tomma pallar. Antalet tomma pallplatser har sedan dividerats med den totala kapaciteten för att få fram Honeycombing Ratio för en rad.

Totala antalet rader har observerats och upptagna rader, genomsnittligt antal pallar, totala kapaciteten har kunnat tillhandahållas genom att få ut data från pappersbruket WMS-system under ett flertal gånger under mars, april och maj månad 2015, för de olika delarna av lagret som sedan har summerats och få ut ett genomsnitt.

### Pallplatsutnyttjande

Platsutnyttjande avser hur stor del av lagrets totala pallplatser som utnyttjats. Platsutnyttjandet beräknades genom dividera antalet upptagna pallplatser med det totala antalet pallplatser för del olika delarna av lagret som sedan har summerats. Antalet totala pallplatser har beräknats genom att observera antalet totala antalet rader, genomsnittligt djup per rad i antalet pallar och hur många pallar som staplas på höjden och därefter multiplicerat dessa. Se figur 3.1. Antalet upptagna pallplatser har kunnat tillhandahållas genom att få ut data från pappersbrukets WMS-system, under ett flertal gånger under mars, april och maj månad 2015, för de olika delarna av lagret som sedan har summerats och få ut ett genomsnitt.

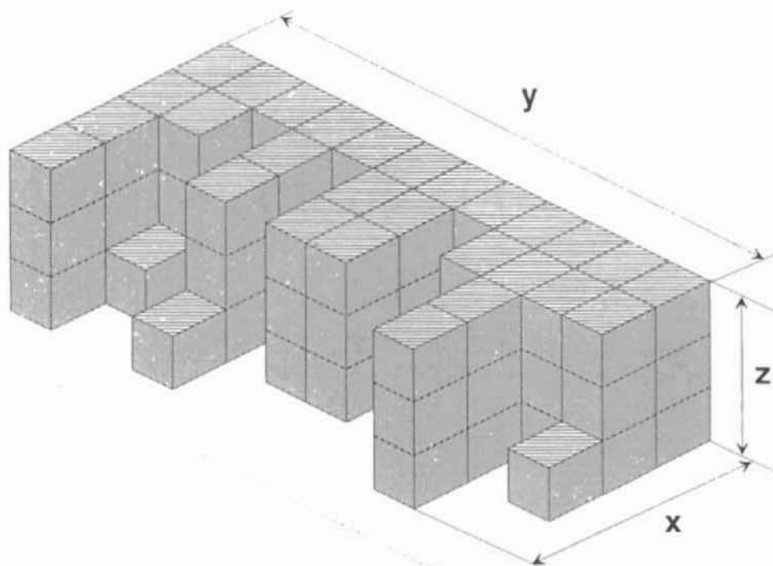
### 3.5.2 Medellagernivåer

För att beräkna medellagernivåerna i det manuella färdigvarulagret har formeln från teori avsnittet om medellagernivå använts, se formel 2.3. Formeln kräver värden på både säkerhetslager och orderkvanitet för artiklarna. Hur värden på säkerhetslager har tagits fram beskrivs i avsnitt 3.5.2, när det gäller värden på orderkvanitet har samma tillvägagångssätt använts.

Ett utdrag på alla orderkvaniteter har gjorts från affärsystemet för sedan från utdraget sortera bort de artiklar som inte har varit aktuella för studiens.

### Val av artiklar

För att få en tydligare bild över korrelationen mellan medellagernivåer, säkerhetslager och omsättningslager har samma artiklar behandlats i respektive avsnitt i empirin. Att undersöka samma artiklar genom hela studien möjliggör jämförelser och analyser vid studiens senare skede. Studiens målsättning har varit att undersöka alla artiklar i det manuella färdigvarulagret, dock har vissa avgränsningar gjort att alla artiklar inte har varit möjliga att undersöka. Det som har avgränsat urvalet av artiklar är att det inte

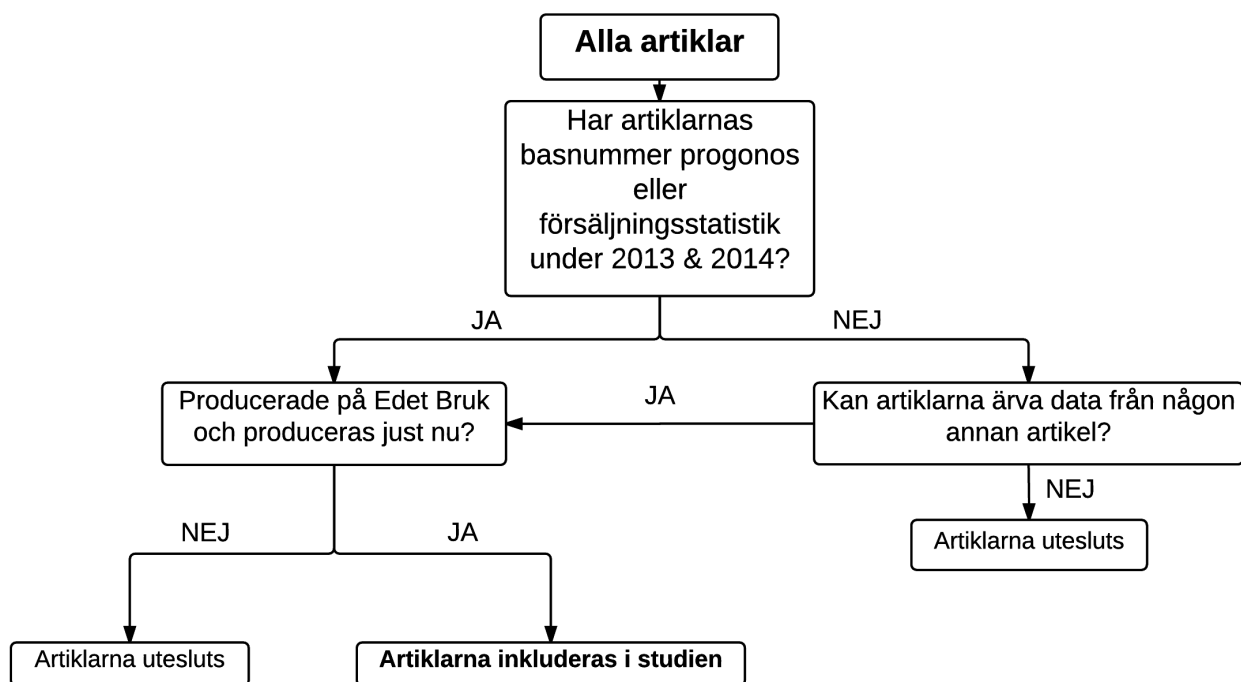


**Figur 3.1:** Metoden för uträkning av golvytan, volym, antalet pallar etc. Där:  $Y$  = Antalet rader,  $X$  = antalet pallar i raddjup och  $Z$  = antalet pallar staplade på höjden (Goethschalckx and Ratldff, 2007).

har funnits tillräckligt med data för att utföra säkerhetslager och omsättningslager beräkningar på alla artiklar. Många artiklar som inte har haft prognos- och försäljningsdata över de två föregående åren, 2013 och 2014, har inte tagits med i undersökningen. Anledningen till att någon data över dessa artiklar inte finns är eftersom många av dessa är helt nya. Dock har vissa av dessa artiklar som inte har haft någon data under de två föregående åren kunnat ärva prognos- och försäljningsdata från andra artiklar som har haft denna datan. Det innebär att dessa artiklar har ärvt data. Detta har varit möjligt för några få artiklar och anledningen till detta är att de artiklar som ärver data måste vara lik de artiklar de ärver data från, med avseende på efterfrågan och orderkvantitet. För att hitta vilka artiklar som har kunnat ärva data har ett tätt samarbete med IDC förts kontinuerligt, speciellt med planeringsavdelningen på IDC som bidragit med sin erfarenhet. I bilaga 7 har det tydliggjorts vilka artiklar som ärvt sin data från andra artiklar som har haft prognos- och försäljningsdata under de två föregående åren.

Vidare har en ytterligare en avgränsning behövts göra som påverkat vilka artiklar som undersökts i studien. Denna avgränsning har inneburit att artiklar som inte är egen producerade har inte undersökts i studien. Detta eftersom dessa artiklar kräver mer djupgående empiriska studier för få fram variationer i ledtider som behövs vid beräkning av säkerhetslager. Dessutom står dessa artiklar för mindre än 5 % av lagrets totala antal pallar. Därför har det utifrån ett nytto- och tidsperspektiv valts att utesluta dessa artiklar i studiens undersökning.

För att öka studiens tillämplighet i framtiden har hänsyn tagits till bara aktiva artiklar, alltså artiklar som produceras just nu på pappersbruket. Artiklar som ligger



Figur 3.2: Processen för urval av artiklar.

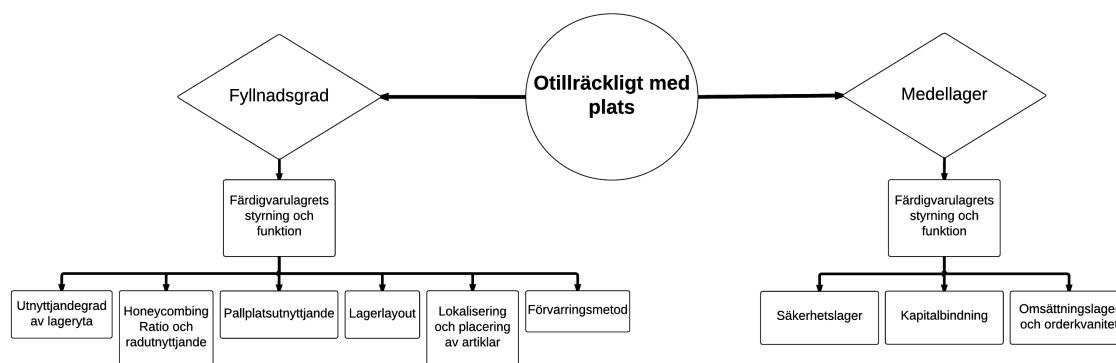
kvar i det manuella färdigvarulagret sen innan men som inte produceras längre har alltså uteslutits i beräkningarna.

Med ovanstående kriterier har 41 av 66 artiklar kunnat inkluderas i studien, vilket motsvarar 62 % av de aktiva egen producerade artiklarna. Konsekvensen av detta diskuteras i avsnitt 3.8.2.

### Säkerhetslager och omsättningslager

Säkerhetslagret för de olika artiklarna har inte beräknats fram i den empiriska studien utan det har istället legat fokus på att presentera den metod som har använts för att fastställa säkerhetslager nivåerna för artiklar i det manuella färdigvarulagret sen innan på pappersbruket. För att få fram nivåerna på artiklars säkerhetslager i det manuella färdigvarulagret har ett utdrag ur det befintliga affärssystemet gjorts över alla artiklars säkerhetslager nivåer. Efter detta har de artiklar som inte är med i studiens omfattning sorterats bort.

Samma metod har använts för att ta fram artiklars orderkvantitet få att utifrån dessa räkna ut omsättningslagret.



**Figur 3.3:** Examensarbetets analysmodell med avseende på examensarbetets frågeställningar och syfte.

### 3.5.3 Externa lagrets kostnader

De externa lagrets kostnader har beräknats för att presentera vilka effekter en eventuell eliminering av behovet skulle ge rent ekonomiskt. Kostnaderna för det externa lagret under 2014 har tagits fram tillsammans med ekonomiavdelningen. De kostnader som presenteras är huvudsakligen relaterade till förvaringskostnader. Inga lagerhållningskostnader har inkluderats. Kapitalkostnaden har inte inkluderats på grund av att denna kommer att fortsätta även om det externa lagret elimineras genom oförändrad lagerkvantitet. Osäkerhetskostnader har inte inkluderats då detta inte är något företaget tillämpar internt.

### 3.5.4 Skisser av lagret

Då lagrets utformning är en starkt påverkande faktor på bland annat fyllnadsgraden har skisser gjorts över lagret för att skapa en bättre överblick och för att kunna dela upp lagret i olika delar. Skisserna och måtten baserar sig på skalenliga ritningar över brandsäkerhetssystemet, framtagna från Siemens. Se bilagorna 3, 4 och 5.

## 3.6 Analysmodell

En analysmodell har valts ut för att analysera det empiriska material tillsammans med den teoretiska referensramen, se figur 3.3. Detta för att besvara våra frågeställningar och uppfylla studiens syfte. En tematisk analys har använts för att skapa struktur på analysen. Den tematiska analysen återspeglar sig i resten av arbete som också är uppdelat i samma teman. Uppdelningen presenteras under huvudrubrikerna fyllnadsgrad samt medellagernivå för att förenkla för läsaren. Fördelen med att använda en tematisk analys att materialet blir mer överskådligt och lätthanterligt trots detaljrikedomen och komplexiteten (Bryman and Bell, 2011). Denna metod har bidragit till att förstå det manuella färdigvarulagrets två problemområden, fyllnadsgrad och medellagernivå samt orsaker till dessa.



## 3.7 Kvalitet

En studies rapport bedöms utifrån två parameterar, validitet och reliabilitet Patel and Davidsson (2011). Validitet kan allmänt definieras som relevansen av det som mäts eller studeras utifrån det givna problemet. Reliabilitet innebär att de mätningar eller studier som utförs är tillförlitliga. Det är alltså möjligt att ha en hög reliabilitet men en låg validitet. Däremot är det inte möjligt att uppnå en god validitet utan en hög reliabilitet Patel and Davidsson (2011).

## 3.8 Metoddiskussion

I detta avsnitt följer en reflektion och diskussion över studiens tillvägagångsätt och de antaganden den bygger på. En genomgång av de felkällor som finns i detta arbete görs samt hur dessa ska hanteras när resultatet utvärderas.

### 3.8.1 Tillvägagångsätt för fyllnadsgrad

För att genomföra beräkningar på fyllnadsgraden har egna mätningar och observationer gjorts då inga tidigare beräkningar eller historik funnits tillgänglig. Utgångspunkten har till en början varit att bestämma lagrets area utifrån skalenliga ritningar. För att få mer detaljerad information om antalet rader etc. har observationer på plats gjorts. Detta inkluderar den mänskliga faktorn, dock har flera kontrollräkningar gjorts för att säkerställa korrekta siffror.

Tre av nyckeltalen, Honeycombing Ratio, rad- och pallplatsutnyttjande har krävt mer data än den som har observerats i lagret. Detta har resulterat i att mätningar och utdrag har fått göras under studiens gång från WMS-systemet. Totalt har 12 mätningar eller utdrag gjorts under mars, april och maj månad under 2015. Dessa har genomförts för de olika delarna av lagret som sedan har summerats för att få ut ett genomsnitt. Flera olika nivåer har observerats för att få en rättvis bild men det hade varit ännu större precision om tidsperioden och antalet mätetal varit större. Det är alltså utifrån dessa utdrag som det genomsnittliga antalet pallar, som återfinns i bilaga 11, har varit möjligt att räkna ut. Dessa utdrag från WMS-systemet har omfattat alla artiklar i lagret inget urval har gjorts i detta hänseende.

### 3.8.2 Beräkning av medellager

De lagerstyrningsmetoder som har använts i denna studien bygger på att efterfrågan är jämn. Utifrån observationer av data har de flesta artiklar haft en relativ jämn efterfrågan med några mindre större variationer under vissa månader. Detta har dock varit fallet för några enstaka artiklar. Dessa variationer har dock tagits med i beräkningarna då det har varit svårt att utan erfarenhet från branschen skilja på vilka variationer som bör uteslutas. Tiden har heller inte funnits för att undersöka varje artikel närmare i detta avseende. Vid en framtida tillämpning av de teoretiska lagerstyrningsmetoderna behövs en grundlig undersökning först göras för att se om alla artiklar har en jämn efterfrågan.

Om artiklar har extrema efterfrågevärden på grund av stora variationer kundorderna bör ett beslut tas om dessa värden ska behandlas vid framtida lagerstyrnings beräkningar eller inte.

Vid lagerstyrnings beräkningarna har en generalisering av orderkvantiteterna gjorts. Orderkvantiteterna har beräknats utifrån den medellefterfrågan som har beräknats fram utifrån efterfrågehistorik som pappersbruket har bidragit med. Författarna har i sina beräkningar valt att i denna efterfrågestatistik gå tillbaka under två års tid för att få fram en medellefterfrågan under 2013 och 2014. I studien har det valts att använda data som sträcker sig två år tillbaka i tiden, vilket kan diskuteras. Osäkerheter kring detta är att i studien baseras orderkvantiteter på efterfrågan som kanske inte är relevant för framtiden. Dock har författarna i studien valt att ta denna väg för att i sina säkerhetslagerberäkningar inte få för få stickprov. Små stickprov medför mindre noggrannhet och större variationer i beräkningarna av standardavvikelseerna. Det har då varit naturligt att även i orderkvantitet beräkningar gå efter samma statistik för att få ett korrekt förhållande i beräkningarna mellan säkerhetslager och orderkvantiteter. Och på så sätt en medellagernivå som baseras sig på samma data när det gäller de två aspekter som medellagernivån grundar sig på.

Hänsyn bör även tas till att de lagerstyrningsmetoder som har använts i studien och som används i praktiken sällan tar hänsyn till att lageruttagen är större än ett. I ett lager är detta i praktiken nästan alltid fallet. Vid en eventuell tillämpning bör detta ses över hur detta påverkar de nya nivåerna på säkerhetslagret som har räknats ut. En konsekvens av detta kan vara att säkerhetslagernivåerna kan vara för låga vilket leder till brister i det manuella färdigvarulagret.

En viktig faktor att ta hänsyn till när det gäller den beräknade medellagernivån, som baseras sig på säkerhetslager och omsättningslager, är att alla artiklar i lagret inte har tagits med. Hur urvalet har gjorts presenteras i avsnitt 3.5.2. En konsekvens av detta är att lägre uträknat medellager erhålls jämfört med den faktiska genomsnittliga medellagernivån som kan ses i bilaga 11. Detta eftersom urvalet innebär att alla artiklar i det manuella färdigvarulagret inte har tagit med i medellagernivå beräkningarna. Detta urval vid medellagernivå beräkningarna ska inte påverka studiens tillämplighet i lagret dock hade ett större urval förstärkt studiens tillförlitlighet. Ytterligare en aspekt att beakta när det gäller studiens medellagernivå beräkningar är hur artiklar har ärvt sin data från andra artiklar. Författarna har i studien baserat beslutet hurvida en artikel kan ärva efterfrågestatistik eller inte på erfarenhet från IDC personal. Inga egna jämförelser har gjorts för att undersöka om artikeln som ärver och artikeln den ärver ifrån är lika i några avseenden. I detta fall har författarna valt att lita på den erfarenhet som IDC personalen har tillfört.

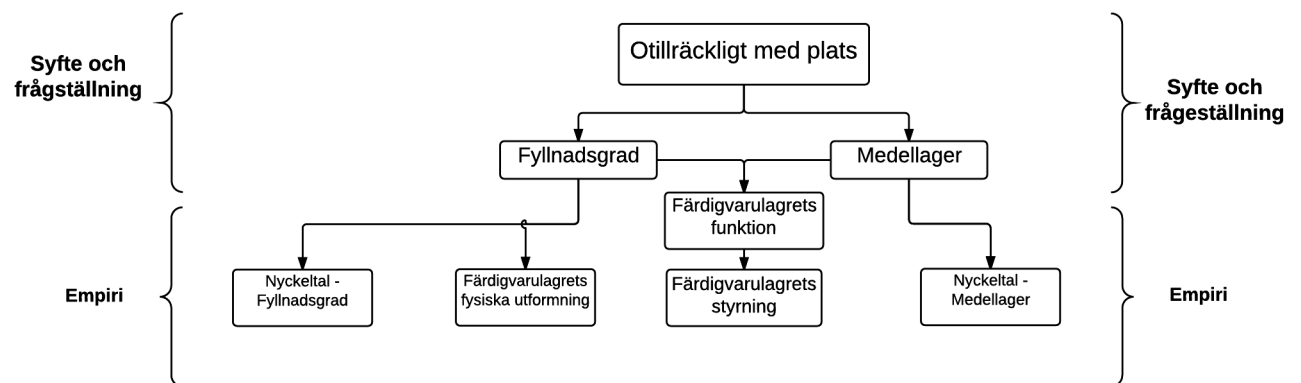
# 4

## Empiri

DETTA kapitlet beskrivs pappersbrukets nuvarande situation kopplat till examensarbetets syfte och frågeställningar, se figur 4.1. Inledningsvis beskrivs färdigvarulagrets funktion och dess processer samt styrning. Vidare framställs en karta över layouten i det manuella färdigvarulagret som visar hur lagrets olika byggnader är uppbyggda och vilka aktiviteter som pågår i dessa. I slutet av empirin presenteras de nyckeltal som är relevanta för att fyllnadsgraden och medellaget för lagret. Målet med denna empiriska studie är att beskriva den nuvarande situationen inom pappersbrukets färdigvarulager.

