



Forord

Denne masteroppgaven avslutter min 2-årige mastergrad ved handelshøyskolen - Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Oppgaven teller 30 av totalt 120 studiepoeng.

Min interesse for bedriftsøkonomi og ledelse av forsyningskjeder gjorde at økonomistyring ble valgt som hovedprofil når jeg startet på mastergraden. Fordi jeg på et tidlig tidspunkt hadde bestemt meg for at masteroppgaven skulle være logistikkrelatert, tok jeg kontakt med Europris. Gjennom arbeid i organisasjonen, og en tidligere skrevet bacheloroppgave anså jeg Europris som et interessant studieobjekt med spennende og utfordrende logistikk.

Jeg vil først rette en stor takk til min veileder Jens Bengtsson som har hatt stor betydning for å finne frem til den endelige problemstillingen. Han har vist stor fleksibilitet når det gjelder å ha fått gjennomført veiledninger i en hektisk hverdag. Dette har vært helt avgjørende for å komme i mål med oppgaven. Veiledningene har vært engasjerende og gitt nyttige innspill på veien til det ferdige produkt.

Oppgaven er skrevet i godt samarbeid med Europris AS, som har gitt meg nødvendige data og stilt opp til intervjuer. Jeg må rette en spesiell takk til Pål Christian Andersen, Audun Drageset for støtten og bidraget de har gitt meg i arbeidet. En takk må også rettes til logistikk controller - Tor Elverhøi som har bidratt stort i å fremskaffe nødvendig datamateriale.

Det må også rettes en takk for støtten Marco Pair har vist gjennom dette krevende semesteret. Uten den friheten jeg har hatt i arbeidsdagen, ville gjennomføringen ikke vært mulig.

Til slutt vil jeg takke den fantastiske familien min. Dere har vist stor tålmodighet i en hektisk periode, og jeg ser frem til endelig å kunne tilbringe helger samme dere igjen.

Europris hovedkontor – Fredrikstad

14.05.2015

Fredrik André Elverhøi

Sammendrag

Etter Europris AS ble stiftet i 2004 har selskapet hatt en formidabel vekst. For å holde tritt med denne veksten stod et nytt sentrallager ferdig i 2007. Til tross for det ny sentrallageret har veksten i antall butikker og økte markedsandeler ført til tiltagende behov for lagringsplass. Det tiltakende behovet for lagringsplass gjør at behovet for to lager i 2007, nå inkluderer fire eksterne lager i tillegg til sentrallageret. Fortsatt høy fyllingsgrad gjør at det planlegges leie av ytterligere kapasitet.

Høsten 2014 var selskapet AT-Kearney inne og gjorde et konsulentoppdrag for å beregne det fremtidige kapasitetsbehovet i Europris. Et sentralt spørsmål vil i denne sammenheng være hvordan dette kapasitetsbehovet skal forvaltes. Hvordan et fremtidig sentrallager bør se ut har forankringer i lagerdesignteori. En svært viktig tematikk rundt dette er knyttet til valg av lagrings- og materialhåndteringsutstyr. Som følger av utviklingen i konkurransemarkedet og et stadig utfordrende kostnadsnivå er spørsmål knyttet til automatisering sentral.

Casestudien tar først for seg hvilke kapasitet- og spesifikasjonskrav som stilles til et fremtidig sentrallager. Gjennom en detaljert gjennomgang av nåsituasjonen i Europris er meningen å komme frem til logistikkfunksjonens krav. Den overordnede strategien som bygger på kostnadslederskap setter krav for logistikksystemet. Dette setter krav til at logistikkfunksjonen må drives kostnadseffektivt. Herunder søker lageret å oppnå høy produktivitet i driften og god utnyttelsesgrad av systemer og utstyr. Lagringskravet i Europris er høyt. Dette medfører krav om arealbesparelse og høy lagringstetthet.

Den andre delen av forskningsspørsmålet går ut på finne frem egnet lagrings- og materialhåndteringssystem for Europris sine ulike sortiment. Dette løses gjennom analyser basert på det teoretiske rammeverket i oppgaven.

Fra kravene til logistikksystemet og analysene i kapittel seks finner jeg til et lagersystem bestående av et bufferlager adskilt fra ordreplukk området. Bufferlageret anbefales å være et høylager. Høylageret komplimenteres av lagerautomater. I tillegg anbefales lagersystemet konvensjonell plukk og lagring i både pallreol og frittstående pallstabling. Endringer i ordrestrukturen gjør at det anbefales å dele lageret opp i tre ulike ordreplukksoner.

Abstract

After Europris AS was established in 2004 the company has experienced significant growth. To keep pace with this growth, a new central warehouse was completed in 2007. Despite the new central warehouse, growth in number of stores and increased market share has led to increasing demand for storage. The increasing need for storage has resulted in multiple warehouses in the same area. Still high fill ratio in the warehouse have resulted that the company plans to hire additional capacity.

In the autumn of 2014, AT Kearney did a consulting assignment, calculating the future demand for warehouse capacity in Europris. A key question will in this context be how this capacity need to be managed. How a future central warehouse should look like have anchors in warehouse design theory. An important task of warehouse design is related to selection of storage and material handling systems. The development in the competitive market and further challenges regarding cost issues has made the question to automate or not relevant.

The first issue in the case study is related to set capacity- and specification requirements for a future central warehouse. Through a detailed review of the current situation in Europris, I intended to provide requirements for the warehouse function. The business strategy is bases on cost leadership and sets requirements for the logistic system. This requires the logistics function to be operated cost efficient. The warehouse seeks to achieve high productivity in the warehouse operation. The logistics function also requires good utilization of the systems and equipment being used. The demand of storage is high in Europris. This requires space savings and high storage density.

The second part of the research question involves finding suitable storage and material handling systems for the various assortments Europris have. This is solved through an analysis based on the theoretical framework of the thesis.

From the demands of the logistic system and analyzes in chapter six, I find a stock system consisting of a separating the reserve and pallet picking area from the order picking area. The reserve and pallet picking area is recommended to be a high-bay warehouse. The highbay warehouse is complemented by a vertical carousel. Additionally I recommend a conventional storage and orderpicking system. This including usage of pallet racks and block stacking. hanges in the order structure means that it is advisable to divide the warehouse into three different order picking zones.

Innhold

FORORD	I
SAMMENDRAG	II
ABSTRACT	II
FIGUR- OG TABELLISTE	VI
FIGURER	VI
TABELLER	VII
1 INTRODUKSJON	1
1.1 PROBLEMSTILLING	4
1.2 AVGRENSINGER OG KOMMENTARER	5
2 NÅSITUASJON I EUROPRIS AS	6
2.1 ORGANISASJONSSTRUKTUR	6
2.2 PRODUKTER	7
2.3 FORSYNINGSKJEDE	8
2.3.1 INNKJØSPROSESSEN	8
2.4 LAGERFUNKSJONEN	10
2.4.1 INNGÅENDE LOGISTIKK	12
2.4.2 LAGRING	13
2.4.3 ORDREPLUKK	16
2.4.4 UTGÅENDE VAREFLYT	20
2.5 OPPSUMMERING AV NÅSITUASJON	21
3 TEORETISK RAMMEVERK	23
3.1 BAKGRUNN	23
3.2 LAGERFUNKSJONEN	24
3.2.1 LAGERSYSTEMER – AUTOMATISERTE OG MEKANISERTE PROSESSER	25
3.3 LAGRING OG HÅNDBEREGNINGSSYSTEMER	27
3.3.1 LAGRINGS- OG HÅNDBEREGNINGSSYSTEMER FOR PALL	27
3.3.2 ANDRE TYPER ENHETSLASTER	31
3.4 LAGERDESIGN	33
3.4.1 PROBLEMER OG UTFORDRINGER I LAGERDESIGN:	34
3.4.2 RAMMEVERK FOR LAGERDESIGN	35
3.4.3 LAGERDESIGN VURDERT UT FRA BESLUTNINGSNIVÅ:	39
3.5 TRINNENE I VALG AV HÅNDBEREGNINGSSYSTEMER	40
3.6 DATAINNSAMLING OG ANALYSER	41
3.6.1 LAGERAKTIVITETSPROFILERING:	43
3.6.2 VALG AV LAGRINGSSYSTEM:	43
3.6.3 EVALUERING AV UTSTYRSTYPER	44
3.6.4 KLASIFISERING OG DIFFERENSIERING GJENNOM ABC-ANALYSER	45

4	METODE	46
4.1	FORSKNINGSDESIGN:	46
4.2	DATAKILDER:	47
4.3	METODEVALG:	47
4.3.1	KVANTITATIV METODE	47
4.3.2	KVALITATIVE INTERVJUER	48
4.4	VALIDITET OG RELABILITET	50
4.4.1	KRITIKK AV METODEVALG	50
4.4.2	KRITIKK AV DATAGRUNNLAG	50
5	STØRRELSE, DIMENSJONERING OG SPESIFIKASJONSKRAV	51
5.1	FORSYNINGSKJEDENS KRAV TIL LOGISTIKKFUNKSJONEN	51
5.2	KRAV TIL FREMTIDIG BEHOV I LAGRINGSKAPASITET OG MATERIALHÅNTERINGSSYSTEMER	52
5.2.1	KRAV TIL LAGRINGSVOLUM OG LAGRINGSKAPASITET FOR PALLER I 2022	54
5.2.2	MODELL FOR KRAV TIL ORDREPLUKK I 2022	56
5.2.3	ORDRESTRUKTUR 2022	57
5.2.1	DIMENSJONERING AV SKU	59
5.2.2	INNGÅENDE VARESTRØM	61
5.3	OPPSUMMERING AV DIMENSJONERING OG DISKUSJON	61
5.3.1	LAGRING	61
5.3.2	ORDREPLUKK OG ANTALL SKU	62
6	VALG AV LAGRINGS- OG MATERIALHÅNTERINGSSYSTEM	64
6.1	LAGREDE PALLER	64
6.1.1	GRUNNSORTIMENT	64
6.1.2	PALLER LAGRET – SESONGVARER	65
6.1.3	PALLER LAGRET – KAMPANJEVARER	67
6.2	HELPALL ANALYSE FOR GRUNNSORTIMENT OG SESONG	68
6.3	ABC-ANALYSE UTGÅENDE VAREFLYT	69
6.4	PALLER PLUKKET PER UKE	70
6.5	FORDELINGSMODEL	70
6.6	RESSURSBRUK I 2014	71
7	ANBEFALT KONSEPTLØSNING OG DISKUSJON	73
7.1	HØYLAGER	73
7.2	LAGERAUTOMAT	75
7.3	KONVENJONELL ORDREPLUKK	76
8	KONKLUSJON	78
9	REFERANSELISTE	VII
10	VEDLEGG	IX
10.1	VEDLEGG 1 – INTERVJU MED LEDER AV DRIFT OG ANALYSE I LOGISTIKKAVDELINGEN	IX
10.2	VEDLEGG 2 – ANALYSE PALLER LAGRET – KAMPANJEVARER	X
10.3	VEDLEGG 3 – ANALYSE; ANTALL PALLER PLUKKET PER UKE	XI

Figur- og tabelliste

Figurer

Figur 1: Europris – Organisasjonskart	6
Figur 2: Volumflyt – Fra start til ende – Forsyningskjede	9
Figur 3: Lagerstruktur og kapasitet	10
Figur 4: Fyllingsgrad på sentrallager, kampanjelager og totalt.....	11
Figur 5: Volum mottatt per uke 2014.....	13
Figur 6: Volum og paller lagret.....	14
Figur 7: Antall SKU lagerlagt vs. Antall SKU solgt per uke 2014.....	15
Figur 8: D-pak plukket per uke - 2014 - Alle vareveier	17
Figur 9: Volum plukket per uke - 2014 - Alle vareveier.....	18
Figur 10: Ordrelinjer per uke 2014.....	19
Figur 11: Antall paller lastet og antall biler per uke 2014.....	20
Figur 12: Lagerflytdiagram - Oppsummering nåsituasjon	22
Figur 13: Grunnleggende lagerfunksjoner og flyt, fritt fra:(Baker, 2010)	25
Figur 14: Dypstablingsreol – Figur hentet fra EAB.AS	29
Figur 15: Gjennomløpsreol – Figur hentet fra EAB.AS	29
Figur 16: Høylager – Hentet fra daifukueurope.com	30
Figur 17: Horisontal Lagerautomat (Hentet fra Kardex-remstar)	32
Figur 18: Vertikal lagerautomat (Kardex -Remstar)	33
Figur 19: Fem beslutningskategorier, fritt fra (Gu et al., 2010).....	35
Figur 20: Lagerflyt diagram (Rushton et al., 2014)	42
Figur 21: Identifisering av mulige lagringssystemer (Rushton et al., 2014).....	44
Figur 22: Volum indeks per sortiment	53
Figur 23: Gjennomsnittlig volum M ³ lageret i containerhavn per uke 2014	54
Figur 24: Krav til volumkapasitet - år 2022 - 90 % fyllingsgrad.....	55
Figur 25: Kapasitetskrav ordreplukk - Volum per uke 2022	57
Figur 26: Ordrelinjer - år 2022 fordelt på G, K og S	58
Figur 27: ABC-analyse for lagrede paller - Grunnsortiment	64
Figur 28: ABC-analyse for lagrede paller – Sesongvarer	66
Figur 29: ABC-analyse: Ordrelinjer, volum og D-pak.....	69
Figur 30: Ressursbruk i lagerfunksjonene 2014.....	72
Figur 31: Oversiktsbilde - Konseptskisse.....	77

Tabeller

Tabell 1: Produktkategorier og forretningsområde	7
Tabell 2: Inngående vareflyt per uke 2014.....	13
Tabell 3: Oppsummering ordrestruktur 2014	19
Tabell 4: D-pak per ordrelinje	20
Tabell 5: Ulike lagerkonsept (Phillips, 2007)	27
Tabell 6: Trinnene i valg av håndteringsutstyr (Hassan, 2010)	41
Tabell 7: Oversiktstabell – Krav til lagringskapasitet - 2022.....	55
Tabell 8: Oppsummering kapasitetskrav - ordreplukk 2022	57
Tabell 9: Oppsummering ordrestruktur 2022.....	58
Tabell 10: Oversikt - SKU med differanse mellom lagret og solgt over 50 uker	60
Tabell 11: SKU lagret og solgt i 2014 - fordelt på G, K og S.....	60
Tabell 12: Oversiktstabell - Estimert inngående varestrøm inkl. alternativ varevei	61
Tabell 13: Fordeling over paller lagret - Grunnsortiment og forretningsområde	65
Tabell 14: Fordeling over paller lagret - Sesong og forretningsområde	66
Tabell 15: Resultater av analyse for helpallsplukk	68
Tabell 16: Oppsummering av ABC-analyse: Ordrelinjer, Volum M ³ og D-pak.....	69
Tabell 17: Fordeling av egenskaper	71

1 Introduksjon

Konkurranse og volatilitet i dagens markeder gjør at det settes krav til logistikkfunksjonen i henhold til fleksibilitet, kvalitet og effisiens. Samtidig indikeres det at kapital og driftskostnadene knyttet til lager representerer mellom 22 og 25 % av de totale logistikkostnadene (Baker & Canessa, 2009). Dette støttes av (de Koster, Le-Duc, & Roodbergen, 2007) som hevder at drift av lager stod for omkring 20 %. Disse tallene viser at lagerkostnader er signifikante.