### 4.1 Färdigvarulagrets funktion

Det manuella färdigvarulagret på pappersbrukets fungerar idag som ett internationellt distributions center (IDC) för företagets skandinaviska marknad. Lagret består av ett



Figur 4.1: Empirins uppbyggnad kopplat till examensarbetets syfte och frågeställningar.

antal hallar som benämns som A & B,C samt D hallen vilka tillsammans utgör en total lagringskapacitet på cirka 17.000 pallplatser. Hallarna består med en total lageryta på cirka 8.900 m<sup>2</sup>, se bilaga 10. Utöver de hallarna som nämns ovan, finns det tillhörande hallar som utgör extra lagringutrymmen, men som tillhör det manuella färdigvarulagret. Dessa benämns som G, vilket är ett inhyrt tält, samt E och F hallen vilka bidrar med en lagringskapacitet på ca 7.000 pallplatser. Tillhörande hallar bidrar med en lageryta på totalt cirka 3.500 m<sup>2</sup>, se bilaga 10. Den maximala lagringskapaciteten, med alla hallar inkluderade, ligger därmed på ca 24.000 pallplatser men i praktiken räknar pappersbruket med en fyllnadsgrad på 75 % vilket ger en maximal lagringskapacitet på ca 18.000 pallplatser. Samtliga hallar är placerade i nära anslutning till A & B,C samt D hallen, se figur 4.2.

Under 2014 hade det manuella färdigvarulagret ett medellager på drygt 13.000 pallplatser per månad, se figur 4.3.

Lagerplatserna används till att lagra färdigvara av konsumentartiklar. Konsumentartiklarna består till 95 % av egenproducerade artiklar och 5% som kommer från andra IDC:er eller externa leverantörer.

#### 4.1.1 Det externa lagrets funktion

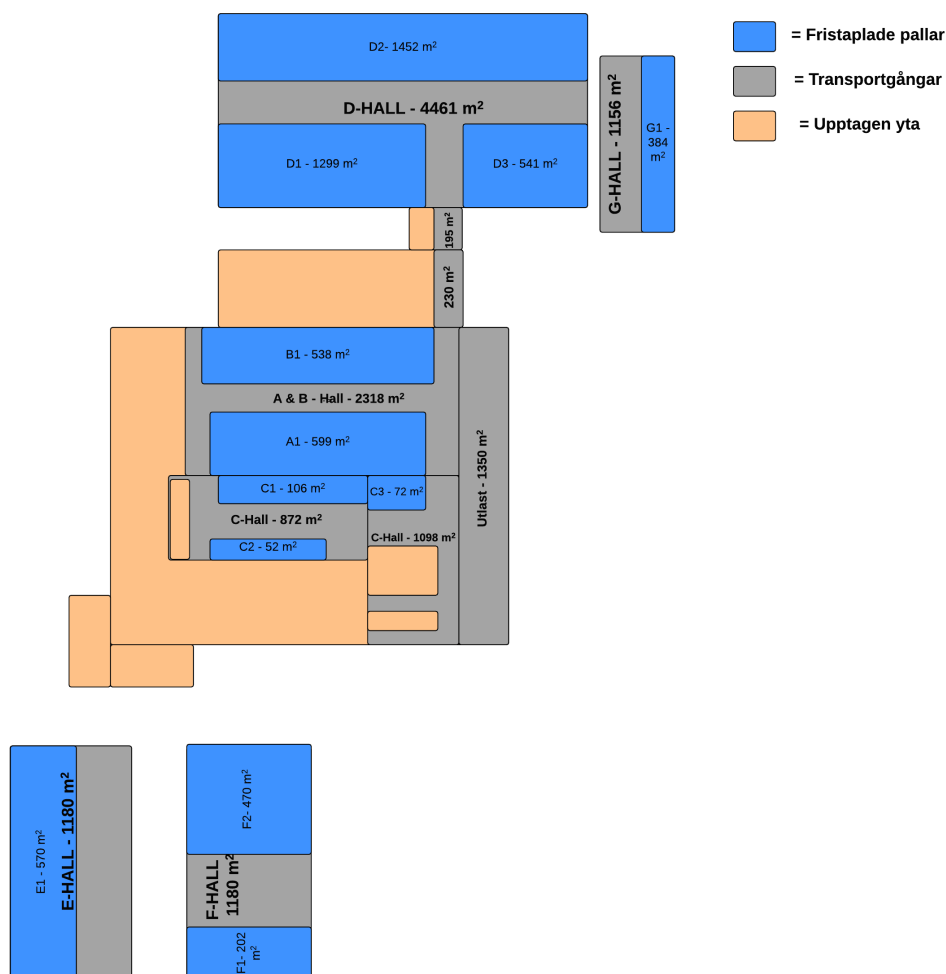
Som komplement till det manuella färdigvarulagret och dess kapacitet används ett externt lager, vilket ligger ungefär 2 km ifrån pappersbruket, för att utöka kapaciteten vid större kampanjer eller när efterfrågan stiger. Pappersbruket har hyrt det externa lagret under en lång period sen tidigare. Dock gick IDC ur sitt långtidskontrakt i februari 2014 där kontraktet hade en uppsägningstid på 6 månader. Därav betalades en fast månads hyra fram till augusti månad. Därefter har ett korttidskontrakt gällt då IDC har behövt hyra lagret. Antingen hyrdes halva eller hela lagret vid varje tillfälle. Medellager har legat på drygt 1.200 pallplatser per månad. Lagret har en total kapacitet på ca 4.800 pallplatser och transporten till lagret sker via lastbil. Det interna arbetet sköts av inhyrd lagerpersonal som använder truck vid interna förflyttningar.

Figur 4.3 visar medellaget för det externa lagret (M EL) och det manuella färdigvarulagret (M FVL), under 2014, samt respektives maxkapacitet. Det totala lagringsbehovet visar M FVL + M EL.

## 4.2 Färdigvarulagrets styrning

Den dagliga operativa verksamheten och processerna samt den fysiska utformningen av lagret ansvarar en lageransvarig för. Detta inkluderar hantering av lagerkvaniteten, inventeringsansvar, optimering inom lagret etc.

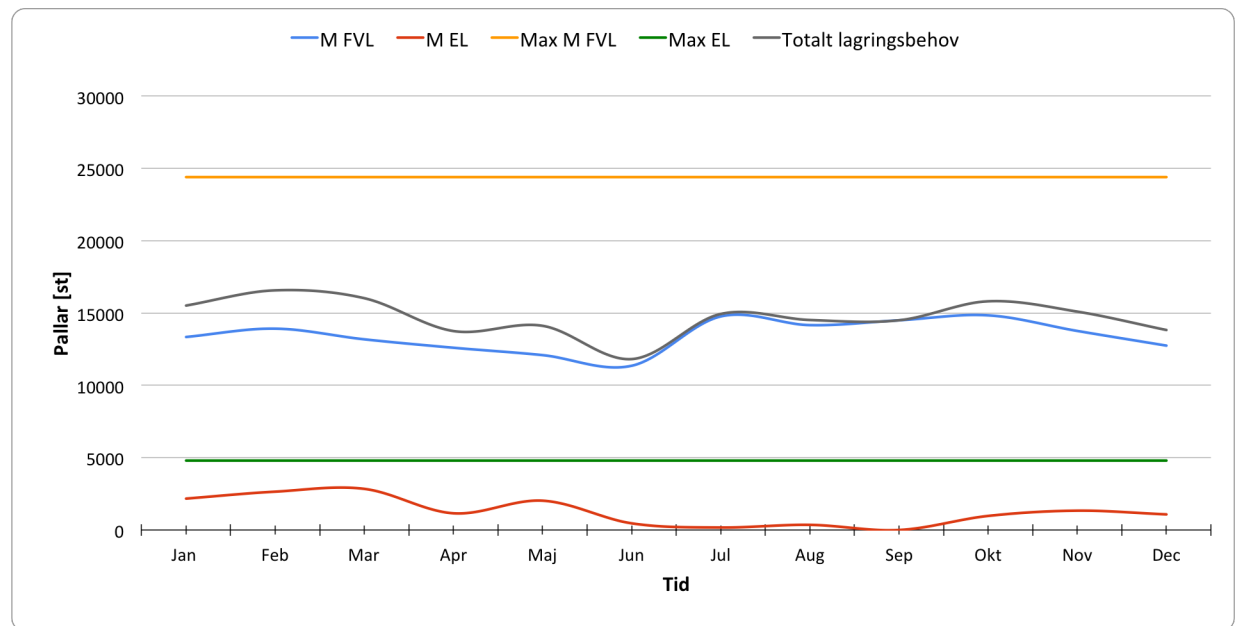
Utifrån intervjuer med personal på IDC och egna observationer finns det problem angående det manuella färdigvarulagrets funktion och utformning. Med de förutsättningar som finns idag och enligt de intervjuer som har genomförts på IDC, så behövs det extra ytor och lagringskapacitet vilket det externa lagret står för vid behov. Enligt intervjuer finns det flera orsaker bakom dessa behov. I produktionen sker, några gånger per år,



Figur 4.2: Det manuella färdigvarulagret, hall A & B, C, D, E, F och G.

ombyggnationer vilket gör att dessa måste bygga stora lager för att klara efterfrågan. Den mest förekommande orsaken till detta förekommer vid kampanjer som körs frekvent under året vilket ökar trycket på att lagret kan leverera efterfrågade artiklar och därmed byggs det extra lager i förtid. En annat vanligt problem förekommer vid ändringar av artiklars design, där den gamla artikeln utgår och pappersbruket får in en ny design. Vid en period ligger det manuella färdigvarulagret då med dubbla lager och det blir svårt att bli av med de gamla. De gamla artiklarna ingår under beteckningen "Slow Movers". Dessa extra uppbyggnader av lagerkvaniteten är svårhanterade för IDC.

Enligt intervjuer med personal är ett stort problem i det manuella lagret att det i dagsläget inte finns större kontroll över lagret vilket innebär att lagret blir händeltyrt. På dagliga morgonmöten genomförs en genomgång av exempelvis antalet pallar i lager både under dagen och gårdagen, dessa möten benämns som DOM-möten. Det sker dock ingen långsiktigt planering över hur lagret ska styras. Intervjuerna pekar på att orsaken



Figur 4.3: Medellager per månad och maxkapacitet för respektive lager under 2014.

till detta är att det har funnits för lite personal vilket har inneburit att ingen riktigt har haft tid att ta kontroll över situationen i lagret. Enligt intervjuerna har IDC dessutom inte riktigt haft några nyckelpersoner som tagit sig an lagret då alla på IDC kontoret har haft mycket annat att göra.

#### 4.2.1 Färdigvarulagrets operativa processer

Lagerpersonalen ansvarar själva för att dela upp ansvarsområden med avseende på arbetsuppgifter som berör in- och utlastningsförfarandet av pallar. I början av dagen erhåller skiftledaren en skeppningsöversikt som ger en överblick över vilka transporter som kommer under dagen och vilken tid. Dock vet lagerpersonalen av erfarenhet att transporterna inte är låsta till de specifika tiderna då variation förekommer. Därmed har erfarenhet och individuell skicklighet en betydande roll så att gemeneman vet vilka transporter och när de kommer. Arbetet sker i skift i omgångar om två- och fem-skift. Fördelningen av arbetsuppgifter går under de formella arbetsnamnen inlastare respektive utlastare. I allmänhet finns det en lagringslicens som fungerar som regler för in- och utlastning, detta ska man helst ändras på under arbetets gång.

Den ansvarige för inlastningsförfarandet har i uppgift att transportera färdiga pallar från bansystemet till en bestämd rad i färdigvarulagret som pallen har tilldelats av WMS-systemet. Mer utförligt sker detta arbete i flera olika etapper. Färdiga pallar, två åt gången på höjden, kommer via ett bansystem som mynnar ut i fem enskilda bansystem där varje enskild bansystem har ett unikt identifikationsnummer, dessa fem enskilda bansystem benämns och fungerar som hämtstation. När färdiga pallar har åkt ut

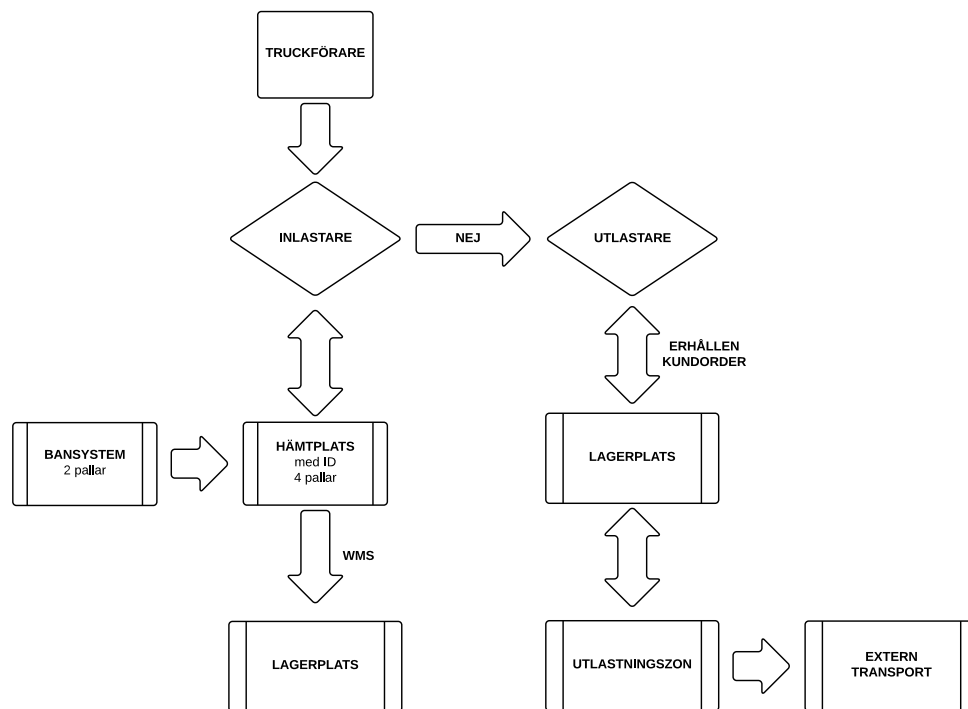
i en hämtstation kan en inlastare välja att transportera ut dessa pallar genom att välja det unika identifikationsnumret för hämtstationen. Inlastaren transporterar i normala fall en kvantitet på fyra pallar, 2x2, vilket leder till att en inlastare oftast väntar på att hämtstation ska fyllas upp med en hel kvantitet. Beroende på artikel har de färdiga pallarna en förutbestämd lagerplats, oftast rad, som kommuniceras ut till inlastaren genom WMS-systemet. Inlastaren transporterar sedan den färdiga kvantiteten till den redan förutbestämda lagerplatsen där avlastning av kvantiteten sker. Detta arbete utförs kontinuerligt under skiftet.

Som ansvarig för utlastningsförfarandet har denna i uppgift att fungera som en distributör av färdiga pallar till utlastningsplatsen, där extern transport i form av lastbilar väntar. Distributionen av färdiga pallar till utlastningsplatsen styrs av kundordrar. Som tidigare nämnt, hämtar utlastaren i det manuella färdigvarulagret en skeppningsöversikt, i form av A4 papper, som fungerar som en översikt av vilka pallar som ska levereras för en viss order. Utlastaren skannar sedan in skeppningsöversikten i WMS-systemet som sorterar alla pallar som ska lastas ut genom att kommunicera ut till utlastaren de pallar som har högst uttagningsfrekvens. Hämtning av pallar sker via WMS - systemet som tar pallarna som befinner sig längst bort och avslutar med de pallar som befinner sig nära utlastningen. Som nämns i avsnitt 2.5, är det manuella färdigvarulagret idag uppbyggt med hjälp av en ABC-klassificering, som baseras på uttagningsfrekvens. Varje artikeluttag genererar poäng till WMS-systemet som därefter kategoriserar artiklarna utefter uttagningsfrekvens. Detta betyder att de artiklar som har högst uttagningsfrekvens befinner sig närmast utlastningsplatsen. WMS-systemet kommunicerar oftast ut fyra uppdrag åt gången, totalt fyra pallar, som utlastaren ska plocka från lagerplatsen till utlastningsplatsen. Vid utlastningsplatsen lastar utlastaren ut dessa pallar och anger en kontrollkod för att säkerställa att rätt pallar har plockats ut. Därefter fortgår denna process tills alla uppdrag på skeppningsöversikten är klara.

#### 4.2.2 Artikellokalisering - Warehouse Management System

En stor andel av de operativa processerna som förekommer i det manuella färdigvarulagret styrs av WMS - systemet, se avsnitt 4.2.1. Enligt intervjuer förenklar systemet det dagliga hanteringsarbetet och styrningen men det medför också problem som påverkar negativt på det manuella färdigvarulagrets fyllnadsgrad, tillsammans med den rådande lagerlayouten. Det största problemet med WMS - systemet idag är att systemet låser rader till vissa artiklar, detta betyder att en rad bara kan användas till en artikel. I det nuvarande WMS - systemet finns inte inställningar för hur lång respektive rad i det manuella färdigvarulagret är. Detta innebär att alla rader behandlas som att de vore lika långa.

Som det nämndes i avsnitt 4.2.1 tilldelas artiklar, som hämtas från bansystemets hämtstationer, rader som de ska placeras i vid inlastningsförfarandet. Ett problem som enligt intervjuer med personer på IDC förekommer är att truckförare ibland av bekvämlighetskäl överskrider WMS-systemets rekommendation genom att själva välja en ledig rad att placera artiklarna i. Det leder till att ingen standard för artikelplacering kan sättas upp eller följas korrekt. Dessutom leder detta till att WMS-systemets ABC-klassificering



Figur 4.4: Färdigvarulagrets operativa processer visualiserade i en flödeskarta.

inte följs helt.

IDC på pappersbruket planerar under 2015 att införa ett nytt WMS-system för att förbättra styrningen av lagret.

### 4.2.3 Färdigvarulagrets inställningar

IDC:s lokala Supply Chain Service enhet ansvarar för att leverera leveranssäkerhet gentemot kunder, interna IDC'er och externa kunder, dvs. rätt kvantitet, kvalitet och i rätt tid. Konsumentartiklarna i färdigvarulagret har ett servicegradmål på 98 % för samtliga artiklar. Servicenivån definieras som den andel av efterfrågan som kan skickas direkt från lagret. För att uppnå rätt servicegrad jobbar Supply Chain Service enheten med att sätta inställningarna på artiklar i färdigvarulagret såsom säkerhetslager, i vilken enhet artiklarna säljs etc. samt att annordna transportplanering gentemot kunderna. Enligt intervjuer med Supply Chain Service enheten är det ett komplext arbete att sätta inställningarna på det manuella färdigvarulagrets artiklar. Det teoretiska får oftast stå tillbaka för det praktiska och helhetsbilden, för alla parter. Här inkluderas intressen såsom maskineffektivitet, papperskvalitet, pallschema, antal omställningar, belägningsgrad maskin, etc. Exempelvis, skulle inställningarna i lagret ställas in utefter hur efterfrågan ser ut, skulle detta generera ett större antal omställningar och problem i produktionen. Produktionen har bland annat interna mål på att minska antalet omställningar för att minska kost-



nader. Vad som efterfrågas på marknaden på mer kortare sikt kräver mer omställningar och större flexibilitet medans produktionen gärna vill ha långa serier för att undvika omställningar. Enligt intervjuer med personal sitter produktionen i "förarsätet" när det gäller styrning av pappersbrukets egenproducerade konsumentartiklar, dvs. 95%, och lagret får anpassa sig utefter det. Om produktionen inte kan köra en artikel utefter den efterfrågade kvantiteten som IDC efterfrågar, för att uppfylla dess säkerhetslager, blir Supply Chain Service enheten tvungen till att sätta ett högre säkerhetslager så att en buffert finns mellan den "verkligt" efterfrågade nivån och det högre satta säkerhetslagret.

Artiklar som inte produceras på pappersbruket, sådant som kommer från andra IDC:er eller externa leverantörer har Supply Chain Service däremot fullt mandat att påverka och inte ta hänsyn till de andra enheterna. Dock måste hänsyn tas till transporterna, som kommer en gång i veckan, så att de inte blir kontraproduktivt och levererar "massa luft", dvs. dålig fyllnadsgrad.

### 4.3 Färdigvarulagrets fysiska utformning

Detta del kapitel kommer behandla hur det manuella färdigvarulagret fungerar utformningsmässigt. Hur de olika hallarna används, vilka egenskaper de har och hur godset inlagras kommer bland annat beskrivas. De fysiska förutsättningarna påverkar i stor utsträckning fyllnadsgraden varför en empirisk studie gjorts inom detta område.

#### 4.3.1 Förvaringsmetod och artikeldimensioner

Lagerplatserna används till att lagra artiklar som vanligtvis är låga pallar om 1,14 meter som lagras fyra i höjd i stugar med samma artikel direkt på golvet. För att hantera, transportera och lagra artiklar i det manuella färdigvarulagret används i dagsläget lastpallar. Pappersbruket använder till största delen EUR-Pallen som standard vars mått är 800 x 1.200 mm.

Pallarna staplas ovanför varandra i flera nivåer, fyra lastpallar, samtidigt som det djup varje rad har utnyttjas, se figur 4.5. Enligt intervjuer med lagerpersonal är det möjligt att höja lagervolymen med genom att öka höjden ytterligare med en lastpall vilket är vad hanteringsutrustningen klarar av maximalt. Dock skulle det enligt ansvariga, resultera i kvalitetsproblem för den understa pallen som skulle utsättas för ett för stort tryck. Detta skulle bli ett problem under sommaren då plasten på pallarna blir mjuka på temperaturskillnader.

För att inte få problem med lagringen på djupet och dess begränsningar med FIFO har i det manuella färdigvarulagret två rader för varje artikel, en rad för utlastning och en rad för inlastning till lagret.

#### 4.3.2 Lagerlayout och artikelplacering

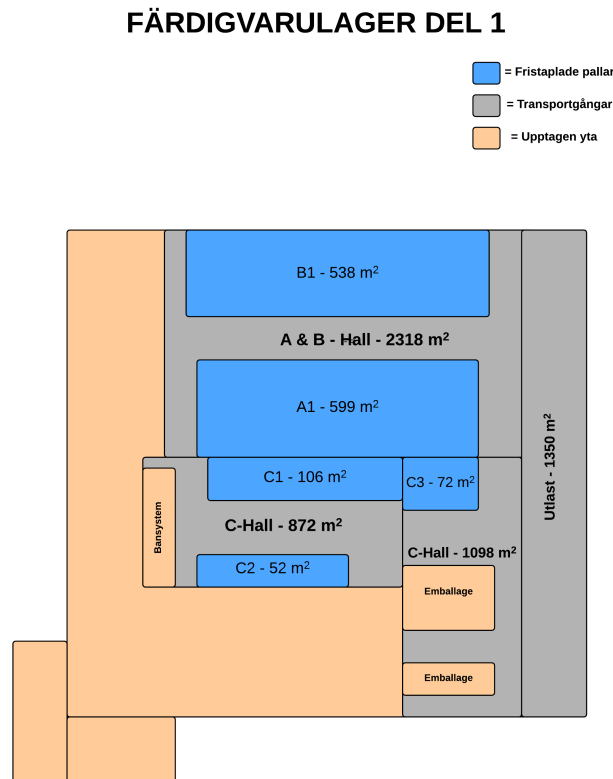
Lagret består av hallarna A-G och har valts att presenteras och kategoriserats i del 1,2 & 3, se figur 4.6, 4.7 och 4.8. Varje hall består av lagringsyta och truckgångar. Utifrån observationer och intervjuer är truckgångarnas bredd i genomsnitt mellan 5 - 5,5 m.



**Figur 4.5:** Pappersbrukets stapling av pallar i det manuella färdigvarulagret.

Enligt intervjuer är färdigvarulagret utformat för få artiklar med en stor kvantitet för varje artikel och därmed är det inte anpassat efter den nuvarande marknadssituationen. I praktiken innebär detta djupa rader och färre antal rader som inte är anpassade efter den mängd som lagras. Utifrån observationer och intervjuer har det framkommit att många rader inte ens kan utnyttjande till 50 %, dvs. få artiklar per rad. Det har tillkommit en mängd artiklar och varianter, i vissa fall finns det åtta produktvarianter av samma artikel. Fortsatt tillväxt innebär att de måste vara med och konkurrera på flera marknader/artiklar.

Det manuella färdigvarulagrets artikelpacering grundar sig på WMS - systemet där en artikel tillägnas och lå till en rad i vilken denna placeras i. WMS-systemet baserar sig i sin tur på uttagningsfrekvens för artiklar, med en fallande ordning med klassificeringarna hög- och lågfrekvent. Således har artikeln med högst uttagningsfrekvens också lägst åtkomsttid då den placeras i del 1 så nära utlastningen som möjligt. Enligt IDC fungerar denna som deras ABC-klassificering.

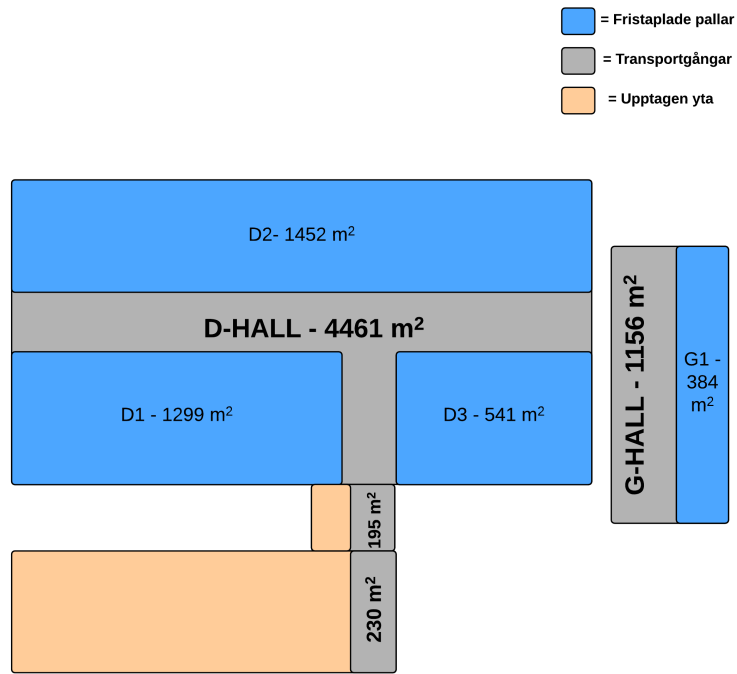


**Figur 4.6:** Del 1 av det manuella färdigvarulagret, hall A & B och C.

Del 1 av det manuella färdigvarulagret består av hallarna A & B samt C, se figur 4.6. I dessa hallar lagras så många artiklar det går, prioriterad med avseende på uttagningsfrekvens. I den större C hallen lagras relativt få artiklar då mycket av ytan går åt till att lagra emballage vilket åskådliggörs genom de orangea markeringarna i lagret. Enligt intervjuer är denna ytan egentligen ämnad för att lagra artiklar och det finns möjlighet att flytta emballaget till en hall i närheten som heter M20. Den mindre C-hallen är används både till inlagring av artiklar men här går mycket yta åt till bansystemet och truckgångar. Bansystemet, som är markerat som orangeant, levererar färdigproducerade artiklar från pappersbruket vilket utgör 95% av de inlagrade artiklarna i det manuella färdigvarulagret. I hall A&B sker endast inlagring av artiklar, ingen annan aktivitet sker. Del 1 av lagret innehåller även en utlastningszon som fungerar som utleverans mot externa kunder, denna består av sju portar för lastbilar.

Del 2 av det manuella färdigvarulagret består av hallarna D och G, se figur 4.7. Här lagras de artiklar som inte fick plats i del 1:s hallar. D-hallen är lagrets största hall och

## FÄRDIGVARULAGER DEL 2

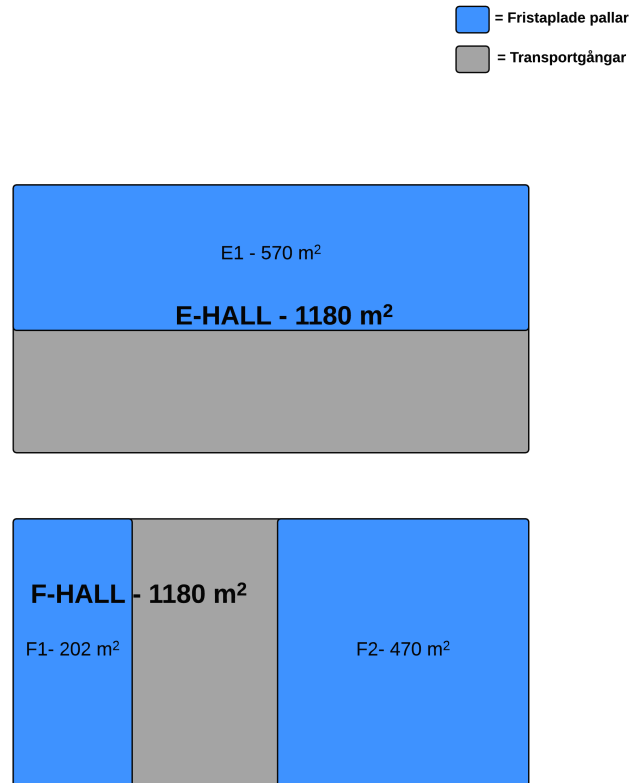


Figur 4.7: Del 2 av det manuella färdigvarulagret, hall D och G.

här sker endast inlagring av artiklar. G-hallen är ett inhyrt tält som används för inlagring av artiklar. Dock lagras lågfrekventa artiklar här eftersom åtkomsttiden är större än för D-hallen. Enligt observationer är det mycket yta som går åt till truckgångar i tältet samt utrymme för stöpelare för byggnadens struktur vid sidorna.

Del 3 av det manuella färdigvarulagret består av hallarna E och F, se figur 4.8, dessa benämns också som Lentabhallarna internt. E och F är identiska rent yt- och volymmässigt, dock finns det skillnader när det gäller utformningen av antalet rader och djup. I dessa sker endast inlagring av artiklar. Hallarna E och F har längst åtkomsttid och därför placeras de artiklar som inte fick plats i D och G hallen här istället. Vid kampanjer kan det förekomma att artiklar som är i med i kampanjen är placerade här utefter historiska mått på uttagningsfrekvens. Detta leder till att lagerpersonalen får långa transportsträckor där de samtidigt måste åka fram och tillbaka flera gånger mellan utlastningsplats och artikelns placering.

### FÄRDIGVARULAGER DEL 3



Figur 4.8: Del 3 av det manuella färdigvarulagret, hall E och F.

## 4.4 Nyckeltal - Medellager och fyllnadsgrad

Detta delkapitel kommer behandla hur det manuella färdigvarulagret fungerar nyckeltalsmässigt för eget producerade artiklar, vilket utgör 95% av de artiklar som lagras i det manuella färdigvarulagret. Olika nyckeltal relaterade till det manuella färdigvarulagret presenteras för att ge en överskådlig bild över lagrets nuvarande situation. Nyckeltalen som presenteras relaterar till frågeställningarna vilket innebär att nyckeltal för både fyllnadsgrad och medellagernivå tagits fram i denna empiriska studien.

### 4.4.1 Fyllnadsgrad av lagret

Pappersbruket har i dagsläget inga mätetal som mäter eller visualiserar det manuella färdigvarulagrets fyllnadsgrad. Istället anges hur många pallar som finns i lagret och en uppskattad maximal kapacitet. Fyllnadsgraden av lagret presenteras i rapporten utifrån fyra mätetal, vilka har beräknats som en del av examensarbetet; utnyttjandegrad av

#### 4.4. NYCKELTAL - MEDELLAGER OCH FYLLNADSGRADKAPITEL 4. EMPIRI

Hall	A&B	C	D	E	F	G	Totalt
Utnyttjad pall- och ställageyta [m <sup>2</sup> ]	1158	203	3211	570	672	384	<b>6197</b>
Total lageryta [m <sup>2</sup> ]	2318	1971	4461	1180	1180	1156	<b>12266</b>
Utnyttjandegrad av lagerytan [%]	49,9	10,3	72	48,3	56,9	33,2	<b>50,5</b>

Tabell 4.1: Utnyttjandegrad för lageryta i det manuella färdigvarulagret.

Hall	A&B	C	D	E	F	G	Totalt
Genomsnittligt antal pallar [st]	2823	504	5891	944	451	844	<b>11457</b>
Maximalt antal pallplatser [st]	4824	996	11844	2376	2800	1600	<b>24410</b>
Tomma pallplatser [st]	2001	492	5953	1432	2349	756	<b>12953</b>
Pallplatsutnyttjande [%]	58,5	59,7	49,7	39,7	16,1	52,8	<b>47</b>

Tabell 4.2: Pallplatsutnyttjandet i det manuella färdigvarulagret.

lageryta, pallplatsutnyttjande, radutnyttjande och Honeycombing Ratio. Dock har dessa kategoriserats inom tre olika områden som redovisas nedan.

#### Utnyttjandegrad av lageryta

Utnyttjandegraden för lagerytan finns presenterad i tabell 4.1 för varje del av lagret. Utnyttjandegraden av lagerytan är nuvarande pall- och ställagens upptagning rent area-mässigt i förhållande till den totala ytan. All information i tabell 4.1 är hämtat från bilaga 10.

#### Pallplatsutnyttjande

Det totala antalet pallplatser för de olika delarna av lagret framgår i tabell 4.2 av vilken ett pallplatsutnyttjande beräknats och redovisas. All information i tabell 4.2 är hämtat från bilaga 11.

#### Radutnyttjande och Honeycombing Ratio

Det totala antalet rader för de olika delarna av lagret framgår i tabell 4.3 av vilken ett radutnyttjande beräknats och redovisas. I tabell 4.4 redovisas Honeycombing Ratio vilket är den outnyttjande kapaciteten i pallar per rad. Dessa har valts att redovisas per yta för varje del av lagret för att få en mer noggrann överblick.

#### 4.4. NYCKELTAL - MEDELLAGER OCH FYLLNADSGRADKAPITEL 4. EMPIRI

Hall	A&B	C	D	E	F	G	Totalt
Genomsnittligt använda rader [st]	48	18	92	22	15	20	<b>214</b>
Maximalt antal rader [st]	55	20	105	28	27	25	<b>260</b>
Radutnyttjande [%]	87	92	88	82	55	80	<b>82</b>

Tabell 4.3: Radutnyttjandet i det manuella färdigvarulagret.

Yta	A1	B1	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	F1	F2	G1
Genomsnittligt använda rader [st]	23	25	9	5	4	32	47	13	22	8	7	20
Tomma pallplatser per rad [st]	10	5	3	3	5	12	11	12	11	6	27	5
Max raddjup [pallar st]	26	18	10	9	15	29	28	27	22	15	35	16
Honeycombing Ratio [%]	39	28	27	31	37	42	40	43	51	41	76	33

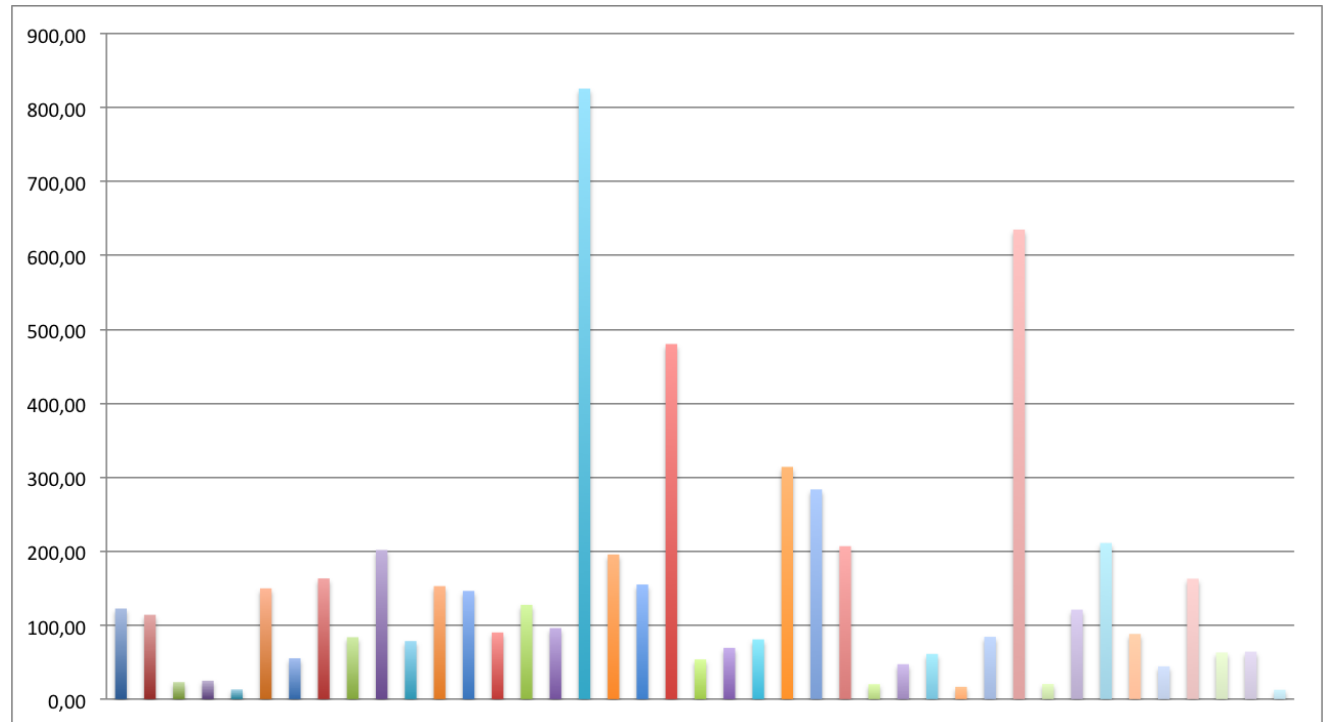
Tabell 4.4: Honeycombing Ratio per rad för varje delyta i det manuella färdigvarulagret.

- A1 & B1 utgör hall A & B
- C1, C2 & C3 utgör hall C
- D1, D2, & D3 utgör hall D
- E1 utgör hall E
- F1 & F2 utgör hall F
- G1 utgör hall G

All information i tabell 4.3 och 4.4 och är hämtat från bilaga 12.

#### 4.4.2 Medellagernivåer

För att undersöka vilka artiklar som upptar mest utrymme i det manuella färdigvarulagret har medellagernivåerna beräknats fram. Medellagernivån baserar sig på omsättningslagret och säkerhetslagrets nivåer därav presenteras dessa i nästa avsnitt. De artiklar som



Figur 4.9: Medellagernivå för de olika artiklarna.

presenteras i avsnittet, inom säkerhets- och omsättningslagret, representerar 62 % av de artiklar som produceras just nu.

Figur 4.9 visar hur olika artiklars medellagernivå varierar. Den visar även att det finns stora variationer mellan artiklarna där några artiklar har betydligt högre medellagernivåer än andra.

Tabell 4.5 visar att vilka 10 artiklar som har störst medellagernivåer. En mer utförlig sammanställning av alla artiklar finns i bilaga 8. Från bilagan kan beräkningar göras som visar att de tio artiklar som är med i tabell 4.5 står för mer än 60% den totala medellagernivån.

### Omsättningslager

För att undersöka om det finns möjlighet att sänka medellagernivåerna, genom att sänka nivåerna på omsättningslagret, har en sammanställning av de nuvarande nivåerna för omsättningslager beräknats fram med hjälp av information utifrån affärssystemet SAP. Tabell 4.6 visar en sammanställning över de tio artiklar vars omsättningslager nivåer och orderkvaniteten som är högst. För att bestämma orderkvaniteten finns i dagsläget ingen särskild metod som tillämpas. De storlekar som bestäms utgår från manuell och erfarenhetsmässig bedömning av vad som kan vara lämplig att tillverka så att det täcker en viss period. I pappersbrukets affärssystem anges orderkvaniteten som en tid uttryckt i antal perioder. Bedömningen utgår från prognoser på uppskattad efterfrågan, pris men



Basnummer	Artikel	Medellagernivå [Pallar]	Medellagernivå [Dagar]
485508	A17	825	9
480742	A32	643	12,5
22928	A20	480	5,5
22946	A24	314	9
22767	A25	283	12,5
62293	A35	211	6,5
22768	A26	206	12,5
22346	A10	201	15
485494	A18	195	9
22184	A8	163	8

Tabell 4.5: De tio artiklar med högst medellagernivå.

framförallt hur det påverkar maskineffektivten och antal omställningar i produktionen. När det kommer nya varianter från en annan typ av artikel så får denna samma orderkvanitet, dvs. den ärver den gamla orderkvaniteten. Enligt intervjuer finns det ett aktivt motstånd mot att genomföra optimering av orderkvaniteten då detta skulle öka antalet omställningar vilket skulle gå emot deras interna mål.

### Säkerhetslager

För att undersöka om det finns möjlighet att sänka medellagernivåerna, genom att sänka säkerhetslagernivåerna, har en sammanställning av de nuvarande nivåerna för säkerhetslager beräknats fram med hjälp av information utifrån affärssystemet SAP.

Säkerhetslagret på pappersbruket används idag som ett skydd mot variationer i antingen tillgångar eller efterfrågan. För att beräkna säkerhetslagret har Supply Chain Enheten använt sig av metoden där hänsyn till osäkerheter i efterfrågan och ledtid görs och den matematiska formeln 2.12 används. Vid beräkning med hjälp av formeln har servicegrad på 98% valts vilket är det satta målet inom företaget på konsumentartiklar. Den definition av servicegrad som används vid beräkningarna av sina säkerhetslager är ( $SERV_1$ ). Detta baseras på att i uträkningarna så används ett värde på säkerhetsfaktorn  $k$  som tas direkt från normalfördelningstabellen, bilaga 1. Enligt beräkningarna som har gjorts ger en servicegrad på 98% värdet 2.06 på säkerhetsfaktorn  $k$ . För att få ett värde på efterfrågan ut en artikel som är intresserat och tar det högsta värdet på antingen beställd antal eller prognostiserat antal. Därefter mäts variationen på efterfrågan genom följande matematisk formel.