Europris AS er etter hvert blitt en velkjent retail-kjede for de fleste nordmenn. De driver et lavpriskonsept, hvor kjernevirksomheten er basert på innkjøp og distribusjon av lavkostnadsvarer. Siden Europris AS ble stiftet i 2004 har selskapet hatt en formidabel vekst. For å holde tritt med denne veksten stod et nytt sentrallager på 30 000 M² ferdig i september 2007 på Øra-området i Fredrikstad. På dette tidspunktet reduserte man drift på tretten lokale lager til kun to. Til tross for det nye sentrallageret har veksten i antall butikker og økte markedsandeler ført til videre tiltagende behov for lagringsplass. Dette har ført til at det i dag opereres fra sentrallager og fire eksterne lager, samtidig som det også planlegges leie av ytterligere kapasitet.

Det såkalte «fundamentale lokaliseringsprinsipp» sier at dersom det i et område finnes flere enn ett ledd av typen, fabrikk depot eller subdepot, bør disse i størst mulig utstrekning legges på samme sted (Grønland, 2010, p. 216). Dette kan indikere at det i fremtiden vil være egnet å påse at all lagerdrift i Fredrikstad området bør flyttes under samme tak.

Sentrallageret har gjennom året perioder med store utfordringer knyttet til fyllingsgraden. Avhengig av sesong varierer fyllingsgraden mellom 90-99 %. Dette har gitt store utfordringer i den daglige driften. Økt internttransport og økt håndtering fører til kostnader som i et kundeperspektiv kan anses som sløsing. På grunn av fyllingsgrad over 99 % måtte man i mars 2015 enkelte dager stoppet inntak av varer på sentrallageret. Dette førte til at varer måtte tas inn ved andre lager i området og flyttes over når det var plass.

En effektiv lagerdrift er nøkkelen til mange av de viktigste logistikkprosessene. Et lager som er fordelaktig designet og veldrevet kan gi betydelige konkurransefortrinn. Lageret må være til for å gi en verdi. Design og driftsmessige evner må tilpasses og utvikles i tråd med økende behov og kompleksitet i virksomhetsprosessene. (Baker, 2010)

Det siste tiåret har man sett en oppadgående trend i størrelsen på lagrene som bygges. Dette har til dels bakgrunn i at lagrene har fått en større rolle i forsyningskjeden. En annen grunn er det økende kravet til lagringskapasitet som følger av flere faktorer. For det første har globalisering gjort at lengre ledetider stiller strengere krav til størrelsen på sikkerhetslageret. For det andre har produktlinjeutvalget som tilbys kundene økt for å møte nye krav i preferansene deres. (Baker, 2010)

Samtidig som Europris har utfordringer med den daglige driften, er det også utvikling i konkurransemarkedet. Som følger av at Rusta vokste ut av deres eksisterende lager i Småland er det investert i et nytt lager og distribusjonsanlegg i Norrkjøping. Her har Rusta valgt å gå for et automatisert høylager med kapasitet på 64 000 pallplasser. Gjennom automatiseringen ønsker man å forbedre ledetid og servicegrad mot varehusene, og effektivisere logistikkprosessen ved lageret med tanke på fremtidig vekst (Ivarson, 2014).

Lager er viktige særlig for to sentrale perspektiver; service og kostnader. Fra et serviceperspektiv er det sentralt å kunne møte kundeordre. Dette har viktig betydning for kundeservice, bruttomarginer, kundelojalitet, og derav fremtidig inntjening og aksjepriser. I tillegg til lagerets betydning for logistikkostnadene bidrar lagerverdiene til ytterligere 13 %. En stor andel av servicepotensialet og kostnadene som påløper i lagerdriften, blir bestemt allerede i designfasen. Faste kostnader, inkludert leie, renter og avskrivninger står ofte for 30-50 % av lagerkostnadene. I tillegg bestemmes mange av de variable kostnadene, som for eksempel arbeidskraft og strømforbruk også i designfasen. Et lite fleksibelt eller dårlig designet lager kan være svært ødeleggende for hvordan en virksomhet presterer (Baker, 2010).

Høsten 2014 var selskapet AT-Kearney inne og gjorde et konsulentoppdrag for å beregne det fremtidige kapasitetsbehovet i Europris. Et sentralt spørsmål vil i denne sammenheng være hvordan dette kapasitetsbehovet skal forvaltes. Som følger av utviklingen i konkurransemarkedet og et stadig utfordrende kostnadsnivå er spørsmål knyttet til automatisering svært sentral. Flexibiliteten på et fremtidig sentrallager vil være svært viktig fordi Europris i dag er svært kampanjedrevet og stadig har utskiftninger i sortimentet som beveger seg gjennom forsyningskjeden. Varesortimentet er også svært varierende, noe som har stor betydning for kravene til lagrings- og materialhåndteringssystemer.

Det er strategiske problemstillinger som berører lagerdesign prosessen. Spesielt forretningsplanen og forsyningskjede strategien representerer utgangspunktet for lagerdesign.

Her defineres lagerets rolle, krav til gjennomstrømningskapasitet, lagerbeholdning og kundeservice. Slike krav legger føringer for utstyr og driftsmetoder samtidig som det legger krav til layout, informasjonssystemer, beregning av utstyr og bemanning og krav til kapital- og driftskostnader (Rushton, Croucher, & Baker, 2014).

Hvordan et eventuelt fremtidig sentrallager bør se ut har forankring i lagerdesignteori. En svært viktig tematikk rundt dette er knyttet til valg av utstyr. Valg av utstyr i lagerdriften er viktig for å oppnå god produktivitet. Ulikt utstyr vil følgelig ha vidt forskjellige krav til arealbehov. Det viktigste er å finne frem til valg av utstyr og automatiseringsgrad som vil være det mest effektive utfra et totalkostnadsperspektiv. (Grønland, 2010, pp. 130-132)

1.1 Problemstilling

Et problem er en undring som er formulert som et spørsmål vi ønsker svar på. For at et problem skal egne seg som et forskningsspørsmål er det viktig at selve problemet formuleres slik at det lar seg undersøke. Problemstillingen skal altså være et spørsmål som stilles med et bestemt formål og på en måte som lar seg belyse gjennom bruk av metode. (Dalland, 2012, pp. 126-128)

Med utgangspunkt i introduksjonen, samtaler med logistikkdirektøren og forundersøkelser, har jeg kommet frem til følgende problemstilling:

Hvilke lagrings- og materialhåndteringssystemer vil være hensiktsmessig for et fremtidig sentrallager hos Europris?

- *Hvilke kapasitet- og spesifikasjonskrav stilles til et fremtidig sentrallager?*
- *Hvilke løsninger vil egne seg for ulike de ulike sortimentsklassene?*

Et viktig punkt når man skal velge ut lagrings- og materialhåndteringssystemer er å spesifisere kravene til internlogistikken. Herunder vil det derfor være viktig å kunne si noe om hvilket kapasitetsbehov et fremtidig sentrallager må kunne håndtere. Problemstillingen vil deretter på konseptuelt nivå utforske hvilke systemer som vil egne seg for varer i de ulike sortimentsklassene. Et sentralt punkt, vil være å finne frem til om systemene skal automatiseres, eller om fortsatt bruk av konvensjonell lagring og plukk vil være det mest fordelaktige i fremtiden.

Dette er en problemstilling som jeg finner svært interessant. For det første tar den sikte på å løse en konkret problemstilling. Problemstillingen er svært sentral for Europris og omfatter en sentral utfordring i dagens drift. For det andre ser jeg på lagerdesign som et engasjerende tema, og derav ønsker å tilegne meg mer kunnskap om designprosessen. Gjennom en slik problemstilling kan Europris få gode innspill i hvordan lagerdesignprosessen kan løses.

1.2 Avgrensinger og kommentarer

Avgrensninger av problemstilling og oppgave generelt vil være et viktig tiltak for å kunne holde seg innenfor rammen av oppgaven som skal leveres (Løvendahl & Wenstøp, 2008, p. 20). Det er også nødvendig å gjøre avgrensninger og ta forutsetninger for å øke kvaliteten på analyser og oppgaven i seg selv.

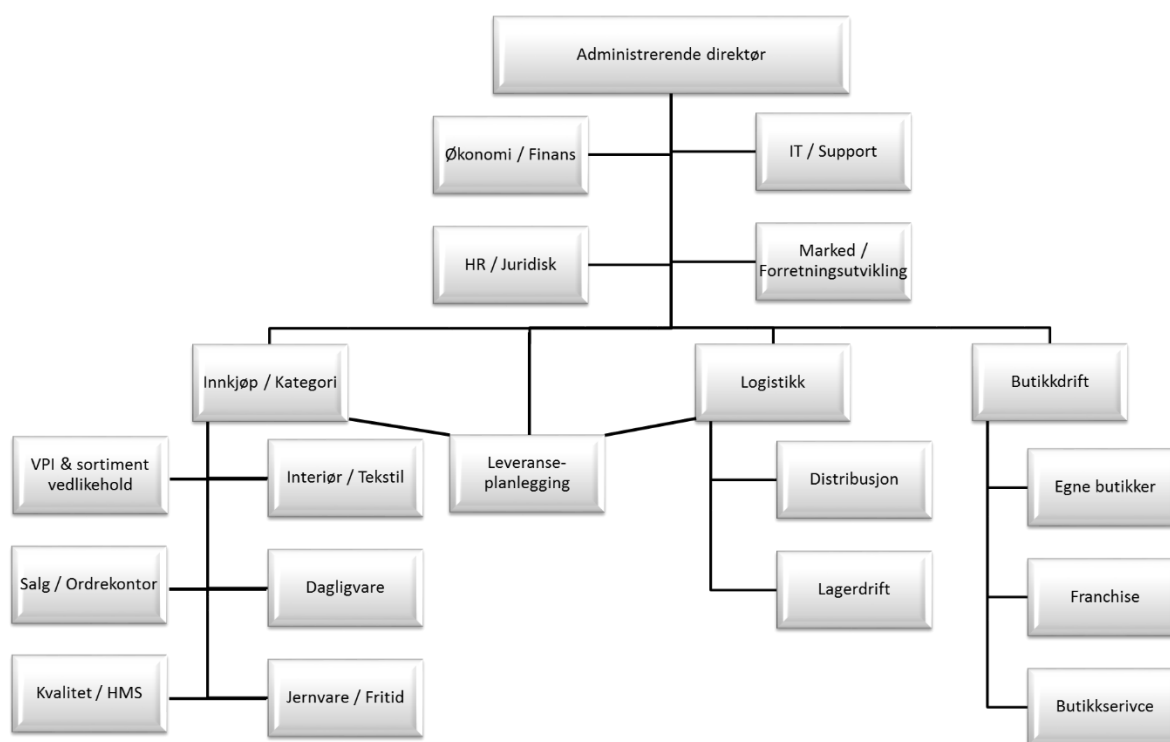
- Oppgaven vil ikke ta stilling til lokalisering av et eventuelt nytt sentrallager.
- Oppgaven vil kun ta for seg fastmontert håndteringsutstyr, og vil derfor ikke gå inn på behov knyttet til reach trucker, plukk trucker, bemanning og lignende.
- Et viktig punkt for oppgaven er å kunne fastsette et krav til logistikksystemet. Herunder må det bestemmes kapasitetsbehov. Dette gjør at oppgaven til dels baseres på et konsulentoppdrag gjort av AT-Kearney høsten 2014.
- Oppgaven tar kun hensyn til varesortimentklassene; Grunnsortiment, Kampanje og Sesong. Ser dermed bort ifra; Markedsmateriell, deler og eventuelle andre sortimentklasser. Andelen av G, K og S utgjør 99 % av volum solgt fra grossist til butikk.
- Oppgaven baserer seg på varer som har vært lagerlagt i 2014. Sortimentstruktur og produktmiks antas å være uforandret.
- En del av informasjonen som gjengis i oppgaven er basert på egen informasjon og erfaringer jeg har om selskapet. Videre benyttes det også informasjon om observasjoner og korte samtaler med personer i organisasjoner som ikke er dokumentert. Dette har bakgrunn i at jeg har vært ansatt i organisasjonen over flere år, og derav har god kjennskap til hvordan organisasjonen fungerer. Min erfaring fra selskapet er 5 år deltid i lagerfunksjonen utgående lager. I tillegg skrev jeg våren 2013 en bacheloroppgave om bruk av alternative vareveier. Fra februar 2015 har jeg jobbet i avdelingen leveranseplanlegging som operativ innkjøper / leveranseplanlegger.

2 Nåsituasjon i Europris AS

Oppgaven vil ta for seg Europris, som etter hvert har blitt en velkjent retail-kjede for de fleste nordmenn. Europris driver et lavpriskonsept og har etter hvert anskaffet seg en god posisjon i det norske markedet innenfor flere av deres produktkategorier. Kjerne virksomheten er i dag basert på innkjøp og distribusjon av lavkostnadsvarer i form av import og engros, detaljsalg og franchise. I dag er Europris en lukket kjede, og grossist leddet distribuerer kun til Europris butikker fra de ulike lagrene som er lokalisert i Fredrikstad området. Slogordet til Europris er «mer til overs», og skal indikere at de ønsker å tilby sluttkunden markedets beste pris på sammenlignbare produkter.

2.1 Organisasjonsstruktur

I dag eies Europris av det nordiske «private equity» selskapet Nordic Capital. Nordic Capital kjøpte Europris Holding AS 2. mars 2012 fra IK Investment partners. Under vises dagens organisasjonsstruktur:



Figur 1: Europris – Organisasjonskart

Ledergruppen er bestående av administrerende direktør og direktørene for hver av de syv hovedavdelingene. Leveranseplanlegging er i dag egentlig lagt under innkjøp/kategori, men kan hevdes å være et bindeledd mellom logistikk og innkjøp. Dette grunnet betydningen

avdelingen har for varestrømmen inn til lager, samtidig som de arbeider tett med produktsjefene i innkjøpsprosessen.

Dagens butikkdrift er bestående av 221 Europris butikker i Norge. Strukturen for butikkdriften er henholdsvis 156 egneide butikker og 65 franchise butikker. Antallet butikker forventes å vokse til 250 innen utgangen av 2022, noe som innebærer en økning på 13,1 % de neste åtte årene. 70/30 fordelingen mellom egneide og franchise forventes å holde også i tiden fremover. I dag går 9 butikker under klassifiseringen Europris pluss. Dette innebærer er butikker med større salgsflate og et utvidet sortiment. Butikkdriften omsatte for omkring 4,7 milliarder kroner i 2014.

Per mars 2015, er Europris lokalisert med både hovedkontor og lagerdrift i Fredrikstad.

2.2 Produkter

Europris har i dag tre ulike sortimentgrupper: Grunnsortiment, kampanje og sesong. 53 % av solgte SKU fra mars 2014 til februar 2015 var grunnsortiment. I dag er Europris bestående av tre overordnede produktkategorier; Dagligvare, interiør / tekstil og jernvare / fritid. Innenfor disse produktkategoriene har man følgende forretningsområder:

Dagligvare	Interiør / tekstil	Jernvare / fritid
Dagligvare	Klær, sko og tilbehør	Elektronikk
Sjokolade og snacks	Hjem og kjøkken	Handyman
Personlig pleie		Reise, sport og fritid
Vask og rengjøring		Hus og hage
Dyremat og dyretilbehør		
Hobby og kontor		

Tabell 1: Produktkategorier og forretningsområde

Forretningsområdene følger sin produktsjef. En produktsjef kan ha flere forretningsområder og legges under den kategorien hvor hovedtyngden av varene ligger. I analysedelen vil forretningsområdene og produktene spille en viktig rolle.

2.3 Forsyningskjede

En kan i stor grad si at Europris har en kompleks forsyningskjede. Forsyningskjeder kan ha ulik strategisk tilpasning, avhengig av kravet til responsivitet og effisiens (Chopra & Meindl, 2013).

På grunn av Europris sin posisjon i markedet kan det hevdes at forsyningskjede strategien i stor grad preges av man ønsker å oppnå kostnadslederskap. Europris ønsker å tilby produkter til markedets beste pris på sammenlignbar kvalitet. Likevel er det elementer i vareforsyningen til butikk som krever responsivitet og fleksibilitet. Sentrallageret spiller en viktig rolle i forsyningen fordi man ønsker å redusere ledetiden for butikkdrift, og samtidig kunne respondere raskt til behovet og endringer i preferanser. På den andre siden, gjør standardisering av leveringstidspunkter at man ønsker at forsyningen ut mot butikk skal forgå mest mulig kostnadseffektivt. Dette bærer distribusjonsstrategien også preg av. Her søker man å redusere kostnader gjennom høy utnyttelsesgrad og ved å oppnå stordriftsfordeler.

En stor andel av produktene som kjøpes inn har lang ledetid. For at grossistledet skal kunne respondere raskt til kundeordre er man avhengige av å ha bufferlager for å svare til usikkerhet i etterspørsel og vareforsyning.

Det brede varesortimentet, og de ulike sortimentklassene gjør at logistikken må inneha en viss fleksibilitet. Varesortimentet varierer mye knyttet til hvor voluminøse varene er gjennom ulike deler av året. Kampanjevarene går ofte gjennom systemet en eller få ganger, før de utgår etter kampanjeperioden.

2.3.1 Innkjøpsprosessen

Innkjøpsprosessen starter med at produktsjef / strategisk innkjøper finner et produkt som de ønsker i sortiment. Deretter besluttes det om varen skal være i grunnsortiment, være en sesongvare, eller gå på en spesifikk kampanje. Produktsjefene knytter kontakt direkte mot leverandør eller gjennom en agent. Den strategiske innkjøperen tar hånd om innkjøpsavtalen, og forhandlingen om kontraktbetingelser. Enkelte varer har høye minimums antall (MOQ) som setter begrensninger i senere ledd.

Når den strategiske innkjøperen har funnet en vare sendes registreringsskjema til vare- og produktinformasjon (VPI-avdelingen). Her blir vareregisteringen fullført og varen er klargjort for bestilling.

Den operative innkjøperen har ansvar for den daglige bestillingen av varer. Herunder følger også leverandøroppfølging knyttet leveranse av riktig produkt, i riktig mengde, i riktig tilstand, på riktig sted og til riktig tid. Innkjøpene for grunnsortiment er prognosebasert, og innkjøpssystemet Clarity benyttes som prognoseverktøy. En viktig del av jobben er dermed å vedlikeholde parameterne innkjøpssystemet bygger på. Det differensieres på servicegrad gjennom en todimensjonal ABC/XYZ-matrise basert på bruttomargin og produktomsetning:

- 9 % av varene har et servicegradsmål på 98 %
- 58 % av varene har et servicegradsmål på 95 %
- 27 % av varene har et servicegradsmål på 91 %
- 6 % av varene har et servicegradsmål på 89 %

Kampanjevarene og til en viss grad sesongvarer er drevet av forhåndsbestillinger fra egne varemesser for butikkene. Varemessene gjennomføres i februar og september. I september gjøres det forhåndsbestillinger for første halvdel av året. I februar gjøres det forhåndsbestillinger på varer som skal gå på kampanjer andre halvår. Forskjellen mellom sesong og kampanjevare er følgelig at man for sesongvarene skal være leveringsdyktige gjennom hele sesongperioden. Kampanjevare går en eller få ganger på kampanje gjennom et år, og innkjøpet skal dekke behovet for kun kampanjen. Dette vil være en beste praksis, og blir ikke alltid overholdt. Til dels skyldes dette fraktbetingelser, og høye MOQ. Dette synes godt av de mange kampanjerestene som står og tar opp plass på de ulike lagrene. Under presenteres et flytdiagram over Europris sin forsyningskjede hvor sentrale nøkkeltall kommer frem:

Andel - totalt volum	Produksjon / Distribusjonslager		Inngående Transport	Europris forsyningskjede - Lagring, Distribusjon og Butikksalg			
29 %	Norge		BIL Gjennomsnittlig total ledetid ca. 20 dager	Normal varevei (lager) Fredrikstad 86 %	Sjø transport 29 %	Bil transport 71 %	221 Europris butikker per 2015: 70 % Egeneide og 30 % Franchise - 4,7 milliarder i omsetning 2014
	Grunnsortiment	66 %					
	Kampanje	31 %					
	Sesong	3 %					
25 %	Europa		BIL Gjennomsnittlig total ledetid ca. 34 dager	Alternativ varevei (3PL) 14 %			
	Grunnsortiment	70 %					
	Kampanje	25 %					
	Sesong	5 %					
47 %	Langreiste (Hovedsakelig Asia)		BÅT 3,25 % av toltat volum kommer med båt fra Europeiske land				
			FCL Gjennomsnittlig total ledetid ca. 100 dager				
	Grunnsortiment	34 %					
	Kampanje	34 %					
	Sesong	32 %					

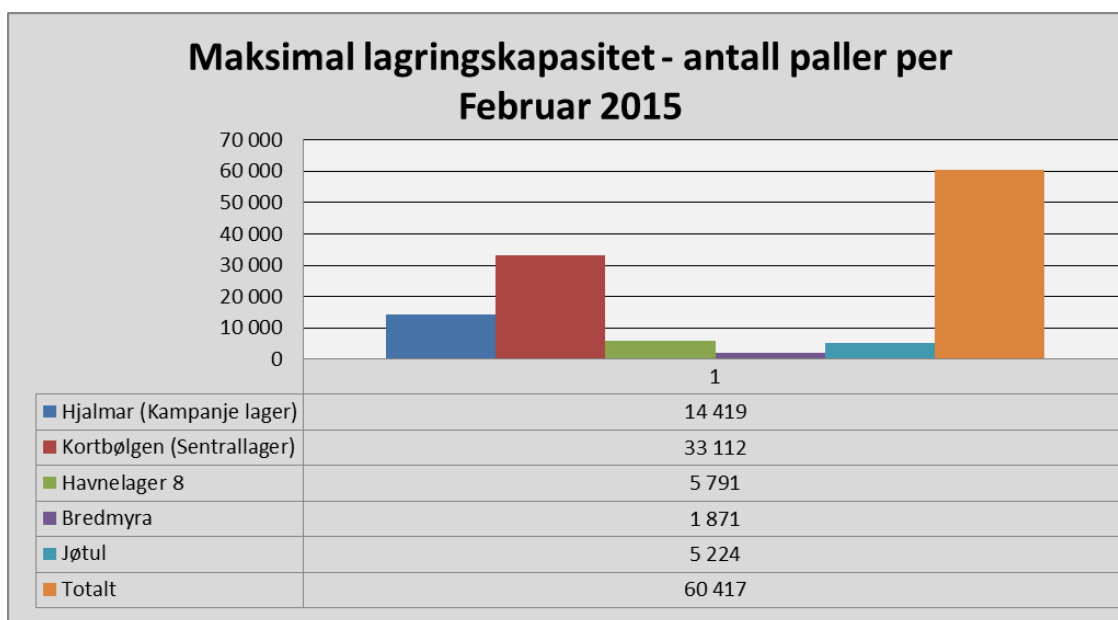
Figur 2: Volumflyt – Fra start til ende – Forsyningskjede

Langreiste varer står for nesten halvparten av volumet. Dette har konsekvenser i form av lang ledetid. Lang ledetid påvirker i den grad at planlegging må tas med mindre informasjon på beslutningstidspunktet.

Basert på mottatte innkjøpslinjer gjennom 2014 er volumfordelingen mellom sortimentklassene totalt henholdsvis 52 % grunnsortiment, 30 % kampanjevarer og 18 % sesongvarer. Dette indikerer i stor grad at Europris er aktivitetsstyrt. Med aktivitetsstyrt mener jeg at varer fases inn og ut med høy frekvens og betydningen kampanjeavisene har for tankegangen i kjeden. Det er viktig å påpeke at man i løpet av året også har kampanjer på sesong- og grunnsortiment.

2.4 Lagerfunksjonen

Europris er i dag bestående av fem lager, alle lokalisert i Fredrikstad og Sarpsborg området. Det er daglig produksjon i form av ordreplukk på to av disse. Sentrallageret tar seg av all grunnsortiment og alle sesongvarer. HBV brukes i dag som kampanjelager. De tre resterende lagrene benyttes i dag hovedsakelig til sesonglagring, lagring av rester fra kampanjer, men også noe bufferlagring. De spiller også en viktig rolle når det gjøres investeringskjøp. Som nevnt tidligere gjør denne lagerdriftstrukturen at Europris opplever en stor andel av intertransport mellom lagrene. Under vises lagringskapasiteten for de ulike lagrene:

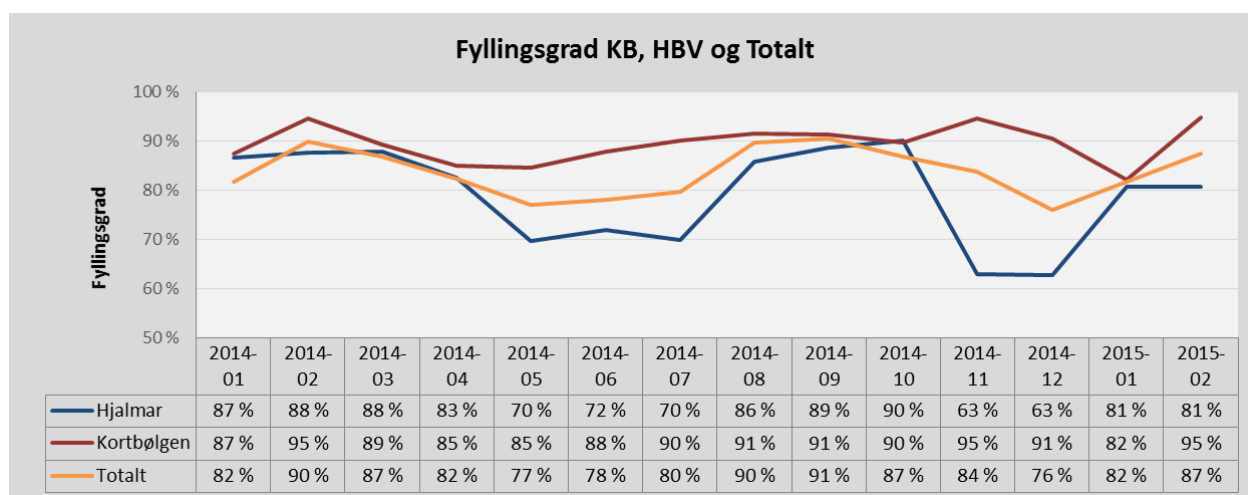


Figur 3: Lagerstruktur og kapasitet

I dag benyttes et WMS-systemet ASTRO WMS i lagerdriften. Implementeringsprosessen tok i overkant av seks måneder og var oppe og gikk den 2. desember 2012. ASTRO WMS er et

velkjent WMS system som blant annet benyttes av Carlsberg og IKEA. Startfasen bar preg av driftsmessige utfordringer, noe som ikke er uvanlig når man går over til slike komplekse systemer. I dag fungerer systemet godt, men på enkelte områder opplever man fortsatt utfordringer. Dette har gjort at man har besluttet å oppdatere til siste programvare 13. juni 2015. For at systemet skal fungere optimalt, strebes det hele tiden at parametere vedlikeholdes og at den inputen som systemet bearbeider hele tiden er så korrekt som mulig. Underveis i nåsituasjonen presenteres betydningen WMS-systemet har for de ulike lagerfunksjonene.