Basnummer	Artikel	Omsättningslager [Pallar]	Orderkvantitet [Pallar]
485508	A17	458	916
480742	A32	380	760
22928	A20	218	436
22946	A24	174	348
22767	A25	170	340
22346	A10	134	268
22768	A26	124	248
485406	A19	119	238
485494	A18	108	216
22184	A8	101	202

**Tabell 4.6:** De tio artiklar med högst orderkvantitet omsättningslagernivå.

$$\sigma(\text{Variation i efterfrågan}) = \frac{\text{Riktigt efterfrågan} - \text{Prognostiserad efterfrågan}}{n} \quad (4.1)$$

där  $n$  = antalet dagar som perioden omfattar

Vid beräkning av ledtiden samt dess variation har uppskattning av ledtiden gjorts till 2 dagar med en variation på 0 dagar för egenproducerade artiklar. En leddid på 2 dagar har satts då pappersbruket anser att alla artiklar från produktionen an anlända inom 2 dagar. För att beräkna ledtiden samt variationen från artiklar från andra destinationer behövs empirisk data tas fram. Denna data finns inte i de system som används vilket försvårar arbetet med att ta fram korrekt dimensionerade säkerhetslager för artiklar som inte är egenproducerade.

Med hjälp av formeln erhålls värdet fram på säkerhetslagret men eftersom pappersbruket använder sig utav enheten Target Days Supply (TDS) divideras resultatet med dagliga genomsnittet på efterfrågan för respektive artikel. TDS visar säkerhetslagrets storlek i antal dagar. Efter ett flertal intervjuer konstateras det att de beräkningar som har tagits fram sedan innan med hjälp av formeln inte tillämpats helt ut. De värden som har fått från beräkningarna har till stor del fått stå tillbaka då principen ”hängslen och livrem” används i större utsträckning genom att de riktiga värdena på säkerhetslagren har fått vara högre än de framräknade värdena. Hur mycket högre dessa har blivit har bestämts utifrån erfarenhet. När en ny artikelvariant har kommit in i pappersbrukets affärssystem har denna ärvt sin TDS från artikelorganialet eller att det bestäms utifrån erfarenhet.

Basnummer	Artikel	Säkerhetslager [Pallar]	Säkerhetslager [TDS]
485508	A17	366	4
22928	A20	261	3
480742	A32	253	5
22946	A24	139	4
62293	A35	129	4
22767	A25	113	5
21350	A6	87	7
485494	A18	86	4
123250	A12	83	3
22768	A26	82	5

**Tabell 4.7:** De 10 artiklar med högst säkerhetslager mätt i antal pallar.

#### 4.4.3 Täcktid

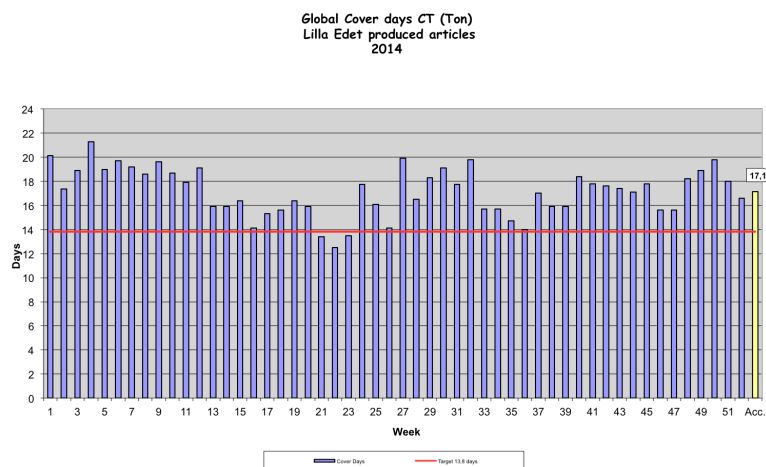
För att beräkna hur lång tid artiklarna befinner sig i lagret innan de blir sålda använder sig pappersbruket av "Cover Days", se figur 4.10. För företaget är detta ett mått på sin kortsiktiga försäljningspotential, ett nummer ovanför företagets egna mål kan ange problem med försäljningsprognoser såsom att denna var för låg vilket innebär att det blir mer i lager. Den röda linjen i figur 4.10 anger pappersbrukets interna mål på 13,8 dagar. Värden under målet kan innebära anger problem med försäljningsprognoser såsom att denna var för hög och kan innebära risk för servicenivån. Enligt intervjuer är "Cover Days" ett felaktigt eller snedvidet mätetal då det visar en global bild, det säger inget att de har rätt lager på rätt plats. Exempelvis kan företaget ha ett mål på 16 "Cover Days" men det kan vara 1 "Cover Days" på pappersbruket där 90% av behovet är, medan en fabrik i Polen kan ha 15 "Cover Days" men endast står för 10% av behovet. Således kan pappersbruket inte leverera men precision då lagret finns på ett ställe där behovet inte är som störst. Enligt intervjuer är detta ett gammalt mål baserat på bonussystem.

#### 4.4.4 Lagerhållningskostnader externa lagret

I tabell 4.8 presenteras kostnader för användning av det externa lagret i Göta.

- Lokalhyra är hyran för lagret under 11 månader. Från januari till augusti har IDC betalt en fast månadskostnad på 69 750 kr på grund av en uppsägningstid på ett långtidskontrakt. Därefter har ett korttidskontrakt tecknats där betalning endast skett för den yta som har hyrts. Detta har gjorts under månaderna oktober,

#### 4.4. NYCKELTAL - MEDELLAGER OCH FYLLNADSGRADKAPITEL 4. EMPIRI



**Figur 4.10:** "Cover Days" för pappersbrukets egenproducerade artiklar 2014.

Kostnadspost	Kostnad [Kr]
Lokalhyra	624 080
Internttransport	122 290
Extern transport	743 653
<b>Summa kostnader</b>	<b>1490 023</b>

**Tabell 4.8:** Kostnader för det externa lagret.

november och december.

- Internttransport innefattar kostnader för inhyrda truckar vid de månader som lagret varit i bruk
- Externtransport innefattar kostnader för transport mellan de det manuella färdigvarulagret och det externa lagret i Göta, in- och utlastning med tillhörande inhyrda truckar, städning av lagret vid de månader som lagret varit i bruk

Dessa kostnader representerar verksamhetsåret 2014.

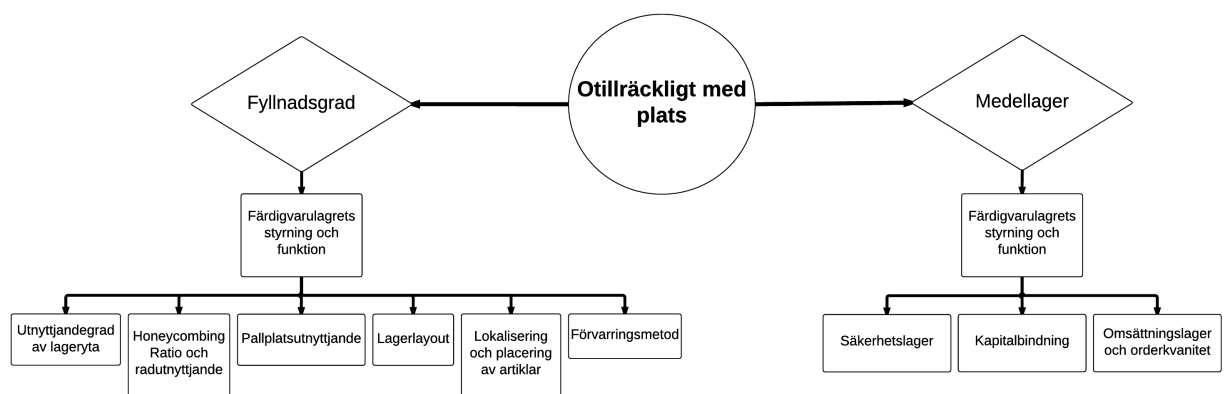
# 5

## Analys

DETTA kapitlet presenteras en analys och diskussion av empirin samt lösningsgången med anknytning till teorin. Analysen bygger på den analysmodell som i sin tur baserar sig på examenarbetets syfte och frågeställningar, se figur 6.1. Analyser och diskussion av empirin har gjorts som grund till de kommande slutsatserna och rekommendationerna.

### 5.1 Färdigvarulagrets funktion och styrning

Som det nämndes i empirin finns det idag problem med lagrets funktion och styrning. Att förstå syftet med ett lager, hur det ska utformas samt hur styrningen ska gå tillväga är väsentligt och en förutsättning för att kunna agera proaktivt och genomföra förändringar. Färdigvarulagret är ursprungligen uppbyggd för en marknadssituation med få artiklar i



Figur 5.1: Examensarbetets analysmodell med avseende på examenarbetets frågeställningar och syfte.

stora kvantiteter, vilket i dagsläget inte är aktuellt. Lagret uppfyller dock fortfarande sin huvuduppgift vilket är att agera yta avsedd för varor och detta menar Lumsden (2012) är vad ett lager är avsedd för. Utifrån intervjuerna i empiridelen kunde det tydligt urskiljas att många efterfrågade och tyckte att det behövdes fler extra ytor för att få ett större lager och på så sätt en ökad lagringskapacitet. Detta kan kopplas till den teoretiska definition av den ”japanska sjön” som Lumsden (2012) beskriver. Den ”japanska sjön” innebär att problem döljs genom att bygga upp stora lager (Lumsden, 2012). Intervjuerna visar på att det finns en tydlig tendens att hela tiden vilja gardera sig mot problem genom uppbyggnad av lager. Denna metod att gardera sig mot problem genom uppbyggnad av lager leder mer hanteringsarbete och kostnader men också till att företagets kassaflöde och betalningsförmåga påverkas negativt. Detta menar Storhagen (2012) är en effekt av kapitalbidning.

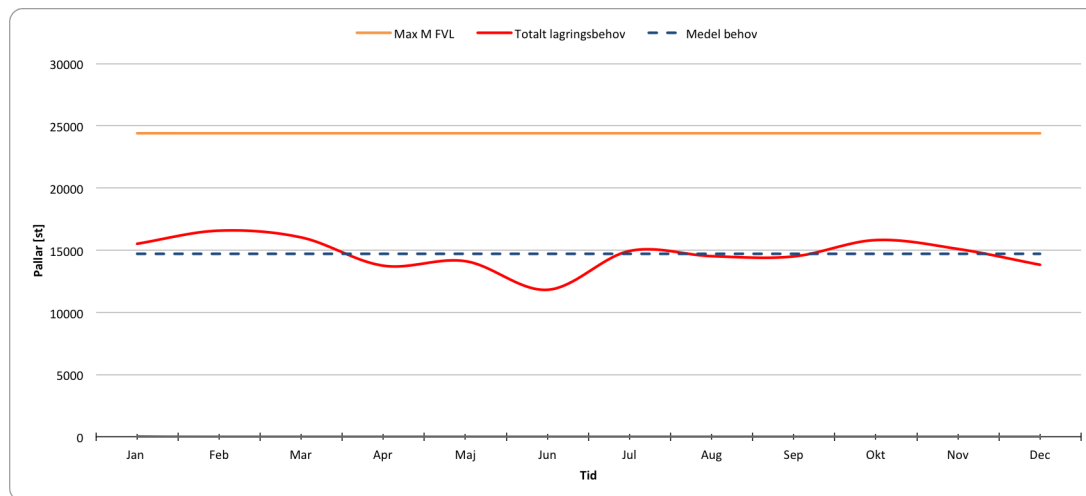
I empirikapitlet konstaterades att inga mätetal används på pappersbruket för att analysera, styra och följa upp det uella färdigvarulagrets operativa styrning. Istället anges hur många pallar som befinner sig i lagret gentemot en uppskattad maximal kapacitet. Förutom ett ensidigt perspektiv och en dålig överblick är detta svårt att tillämpa en lång- men också kortsiktig styrning med avseende på bristen på nyckeltal.

Utifrån intervjuerna som redovisades i empirikapitlet har produktionen i dagsläget en styrande roll på pappersbruket och lagret får oftast anpassas sig till de omständigheter som råder hos produktion. Detta kan i många avseenden försvåra jobbet med det manuella färdigvarulagrets styrning. Produktionens mål med mindre omställningar, går emot IDC:s mål att sänka kapitalbindningen. Detta påverkar den inre effektiviteten i företaget. Färre omställningar hos produktionen leder till att IDC måste beställa större orderkvantiteter, vilket ställer högre krav på det manuella färdigvarulagret lagringskapaciteter. Om produktion satsar på färre omställningar behöver IDC bli bättre på att hantera det manuella färdigvarulagrets styrning för att bättre uppnå sina mål.

### 5.1.1 Det externa lagrets funktion

Behovet av det externa lagret uppstår när pappersbruket får större kampanjer på en del av artikelsortimentet vilket skapar en större efterfrågan. Konsekvensen av detta är att IDC garderar sig genom att hyra in ett externt lager. Enligt Frazelle (2002) bör korta episoder av höga säsongsvariationer, där kravet på förhållandet mellan överstigande och genomsnittlig lagring är hög, hanteras genom införskaffning av ett tillfälligt lager, exempelvis ett externt lager. Är situationen omvänd, med en längre varaktighet och förhållandet mellan överstigande och genomsnittlig lagring är lågt, bör lagret dimensioneras om, anpassat till det överstigande kravet (Frazelle, 2002). Figur 5.2 visar förhållandet mellan totala och genomsnittlig lagring under 2014. Tiden då det totala lagringsbehovet överstiger den genomsnittliga lagringen är totalt sex månader. Detta kan anses vara en lång tidsperiod. Vidare är förhållandet mellan den totala lagringen och den genomsnittliga lagringen 1,12 vilket kan anses som lågt.

Om det manuella färdigvarulagret kan omdimensioneras och användas på ett bättre sätt finns det således möjligheter att eliminera det externa lagret. Detta skulle innebära att IDC reducerar de kostnader som medföljer på knappt 1,5 MKr årligen. Själva eli-



**Figur 5.2:** Totalt lagringsbehov i förhållande mot medel lagringsbehov under 2014.

mineringen skulle inte resultera i att kapitalbindningen i artiklar minskar då detta, lite förenklat, skulle "överföras" till det befintliga lagret.

## 5.2 Fyllnadsgrad

Fyllnadsgraden talar om hur stor andel av lagrets yta som innefattas av utrymme för gods. Enligt Lumsden (2012) bör en hög fyllnadsgrad uppnås och låga driftkostnader vid utformning av ett lager för att minimera lagerhållnings- samt hanteringskostnaderna. Utifrån en generell bemärkelse bör ett lager utformas baserat på de utrymmeskrav och korrelationer mellan lagrets olika processer (Frazelle, 2002). Den fysiska utformningen av lagret, lokalisering och placering av artiklar, uttagningsprincip, förvaringsmetod etc. är olika processer med korrelationer sinsemellan som inkluderas och påverkar fyllnadsgraden. I detta kapitel analyseras de kringliggande processernas påverkan på fyllnadsgraden i det manuella färdigvarulagret. Förutom processerna analyseras också de nyckeltal som presenterades i avsnitt 4.4.1 som relaterar till fyllnadsgraden. Nyckeltalen är mätbara mått som visar hur väl det manuella färdigvarulagrets lagringskapacitet utnyttjas utifrån olika perspektiv.

### 5.2.1 Förvaringsmetod

Beroende på vilka artiklar som finns i lagret, avgör hur de ska försvaras och placeras för att balansera mellan hanterings- och lagereffektivitet. Dessutom påverkar artiklarnas förvaring hur väl dessa använder den tillgängliga volymen och dimensioner inom lagret vilket påverkar fyllnadsgraden.

För att hantera, transportera och lagra artiklar i det manuella färdigvarulagret används i dagsläget enhetslaster i form av lastpallar. Detta är enligt teorin fördelaktigt.

Lumsden (2012) menar att hanteringsarbetet minskas genom att använda sig utav enhetslaster och dessutom ger det möjligheter att stapla gods effektivare vilket ger bättre nyttjande av ytan i lagret.

Den förvaringsmetod som idag används i det manuella färdigvarulagret är en blandning av fristapling och djuplagring. Enligt Jonsson and Mattsson (2011) är kombinationen av fristapling och djuplagring det bästa sättet att utnyttja lagerutrymmet eftersom golvet kan användas optimalt och att övriga artiklar placeras ovanpå varandra (Jonsson and Mattsson, 2011).

Fristaplingen på höjden kan i dagsläget höjas med en enhetslast för att öka volymen och antalet pallplatser i lagret. Fem enhetslaster på höjden är vad hanteringsutrustningen i dagsläget klarar av maximalt. Dock, som presenterades i avsnitt 4.3.1, kan en höjning med en enhetslast, orsaka kvalitetsproblem för den understa pallen, speciellt under sommaren då temperaturen höjs i lagret och plasten kring pallen blir mjuk. Enligt Lumsden (2012) är detta en nackdel med fristapling att pallstapelns hela vikt överförs till den undre pallen vilket kan åstadkomma kvalitetsproblem. Detta innebär att begränsningar finns i faktorerna belastningsstyrka och värderförhållanden som Frazelle (2002), se avsnitt 2.4.3. Dessutom kan det rent hanteringsmässigt vid inlastning vara opraktiskt att stapla fem pallar på varandra då antalet pallar som levereras via bansystemet oftast kommer i kvantitet om 2x2 pallar. I de flesta delarna av lagret finns det möjlighet att öka höjden ytterligare men detta skulle kräva en annan hanteringsutrustning och en annan förvaringsutrustning som kan hantera detta. Införande av exempelvis ställage skulle innebära hanteringseffektiviteten ökar medans lagerutnyttjande minskar eftersom transportgångar tar upp stor yta mellan ställagen, vilket i sig innebär en relativt hög kostnad (Jonsson and Mattsson, 2011).

Djuplagring begränsar åtkomligheten och därmed är det svårt att tillämpa FIFO. De inre pallarna kan inte nås förens de pallar som står utanför har flyttas, därmed är LIFO mer passande (Lumsden, 2012). Som framkom i avsnitt 4.3.1 så har pappersbruket löst detta genom att ha två rader för varje artikel, en rad för utlastning och en rad för inlastning till lagret. På detta sätt tillämpas rad-FIFO i det manuella färdigvarulagrets processer och undviker att artiklar blir kvar i lagret längre än de behöver.

### 5.2.2 Lokalisering och placering av artiklar

Det manuella färdigvarulagrets lagerlayout består av hallarna A-G men har kategoriserats i lager del 1,2 & 3. Delarna utgör det manuella färdigvarulagrets zonindelning, vilket inom vilka likvärdiga artiklar placeras ur ett frekvensmässigt perspektiv, för att minimera hanteringsarbetet.

För att inte tappa kontroll över sitt lager bör det finns något sorts system för lokalisering av gods (Muller, 2011). Som presenterades i avsnitt 4.2.2 använder pappersbruket ett WMS-system för att förenkla styrningen av lagret och dess operativa processer. Det övergripande syftet med systemet är att kunna följa och dokumentera en artikels rörelsemönster samt dess lagringspunkt, fram tills den färdiga artikel står på lastkajen. WMS - systemet hanterar lagerstyrningen genom förutbestämda parametrar som är inställda av användaren. Dessa inställningar bestämmer sedan vilka instruktioner och anvisningar



lagerpersonalen får (Logistics, 2014).

Det nuvarande WMS-systemet tillåter truckförare att själva välja var de ska placera artiklar vid inlastning genom att de har tillåtelse att överskrida det WMS-systemet föreslår, det vill säga bryta lagringsprincipen. Detta är två av punkterna som Muller (2011) tar upp, dvs. utnyttjande av personal samt flexibilitet, dock får det konsekvenser. Konsekvensen är att truckförare kan placera artiklar var de vill utan att hänsyn till några kriterier alls. Detta leder oftast till att ingen standard för artikelplacering kan upprättas eller följas korrekt samtidigt som det finns risk att olika artiklar blandas sig. Det påverkar också fyllnadsgraden negativt om artiklar placeras i en annan rad än den rekommenderade och sedan låser systemet en ny artikel till denna raden. Goethschalckx and Ratldff (2007) menar att olika artiklar inte ska blandas i samma rad då det resulterar i mycket besvär för att komma åt de tilltänka artiklarna längst bak. Konsekvensen skulle innebära att de artiklar framför skulle behöva förflyttas och sedan tillbaka igen. Det tenderar också att minska effektiviteten samt precisionen i lagret (Goethschalckx and Ratldff, 2007). Problemet är inte att truckförarna har tillåtelse till att överskrida det WMS-systemet föreslår utan att de kan överskrida på grund av bekvämlighetskäl, exempelvis att denna behöver åka mindre med trucken.

I dagsläget finns det ytterligare problem inom artikellokalisering med som påverkar fyllnadsgraden väsentligt. Det första problemet relaterar till att systemet inte tillåter att artiklar blandas i rader, en rad gäller för en artikel tills den är tom. Detta benämner Muller (2011) samt Jonsson and Mattsson (2011) som maxkvantitets-planering vilket innebär att lagringsutrymmet måste dimensioneras efter maximal lagerkvantitet för varje artikel. Lagret får en storlek som är lika med summan av alla artiklars säkerhetslager plus orderkvantiteten (Lumsden, 2012). Enligt Frazelle (2002) och Muller (2011) leder detta in på den andra anledningen, Honeycombing, som innebär att tillgängliga lagerplatser inte kan utnyttjas maximalt. För det manuella färdigvarulagret beror detta framförallt på den tidigare nämnda maxkvantitets-planeringen och begränsningar i WMS-systemet. I WMS - systemet har IDC inte angett hur lång respektive rad i det manuella färdigvarulagret är. Varje rad behandlas som om de vore lika långa. Konsekvenserna av detta är att vissa rader kan nästan vara helt lediga med ett fåtal artiklar vilket innebär att dessa rader inte utnyttjas fullt ut och fyllnadsgraden blir lidande, se figur 5.3. Dessutom kan inte andra artiklar placeras i den här raden eftersom den redan är låst till de fåtal artiklar som redan befinner sig i raden och på detta sätt förvärras situationen med Honeycombing.

Eftersom artiklar kan placeras i tomma rader men är låsta till dessa rader tills raden är helt tom används ett slumpmässigt system. Dock tillämpas ingen flytande lagerplacering i kombination med detta system eftersom artiklar inte kan placeras var som helst. Utan de placeras i deras aktuella rader som de har blivit tilldelade och dessa kan ändras när artikeln längre inte har en rad. Detta maximerar tillgängligheten till allt gods och förmåga att lokalisera gods som Muller (2011) menar är två av de punkter som företag ska försöka maximera vid val av lokaliseringssystem. Dock finns det ett flertal begränsningar i detta system när det gäller de andra punkterna som Muller (2011) nämner som företag ska maximera. Systemet har exempelvis ingen maximal utnyttjande när det gäller utrymmesutnyttjande och flexibilitet vilket till stor utsträckning beror på



**Figur 5.3:** Effekten av att raderna inte är anpassade till lagringsmängden för en rad - Honeycombing.

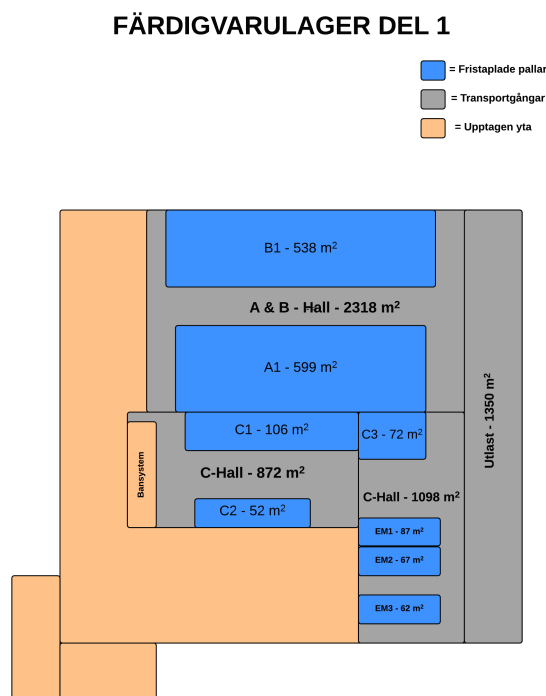
maxkvantitets-planering och Honeycombing.

### 5.2.3 Nyckeltal - fyllnadsgrad

I detta delkapitel analyseras de mätetal som presenterades i avsnitt 4.4.1; utnyttjandegrad av lageryta, radutnyttjande och pallplatsutnyttjande samt Honeycombing Ratio . Dessa nyckeltal är konkreta mått som relaterar till fyllnadsgraden och för att kunna dra slutsatser om orsaken varför att fyllnadsgraden är låg idag, krävs det flera perspektiv vilket dessa nyckeltal ger.

#### Utnyttjandegrad av lageryta

Utnyttjandegraden för lageryta i dagens manuella färdigvarulager, ligger i genomsnitt på drygt 50 %, vilket innebär att 50% av den totala golvytan används till lagringsplatser. Detta motsvarar drygt 6.200 m<sup>2</sup> utnyttjad pall- och ställageyta i förhållande till den totala golvytan på 12.200 m<sup>2</sup>. Det förekommer dock stora variationer i utnyttjandegraden av golvytan mellan de olika delarna av det manuella färdigvarulagret, från 12 - 72 %. De hallar som utnyttjas bäst ur detta perspektiv, utifrån observationer och genomförd empiri, är A&B, D, E samt F-hallen. Inom dessa finns det en bra balans mellan lagerutformning och hanteringseffektivt, dvs. truckgångar. Dock finns det potential att använda ytorna på ett bättre sätt genom att ha mer rader och anpassat raddjup, detta diskuteras senare i avsnitt 5.2.3. En stor del av golvytan går dock inte att använda



**Figur 5.4:** Färdigvarulager del 1 utan emballage.

till lageryta. Detta eftersom hänsyn måste tas till hanteringseffektivitet och säkerhetsaspekter som innebär att truckarna kräver den gångbredd som idag existerar i lagret, 5,5 m. Transportgångarna är den största faktorn som minskar utnyttjandegraden. Dessutom innebär dessa säkerhetsaspekter att vissa områden inte kan användas som lagringsytor

C-hallarna vars golvyta är minst utnyttjad, 10%, består till stor del av emballagelagring vilket tar upp mycket potentiell plats som är ämnat för artiklar. I C-hallarna finns dessutom utrymme för bansystemet samt yta för skadat gods vilket också påverkar den utnyttjade ytan negativt.

Enligt intervjuerna finns det möjlighet att flytta emballaget till en annan lokal som heter M20. Detta skulle resultera i att den utnyttjade ytan för pallar i lagret skulle öka med 217 m<sup>2</sup>. Detta motsvarar en ökning på 12 procentenheter av utnyttjandegraden till 22% i C-hallarna, en förbättrad total utnyttjandegrad till knappt 53%, samt drygt 900 pallplatser, se figur 5.4.

Ytterligare annan hall som sticker ut är G-hallen eller tältet. Utnyttjandegraden för golvytan är låg på grund av stora truckgångar. Dock hindrar byggnadens struktur från att ha mindre truckgångar då det vid sidorna finns stöpelare som tar upp plats. Utifrån observationer som har gjorts i det manuella färdigvarulagret används den totala golvytan överlag på ett bra sätt. Förbättringar kan dock genomföras i C-hallen med emballaget som då behöver flyttas.

### Pallplatsutnyttjande

Ett tredje måttetal som bör inkluderas och mätas enligt Ghiani et al. (2004), är antalet pallplatser som används i förhållande till antalet tillgängliga, se ekvation 2.15. Syftet med detta nyckeltal är att utgöra ett komplement till nyckeltalet med Honeycombing Ratio, i avsnitt 5.2.3, för bättre att förstå nuläget och möjligheter till förbättringspotential.

Pallplatsutnyttjande i det manuella färdigvarulagret ligger i genomsnitt på 47,2 %. Detta motsvarar i genomsnitt 11.457 pallar mot det teoretiskt maximala antalet, 24.400 pallplatser. Detta kan inte anses som godkänt då det knappt används mer än hälften av pallplatserna som finns tillgängliga. Problemet är att lagret anses vara närmast fullt vid ca 13.000 - 14.000 pallar trots att lagret har en mycket större kapacitet när behovet av att lagra artiklar överstiger den uppfattade maxgränsen. Överlag ligger utnyttjandegraden lågt då de som har "bäst" utnyttjandegrad ur detta perspektiv ligger en bra bit under för vad som kan anses godkänt samtidigt som det är stor variation mellan de olika hallarna. Utnyttjandegraden varierar från ca 16 - 60 %. Att utnyttjandegraden av pallplatser är dålig beror framförallt på det som diskuterades i avsnitt 5.2.2 med Honeycombing och analyseras ytterligare i avsnitt 5.2.3.

### Radutnyttjande och Honeycombing Ratio

På grund av av det dåliga pallplatsutnyttjandet, utformningen av lagret och dess styrning av WMS-systemet har det varit relevant att analysera radutnyttjande och Honeycombing Ratio.

Radutnyttjandet för det manuella färdigvarulagret ligger i genomsnitt på ca 82 % vilket kan anses som godkänt. Detta motsvarar knappt 4000 "förlorade" pallplatser. Dock, enligt Jonsson and Mattsson (2011) måste det finnas ett visst antal tillgängliga rader för att kunna hantera plötsliga efterfrågevariationer.

Empirin visar tydligt att i det manuella färdigvarulagret förekommer en låg utnyttjandegrad av pallplatserna men en hög utnyttjandegrad av antalet rader som finns att tillgå. Utnyttjandegraden av raderna varierar från ca 55 - 92 %. De hallar som innehåller högfrekventa artiklar har överlag ett högre utnyttjande av rader, dvs. A&B-, C- samt D-hallen. Att radutnyttjandet är högt i det manuella färdigvarulagret beror till stor del på att varje artikel är låst till en rad tills dess att den är utplockad. Med företagets ambitioner om att vara med och konkurrera på flera marknader med ett stort artikelsortiment krävs det därför ett stort antal rader. Vidare tillämpas rad-FIFO vilket innebär att varje artikel kräver minst två rader, en för utlastning och en för inlastning. Den minst utnyttjande F-hallen har ett radutnyttjande på ca 55 % vilket kan förklaras med dess utformning och placering. Raddjupet i den ena delen av F-hallen är stort, 35 pallplatser vilket gör att artiklar med stor lagringsmängd bäst utnyttjar raderna som finns i hallen. Om inte raddjupet är anpassat till den artikelns lagringsmängd som ska lagras resulterar detta i outnyttjad yta framför artiklarna som lagras eftersom de inte kan blandas med andra artikelsorter. Detta benämns som Honeycombing.

Rent generellt innebär Honeycombing att de tomma lagerplatserna i en rad inte kan användas förens en ny artikel kan tillägnas den tomma raden (Bartholdi, 2010). Raddju-

pet kommer således att vara didikerat till den här artikeln, tills raden töms. Därav måste raddjupet vara tillräckligt för att hålla en maximal kvantitet av den här artikeln. Om raddjupet är för djupt, är golvyta framför pallar outnyttjad. Om raddjupet är för kort, ägnas en alltför stor del av den golvyta som ägnas till gångarna. I det manuella färdigvarulagret gäller dock samma bredd på truckgångar, dvs. ca 5,5 m. Detta innebär att det är utformningen och placeringen av raderna som felet ligger i. Enligt Goethschalckx and Ratldff (2007) kräver djupa rader mindre truckgångar rent procentuellt mot det totala raddjupet. Dock tar det lång tid att tömma en rad och således frigöra raddjupet. Korta rader har omvänd karaktär då de kräver större truckgångar rent procentuellt mot det totala raddjupet, men tiden för att frigöra raden är kortare.

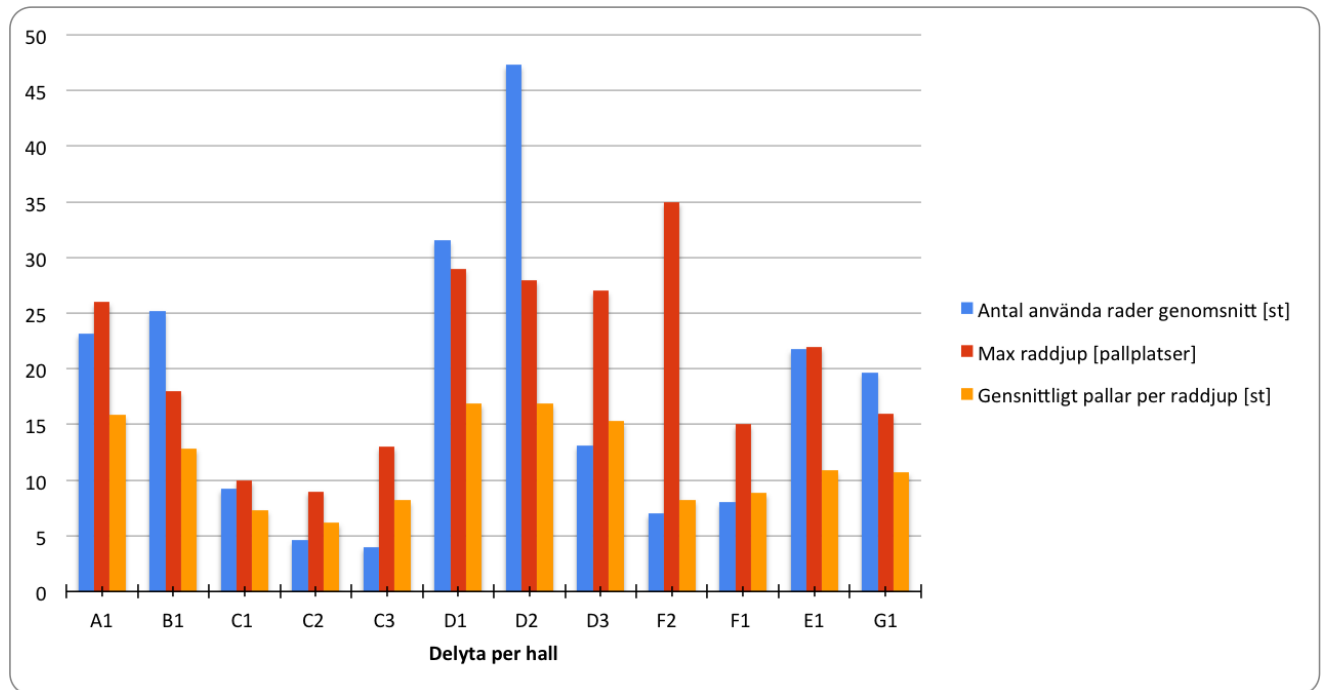
Honeycombing Ratio är ett mått som visar hur stor andel pallplatser som är tomma i en rad. Detta är ett viktigt mått för det manuella färdigvarulagret eftersom det är ett lätt och överskådligt och det kan ses hur många av pallplatserna som inte används i varje rad, se figur 5.5. Figuren visar hur många pallar det genomsnittligt finns per raddjup i förhållande till det maximala raddjupet per yta. Honeycombing Ratio för den manuella färdigvarulagret varierar mellan 27 - 76 % vilket motsvarar drygt 8.000 "förlorade" pallplatser som inte kan användas. Detta visar på att det finns en stor problematik med Honeycombing i det manuella färdigvarulagret.

Den ena orsaken till detta problem är WMS-systemets utformning, se avsnitt 5.2.2. Den enskilda största orsaken är dock att antalet rader i färdigvarulagret inte räcker till och att de som används inte har tillräckligt hög utnyttjandegrad. Enligt Frazelle (2002) kräver en hög utnyttjandegrad av raderna att rätt lagringsmängd tilldelas rätt raddjup. I dagsläget sker inte detta då många artiklar inte fyller på sina rader. Detta innebär att lagret idag har en bristande lagerlayout med hänsyn till Honeycombing och dess Ratio. Därför har en analys gjorts över möjliga lagerlayouter för några av de hallar som ligger i topp när det gäller antalet förlorade pallplatser och Honeycombing Ratio, se figur 5.6.

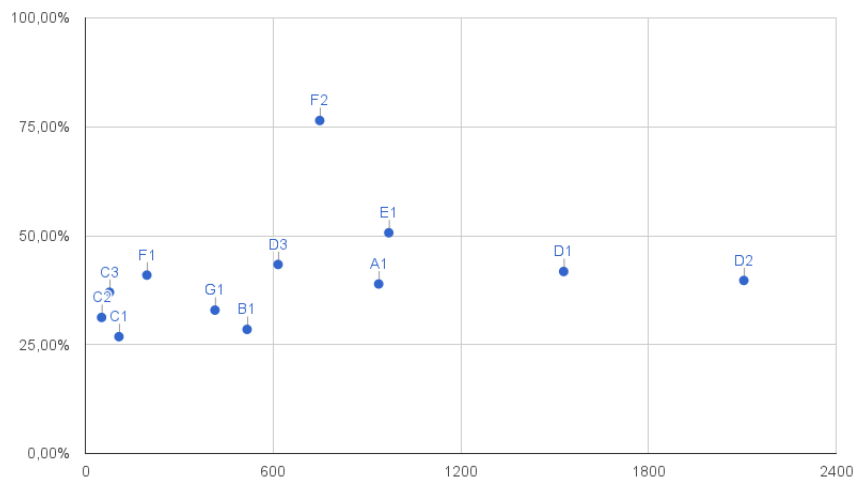
### Förändring i lagerlayout

De hallar som har valts ut för en layoutförändring är F- och E-hallen samt D-hallens övre del D2. F-hallen har valts ut eftersom figur 5.6 visar på att F-hallen har en hög Honeycombing Ratio. I D-hallen har layoutförändringar valts som bara påverkat den yta som tidigare har benämnts som D2. Anledningen till detta är eftersom en bra balans mellan korta och långa rader skapas i D-hallen utan layoutförändringar i D1 och D3. Anledningen att det är D2 ytan som valts ut för layoutförändring är eftersom den på grund av sin utformning förlorar många pallplatser även om Honeycombing Ration ligger på ett genomsnittligt värde, se 5.6. Vidare har E-hallen valts ut eftersom den enligt figur 5.6 visar på en kombination på hög Honeycombing Ratio och många förlorade pallar. Att ändra dessa hallars lagerlayouter ska bidra till att antalet rader ökar i jämförelse med den nuvarande lagerlayouten samt att en bra balans åstadkoms mellan långa och korta rader. Samtliga truckgångar har beräknats till 6 m.

När det gäller F-hallen förlorar lagret idag drygt 800 pallplatser till följd av Honeycombing, se figur 5.6. En ny lagerlayout för F-hallen som presenteras i figur 5.8 leder till ett ökat antal rader i jämförelse med den nuvarande lagerlayouten, se figur 5.7. Totalt

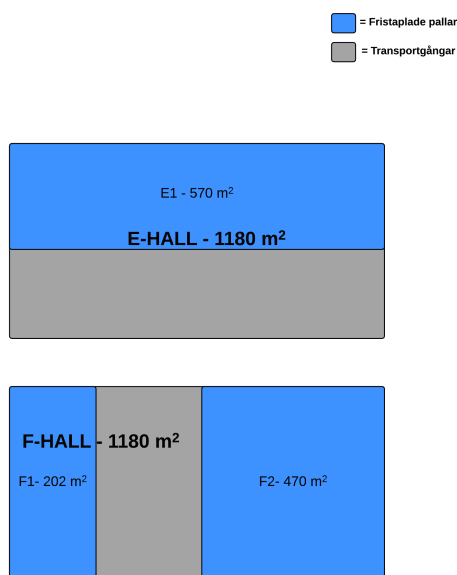


Figur 5.5: Antal pallar per raddjup - kopplat till Honeycombning Ratio.



Figur 5.6: Antalet "förlorade" pallplatser i förhållande mot Honeycombning.

## FÄRDIGVARULAGER DEL 3



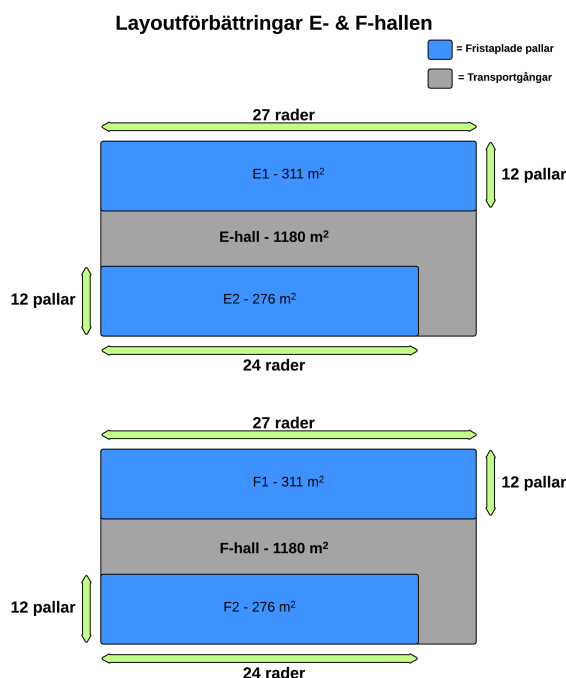
**Figur 5.7:** Del 3 av det manuella färdigvarulagret, hall E och F.

får lagret 23 rader mer efter föreslagen förändring i lagerlayouten. Att antalet rader ökar har två effekter på lagerlayouten, raderna blir kortare och antalet pallplatser minskar i jämförelse med den nuvarande lagerlayouten. Antal pallplatser minskar med 352 pallar.

Figur 5.8 visar att den lagerlayout som presenterades för F-hallen även gäller för E-hallen. I E-hallen ökar vi dock antalet pallplatser med 72 pallar i jämförelse med den nuvarande lagerlayouten i E-hallen. Detta beror på att en stor del av ytan på ena sidan av lagret var utnyttjad förut. Att implementera samma lagerlayout i E-hallen leder också till att antalet rader ökar med 24 rader.