Som nevnt innledningsvis, er det store utfordringer knyttet til fyllingsgraden på lager. Under vises utviklingen over fyllingsgraden per måned fra januar 2014 til februar 2015. Figuren inneholder fyllingsgraden totalt og for sentrallager og kampanjelager.



Figur 4: Fyllingsgrad på sentrallager, kampanjelager og totalt

Grafen bærer preg av at fyllingsgraden rapporteres en gang i måneden og gir uttrykk for et langt penere bilde enn det som er realiteten.

Foruten om lagerstedene benyttes også havnen i Fredrikstad som mellomlagring for containerne som ankommer. Dette er en god løsning med tanke på dagens kapasitetsproblemer og containere hentes inn ved behov. Likevel kan det være utfordringer knyttet til denne løsningen, da containerleie påløper dersom de står over tre uker.

Under vises en oversikt over ulike logistikkrelaterte nøkkeltall for 2014. Tabellen er ment som en oversikt for lesere av rapporten for å danne seg et bilde over logistikken i Europris. I tillegg er det god indikasjon for å kunne fastsette krav til internlogistikken.

Logistikkrelaterte nøkkeltall (2014)	
Antall leverandører: 498	Totalt solgte SKU's fra grossist: 8 876
Antall Land (Leverandører): 37	Utgående varevolum: 384 327 M ³
Inngående varevolum 2014: 388 506 M ³	Antall D-Pak plukket: 9 768 671
Antall D-Pak mottatt 2014: 10 593 797 stk.	Antall produserte paller: 328.335 stk.
Totalt antall innkjøpte SKU's: 6 930	

Tabell 2: Logistikkrelaterte nøkkeltall 2014

2.4.1 Inngående logistikk

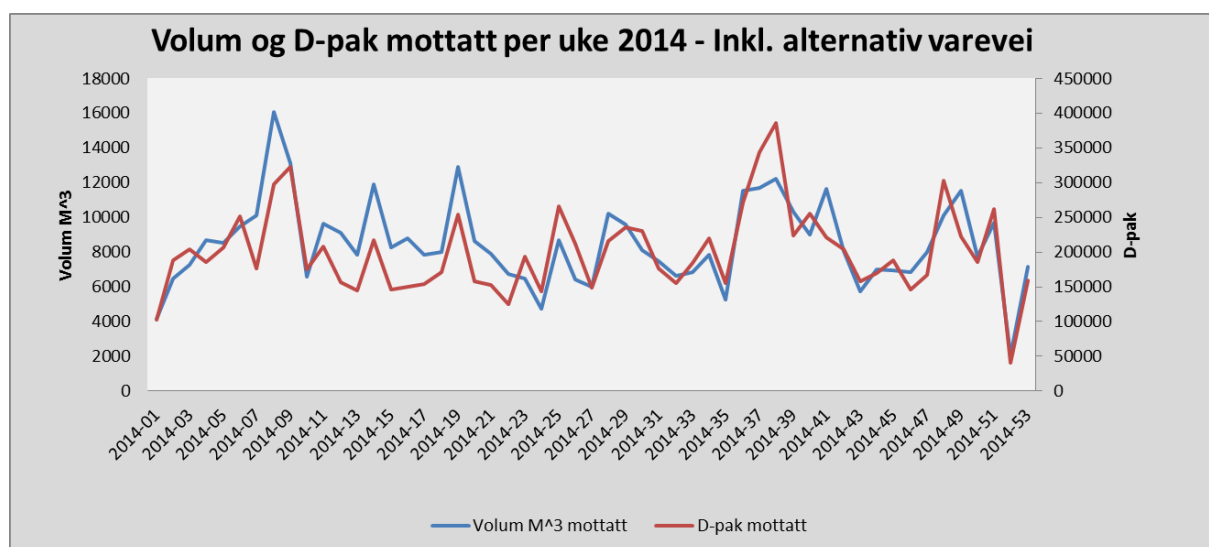
Varemottaket er en viktig avdeling for lagerfunksjonen. Varene kontrolleres, registreres og gjøres klare for bufferlagring eller påfylling på plukkplass. En del av varene krever ekstra håndtering, fordi de kommer løs-stablet i containere.

For varemottak spiller ASTRO en sentral rolle. ERP systemet sender data slik at systemet har oppdatert informasjon om inngående ordre. Informasjonen består blant annet av: hvilke varer, antall og leverandør opphav. I tillegg overfører EFP systemet informasjon om ankomsttid. På grunn av viktigheten knyttet til grunndata gjennomføres det måling og veiinger samt annen kontroll av den inngående varestrømmen. Det er ikke mulig å få lagerlagt varer før mottaket samsvarer med innkjøpsordre. Det vil si at dersom det foreligger et avvik mellom I/O og mottak må dette rapporteres. Det rapporteres også avvik for Europris sine retningslinjer for leveranser. Avvikene rapporteres til VPI avdelingen og operativ innkjøper som har den daglige kontakten med leverandøren. Varemottaket har også ansvar for merke datovarer. Datovarer er registrert i varemater og håndteres kun for varer med denne merkingen.

Basert på artikkelens forhåndsdefinerte innstillinger som legges inn manuelt, blir det henvist en MHO kode. MHO står for materialhåndteringsområde og sier noe om hva slags lagring pallen krever (pallereol, langrad eller dyp). Hver enkelt reol og lokasjon innenfor hvert MHO har innstillinger som sier noe om hva slags paller som kan stå der. Innstillingene er i hovedsak knyttet til høyde og vekt. Når mottaket er gjort skrives det ut en mottaksetikett og pallen er klar for lagring.

Inngående vareflyt

Under ser man en oversikt over volum og D-pak mottatt per uke 2014:



Figur 5: Volum mottatt per uke 2014

86 % av varene som mottas går normal varevei, mens resterende 14 % går alternativ varevei. Det var i 2014 registrert 270 mottaksdager for normal varevei, med et gjennomsnittlig volum per dag på 1439 M³. Flere av mottakene er knyttet mot helgedager og helligdager. Dette indikerer at det er varer som er mottatt på havnen. Dette gjør at det er knyttet svakhet til dataen i form av at den ikke nødvendigvis sier når varene ankommer lageret. Gjennomsnittet passer likevel godt med hva som rapporteres inn på lager.

Under er en samletabell for inngående vareflyt inkludert alternativ varevei:

Sortiment	Grunnsortiment		Kamapnje		Sesong		Totalt	
	Volum	D-pak	Volum	D-pak	Volum	D-pak	Volum	D-pak
Gjennomsnitt per uke	4 425	157 198	2 601	31 404	1 448	9 771	8 474	198 372
Andel av total	52,39 %	79,32 %	30,80 %	15,85 %	17,14 %	4,93 %		

Tabell 2: Inngående vareflyt per uke 2014

Etter at varemottak har gjort klar paller for lagring blir pallene kjørt vekk med truck. I dag benyttes som kjent konvensjonell lagring. Det er størst andel av enkle pallereoler. Disse komplimenteres av dypstablingsreoler, frittstående pallestabling og tyngdepunkts hyller.

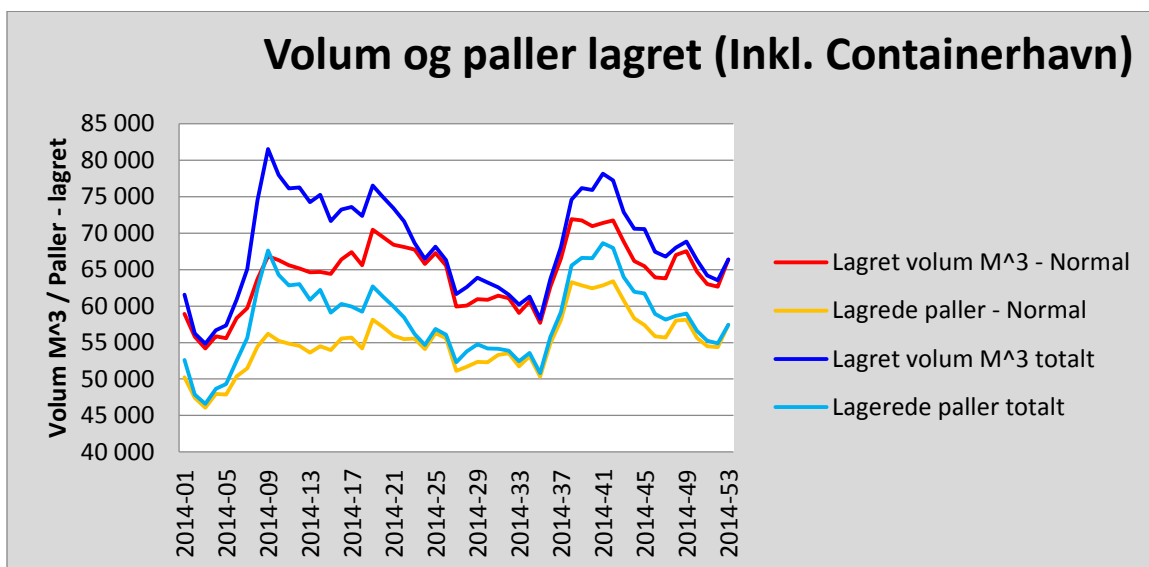
2.4.2 Lagring

ASTRO er også sentral i prosessene knyttet til lagring og påfylling på plukkplass. Når det gjelder plukkplassene til hver enkelt artikkel settes dette manuelt, og skal gjenspeile et standardisert butikkoppsett som skiller de ulike produktgruppene fra hverandre. Det er også

vurderinger i forhold til vekt og volum når en artikkel får en plukkplass. ASTRO forsøker å foreta bufferlagring nærmest mulig plukkplass innenfor definert MHO. MHO begrensningene er satt for å sørge for best mulig utnyttelse av kapasitetsbruk på bufferplassene. Dersom det ikke er tilgjengelige bufferplasser på lagringskoden som er satt, går ASTRO et trinn opp på plassnivå og gjennomfører søket på nytt. Det er i dag ikke definerte soner på lageret, men det er en mulighet for systemet å ta hensyn til dette.

Når det gjelder påfylling på plukkplass genererer ASTRO et påfyllingsoppdrag når saldoen på plukkplass kommer ned på et visst nivå. Unntaket er for artikler som av ulike årsaker har flere aktive plukkplasser. For disse genererer systemet påfyllingsoppdrag først når også den andre plukkplassen er kommet ned på et vist nivå.

Det er også gjort analyser rundt volum og paller lagret gjennom året. Dette og funnene i AT-Kearney rapporten vil være sentralt i å finne frem til hvilket kapasitetskrav knyttet til lagring det er behov for i 2022. Volum er hentet ut i samarbeid med logistikk controller. For å finne frem til lagrede paller gjennom 2014, er antall f-pak per pall hentet fra vareregister og manuelt beregnet mot antall f-pak lagret i utgangen av hver uke.



Figur 6: Volum og paller lagret

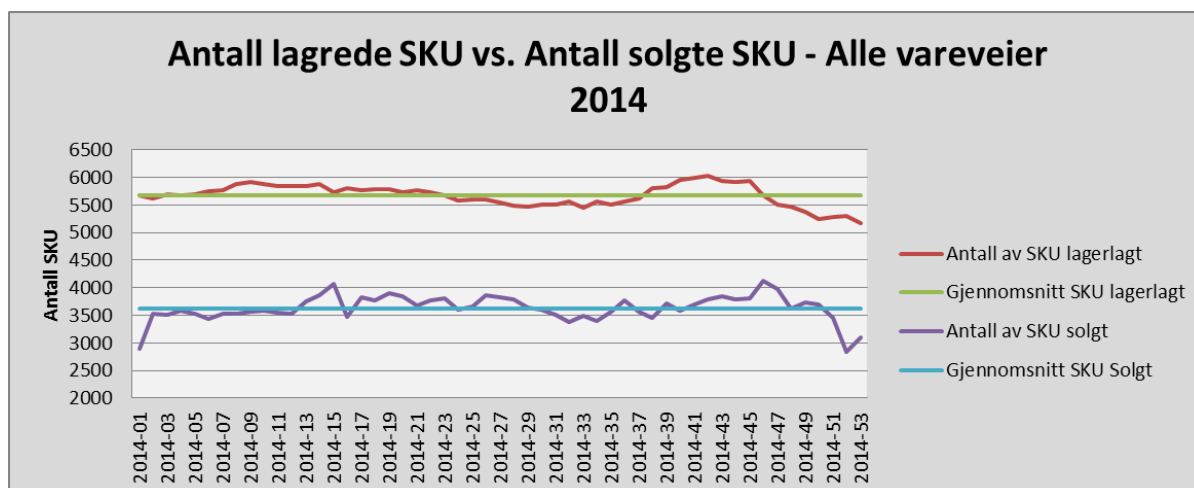
I diagrammet over inkluderes både normal og alternativ varevei. Også varene lagret i containere på havnen er inkludert. Analysen er også gjort når det er trukket fra varer som går alternativ varevei. Under vises funnene i en samletabell:

	Lagret volum M ³ - Normal	Lagrede paller - Normal	Lagret volum M ³ totalt	Lagrede paller totalt
Gjennomsnitt	64337	55017	68300	58071
Standardavvik	4476	3931	6647	5321
Maksimum	71904	63397	81516	68604
Minimum	54205	46053	54855	46606
Indeksert maksimum	112 %	115 %	119 %	118 %
Indeksert minimum	84 %	84 %	80 %	80 %

Tabell 3: Samletabell - Paller og volum lagret

I enkelte perioder er det store volumer som går alternativ varevei, og lagres på Norlines sitt 3PL lager. Dersom fyllingsgraden ved gjennomsnittlig lager hadde vært 90 % vil det være store muligheter og håndtere maksimal lagringsbehov.

Antall lagrede SKU vil også være sentralt å ta hensyn til når man skal spesifisere kravene til logistikksystemet og derav kapasitetskravene til lageret. Under vises en oversikt over antall SKU lageret, og antall SKU solgt per uke. For det første kan dette gi indikasjoner til hvor mange SKU et eventuelt nytt lager skal kunne håndtere i ordreplukksammenheng. For det andre er det en god indikasjon på hvor lagringseffektive man er i dag.



Figur 7: Antall SKU lagerlagt vs. Antall SKU solgt per uke 2014

Den store forskjellen mellom lagrede og solgte SKU per uke er oppsiktsvekkende. Dette kan for det første indikere at mange av varene som lagres ikke er særlig frekvente. For det andre kan det stilles spørsmål om det ligger mange utgåtte varer på lager. Et tredje spørsmål som kan stilles er vedrørende om varer kommer inn langt før behovet oppstår. Under ser man en samletabell over viktige funn:

	Alle vareveier		Normal varevei	
	Antall av SKU lagerlagt	Antall av SKU solgt	Antall av SKU lagerlagt	Antall av SKU solgt
Gjennomsnitt	5675	3631	5393	3606
Standardavvik	199	239	153	222
Maksimum	6031	4125	5678	4027
Minimum	5176	2846	5078	2843

Tabell 4: Oppsummering SKU lagret og Solgt

For normal varevei er det 33 % av lagrede SKU som ikke blir solgt inneværende uke. Ved å inkludere varer som går alternativ varevei øker dette til 36 %. Dette indikerer at det må gjøres et dypdykk før man kan fastsette hvor mange SKU et eventuelt nytt lager bør kunne ta hensyn til. Trolig vil det være varer som er lageret som enten er utgått av sortiment, og som ikke er blitt faset ut. Et annet alternativ er at en stor andel av kampanjevarene ligger som rester. Noe vil også kunne være sesongartikler som ikke er blitt solgt. I gjennomsnitt er det 282 SKU som går alternativ varevei. Maksimalt antall er 353 og minimum antallet er på 98.

2.4.3 Ordreplukk

Plukk lokasjoner bestemmes i dag manuelt, basert på vekt og forretningsområde. Selv om Astro ikke bestemmer hvor hver enkelt artikkel skal ha plukkplass, spiller systemet en viktig rolle i ordreplukkprosessen. Ordrene frigjøres i ERP systemet basert på avgangstider fra lageret. Det er i dag tre ordretyper; normal, kampanje og hasteordre. Astro bestemmer hvilke plukkoppdrag som skal plukkes basert på hvilken prioritering ordren har. Systemet genererer ordreplukkkruten basert på en bokskalkulering.

Bokskalkuleringen innebærer at Astro på forhånd har beregnet hvilke artikler som utgjør en forsendelsepall i volum. Systemet forsøker heletiden å plukke to kunder samtidig. Plukk truckene som benyttes har plass til to europaller, og systemet leter etter to ordre som inneholder så mange like artikler som mulig. Meningen er at distansen per plukkroute skal reduseres og derav minimere kjøredistanse. Dersom plukkingen ligger etter tidsmessig går systemet over på å prioritere ordre som har tidligste avgang. Således overstyrer Astro kravet om minimering av distanse slik at en kundeordre ferdigstilles før neste ordre slippes.

Det er i dag særlig to utfordringer med ordreplukken som gjør at det er ønskelig å oppdatere programvaren.

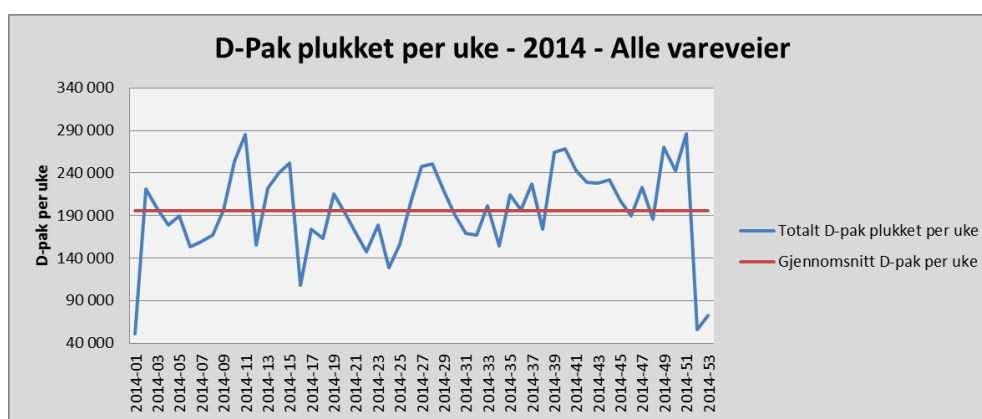
1. For det første blir plassen på utgående torg utnyttet på en dårlig måte. Utgående torg har allerede utfordringer med kapasiteten. Dette styrkes ytterligere når systemet prioriterer ordre som befinner seg langt nede i listen.

2. For det andre stoppes ikke bokskalkuleringen før pallen er helt full volummessig. Dette fører i enkelte tilfeller at distansen på ordreplukkruten blir unødvendig lang. I slike tilfeller er det heller ønskelig at Astro avslutter bokskalkuleringen når man ikke har plass til mer enn et gitt volum igjen.

For hver ordre vil det nesten alltid være en pall til slutt hvor disse små artiklene plukkes. Denne restpallen kan sammenstilles sammen med resterende av ordren. Disse to utfordringene skal i utgangspunktet ikke lenger være tilstede med den nye oppdateringen.

I den normale ordreplukkingen benyttes «Pick by Voice» som er en tilleggsfunksjon i ASTRO. Plukkeren får informasjon knyttet til plukklokasjon, kvantitet og hvilken pall det skal plukkes på. Dette bekreftes gjennom en lokasjonskode på plukkplass. Deretter gjentas antall som er plukket. Til slutt gjengis identifikasjonsnummeret for pallen. Når alle artiklene som skal plukkes på pallene er bekreftet plasseres disse på en forhåndsbestemt rad i utlastingsområdet.

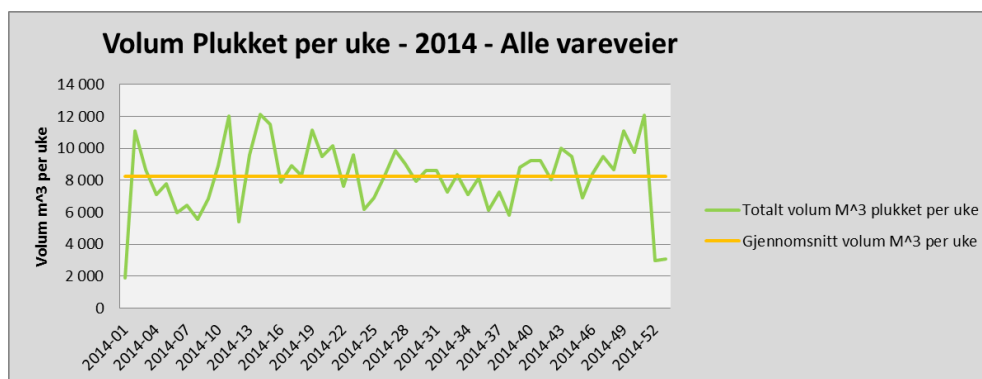
For å kunne si noe om hva et nytt lager skal kunne håndtere av utgående varer, gjøres det også analyser omkring ordreplukk. Europris bruker i dag antall D-pak som en indikator for plukkeeffektivitet. Det er også viktig å se på volum utgående, fordi det kan si noe om antall paller som plukkes. Antall paller er et viktig måltall for transporten i Europris, da det betales per pall fraktet. Volum per pall plukket er derfor avgjørende for å holde transportkostnaden nede. Denne analysen er gjort både for normal- og alternativ varevei. I tillegg er det sett på hver sortimentklasse hver for seg.



Figur 8: D-pak plukket per uke - 2014 - Alle vareveier

D-pak oversikten indikerer at det er stor variasjon gjennom året. Dette viser også at bemanningsbehovet gjennom året er varierende. Gjennomsnittlig D-pak per uke er om lag

196 000 inkludert alternativ varevei, og nesten 190 000 for normal varevei. Under fremkommer en graf over volum plukket per uke i 2014:



Figur 9: Volum plukket per uke - 2014 - Alle vareveier

Som med D-pak oversikten ser vi at volum også varierer gjennom året. Gjennomsnittet ligger på 8 243 M³ per uke inkludert alternativ varevei, og 7718 kubikk per uke for normal varevei.

Under vises en samletabell for de viktigste funnene:

	Gjennomsnitt Normal	Andel av total - Normal	Gjennomsnitt - Alle vareveier	Andel av total - Alle vareveier
D-pak utgående per uke - Grunnsortiment	153500	80,82 %	153919	78,64 %
D-pak utgående per uke - Kampanje	29465	15,51 %	32548	16,63 %
D-pak utgående per uke - Sesong	6970	3,67 %	9247	4,72 %
Volum utgående per uke - Grunnsortiment	4184	54,21 %	4380	53,13 %
Volum utgående per uke - Kampanje	2601	33,69 %	2601	31,55 %
Volum utgående per uke - Sesong	934	12,10 %	1263	15,32 %
	Normal Varevei - Total		Alternativ varevei - Total	
Gjennomsnitt - D-pak plukket	189935		195714	
Peak - D-pak plukket / indeks	285411	1,50	285730	1,46
Standardavvik - D-pak plukket / indeks	50637	0,27	52391	0,27
Gjennomsnitt - Volum plukket	7718		8243	
Peak - Volum plukket / indeks	11578	1,50	12106	1,47
Standardavvik - Volum plukket / indeks	1982	0,26	2181	0,26

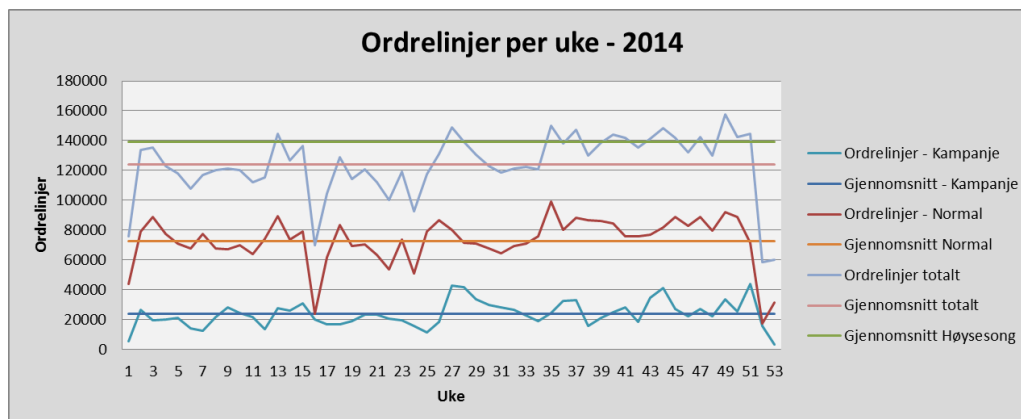
Tabell 5: Oppsummering utgående D-pak og Volum

Tabellen viser mange interessante funn. Både sesong og kampanjevare er ofte mer voluminøse enn grunnsortiment varene. Grunnsortiment er klart størst når det gjelder D-pak solgt. Her står kampanje- og sesongvarer kun for rundt 20 %. Volummessig står de for om lag 46 %. Som også grafene indikerte er det relativt høyt standardavvik for både for D-pak og volum plukket per uke. Dette vil være viktige faktorer å ta hensyn til når kapasitetsbehovet og krav til logistikksystemet fastsettes.

Ordrestruktur

For å se nærmere på ordrestrukturen ønsket jeg i utgangspunktet å analysere kundeordrene per dag 2014. Dette viste seg å bli utfordrende fordi det kun var plass til 3 måneder i et Excel ark.

Dette var også meget tidkrevende for controlleren, og vi ble enige om at jeg skulle forholde meg til ukentlige ordrelinjer per vare. Uttrekket ble dermed redusert til 273 742 linjer.



Figur 10: Ordrelinjer per uke 2014

Antall ordrelinjer har stor variasjon gjennom året. Grafen over viser at antall ordrelinjer for normalordre er langt høyere enn for kampanjeordre. I tillegg til normal- og kampanjeordre, finner man også hasteordre. Andelen hasteordre var relativt liten, og de er derfor ikke tatt med i grafen over. Under ser man en oversikt over analysen som ble gjort for ordrestrukturen i 2014.