Figur 5.10 och 5.11 visar två möjliga layoutförändringar i D-hallen som kan minska ner på Honeycombing problemet, dessa benämns som förslag 1 och förslag 2. Förslag 1 ger fler korta rader i D-hallen och minskar ner på antalet pallar i jämförelse med den nuvarande lagerlayouten, se figur 5.9. Antal rader ökar med 40 rader en minskning med 2306 pallar. Ökningen av raderna är bara korta rader för att åstadkomma en stor effekt på Honeycombing Ratio. Förslag 2 ökar också antalet korta rader, dock strävas det efter att uppnå en balans mellan korta och långa rader då antalet korta rader som ökar är färre jämfört med förslag 1. Med förslag 2 erhålls en ökning i antalet rader med 36 st dock sker även här en minskning i antalet pall med 1784 st i jämförelse med den nuvarande lagerlayouten, se figur 5.9.

Den totala effekten blir att Honeycombingeffekten minskar eftersom lagret ökar antalet rader och gör dessa kortare. Dock finns djupa kvar för artiklar med stora lagringsmängder. På så vis kan dessa utnyttjas på ett bättre sätt och därmed förlorar lagret inte



**Figur 5.8:** Förändrad lagerlayout i E och F-hallen.

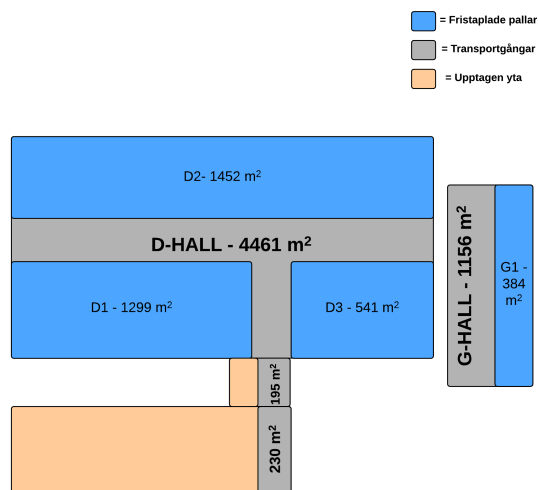
många pallar på grund av den låga fyllnadsgraden i raderna. Det totala antalet pallplatser sjunker dock med ca 1.500 - 2000 pallplatser beroende på alternativ till en maximal kapacitet på ca 22.000 pallar. Dock bör inte detta vara något problem då lagringsbehovet sällan kommer över 16.000 pallar och då finns det en bra marginal till detta, se figur 5.2.

### 5.3 Medellagernivå

Medellagernivåerna som presenterades i figur 4.9 kan jämföras med figur 5.13 som istället visar samma medellagernivåer i dagar, för de artiklar som har valts ut enligt avsnitt 3.5.2. Dessa artiklar representerar 62 % av de artiklar som produceras just nu. Genom att teoretisk undersöka täcktiden är det lättare att identifiera artiklar med orimliga lagernivåer. Detta eftersom täcktiden kopplar lagernivåer till efterfrågan. Jämförelsen visar att även om många artiklar hade en hög medellagernivå så har de ändå inte långa täcktider på grund av en hög efterfrågan. De artiklar som utgör ett problem rent utrymmesmässigt är artiklar med en hög medellagernivå och lång täcktid. Detta eftersom om en artikel har en hög medellagernivå tar denna artikeln mycket plats i det manuella färdigvarulagret och om artikeln samtidigt har en lång täcktid utnyttjar den dessutom utrymmet i det manuella färdigvarulagret under en lång tid. Utifrån från figur 5.12 kan det urskiljas att det inte direkt finns artiklar i det manuella färdigvarulagret som visar detta beteende med hög medellagernivå och lång täcktid. Däremot kan det urskiljas, utifrån figuren, att

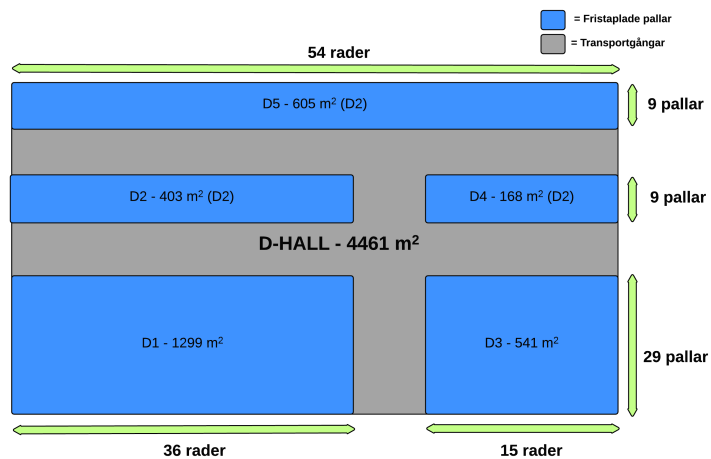


## FÄRDIGVARULAGER DEL 2

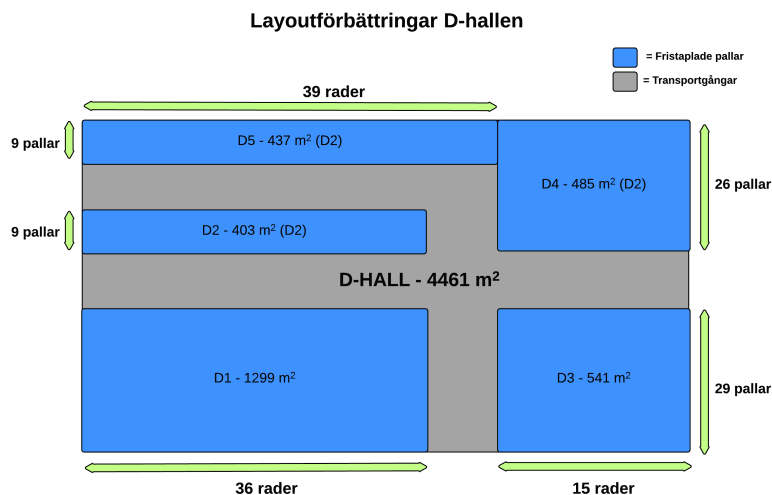


Figur 5.9: Del 2 av det manuella färdigvarulagret, hall D och G.

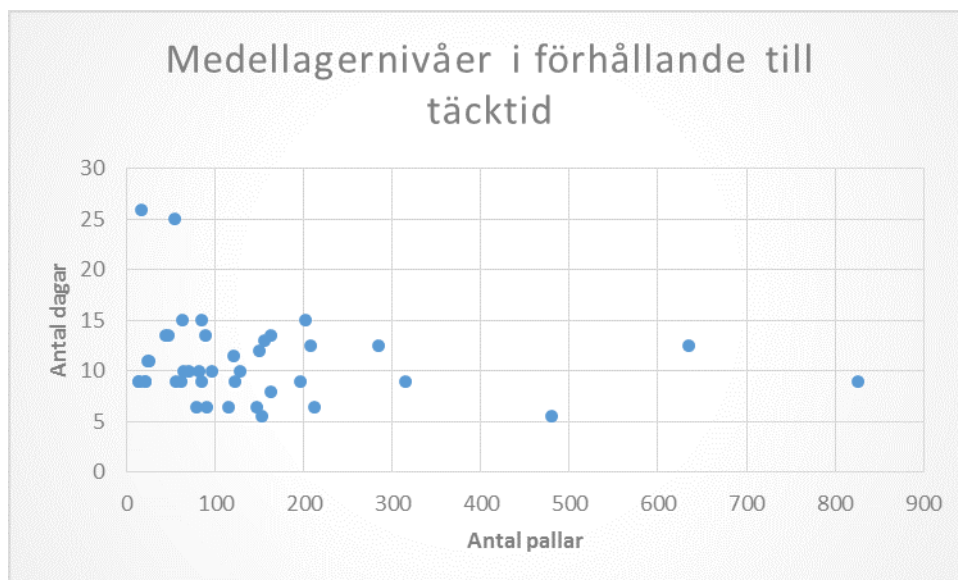
## Layoutförbättringar D-hallen



Figur 5.10: Förändrad lagerlayout i D-hallen, förslag 1.



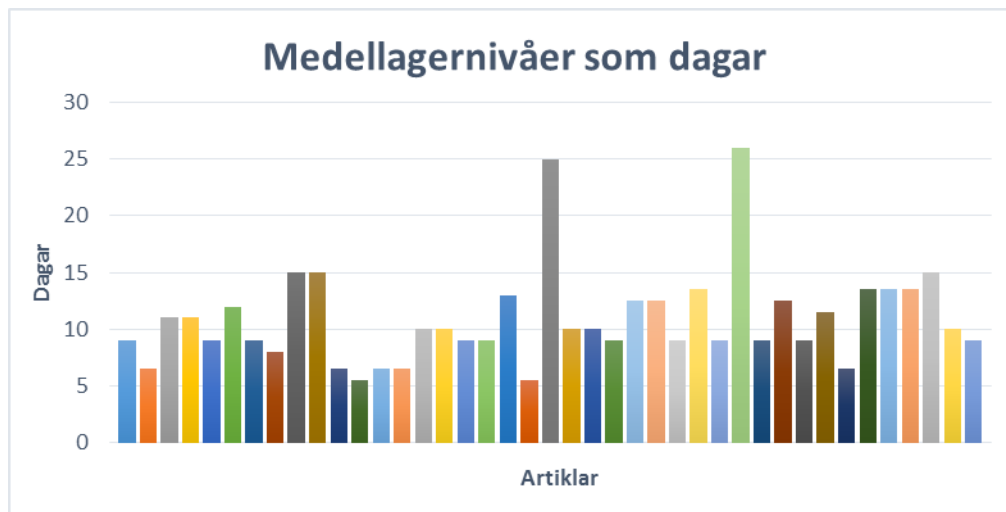
**Figur 5.11:** Förändrad lagerlayout i D-hallen, förslag 2.



**Figur 5.12:** Artiklars medellagernivåer i förhållande till dess täcktider.

det är några få artiklar som antingen har höga medellagernivåer eller långa täcktider.

I det manuella färdigvarulagret finns det ingen direkt koppling mellan täcktiden och efterfrågan då det internt inom företaget finns en globalt satt täcktid på ungefär 14 dagar. Detta leder till att styrningen för det manuella färdigvarulagret skapar problem för sig själv eftersom påfyllning av lagret sker för att höja täcktiden. Detta skapar problem då antalet pallar höjs i färdigvarulagret även om ingen direkt efterfrågan finns för dessa artiklar.

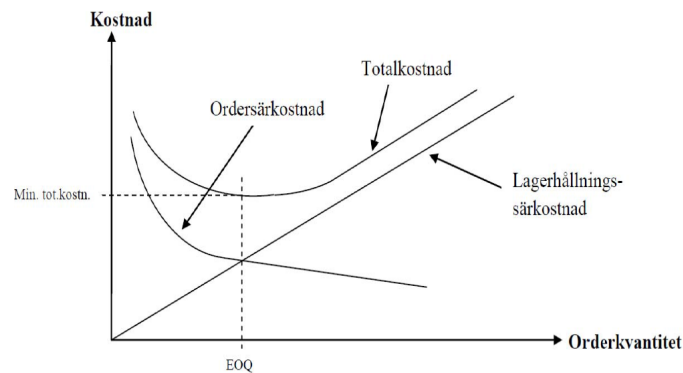


Figur 5.13: Medellagernivå för de olika artiklarna i dagar.

### 5.3.1 Omsättningslager och orderkvantitet

Omsättningslagrets storlek beror till störst del på de orderkvantiteter som används för att fylla på i lagret. För att bestämma orderkvantiteter utgår pappersbruket utifrån manuell och erfarenhetsmässigt bedömning av vad som kan vara lämpligt att tillverka för att täcka ett antal perioder. Som framkom av intervjuer är utgångspunkten vid bedömning, prognoser på uppskattad efterfrågan, pris men framförallt hur det påverkar maskineffektiviteten och antal omställningar i produktionen. Därmed används partiformningsmetoden bedömd behovstäckningstid eftersom den täcker ett flertal perioder. Detta kan anses som fördelaktigt då detta får medhåll av Jonsson and Mattsson (2011) eftersom det är det inte lämpligt att tillverka enbart den kvantitet som behövs vid varje tillfälle. Partiformning handlar om att fastställa ändamålsenliga orderkvantiteter, då varje order är förknippade med kostnader som hänger samman med att genomföra en orderprocess för anskaffning av artiklar. Enligt Mattsson (2010) är en nackdel med metoden att det blir svårigheter i att uppdatera orderkvantiteten vid förändrande omständigheter av indata. Konsekvensen blir att orderkvantitetens storlekar blir eftersatta och kommer med tiden avvika mer och mer från rimliga värden. Pappersbruket har försökt att lösa detta genom att vid introducering av nya artiklar så ärver den nya artikeln en gammal partistorlek från en artikel har liknande efterfrågan, pris etc.

Det är problematiskt att antalet omställningar sätts i första hand även om det är något som förknippas med kostnader. I praktiken är detta heller inte konstigt då detta är ett internt prioriterat mål inom produktionen. Om orderkvantiteten minskas kommer stopp- och ställtider att öka sin andel av den totala tillgängliga tiden. Detta kommer därmed inverka negativt på effektiviteten. En större orderkvantitet ökar istället lagringskostnaderna om samma servicegrad vill behållas. De ökande lagringskostnaderna beror på att påfyllningstiden i lagret för alla artiklar som är producerade på samma



**Figur 5.14:** Orderkvantitetens påverkan på totalkostnaden av order- och lagerhållningskostnaden (Aronsson et al., 2011).

linje kommer att bli större. Vid samma frekvens och uttagning som tidigare binder detta endast mer kapital vilket ökar lagringskostnaderna Olhager (2013).

Enligt Mattsson (2010) är uppskattad orderkvantitet underlägen eftersom det är näst intill omöjligt att på bedömningsmässiga grunder balansera ordersärkostnader och lagerhållningskostnader så att en någorlunda optimal orderkvantitet erhålls. Det gäller alltså att hitta den bästa kombinationen mellan lagringskostnader och ordersärkostnader. Ordersärkostnaderna inkluderar bland annat omställning och nedtagningskostnader. Med hjälp av Wilson-formeln hittas ett optimalt minimum i de totala kostnaderna, se fig 5.14. Wilson formeln bygger på ett antal antaganden och att all data som matas in är korrekt. På pappersbruket är det i dagsläget problematiskt att tillämpa denna då det inte finns korrekt indata, därav har ingen beräkning gjorts på detta. Exempelvis finns ingen känd ställkostnad som kan användas. Dessutom är inte lagringskostnaden linjär mot lagrad mängd. När IDC är i behov av att hyra ett externt lager ökar kostnaderna och det medför att lagringskostnaden inte är linjär mot lagrad mängd. Således leder detta till att den genomsnittliga lagringskostnaden per pall inte är känd förens vet hur stor den lagrade mängden är. Den lagrade mängden är känd först när Wilson-formeln använts och Wilson-formeln behöver lagringskostnaden i indata. Förutom ovanstående problematik med indata så finns det enligt intervjuer ett stort motstånd mot att genomföra optimering av orderkvantiteten då detta upplevs skulle öka antalet omställningar vilket skulle gå emot produktionens interna mål.

### 5.3.2 Säkerhetslager

Som tidigare nämnts är det viktigt för ett företag att tydligt definiera vad som avses med begreppet servicenivå för att kunna följa upp den verkliga servicen enligt den definition som används Axsäter (1991). I sin metod för säkerhetslagerberäkningar, se avsnitt 4.4.2 används sen innan servicenivå definitionen  $SERV_1$  medan den servicenivån som mäts inom företaget stämmer bäst överens med teoretiska definitionen av  $SERV_2$ . Konsekven-

serna av detta är att i säkerhetslagerberäkningarna får fel värde på säkerhetsfaktorn  $k$ . Detta eftersom säkerhetsfaktorns värde varierar beroende på vilken servicedefinition som används och vilken servicenivå som läggs på.

Ytterligare en viktig aspekt när storleken på säkerhetslagren beräknas med hjälp av de teoretiska formlerna är att beräkna fram standardavvikelsen på ett korrekt sätt. Som nämndes i empirikapitlet 4.4.2 finns inga variationer i ledtiden för egen producerade artiklar, därför behövs ingen beräkning för att räkna fram standardavvikelsen för ledtiden. Däremot finns en variation i efterfrågan och detta innebär att efterfrågans standardavvikelse måste beräknas fram. I jämförelse med den matematiska formeln som teorin föreslår att vid beräkning av efterfrågans standardavvikelse, se formel 2.7, och den formel som för närvarande används på pappersbruket, se formel 4.1 kan det ses att dessa två formler skiljer sig åt. Detta innebär att i dagsläget används inte ett korrekt värde när det gäller efterfrågans standardavvikelse. Konsekvenserna av detta är att beräkningen av säkerhetslagernivåerna blir felaktiga.

För att jämföra hur en korrekt beräknat säkerhetslagernivå skiljer från den aktuella säkerhetslagernivån har en beräkning gjorts enligt formeln 2.10. I beräkningen har hänsyn tagits till att bara variation i efterfrågan existerar under ledtiden för de egen producerade artiklarna. För att räkna ut denna under ett visst antal månader har formel 2.7 använts för att beräkna efterfrågans standardavvikelse. Därefter har formel 2.8 använts för att få fram standardavvikelsen under ledtiden. Säkerhetsfaktorn har hämtats från bilaga 2 genom att först beräkna servicefunktionen för varje artikel med hjälp av formeln 2.6. Hela beräkningens utfall presenteras i bilaga 13. Utifrån bilagan kan det ses att 70% de 41 artiklar som har varit aktuella har fått en minskning på dess säkerhetslagernivå. Totalt har säkerhetslagernivån för de 41 artiklarna minskats med 937 pallar. Detta innebär att de nya beräkningarna som är kopplade till både servicenivån och orderkvantiteten frigör lagerutrymme samtidigt som servicenivån på 98% uppfylls. Dessutom minskar den totala medellagernivån med samma antal pall. De tio artiklar vars säkerhetslager har minskat mest presenteras i tabell 5.1.

Från tabell 5.1 kan det ses att många av de tio artiklar som fick störst minskning på sina säkerhetslagernivåer också var de artiklar som hade störst säkerhetslager sen innan. Vid jämförelse av tabell 5.1 med tabell 4.7 kan det ses att de tre artiklar vars säkerhetslagernivå har minskat mest hade sen innan störst säkerhetslager. Det finns inget riktigt sammanband mellan hur säkerhetslagernivåerna har sett ut sen innan och efter beräkningarna har gjorts. Detta kan bero på att det redan från början aldrig har funnits någon standardiserad metod för att fastställa säkerhetslagernivåerna. Detta eftersom de säkerhetslagernivåer som har räknats ut från början aldrig riktigt tillämpats i det manuella färdigvarulagret då de fått stå tillbaka för andra faktorer, detta togs upp även upp i avsnitt 4.4.2.

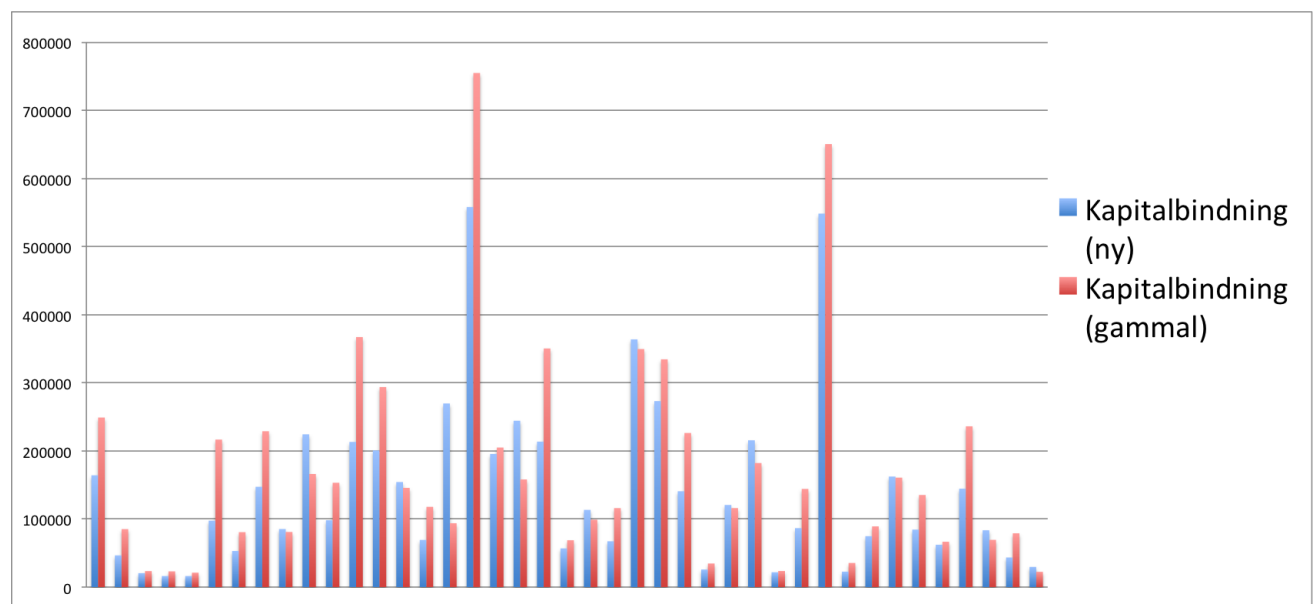
### Kapitalbindning i säkerhetslager

Det kapital som binds i flödet påverkar ett företags kassaflöde och betalningsförmåga, detta menar båda Storhagen (2012) och Mattson (2012). Fördelar men en minskad kapitalbidning är därför många om servicenivån samtidigt kan hållas på samma nivå. En

Basnummer	Artikel	Nytt säkerhetslager [Pallar]	Minskning jämfört med innan [Pallar]
485508	A17	151	215
22928	A20	74	187
480742	A32	154	99
21350	A6	5	82
22768	A26	4	78
123250	A12	19	64
23397	A38	9	63
22184	A8	3	58
485507	A15	11	52
22767	A25	61	52

**Tabell 5.1:** De 10 artiklar vars säkerhetslagernivåer har minskat mest, mätt i antal pall.

minskad kapitalbidning genom minskning av säkerhetslagernivåerna har åstadkommit i studien. Förändringen av säkerhetslagernivåerna har lett till att kapitalbindningen i artiklar har minskat med ca 17 % vilket motsvarar drygt 1,2 MKr, se figur 5.15 och bilaga 14.