Totalt 2014 - Normal varevei				Gjennomsnitt per uke 2014		
Ordretype	Grunnsortiment	Kampanje	Sesong	Grunnsortiment	Kampanje	Sesong
Ordrelinjer Normal	3 730 914	58 122	37 090	70 395	1 097	700
Ordrelinjer Kampanje	576 309	569 771	92 512	10 874	10 750	1 746
Ordrelinjer haste	63 494	40 357	2 066	1 198	761	42
Totale ordrelinjer	5 170 635			97 562		
D-pak plukket / Ordretype	Grunnsortiment	Kampanje	Sesong	Grunnsortiment	Kampanje	Sesong
D-pak Normal	6 339 406	174 086	111 171	119 611	3 285	2 098
D-pak Kampanje	1 491 474	1 316 594	241 469	28 141	24 841	4 556
D-pak Haste	302 831	122 644	9 159	5 714	2 314	187
Totalt D-pak plukket	10 108 834			190 747		
Volum M^3 plukket / Ordretype	Grunnsortiment	Kampanje	Sesong	Grunnsortiment	Kampanje	Sesong
Volum M^3 - Normal	146 903	12 482	15 093	2 772	236	285
Volum M^3 - Kampanje	67 334	91 588	32 731	1 270	1 728	618
Volum M^3 - Haste	8 256	8 111	1 613	156	153	33
Totalt D-pak plukket	384 112			7 250		

Tabell 3: Oppsummering ordrestruktur 2014

Fordi disse tallene er hentet fra WMS-systemet og foregående analyser tar utgangspunkt i data fra ERP systemet, finner man en liten differanse. Uttrekkene fra ERP-systemet er fakturerte tall. Tallene som genereres fra Astro er produserte. Det er viktig å spesifisere at 3PL-aktøren ikke benytter WMS-systemet. Tallene tar derfor kun for seg normal varevei. Resultatene som fremkommer fra analysen vil være sentral for å kunne spesifisere ordretype i 2022. Ordretyper

vil kunne spille en viktig rolle i fordelingen av lageret og valg av lagrings- og materialhåndteringssystemer.

D-pak per ordrelinje			
	Grunnsortiment	Kampanje	Sesong
D-Pak per ordrelinje - Normal	1,70	3,00	3,00
D-Pak per ordrelinje - kampanje	2,59	2,31	2,61
D-Pak per ordrelinje - Haste	4,77	3,04	4,43

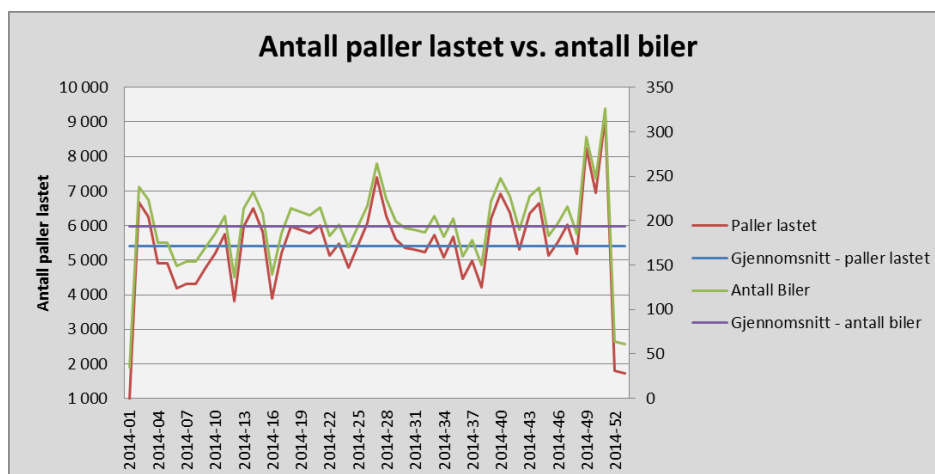
Tabell 4: D-pak per ordrelinje

Totalt sett er D-pak per ordrelinje 1,96. Ikke uventet er denne høyere for kampanje- og hasteordre.

2.4.4 Utgående vareflyt

ASTRO kan også sies å være behjelpelig i sammenstillingsprosessen. Det er mulig å ta ut rapporter som sier noe om hvilke ferdigstilte paller som har lavt volum. Varer flyttes både fysisk og gjennom systemet mellom de to pallene som skal sammenstilles. Som nevnt er volum per transporterte pall et viktig måltall for Europris.

Utgående vareflyt vil være viktig med tanke på å kunne dimensjonere antall utgående lasteramper. Dette vil være utenfor problemstillingen og vil ikke diskuteres i detalj. Det presenteres likevel en graf over antall paller lastet og antall biler:



Figur 11: Antall paller lastet og antall biler per uke 2014

Oversikten inkluderer kun paller fra eget lager. I gjennomsnitt lastes det 5 412 paller per uke. Dette utgjør omkring 193 biler i uken, hvis man antar at man i snitt har 28 paller per bil.

2.5 Oppsummering av nåsituasjon

Funnene i dette kapittelet vil være sentrale når kapasitet og spesifikasjonskravene for et fremtidig sentrallager skal settes. Aktivitetsnivået på lageret er sesongbetont. Dette fører til at Europris benytter en del innleid bemanning.

Volum og paller lagret gjennom året har også stor variasjon. Variasjonene håndteres gjennom bruk av alternative vareveier og bruk av containere på havnen. Store perioder gjennom året er fyllingsgraden på sentrallager tett oppunder 100 %.

Noe av problematikken rundt den høye fyllingsgraden kan være knyttet til den skjeve fordelingen mellom antall SKU lagret og solgt per uke. Dette kan tyde på at lagringseffektiviteten ikke er spesielt god for en del produkter.

Europris er aktivitetsstyrt gjennom hyppige kampanjer. På kampanjene er det både grunnsortiment, sesong og kampanjevarer. Kampanjevarer plukkes også på normalordre. Varer på kampanje har i gjennomsnitt høyere d-pak per ordrelinje.

Under presenteres et lagerflytdiagram for nåsituasjonen. Diagrammet er ment som en støtte for at lesere av rapporten enklere skal kunne følge gangen i oppgaven. Lagerflytdiagrammet er også behjelpelig for meg som skribent å holde oversikten i de store mengdene data som analyseres.

Lagerflytdiagram - Gjennomsnitt per uke 2014 - Alle vareveier					
Varemottak					
G		K		S	
Volum	%	Volum	%	Volum	%
4 425	52,39 %	2 601	30,80 %	1 448	17,14 %
D-Pak	%	D-Pak	%	D-Pak	%
157 198	79,32 %	31 404	15,85 %	9 771	4,93 %
Lagring					
G		K		S	
Volum	%	Volum	%	Volum	%
30 456	44,59 %	20 930	30,64 %	16 913	24,76 %
Paller	%	Paller	%	Paller	%
27 440	47,25 %	19 021	32,75 %	11 610	19,99 %
Antall SKU	%	Antall SKU	%	Antall SKU	%
3 576	63,01 %	1 707	30,07 %	393	6,92 %
Ordre plukk					
G		K		S	
Volum	%	Volum	%	Volum	%
4 380	53,13 %	2 601	31,55 %	1 263	15,32 %
D-Pak	%	D-Pak	%	D-Pak	%
153 919	78,64 %	32 548	16,63 %	9 247	4,72 %
Antall Sku solgt	%	Antall Sku solgt	%	Antall Sku solgt	%
3 109	85,63 %	395	10,88 %	127	3,49 %
Utgående vareflyt - Normal varevei					
Antall paller		Volum M ³ lastet		Antall biler	
5412		7265		193	
Antall butikker					
221					

Figur 12: Lagerflytdiagram - Oppsummering nåsituasjon

3 Teoretisk rammeverk

I dette kapittelet presenteres litteratur for å gi innsikt i emnet til leserne av casestudien. Videre er det teoretiske rammeverket viktig for å kunne gjøre relevante analyser og finne riktig fokusområde for å kunne løse den overordnede problemstillingen. Kapittelet starter med en teoretisk bakgrunn for oppgaven. Deretter presenteres en gjennomgang av lagerfunksjonen. Hoveddelen i det teoretiske rammeverket er omfattende. Her ser jeg først på ulike typer lagrings- og håndteringssystemer, før det kommer en detaljert gjennomgang av selve lagerdesignprosessen. Hoveddelen inkluderer også et dypdykk når det gjelder valg av håndteringssystemer. Til slutt ser jeg på analytiske tilnærminger til hvordan problemstillingen kan løses.

3.1 Bakgrunn

I følge (Baker & Canessa, 2009) er lager et viktig aspekt i enhver forsyningskjede, og spiller en stor rolle for hvor godt eller dårlig en virksomhet presterer. Til tross for hvor viktig lageret spiller på kundeservicegrad og kostnadsnivåer finnes det i dag ikke en omfattende systematisk metode knyttet til lagerdesignprosessen (Baker & Canessa, 2009). Baker & Canessa peker på at en mulig grunn er knyttet til erkjennelsen om at lagerdesign er et svært komplekst område. Videre hevdes det at kun 10 % av forskningspubliseringer omkring lagerdesign har utgivelse fra år 2000 eller senere (Gu, Goetschalckx, & McGinnis, 2010). Med tanke på utviklingen som har vært i maskinvare, problemløseroptimalisering, simulering og generelle matematiske problemer, hadde det vært forventet mer robust forskningslitteratur på området. De mener årsaken til dette er knyttet til særlig 2 årsaker. For det første er beslutningene knyttet til lagerdesign ofte sterkt koblet sammen, og derav ikke kunne analysere beslutninger isolert fra andre beslutninger. For det andre hevder de at for å kunne vurdere konsekvenser av å gjøre endringer i en beslutning, må det gjøres estimeringer av hvilke konsekvenser dette vil ha. (Gu et al., 2010).

I dag foreligger det et forholdsvis stort gap mellom forskning og praksis når det gjelder lagerdesign. Dette gjør det utfordrende å finne en god lagerdesignmetodikk (Gu et al., 2010). Dette er en av grunnene at forskere på område hevder at design av lager i dag sees som en kunst fremfor vitenskap (Govindaraj et al., 2000)

Når det gjelder markedssituasjonen mange virksomheter operer innenfor, setter dette ofte store krav til at lager må designes fleksibelt og tilpasningsdyktig. Et lager må være fleksibelt som følger av skiftende kundepreferanser. Dette setter igjen krav for at virksomhetene må

være tilpasningsdyktige. Beslutninger må i tillegg ofte tas når beslutningstaker har ufullstendig informasjon, samtidig som svært mange beslutninger ofte må avveies mot hverandre. Dette gjør designfasen svært kritisk og kompleks (Govindaraj et al., 2000).

3.2 Lagerfunksjonen

I følge Rouwenhorst et al., (2000), kan lager sees fra tre ulike vinkler:

- **Prosessperspektiv:** Når produktene ankommer lageret blir de tatt gjennom en et antall ulike trinn eller aktiviteter før de sendes ut. Disse aktivitetene kalles gjerne prosesser.
- **Ressursperspektiv:** Alle verktøy, utstyr og menneskelige ressurser som er nødvendig for å kunne drifte lagersystemet.
- **Organisasjonsperspektiv:** alle prosedyrer og metoder som benyttes i å kontrollere flyten av prosessene som utføres. (Rouwenhorst et al., 2000)

Det finnes i hovedsak tre typer lager: distribusjonslager, produksjonslager og kontraktlager (3PL lager). (Berg & Zijm, 1999)

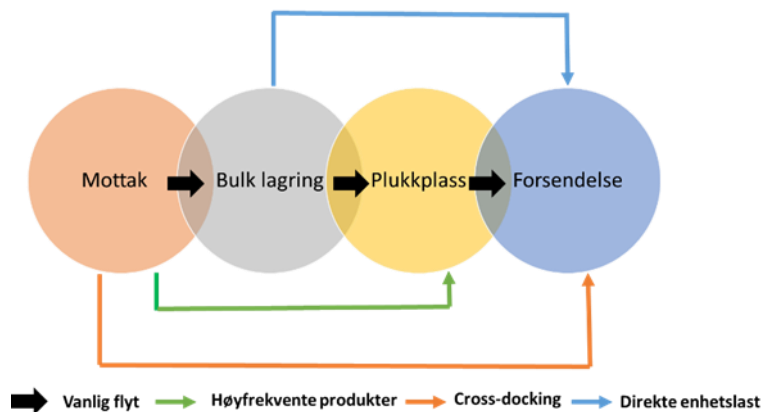
- **Distribusjonslager:** et lager som innhenter produkter fra forskjellige leverandører og leverer disse til virksomhetens ulike kunder. I noen tilfeller finner også monteringsprosessen sted mellom mottak og levering.
- **Produksjonslager:** denne typen lager benyttes til å lagre råvarer og materiale som benyttes i en produksjonsprosess. Videre lagres varer som er i arbeid, samt ferdigvarer fra produksjonsprosessen klare for monteringsprosessen.
- **Kontraktlager:** dette kalles gjerne for et 3PL lager. Lagerprosessene gjennomføres på vegne av andre aktører, som ikke har kapasitet eller valgt å fase bort lagerdriften fordi det for eksempel ikke er deres kjernekompetanse. (Berg & Zijm, 1999)

Generelt sett kan man hevde at man har fire hovedtyper lageraktiviteter: mottak, lagring, ordreplukk og forsendelse (Berg & Zijm, 1999) & (Gu, Goetschalckx, & McGinnis, 2007). Ofte separeres prosessen knyttet til ansamling og sortering av kundeordre fra selve ordreplukkprosessen, og dermed også sees som en hovedaktivitet. (de Koster et al., 2007)

- **Mottak** inkluderer lossing av produkter fra inngående transport. Ofte gjøres inspeksjoner i form av telling og kvalitetskontroll, samtidig som mottaket registreres.
- **Lagringsaktiviteten** består av å sette bort varer fra mottak til lagringsområdet. Før dette gjøres, hender det at det er nødvendig å pakke ut varer fra transportpakning til

detaljstpakning. Det kan også være nødvendig å stable om varer slik at man får lagringsstandard i henhold til lagringssystemet.

- Ordreplukk er som oftest den mest kostnadskrevene lageraktiviteten. Denne prosessen går ut på å plukke riktig mengde av rett produkter i henhold til kundeordren. Ordreplukk kan også referere til fremhenting av varer fra lagring.
- Ansamling og sortering vil være nødvendig dersom ordrene plukkes satsvis. Her sammenstilles de plukkede varene slik at de kan sendes som stykkgoods.
- Cross-docking: Dette er en aktivitet hvor mottatte varer transporteres direkte fra mottak til utlastingsområdet.
- Forsendelse går ut på å sørge for at hele ordren leveres til kunden. (de Koster et al., 2007)



Figur 13: Grunnleggende lagerfunksjoner og flyt, fritt fra: (Baker, 2010)

Mellom mottak og forsendelse har lageret somregel tre grunnleggende funksjoner. For det første gjør lageret at relativ homogen inngående transport kan samles og derav kunne skape kundespesifikke blandinger av varer. I tillegg synkroniserer man relativt store og sjeldne laster av inngående artikler, til å bli relativt små og frekvente utgående strømmer. Til slutt må lagerfunksjonen også sees som en verdiskapende funksjon gjennom ompakking, eventuell montering, og merking av kundeordre. Disse funksjonene og aktivitetene krever lagersystemer. (Govindaraj et al., 2000).

3.2.1 Lagersystemer – automatiserte og mekaniserte prosesser

Lagersystemer referer til kombinasjonen mellom utstyr og operasjonell styring som brukes i et plukk- eller i et lagrings- og fremhentingssystem (Storage/retrieval system). Med hensyn på

grad av automatisering, skiller man mellom tre typer av lager: manuelt lagersystem, automatisert lagersystem og automatisk lagersystem. (Berg & Zijm, 1999)

- I et manuelt lagersystem / konvensjonelt lagersystem sendes plukkeren til plukklokasjonen, for så å manuelt plukke varen. Det benyttes ulike metoder for å komme seg mellom plukklokasjonene. For lagring og fremhenting av varer benyttes ofte reachtrucker. (Berg & Zijm, 1999)
- Automatiserte lagersystemer kalles ofte for et; produkt til plukker system og er et datakontrollert lagersystem. Selve plukkingen av disse produktene skjer manuelt. Selv om man har mange ulike løsninger, kan man generelt si at vi har tre typer av automatiserte lagersystemer (Berg & Zijm, 1999):
 1. Lagerautomat (Karusell)
 2. Automatiserte lagring- og fremhentingssystemer (AS/RS)
 3. «Miniload AS/RS»
- Automatiske lagersystemer: På mange måter er dette det samme som automatiserte lagersystemer. Forskjellen ligger i at også selve ordreplukkingen skjer automatisert. Dette utføres gjerne av en robot som derav erstatter ordreplukkeren. Varene som egner seg for denne typen systemer er gjerne små eller mellomstore, de må ikke være skjøre, og være av lik størrelse og form. (Berg & Zijm, 1999)

Valg knyttet til lagersystem er blant de viktigste beslutningene som må tas, og må avgjøres tidlig i designfasen. (Berg & Zijm, 1999) Ett godt virkemiddel for å finne frem til riktig design av lagerprosessen er å se på den relative dominansen mellom ordreplukk- og lagringsaktiviteten. Årsaken er at disse ofte har motstridende krav. Dersom man forsøker å maksimere plassutnyttelse har dette en tendens til å komplisere ordreplukk og føre til ineffektivitet. På den andre siden vil lagringsområder over store flater øke reiselengden på plukktruten som fører til redusert plukkeeffektivitet. Automatisering av lagring, plukkaktivitet, håndtering av informasjon kan kompensere for disse motstridende kravene til en viss grad. På den andre siden er automatisering av prosesser og systemer kostnadskrevede både hva gjelder installering og drift (Phillips, 2007). Tabellen under viser hvordan ulike plukkefrekvens, lagringsbehov og teknologier kan føre til ulike konsepter:

		Lagringskrav	
		Høyt	Lavt
Plukkefrekvens	Høy	Høy lagringstetthet Automatisert håndtering	Dedikerte plukklokasjoner Lav lagringstetthet Automatisert håndtering
	Lav	Tilfeldige plukklokasjoner Høy lagringstetthet Manuell håndtering	Dedikerte plukklokasjoner Dobbel lagring Lav lagringstetthet Manuell håndtering

Tabell 5: Ulike lagerkonsept (Phillips, 2007)

Høy plukkfrekvens og store lagringskrav indikerer et stort lager med høyt aktivitetsnivå. I slike situasjoner rettfærdiggjøres automatiserte systemer og høy lagringstetthet ofte seg selv. Motsatt, vil et lite lager sjeldent krave slike komplekse systemer og kan gjerne ha konvensjonell lagring og manuelle plukksystemer. Ett lager med høy plukkfrekvens er gjerne kompakte og har enkel lagring. Lagringsdominerte lager bør på den andre siden inneha en lagringsfunksjon med høy tetthet og med enkel manuell ordreplukk (Phillips, 2007).

3.3 Lagring og håndteringssystemer

Tre-paller er den mest vanlige enhetslasten som benyttes i lager, mye på grunn av at det tillater bruk av standardiserte lagrings- og håndteringssystemer. Noen typer produkter er på den andre siden ikke egnet for pall. Under skal vi se på ulike lagring og håndteringssystemer som er egnet for paller. Deretter ser vi på systemer som benyttes når produktene ikke egnes for bruk på pall.

3.3.1 Lagrings- og håndteringssystemer for pall

Det er et bredt spekter av utstyr tilgjengelig for å flytte paller rundt et lager. Systemene skiller seg på flere plan, og kan være alt fra manuelt til automatiske utstyr som krever avanserte datasystemer. Mest vanlig er gaffeltrucker. Gaflene passer i sporene på pallen, og gjør at man enkelt kan forflytte pallen fra et sted til et annet. Det er et stort antall ulike trucker å velge i blant, avhengig av hvilken bruk de skal benyttes i. Transportbånd er også vanlig i flere typer lager. Transportbånd brukes for å flytte gods mellom faste punkter. Også her er det et stort antall ulike løsninger avhengig av hvilken avstand pallene skal flyttes. (Rushton et al., 2014)

Lagring og fremhentingssystemer kalles i litteraturen for «pallet storage and retrieval systems – AS/RS» Valg av lagringssystemer drives primært av ønsket for forbedret lagringstetthet og dikteres av lagerbeholdning og omløpshastigheten på artiklene som er lagret.

Fremhentingssystemer drives på den andre siden av ønske om høy håndteringsproduktivitet

og avveininger knyttet til investeringer. (Frazelle, 2002). Under kommer en oppsummering av de vanligste pallelagringssystemene, og med kommentarer knyttet til fordeler og ulemper.

- *Frittstående pallestabling (Block Stacking)*: Avhengig av vekt, stabilitet og knusbarhet vil dette være effektivt når man har mange paller av en SKU, og det er høy frekvens på varene. Etter hvert som det nærmer seg påfylling eller at varen nærmer seg utsolgt opplever man redusert lagringsutnyttelse på raden. For god utnyttelse av plass er det sentralt å optimalisere radvalgene. Denne typen lagringssystem krever lite investeringer fordi det ikke er behov for reoler. Det er enkelt å implementere, samtidig som man har stor fleksibilitet knyttet til gulvplass konfigurering. Frittstående pallestabling er ikke egnet for FIFO varer. Selv om man oppnår god utnyttelse av areal, er det ikke nødvendigvis god bruk av høyden. (Rushton et al., 2014) & (Frazelle, 2002).

- *Palle-stablerammer (Pallet sticking frames)*: Rammene tillater ellers ikke stablebare varer å bli stablet. De brukes ofte når andre typer reollagring ikke lønner seg. Slike stablerammer kan leies, noe som gjør de populære når man i løpet av året har behov for mer lagring på områder som ellers bare er åpen gulvplass. Når de ikke benyttes kan de tas fra hverandre, slik at man kan minimere lagringsplassen. & (Frazelle, 2002)

- *Konvensjonelle palle-reoler (Single deep rack / Double deep rack)*: I motsetning til pallestabling blir palleplassen ledig med en gang den lagrede varen flyttes fra reolplassen. Det er heller ikke begrensinger knyttet til knusbarhet eller at de er stablevennlige. Fordelene knyttet til enkle konvensjonelle reoler er at man har full tilgang til alle enhetslaster, de sørger for god produktsikkerhet og man oppnår relativ god lagringstetthet. Ulempene med denne type lagring er mye plass benyttet på gangene mellom reolene. Typisk benyttes et sted mellom 50-60 % av gulvplassen til ganger. Som et resultat bør det vurderes å benytte lagringssystemer som kan holde minst to paller dersom man har flere enn tre paller lagret. Doble konvensjonelle reoler gjør at behovet for ganger mellom reolene reduseres. Her vil det være to pallplasser dype reoler. Dersom lagringskravene er større enn fem paller, vil dette kunne være egnet. Gaflene til reach-truckene som benyttes for denne typen lagring må kunne forlenges for å kunne nå pallen lengst inn. (Grønland, 2010), (Frazelle, 2002) & (Rushton et al., 2014).

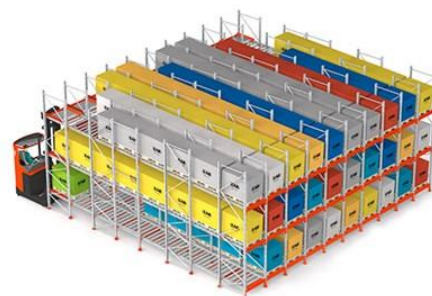
- *Dypstablingsreol (Drive-in rack / Drive-thru rack)*: søker ytterligere forbedringer knyttet til reduksjon av gangplass mellom reoler ved å øke lagringsdybden til mellom fem og ti paller. Gaffeltrucker kan lagre eller fremhente varer ved å kjøre in i pallereolen. Denne typen lagringssystem kan gi svært god lagringstetthet. Ulempene er knyttet til at truckkjøreren må vis stor forsiktighet når man



Figur 14: Dypstablingsreol – Figur hentet fra EAB.AS

ferdes inne i reolene. Fordi man kun bør holde en type SKU i en bane kan det også her være utfordringer at man ikke får utnyttet lagringsmuligheten optimalt. Dypstablingsreol passer best for SKU's med 20 eller flere paller lagret. LIFO prinsippet må benyttes, slik at dette systemet ikke egner seg for varer med for eksempel dato. Drive-thru reol er på den andre siden tilgjengelig fra begge sider. (Grønland, 2010) & (Frazelle, 2002).

- *Gjennomløpsreol (Pallet flow rack)*: Funksjonelt sett benyttes dette som en drive-thru reol. Med dette systemet får man tatt hensyn til FIFO-varer gjennom hjulbaserte eller automatiserte transportbånd. Transportbåndene fører pallen fra inngang til utgang i reolen etter hvert som paller plukkes fra den ene siden. Fordelene er knyttet til god lagringstetthet, men krever varer som har høy frekvens og mange paller lagret. Ulemper er knyttet til relativt høye investeringer. (Frazelle, 2002)



Figur 15: Gjennomløpsreol – Figur hentet fra EAB.AS

- *Tilbakeskjøvet palle-reol (Push-back rack)*: Gir en LIFO-bane mellom to og fem paller dyp, ved å bruke en skinnestyrt bærer for hver pall. Ved påfylling presses de andre pallene bakover og lager rom for den nye pallen. Når en pall fjernes fra åpningen på reolen vil vekten for de gjenværende pallene sørge for å presse disse mot åpningen. En fordel ovenfor dypstablingsreoler er at man slipper å kjøre inn i reoldypet. Tilbakeskjøvet palle-reoler egner seg for medium raske SKUs med tre til ti paller lagret. (Frazelle, 2002)

➤ *Mobile palle-reoler (Mobile pallet rack)*: Er enkle konvensjonelle pallereoler på hjul eller skinner som gjør at en hel reolrad flytter seg fra en tilstøtende reolrad. Prinsippet bak denne typen lagringssystem er at ganger bare rettferdiggjøres når de blir brukt. Resten av tiden tar gangene opp verdifull plass. Dette gjør at kun 10 % av plassen brukes til gang og dermed innehar svært høy lagringstetthet. På den andre siden blir fremhenting av paller svært tidskrevende. Det er også viktig å merke seg at slike mobile palle-reoler krever svært sterke gulvfundament. Lagringssystemet er godt egnet for SKUs med lav frekvens og hvor det kun er en til tre paller per SKU. (Frazelle, 2002) & (Rushton et al., 2014).

➤ *Automatisk høylager (Automated Storage/Retrieval systems)*: De foregående lagringssystemene krever at lagring og fremhenting av varer skjer med en truck. I et AS/RS system derimot vil dette skje automatisk ved hjelp av data-kontrollerte kraner. En kan derfor si at et AS/RS system er et produkt-til-plukker system. AS/RS består av en eller flere parallelle midtganger med pallereoler montert fra gulv til tak på hver side av midtgangene. I denne midtgangen beveger den automatiske stablekranen (S/R maskinen) som har som oppgave å lagre eller fremhente paller. Pallene ankommer inngangsstasjonen og blir satt på et transportbånd, før S/R maskinen setter de på plass til lagring. Lagringen og fremhenting av paller skjer som regel etter FIFO-prinsippet. Etter fremhenting av pallen er gjort, sendes pallene til utgangsstasjonen. Varene flyttes manuelt eller automatisk til ønsket lokasjon. Lokasjonen kan for eksempel være plukkplass dersom det er behov for påfylling, eller utlastingsområdet dersom en helpall skal fraktes til kunden. Slike systemer opereres som oftest i høylager opp til 45 meter. Dette gjør gulvutnyttelsen svært god, samtidig som man har enkel tilgang til pallene. På grunn av enhetslast kapasitet er de driftsmessige egenskapene til S/R maskinen begrenset til «single-command cycles» eller «dual-command cycles». «Singel-Command cycle» refererer til at R/S maskinen enten foretar en lagring eller en fremhenting mellom et besøk i inngang- eller utgangssituasjonen. I en «dual-command cycle» utfører S/R maskinen en lagring, før den deretter fremhenter en annen pall. AS/RS systemet kontrolleres av et equipment controll system (ECS) som får instruksjoner av et WMS system. Det er et vidt spekter av mulige design for et AS/RS. Generelt kan de klassifiseres som følger:



Figur 16: Høylager – Hentet fra daifukueurope.com

- *Singel deep*: Samme struktur som enkel konvensjonell pallelagring.
- *Dubble deep*: Samme struktur som dobbel konvensjonell pallelagring.
- *High density systems*: Ulike typer finnes på markedet. Pallereoler kan for eksempel installeres ti rader dyp. Dette betyr igjen at man må operere etter LIFO prinsippet. Alternative systemer tar hensyn til FIFO prinsippet gjennom bruk av gjennomløpsreoler.