Figur 5.15: Reducerad kapitalbinding i följd av minskat säkerhetslager.





# 6

## Diskussion och slutsatser

I DETTA avslutande kapitel besvaras examensarbetets frågeställning och därmed studiens syfte. Här inkluderas bland annat slutsatser och rekommendationer som framkom utifrån analysen. Sist presenteras förslag till fortsatta studier.

### 6.1 Besvarande av frågeställningar och slutsats

I detta avsnitt följer en reflektion och diskussion över hur studiens frågeställningar har besvarats. Studiens övergripande frågeställning var ”Hur kan lagerutrymmet i det manuella färdigvarulagret användas på ett bättre sätt för att eliminera det externa lagret, och vad blir de ekonomiska effekterna?” och syftar till att ge en rekommendation för hur pappersbruket ska utnyttja sitt befintliga lagerutrymme på ett mer effektivt sätt, då det finns otillräckligt med plats. För att besvara den övergripande frågeställningen bröts denna ner i två fokusområden, fyllnadsgrad och medellager. Inom varje fokusområde togs sedan en frågeställning fram. Slutsatser för dessa frågeställningar redogörs först och sedan presenteras en sammantagen slutsats utifrån den övergripande frågeställning.

#### 6.1.1 Fyllnadsgrad

Inom detta problemområde har följande frågeställning stått i fokus.

- Hur kan fler pallar lagerföras i det manuella färdigvarulagret?

Analysen visade på att pappersbruket i dagsläget tror att de innehar en maxkapacitet på 13.000-14.000 pallplatser i det manuella färdigvarulagret, när de egentligen har en teoretiskt maxkapacitet på drygt 24.000 pallplatser. Anledningen till att pappersbruket tror att maxkapaciteten ligger så långt ifrån det riktigt antalet, beror på att vid detta antal så får lagret problem med att lagra fler pallar. Dessutom har ingen granskning gjorts av den verkliga kapaciteten. En mer djupgående analys av flera nyckeltal, bland

annat Honeycombing Ratio, visade på att det stora problemet inte var att lagret hade en platsbegränsning utan begränsning i antalet rader och pallutnyttjandet per rad. Detta grundar sig i företagets breda artikelsortiment samt begränsningar i artikellokaliseringen och lagerlayouten. Genom en omdimensionering av lagerlayouten för att öka antalet rader och att lägga in stödjande funktioner i WMS-systemet kan fyllnadsgraden höjas väsentligt då fler pallplatser kan användas för lagerföring. Detta eftersom layoutförändringen som redovisades i analysen minskar ner på Honeycombing problemet som pappersbruket i dagsläget har.

### 6.1.2 Medellagernivå

Inom detta problemområde har följande frågeställning stått i fokus.

- Kan medellagernivån minskas och vad krävs av säkerhetslagret?

Vid en närmare analys av problemområdet och efter beräkningar har det varit möjligt att sänka flera artiklars medellagernivåer. Genom att använda teoretiska formler vid beräkningar för säkerhetslagret har en minskning av det totala säkerhetslagret med drygt 950 pallar kunnat åstadkommats, vilket innebär en lika stor sänkning av medellagernivån. En sänkning av medellagret kan också beskrivas genom en reducering av dagens kapitalbindning i artiklar med 1,2 MKr.

Sänkningen av säkerhetslagret kräver ingen förändring av produktionen då den förutsätter dagens orderkvantitet. Syftet med frågeställningen var från början att sänka både säkerhetslagret och orderkvantiteterna. Detta genom att beräkna fram nya orderkvantiteter med hjälp av den teoretiska formeln för ekonomisk orderkvantitet. Detta har tyvärr inte varit möjligt på grund av otillräcklig indata som beskrevs i avsnitt 5.3.1. Hade det varit möjligt hade förändring i produktionens output troligtvis varit nödvändigt.

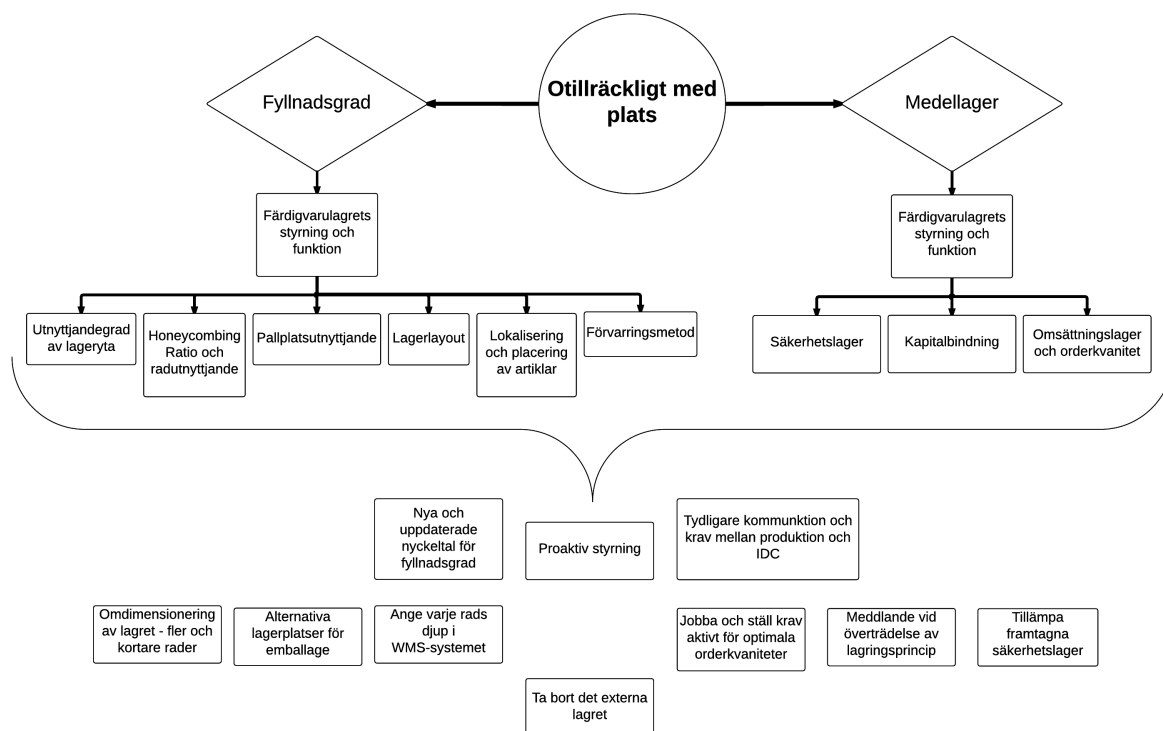
### 6.1.3 Övergripande frågeställning

Som tidigare nämnts har studien haft en övergripande frågeställning som ska besvaras.

- Hur kan lagerutrymmet i det manuella färdigvarulagret användas på ett bättre sätt för att eliminera det externa lagret, och vad blir effekterna?

Utifrån de två fokusområden som tidigare har diskuterats kan slutsatsen dras om att det finns möjligheter att anpassa det manuella färdigvarulagret till att bättre uppfylla de krav som finns på lagerföringen. Analysen har visat på att det finns möjligheter för förbättringar inom flera områden i det manuella färdigvarulagret. Det finns möjligheter att sänka medellagernivån men för att kunna använda det befintliga lagret på bästa sätt behövs det också en ökning fyllnadsgraden genom framförallt en omdimensionering av lagret.

Utifrån analysen finns det möjligheter att eliminera behovet av det externa lagret genom ovanstående slutsatser för att bättre utnyttja den kapacitet som redan finns tillgängligt. Att eliminera behovet av det externa lagret leder till att IDC gör en kostnadsbesparing på knappt 1,5 MKr årligen.



**Figur 6.1:** Examensarbetets analysmodell med framtagna rekommendationer och med avseende på examensarbetets frågeställningar och syfte.

## 6.2 Rekommendationer

Ur empiri och analysen kan ett antal rekommendationer summeras. Rekommendationerna berör det manuella färdigvarulagret och de artiklar som har behandlats i studien. För att tydliggöra rekommendationerna kommer de anges i punktform. Följande rekommendationer som berör det manuella färdigvarulagrets fyllnadsgrad och medellagernivå föreslås utifrån empirin och analysen:

- För en bättre styrning i lagret behövs relevanta nyckeltal som visar den situation som råder i det manuella färdigvarulagret. De interna mått som används idag på DOM-möten måste ses över och jämförelser måste ske mot måttetal som baseras sig på fakta och inte erfarenhet som idag förekommer. Exempel på nyckeltal kan vara fyllnadsgrad i form av pallplatsutnyttjande, radutnyttjande och Honeycombing Ratio. Det är även viktigt att mål sätts upp på dessa kriterier för att ha en tydlig riktlinje som kan efterföljas.
- Det finns en reaktiv attityd kring lagret och dess styrning. Hastiga förändringar i lagret sker med jämna mellanrum, exempelvis fylls lagret på snabbt ibland. Därför måste det finnas en mer proaktiv attityd när det gäller lagrets styrning. Att inneha

en större framförhållning leder till bättre struktur och kontroll över lagrets dagliga verksamhet.

- Ett sätt att minska problemet med truckförare som överskrider WMS-systemet skulle vara om lageransvarig får ett elektroniskt mejl varje gång lagringsprincipen överskrids. Detta skulle troligen minska problemets omfattning. Det är dock viktigt att veta att oavsett om implementering av ett nytt eller om det finns ett bra system så måste truckförarna följa systemet för att det ska fungera. Om truckförarna väljer att inte följa systemet är det troligen något fel på det och då behövs en översyn tillsammans med truckförarna för att se över vad problemet är.
- Om en lagringsmängd placeras i en rad som inte är anpassad till lagringsmängden är sannolikheten för att få dålig fyllnadsgrad i raderna hög. I fortsättningen bör WMS-systemet styra allokeringen med hänsyn tagen till inte bara frekvensuttag utan även raddjup. Ett sätt vore att vikta dessa mot varandra. Detta kan minska ner på Honeycombing problemet som finns dagsläget. Systemet behöver dock matas med rätt information angående raddjupet.
- Det av stor vikt att IDC har en tydlig och rak kommunikation med produktion och ställer krav på att händelser som påverkar det manuella färdigvarulagrets funktion och styrning meddelas i god tid.
- Omdimensionera det befintliga lagret enligt de förslag som togs fram i avsnitt 5.2.3. Generellt behövs mer kortare rader på grund av det stora artikelsortimentet. Tillämpa eller utöka samma princip på flera delar av lagrets hallar vid behov. Dock bör inte antalet pallplatser minskas för mycket utan hänsyn till det historiskt maximala antalet pallplatser, runt 16.000 pallplatser. Var noga att kontrollera och uppdatera denna med jämna mellanrum.
- Alternativa lagringsplatser bör lokaliseras för det emballage som idag tar upp lagringsyta som istället kan användas till högfrekventa artiklar.
- Börja tillämpa teoretiskt framtagna säkerhetslager baserade på rätt definition av servicenivå och korrekt beräknad standardavvikelse. De beräkningar som har gjorts visar på att potential finns att sänka säkerhetslagret och på så sätt kapitalbindningen i lagret. Därför bör en sänkning av de säkerhetslagernivåer som finns idag genomföras.
- Jobba mer aktivt med att sträva efter mer optimala orderkvaniteter. Det har tillkommit artiklar och varianter under de senaste åren. Fortsatt tillväxt innebär att företaget måste vara med och konkurrera på flera marknader genom en differentiering av artiklar. På längre sikt kräver detta mer omställningar och större flexibilitet för att uppnå den önskade servicenivån. Ett bra tillvägagångssätt skulle därmed vara att pappersbruket börjar jobba med olika metoder som effektiviserar omställningarna. Vidare bör en empiriskstudie genomföras för att samla in data som gör det möjligt att använda Wilson-Formeln i framtiden. Dock kräver detta

att det görs noggranna analyser av den indata som behövs. Det kan vara problematiskt att räkna ut optimal orderkvanitet för varje artikel. Istället kan det vara bra att kategorisera och differentiera artiklarna i likartade grupperingar med avseende på exempelvis den indata som behövs.

- Med föregående slutsatser och rekommendationer bör det externa lagret tas bort eller sluta användas.

### 6.2.1 Förslag till fortsatta studier

Genom vår studie har flera problemområden identifierats, vilka kan ligga till grund för framtida forskning. Följande förslag till fortsatta studier är:

- Optimala orderkvaniteter - Utreda hur mer optimala orderkvaniteter kan tas fram för att minska medellagernivåerna. Framförallt behövs en djupgående empirisk studie för att ta fram korrekt indata till Wilson-formeln.
- Servicenivådifferentiering - Ett ytterligare sätt att få ut högre leveransförmåga av en viss given kapitalbindning i säkerhetslager är att differentiera servicenivåerna, dvs att dimensionera säkerhetslagren så att olika höga servicenivåer erhålls för olika artiklar.
- WMS-systemet - WMS-systemet innehåller en mängd funktioner och möjligheter för att precisera och effektivisera styrningen och kontrollen över lagret. Därför bör en empirisk studie genomföras för att utreda vilka funktioner som är möjliga att tillämpa för det manuella färdigvarulagret. Speciellt i samband vid en eventuell lansering av ett nytt WMS-system.



# Litteraturförteckning

- Aronsson, H., Ekdahl, B., and Oskarsson, B. (2011). *Modern logistik - för ökad lönsamhet*. Liber, Malmö.
- Axsäter, S. (1991). *Lagerstyrning*. Studentlitteratur AB, Lund.
- Backman, J. (2012). *Rapporter och uppsatser*, volume 3. Studentlitteratur AB, Lund.
- Bartholdi, John J III, . H. S. T. (2010). Pepsi bottling group.
- Bloomberg, D. J., LeMay, S., and Hanna, J. B. (2002). *Logistics*. Upper Saddle River: Prentice-Hall.
- Bryman, A. and Bell, E. (2011). *Business Research Methods*. Liber, Malmö.
- Dahmström, K. (2005). *Från datainsamling till rapport: att göra en statistisk undersökning*. Studentlitteratur AB, Lund.
- Frazelle, E. (2002). *World-Class Warehousing and Material Handling*. McGraw-Hill, New York.
- Fredendall, L. D. . and Hill, E. (2001). *Basics of Supply Chain Management*. CRC Press.
- Ghiani, G., Laporte, G., and Musmanno, R. (2004). *Introduction to Logistics Systems Planning and Control*. Chichester: John Wiley Sons Ltd, Malmö.
- Goetschalckx, M. and Ratliff, H. D. (2007). Optimal lane depths for single and multiple products in block stacking storage systems. pages 245–258.
- Jacobsen, D. I. (2002). *Vad, hur och varför: om metodval i företagsekonomi och andra samhällsvetenskapliga ämnen*. Studentlitteratur AB, Lund.
- Jacobsen, D. I. (2007). *Förståelse, beskrivning och förklaring*. Studentlitteratur AB, Lund.
- Jeffrey K., P. (2013). *Project Management*, volume 3. Pearson Education Limited, Lund

- Jonsson, P. and Mattsson, S.-A. (2011). *Logistik:Läran om effektiva materialflöden*, volume 2:2. Studentlitteratur AB, Lund.
- Liker, J. K. and Meier, D. (2006). *The Toyota Way Fieldbook*, volume 3. McGraw-Hill, New York.
- Logistics, C. (2014). Astro WMS. [http://consafelogistics.se/~media/our%20offer/pdf\\_brochures/new072014/astro%20wms%20brochure\\_web.pdf/](http://consafelogistics.se/~media/our%20offer/pdf_brochures/new072014/astro%20wms%20brochure_web.pdf/).
- Lumsden, K. (2006). *Logistikens grunder*. Studentlitteratur AB, Lund.
- Lumsden, K. (2012). *Logistikens grunder*, volume 3:1. Studentlitteratur AB, Lund.
- Mattson, S.-A. (2012). *Logistik: I försörjningskedjor*. Studentlitteratur AB, Lund.
- Mattsson, S.-A. (2010). Effektivare materialstyrning : en handbok för att lyckas. [http://www.imloq.se/wp/wp-content/uploads/2013/04/d11\\_uppskattad\\_orderkvantitet.pdf](http://www.imloq.se/wp/wp-content/uploads/2013/04/d11_uppskattad_orderkvantitet.pdf).
- Muller, M. (2011). *Essentials of inventory management*. AMACOM, New York.
- Olhager, J. (2013). *Produktionsekonomi: Principer och metoder för utformning, styrning och utveckling av industriell produktion*. Studentlitteratur AB, Lund.
- Patel, R. and Davidsson, B. (2011). *Forskningsmetodikens grunder - att planera, genomföra och rapportera en undersökning*. Studentlitteratur AB, Lund.
- Paulsson, M. B. . U. (2003). *Seminarieboken: att skriva, presentera och opponera*. Studentlitteratur AB, Lund.
- Richards, G. (2011). *Warehouse management : a complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse*. Kogan Page, Philadelphia.
- Rudberg, M. (2008). Artikelklassificering. pages 4–5.
- Segerstedt, A. (2009). *Logistik med fokus på Material- och Produktionsstyrning*. Liber AB, Malmö.
- Storhagen, N. G. (2012). *Logistik:grunder och möjligheter*, volume 4. Liber AB, Malmö.
- Thakkar, H. R. (2013). New Strategies to Manage Finished Products Inventory. *Scholarly Journals*, 54:291–294.
- Yin, R. K. (2009). *Case Study Research*. Sage Publications, California.



# 7

## Bilagor

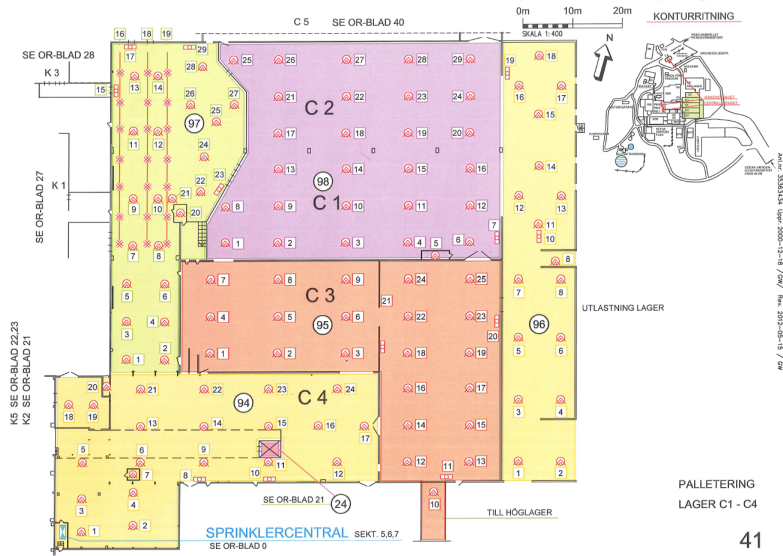
- .1 Normalfördelningsfunktionen
- .2 Servicefunktionen
- .3 Ritningar
- .4 Intervjufrågor
- .5 Artiklar som ärvt data
- .6 Artiklars nuvarande medellagernivå
- .7 Artiklars nuvarande säkerhetslager
- .8 Fyllnadsgradsperspektiv
- .9 Beräknade säkerhetslager
- .10 Kapitalbindning

Säkerhetsfaktor	Service-nivå %	Säkerhetsfaktor	Service-nivå %	Säkerhetsfaktor	Service-nivå %	Säkerhetsfaktor	Service-nivå %
0,00	50,0	0,72	76,4	1,44	92,5	2,16	98,5
0,02	50,8	0,74	77,0	1,46	92,8	2,18	98,5
0,04	51,6	0,76	77,6	1,48	93,1	2,20	98,6
0,06	52,4	0,78	78,2	1,50	93,3	2,22	98,7
0,08	53,2	0,80	78,8	1,52	93,6	2,24	98,7
0,10	54,0	0,82	79,4	1,54	93,8	2,26	98,8
0,12	54,8	0,84	80,0	1,56	94,1	2,28	98,9
0,14	55,6	0,86	80,5	1,58	94,3	2,30	98,9
0,16	56,4	0,88	81,0	1,60	94,5	2,32	99,0
0,18	57,1	0,90	81,6	1,62	94,7	2,34	99,0
0,20	57,9	0,92	82,1	1,64	94,9	2,36	99,1
0,22	58,7	0,94	82,6	1,66	95,2	2,38	99,1
0,24	59,5	0,96	83,1	1,68	95,4	2,40	99,2
0,26	60,3	0,98	83,6	1,70	95,5	2,42	99,2
0,28	61,0	1,00	84,1	1,72	95,7	2,44	99,3
0,30	61,8	1,02	84,6	1,74	95,9	2,46	99,3
0,32	62,6	1,04	85,1	1,76	96,1	2,48	99,3
0,34	63,3	1,06	85,5	1,78	96,2	2,50	99,4
0,36	64,1	1,08	86,0	1,80	96,4	2,52	99,4
0,38	64,8	1,10	86,4	1,82	96,6	2,54	99,4
0,40	65,5	1,12	86,9	1,84	96,7	2,56	99,5
0,42	66,3	1,14	87,3	1,86	96,9	2,58	99,5
0,44	67,0	1,16	87,7	1,88	97,0	2,60	99,5
0,46	67,7	1,18	88,1	1,90	97,1	2,62	99,6
0,48	68,4	1,20	88,5	1,92	97,3	2,64	99,6
0,50	69,1	1,22	88,9	1,94	97,4	2,66	99,6
0,52	69,8	1,24	89,3	1,96	97,5	2,68	99,6
0,54	70,5	1,26	89,6	1,98	97,6	2,70	99,7
0,56	71,2	1,28	90,0	2,00	97,7	2,72	99,7
0,58	71,9	1,30	90,3	2,02	97,8	2,74	99,7
0,60	72,6	1,32	90,7	2,04	97,9	2,76	99,7
0,62	73,2	1,34	91,0	2,06	98,0	2,78	99,7
0,64	73,9	1,36	91,3	2,08	98,1	2,80	99,7
0,66	74,5	1,38	91,6	2,10	98,2	2,82	99,8
0,68	75,2	1,40	91,9	2,12	98,3	2,84	99,8
0,70	75,8	1,42	92,2	2,14	98,4	2,86	99,8

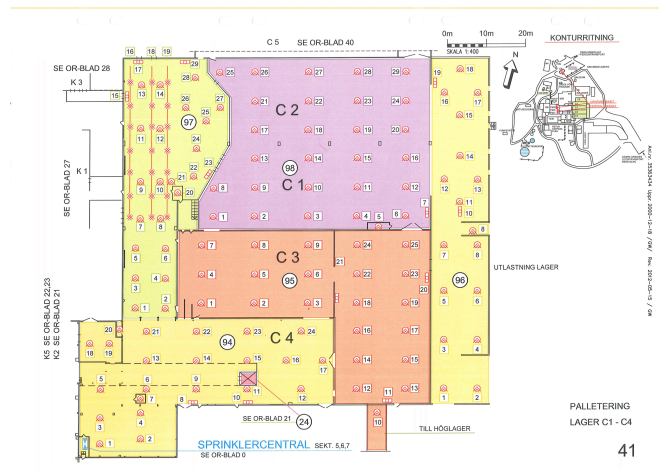
Figur 1: Normalfördelningsfunktionen vid beräkning av säkerhetslager med  $SERV_1$

Säkerhetsfaktor	Servicefunktion	Säkerhetsfaktor	Servicefunktion	Säkerhetsfaktor	Servicefunktion	Säkerhetsfaktor	Servicefunktion
0,00	0,3989	0,72	0,1381	1,44	0,0336	2,16	0,0055
0,02	0,3890	0,74	0,1334	1,46	0,0321	2,18	0,0052
0,04	0,3793	0,76	0,1289	1,48	0,0307	2,20	0,0049
0,06	0,3699	0,78	0,1245	1,50	0,0293	2,22	0,0046
0,08	0,3602	0,80	0,1202	1,52	0,0280	2,24	0,0044
0,10	0,3509	0,82	0,1160	1,54	0,0267	2,26	0,0041
0,12	0,3418	0,84	0,1120	1,56	0,0255	2,28	0,0039
0,14	0,3328	0,86	0,1080	1,58	0,0244	2,30	0,0037
0,16	0,3240	0,88	0,1042	1,60	0,0232	2,32	0,0035
0,18	0,3154	0,90	0,1004	1,62	0,0222	2,34	0,0033
0,20	0,3069	0,92	0,0968	1,64	0,0211	2,36	0,0031
0,22	0,2986	0,94	0,0933	1,66	0,0201	2,38	0,0029
0,24	0,2904	0,96	0,0899	1,68	0,0192	2,40	0,0027
0,26	0,2824	0,98	0,0865	1,70	0,0183	2,42	0,0026
0,28	0,2745	1,00	0,0833	1,72	0,0174	2,44	0,0024
0,30	0,2668	1,02	0,0802	1,74	0,0166	2,46	0,0023
0,32	0,2592	1,04	0,0772	1,76	0,0158	2,48	0,0021
0,34	0,2518	1,06	0,0742	1,78	0,0150	2,50	0,0020
0,36	0,2445	1,08	0,0714	1,80	0,0143	2,52	0,0019
0,38	0,2374	1,10	0,0686	1,82	0,0136	2,54	0,0018
0,40	0,2304	1,12	0,0660	1,84	0,0129	2,56	0,0017
0,42	0,2236	1,14	0,0634	1,86	0,0123	2,58	0,0016
0,44	0,2169	1,16	0,0609	1,88	0,0116	2,60	0,0015
0,46	0,2104	1,18	0,0584	1,90	0,0111	2,62	0,0014
0,48	0,2040	1,20	0,0561	1,92	0,0105	2,64	0,0013
0,50	0,1978	1,22	0,0538	1,94	0,0100	2,66	0,0012
0,52	0,1917	1,24	0,0517	1,96	0,0094	2,68	0,0011
0,54	0,1857	1,26	0,0495	1,98	0,0090	2,70	0,0011
0,56	0,1799	1,28	0,0475	2,00	0,0085	2,72	0,0010
0,58	0,1742	1,30	0,0455	2,02	0,0080	2,74	0,0009
0,60	0,1687	1,32	0,0437	2,04	0,0076	2,76	0,0009
0,62	0,1633	1,34	0,0418	2,06	0,0072	2,78	0,0008
0,64	0,1580	1,36	0,0400	2,08	0,0068	2,80	0,0008
0,66	0,1528	1,38	0,0383	2,10	0,0065	2,82	0,0007
0,68	0,1478	1,40	0,0367	2,12	0,0061	2,84	0,0007
0,70	0,1429	1,42	0,0351	2,14	0,0058	2,86	0,0006

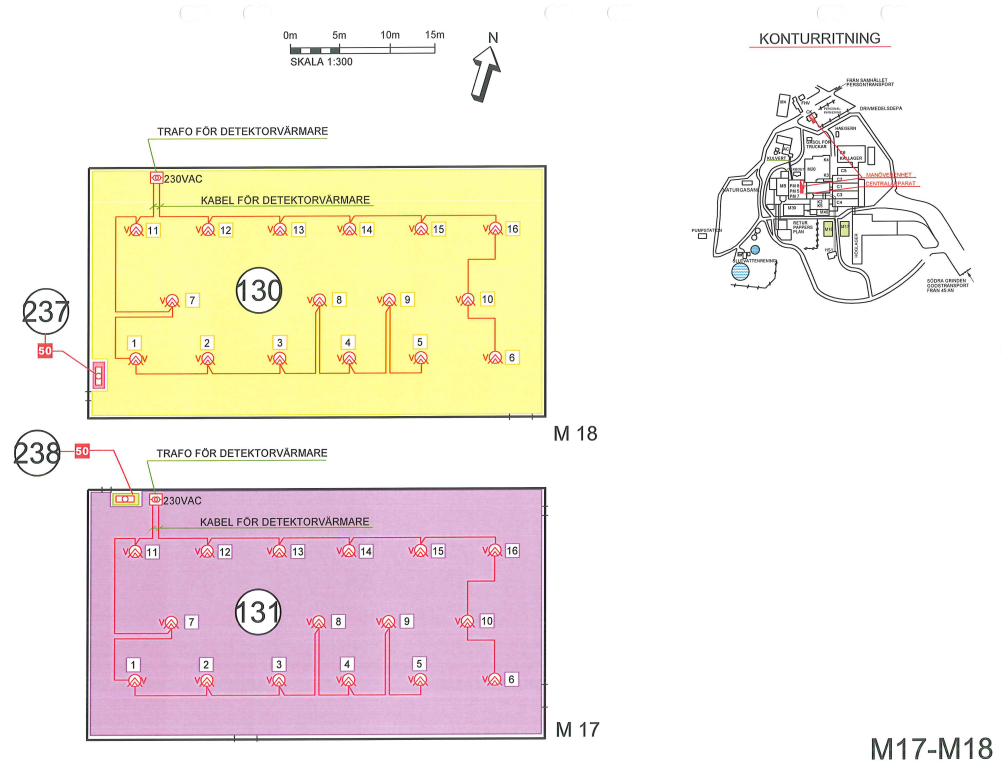
**Figur 2:** Normalfördelningsfunktionen vid beräkning av säkerhetslager med  $SERV_2$



Figur 3: Ritning av lagret, hallarna A-C



Figur 4: Ritning av lagret, hallarna D och G



Anl.nr. 35363447 Uppr. 2013-05-15 / GW / Rev.

M17-M18

Figur 5: Ritning av lagret, hallarna E och F

## Frågeformulär

1. Vilka är dina arbetsuppgifter och hur relaterar de till lagret?
  - a. Känner du att du kan påverka tillräckligt mycket i lagret?
  - b. Utifrån dina arbetsuppgifter vilka förbättringar tror du att du kan åstadkomma vid fria händer?
2. Vilka är de största problemen ur ditt perspektiv med lagret och dess flöde idag?
  - a. Exempelvis; utnyttjandegrad, hanteringseffektivitet, många olika artiklar, layoutmässigt, lagerstyrning etc.
  - b. Finns det några kostnadsposter relaterat till lagret som du anser det finns förbättringspotential inom?
3. Vilka typer av artiklar anser du lagret är utformat för? Exempelvis fåtal artiklar med stor volym alternativt fler varianter med lägre volym?
  - a. Har antalet produktvarianter ökat och nya artiklar inkommit som ställt till problem? Är detta något som du tror att lagret behöver anpassas efter?
4. Vad finns det för zoner?
  - a. Placeras artiklarna efter någon klassificering; frekvens, funktion, storlek, värde och hanteras detta på ett bra sätt, följer man upp?
  - b. Vilka kriterier tycker du man borde gå utefter?
5. Vilken är din uppfattning om det externa lagret?
6. Hur ser du på utnyttjandegraden i lagret idag? (Volymässigt, yta och antal pallplatser som används)
  - a. Vad anser du om en generell minskning av antalet 'cover days'?
7. Hur tycker du att man i dagsläget hanterar framtida kampanjer?
  - a. Vad kan förbättras?
8. Vilka förbättringar tror du det finns för lagret i dagsläget?
  - a. Finns det tillgängliga utrymmen som inte används eller kan användas på ett bättre sätt, layoutmässigt?
  - b. Personal, för lite personal, för mycket, personal följer inte regler, inga standarder?
  - c. Hantering, hur man hanterar produkter, exempelvis att man plockar 2x2 om det går, WMS-systemet?
9. Hur uppfattar du relationen mellan produktion och IDC?
  - a. Drar man mot samma mål, eller har man olika mål?
  - b. Hindrar detta eventuella förbättringar som faktiskt kan genomföras?
10. Finns det någon övrig input/förbättring/förslag du vill bistå med?

Figur 6: Exempel på förberedda intervjufrågor

Artikelnummer	Artikel	Ersätts med artikelnummer
485535	A3	22223
485531	A4	22234
485507	A15	22678
485495	A16	22674
485508	A17	22677
485494	A18	22675
485506	A19	22676
22928	A20	22206
22924	A22	22213
22923	A23	22212 & 22214
22946	A24	22720
22767	A25	22253 % 22254
22768	A26	22177 & 22179
21988	A27	21762
22945	A29	22255
23410	A31	21311
23395	A36	21354
23396	A37	22412
23397	A38	22411
23407	A39	22651
23393	A40	21321

**Figur 7:** Alla artiklar som har ärvt data från andra artiklar

Basnummer	Artikel	Medellager
22342	A1	122
22257	A2	114
485535	A3	23
485531	A4	25
21351	A5	13
21350	A6	150
22354	A7	55
22184	A8	163
21607	A9	84
22346	A10	202
123150	A11	79
123250	A12	153
123520	A13	146
123280	A14	90
485507	A15	128
485495	A16	96
485508	A17	826
485494	A18	196
485506	A19	155
22928	A20	480
22262	A21	54
22924	A22	69
22923	A23	81
22946	A24	314
22767	A25	284
22768	A26	207
21988	A27	20
22263	A28	47
22945	A29	61
21466	A30	17
23410	A31	84
480742	A32	635
21514	A33	21
21827	A34	121
62293	A35	211
23395	A36	88
23396	A37	44
23397	A38	163
23407	A39	63
23393	A40	64
21763	A41	13

**Figur 8:** Alla artiklar med nuvarande medellagernivå



Basnummer	Artikel	Säkerhetslager	TDS
22342	A1	54,43	4
22257	A2	70,17	4
485535	A3	12,58	6
485531	A4	13,60	6
21351	A5	5,86	4
21350	A6	87,38	7
22354	A7	24,57	4
22184	A8	61,19	3
21607	A9	27,92	5
22346	A10	67,22	5
123150	A11	48,32	4
123250	A12	83,36	3
123520	A13	67,54	3
123280	A14	55,49	4
485507	A15	63,76	5
485495	A16	48,04	5
485508	A17	366,91	4
485494	A18	86,95	4
485506	A19	35,76	3
22928	A20	261,93	3
22262	A21	10,74	5
22924	A22	34,68	5
22923	A23	40,40	5
22946	A24	139,57	4
22767	A25	113,43	5
22768	A26	82,73	5
21988	A27	9,00	4
22263	A28	20,99	6
22945	A29	27,16	4
21466	A30	3,84	6
23410	A31	37,44	4
480742	A32	253,96	5
21514	A33	9,11	4
21827	A34	42,07	4
62293	A35	129,94	4
23395	A36	39,17	6
23396	A37	19,70	6
23397	A38	72,37	6
23407	A39	21,01	5
23393	A40	32,06	5
21763	A41	5,61	4

Figur 9: Utvalda artiklar med nuvarande säkerhetslager angivet i pallar och dagar (TDS)

	Hall A & B	C	D	F	E	G	Totalt
Total golvyta [m2]	2318	1971	4 461,00	1180	1180	1156	12266
Tillgänglig pallyta + ställage [m2]	1158	203	3 211,00	672	570	384	6198
Transportgångar, upptagen yta etc. [m2]	1160	1768	1 250,00	508	610	772	6068
Utnyttjandegrad av golvyta [%]	49,95%	10,28%	71,98%	56,95%	48,33%	33,22%	50,53%

Figur 10: Den fysiska utformningen av lagret per hall

Genomsnittlig	Antal Pallar	Tomma pallplatser	Antal använda rader	Pallplatsutnyttjande	Radutnyttjande
<b>A &amp; B</b>	2823	2001	48	58,5%	87,3%
<b>C</b>	504	340	18	59,7%	92,1%
<b>D</b>	5891	5640	92	49,2%	87,6%
<b>E</b>	944	1432	22	39,7%	81,5%
<b>F</b>	451	2349	14	16,1%	50,0%
<b>G</b>	844	756	20	52,8%	80,0%
<b>Totalt</b>	11457	12953	214	46,9%	82,43%

Figur 11: Pallplatsutnyttjande och radutnyttjande per hall

Yta per hall	Antal använda	Max raddjup [pallplatser]	Gensnittligt pallar per djup [st]	Tomma pallplatser	Honeycombing	Genomsnittligt antal pallar	Pallar per rad
<b>A1</b>	23	26	16	10	38,92%	1472	64
<b>B1</b>	25	18	13	5	28,49%	1297	51
<b>C1</b>	9	10	7	3	26,82%	269,6	29
<b>C2</b>	5	9	6	3	31,24%	114	25
<b>C3</b>	4	13	8	5	37,02%	131	33
<b>D1</b>	32	29	17	12	41,79%	2130	68
<b>D2</b>	47	28	17	11	39,72%	3194,2	68
<b>D3</b>	13	27	15	12	43,40%	803,4	61
<b>F2</b>	7	35	8	27	76,45%	230,8	33
<b>F1</b>	8	15	9	6	40,96%	283,4	35
<b>E1</b>	22	22	11	11	50,68%	944	43
<b>G1</b>	20	16	11	5	32,92%	844	43

Figur 12: Honeycombing Ratio och radutnyttjande per hall

Basnummer	Artikel	Säkerhetslager	TDS
22342	A1	12,71	0,93
22257	A2	18,54	1,06
485535	A3	9,59	4,57
485531	A4	6,19	2,73
21351	A5	2,80	1,91
21350	A6	5,07	0,41
22354	A7	5,62	0,92
22184	A8	3,04	0,15
21607	A9	32,38	5,80
22346	A10	137,86	10,25
123150	A11	20,13	1,67
123250	A12	19,27	0,69
123520	A13	21,18	0,94
123280	A14	60,82	4,38
485507	A15	11,16	0,88
485495	A16	228,17	23,75
485508	A17	151,66	1,65
485494	A18	77,99	3,59
485506	A19	120,35	10,10
22928	A20	74,44	0,85
22262	A21	1,41	0,66
22924	A22	44,81	6,46
22923	A23	6,47	0,80
22946	A24	152,32	4,37
22767	A25	61,41	2,71
22768	A26	4,53	0,27
21988	A27	3,83	1,70
22263	A28	22,86	6,53
22945	A29	38,37	5,65
21466	A30	2,54	3,97
23410	A31	3,80	0,41
480742	A32	154,35	3,04
21514	A33	1,75	0,77
21827	A34	22,57	2,15
62293	A35	132,04	4,06
23395	A36	6,04	0,93
23396	A37	16,76	5,10
23397	A38	9,17	0,76
23407	A39	33,79	8,04
23393	A40	3,23	0,50
21763	A41	9,67	6,89

Figur 13: Beräknade säkerhetslager angivet i pallar och dagar (TDS)

Basnummer	Artikel	Kapitalbindning (TKR)	Nuvarande kapitalbindning (TKR)	Skillnad (TKR)
22342	A1	164,15	248,96	-84,81
22257	A2	46,58	85,12	-38,54
485535	A3	20,48	23,53	-3,05
485531	A4	16,23	23,11	-6,87
21351	A5	16,25	21,17	-4,92
21350	A6	97,57	216,59	-119,02
22354	A7	53,02	80,67	-27,64
22184	A8	147,28	228,83	-81,55
21607	A9	85,25	80,93	4,31
22346	A10	224,28	166,10	58,18
123150	A11	98,17	153,17	-55,00
123250	A12	213,18	367,13	-153,95
123520	A13	200,68	293,74	-93,06
123280	A14	154,27	145,66	8,61
485507	A15	69,22	117,82	-48,60
485495	A16	269,62	93,79	175,83
485508	A17	558,08	754,91	-196,83
485494	A18	195,52	204,91	-9,39
485506	A19	244,28	158,03	86,25
22928	A20	213,59	350,39	-136,80
22262	A21	56,82	68,77	-11,95
22924	A22	113,37	98,92	14,45
22923	A23	67,28	115,98	-48,70
22946	A24	363,74	349,55	14,20
22767	A25	273,10	334,45	-61,35
22768	A26	140,72	226,28	-85,56
21988	A27	25,82	34,67	-8,85
22263	A28	120,58	116,00	4,58
22945	A29	215,54	182,14	33,40
21466	A30	21,80	23,65	-1,85
23410	A31	86,58	144,14	-57,57
480742	A32	548,41	650,46	-102,05
21514	A33	22,69	35,41	-12,72
21827	A34	74,76	89,13	-14,37
62293	A35	162,31	160,71	1,60
23395	A36	84,40	135,23	-50,83
23396	A37	62,17	66,59	-4,42
23397	A38	144,46	236,08	-91,62
23407	A39	83,43	69,37	14,07
23393	A40	43,47	78,97	-35,50
21763	A41	29,65	22,44	7,21

**Figur 14:** Jämförelse av nuvarande och ny beräknad kapitalbidning efter minskning av säkerhetslager