Høylager har vanligvis svært god utnyttelse av areal på grunn av høyde og at midtgangene er plassert nær reolene. De krever på den andre siden relativt høye investeringskostnader. (Rushton et al., 2014) & (Berg & Zijm, 1999).

3.3.2 Andre typer enhetslaster

I denne delen legges fokuset på lagrings- og håndteringssystemer for varer som av ulike grunner ikke egner seg for paller som enhetslast. Det er mange ulike utstyrstyper som er designet for å håndtere lagring av små produkter. Noen av disse benyttes i kombinasjon, og derfor er standardisering og modulering viktig.

- *Hyller, beholdere og skuffeseksjoner*: Mest vanlig er hyllereoler. Disse er modulære enheter som kan inneha mange ulike spesifikasjoner. Hyllene er somregel plassert i lange rader, hvor det er mulig å nå varene på samme måte som i enkle konvensjonelle palle reoler. Hyllene kan bestå av flere varelokasjoner og derav holde flere forskjellige SKUs. Selv om disse systemene har lave investeringskostnader, er det ofte knyttet høyere krav til plass og mer arbeid. I tillegg kan det benyttes skuffer i slike hyllereoler. Skuffene inneholder ofte flere små SKUs. Fordelen med skuffer er at flere artikler kan lagres og presenteres for ordreplukkeren på et relativt lite område. Her kan det også benyttes beholdere i for eksempel metall eller plastikk. For produkter som er lange eller har vanskelige former kan det benyttes «cantilever reoler». (Rushton et al., 2014) & (Frazelle, 2002, pp. 128-129).
- *Mobile hyller*: Konvensjonelle hyller er plasskrevende fordi plukkerne har behov for god tilgang i midtgangene mellom hyllene. Dersom det er veldig lav frekvens på varene i hyller og/eller tilgjengelig plass er knapp, kan det være godt egnet å gjøre disse mobile. Dette frigjør plass, men gjør tilgjengeligheten til produktene mindre fleksibelt og tidskrevende. (Frazelle, 2002, pp. 132-133) (Rushton et al., 2014)

- *Tyngdepunktshyller (Gravity flow rack):* Denne type lagring og plukk systemer egner seg for små produkter i ytterkartong eller produkter som er plassert i beholdere. Tyngdepunktshyller gir et FIFO system. Fordi mange ulike SKUs kan plasseres på liten plass reduseres reisetiden på plukkruken. Det er viktig å sørge for at plassen bak frontkartongen utnyttes effektivt. Det bør derfor kun velges tyngdepunktshyller for SKUs med flere kartonger lagret. (Frazelle, 2002, pp. 130-131)

Over, er det gjennomgått manuelle lagersystemer. Under ser vi på de mest vanlige automatiserte systemene. Fordelen med slike systemer er at reisetiden elimineres for ordreplukkeren. Slike systemer må designes optimalt, for å kunne være lønnsomme å implementere. I enkelte tilfeller kan produktiviteten bli dårligere enn ved et plukker-til-gods system. Dette kan skje dersom plukkeren vente på systemet for å presentere neste produkt som skal plukkes. (Frazelle, 2002, p. 139)

- *Lagerautomat / Karusell:* Dette er mekanisk utstyr som benyttes for lagring og roterer artikler som skal plukkes. Horisontale karuseller er sammenkoblede roterende beholdere i justerbare hyller drevet av en motorisert enhet. Produktene plukkes fra beholderne av plukkere som står på en fast plass i front av karusellen. Karusellene er normalt datastyrt, der plukkplassene finnes i datasystemet og fremkommer automatisk når de skal plukkes. Mellom roteringene kan plukkeren sortere, pakke og merke de fremhentedede varene. En plukker håndterer i enkelte tilfeller mellom to til fire karuseller samtidig. På en slik måte kan plukkeren utnytte tiden mellom roteringene mer effektivt. Det er viktig å huske på at målet med produkt-til-plukker systemer er å sørge for at plukkeren plukker varer og ikke benytter tid på å vente. Det er knyttet relativt store investeringskostnader til et slikt system. Volum artikler er ikke egnet, da slike produkter vil ta opp stor plass og derav ikke forsvare investeringen for plassbruken. (Frazelle, 2002, pp. 140-141) & (Berg & Zijm, 1999)



Figur 17: Horisontal Lagerautomat (Hentet fra Kardex-remstar)

En vertikal karusell er en horisontal karusell stående på høykant, og lukket med metallplater. Som med de horisontale karusellene opererer en plukker en eller flere lagerautomater. Teoretisk sett vil plukktiden være mindre for vertikale lagerautomater

en for horisontale. Jo høyere lagerautomaten er, desto lenger tid vil den i gjennomsnitt bruke for å finne frem rett beholder.

Systemene tilbyr god produkt beskyttelse og sikkerhet. Kun en hylle er synlig til enhver tid. Dette øker plukk-nøyaktigheten. Investeringskostnadene er noe høyere enn for horisontale lagerautomater. (Frazelle, 2002, pp. 140-142)



Figur 18: Vertikal lagerautomat (Kardex - Remstar)

- Miniload AS/RS: et automatisert lagrings- og fremhentingssystem som er designet for håndtering av små varer. Varene plasseres i modulære skuffer eller beholdere. Beholderne kan oppdeles i flere kamre som hver inneholder en bestemt vare. En ordreplukker står somregel på en plukkstasjon ved enden av midtgangen. Plukkstasjonen inneholder minst to posisjoner for enhetslasten som benyttes. Mens man plukker fra en beholder henter S/R maskinen en annen beholder på den neste posisjonen. Som med lagerautomatene styres høyde og lengde på systemet av krav til gjennomløpshastighet og bygningsbegrensinger. Krav til gulvplass er liten for slike systemer, da disse systemene kan være opp mot 15 meter høye. Kostnadene for et slikt system er høyere enn de andre systemene som er gjennomgått. (Berg & Zijm, 1999) & (Frazelle, 2002, pp. 142-143)

3.4 Lagerdesign

I perioden 1995-2002 har man sett en betydelig økning i antall store og sentraliserte lager. Disse lagrene krever ofte signifikante investeringer og er ofte komplekse. Også automatiseringsgraden i slike anlegg har hatt en stabil økning fra år 2000. I perioden 2003-2005 har man sett en gjennomsnittlig vekst på 5 % årlig i salg for leverandører innenfor automatiserte lagerløsninger. (Baker & Canessa, 2009)

Valg av lagerdesign bør tas med tanke på krav til både hvordan artikler skal lagres og håndteres. Selve bygningen bør deretter designes i henhold til disse kravene (Baker & Canessa, 2009). Som nevnt tidligere er det et kjent faktum at lagerdesignprosessen er svært krevende og kompleks. For å demme opp for denne kompleksiteten søker beslutningstakere gjennom stegvise tilnærminger å takle dette. Trinnene i en designprosess vil i stor grad henge sammen og det vil derfor kreve gjentakelse av ulike trinn for å komme frem til et egnet design. På grunn av de mange mulighetene som finnes i hvert steg, vil det ikke nødvendigvis

være mulig å komme frem til optimalt design. (Baker & Canessa, 2009) Dette støttes av Gu et al. 2010. Her hevder de at beslutninger som tas i designprosessen er koblet sammen, og at det er vanskelig å sette grenser i mellom dem. En beslutningstaker kan dermed ikke ta beslutninger basert på ett trinn uten at man identifiserer hvilken betydning for det vil ha for andre trinn i designprosessen. Fordi det er svært vanskelig, og i beste fall kostnadskrevende å gjøre endringer knyttet til design når lageret er bygd vil også de driftsmessige resultatmålene måtte tas hensyn til under designprosessen. Dersom designeren har en god modell for resultatmåling kan dette være et godt verktøy for å redusere antall alternativer på et tidlig tidspunkt i designfasen. Slike modeller kan både inkludere benchmarking, analytiske modeller og simuleringer (Gu et al., 2010).

Et av de viktigste punktene når det gjelder lagerdesign er å definere de ulike avdelingene på lageret, og forstå samspillet mellom disse (Gu et al., 2010). Det er ulike synspunkter på hvilke trinn som inngår i designprosessen. Noen av forskningsartiklene på området presenteres på et ganske detaljert nivå, mens andre presenterer mer generelle trinn.

3.4.1 Problemer og utfordringer i lagerdesign:

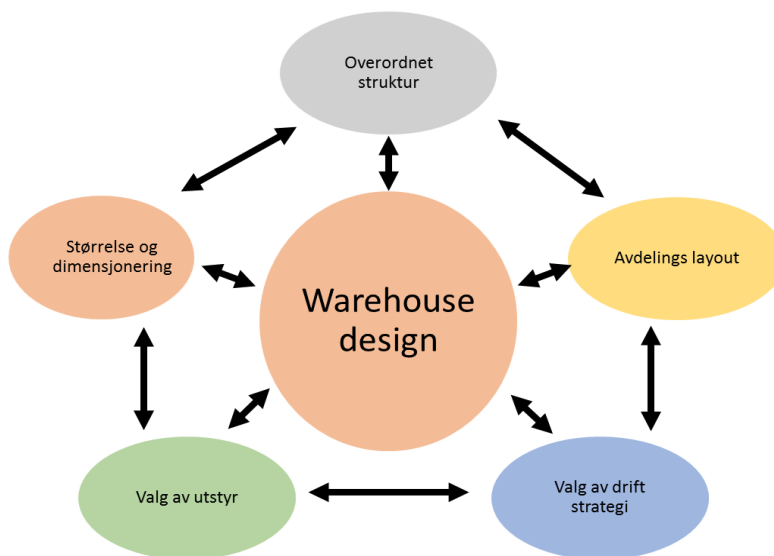
Dagens konkurransesituasjon krever en effektiv flyt av produkter fra råvare til sluttbruker. En velfungerende forsyningskjede er et viktig element for å oppnå denne flyten.

Transportsystemer og lager er sentralt i oppbygningen av forsyningskjeder. Når lager designes er det overordnede problemet hvordan systemer tar hensyn til materialhåndtering, sortering, lagring og ordreplukk implementeres og tar hensyn til hverandre. Dette må gjøres på en slik måte at de spesifiserte kravene møtes samtidig som kapital og driftskostnader minimeres over en gitt tidshorisont. (Bodner, Govindaraj, Karathur, Zerangue, & McGinnis, 2001)

Det opereres særlig med to store kategorier av problemer knyttet til lager design. Den første kategorien omhandler det generelle designproblemet og konsentrerer seg om utforming av «top-down», iterative, optimaliseringsbaserte tilnærminger. I hovedsak gir slike konseptuelle rammeverk utfordringer knyttet til validering av denne typen modeller. Grunnen til dette er at når en design prosedyre benyttes i for eksempel en casestudie er det ikke alltid klart hvordan resultater kan valideres utover denne casestudien. Den andre kategorien går på spesifikke underproblemer av ulike design. Eksempler kan være design av lagringssystem eller ordreplukkssystem. Modellene er i seg selv nyttige, men det er vanskelig å integrere disse ulike delproblemene til en mer overordnet designprosedyre grunnet ulike forutsetninger og data representasjoner. (Bodner et al., 2001)

3.4.2 Rammeverk for lagerdesign

Fordi lagerdesignprosessen krever at det tas mange beslutninger som hver krever ulike hensyn, hevdes det at lagerdesignprosessen er svært kompleks. Forskning på området forsøker å finne frem til rammeverk som brukes for å begrense denne kompleksiteten. Selv om innholdet i disse rammeverkene inneholder mange av de samme elementene presenteres de i ulikt format. Enkelte forskere ser på problemet mer overordnet og generelt, mens andre bryter disse overordnede kategoriene til sekvensielle trinn. Det er et behov for å ha et strategisk perspektiv på lagerdesignprosessen. Dette skal føre til et konseptuelt rammeverk som kan integrere isolert forskning og bruk av dataverktøy til en helhetlig designmetode (Govindaraj et al., 2000) Under presenteres et rammeverk basert på fire forskningsartikler som tar for seg lagerdesignprosessen. Jeg er av den oppfatning av at de fem beslutningskategoriene som foreslås av (Gu et al., 2010) danner et svært oversiktlig bilde av designprosessen. Kategoriene gjengis i figuren nedenfor, og diskuteres i detalj. Hvert punkt kompletteres av ytterligere tre artikler.



Figur 19: Fem beslutningskategorier, fritt fra (Gu et al., 2010)

Overordnet struktur:

Overordnet struktur omhandler materialflyten på lageret. Her bestemmes de funksjonelle avdelingene, antall ulike lagringsavdelinger, hva slags teknologier som skal benyttes og hvordan ordre samles. Problemstillingen i dette beslutningsområdet er knyttet til å møte lagringskrav og krav til materialflyt på lageret (Gu et al., 2010).

Et viktig punkt omhandler å definere krav for logistikksystemet. Dette er krav knyttet til den overordnede strategien, hvor man også tar hensyn til relevante begrensninger når det gjelder for eksempel planlegging og miljømessige utfordringer (Baker & Canessa, 2009). Trinnet skal gi en forståelse av hvordan lageret driftes og hvilke krav som derfor må være tilstede (Hassan, 2002). Disse funksjonelle kravene bestemmer i stor grad designbeslutninger knyttet til for eksempel; adskilte lagringsområder, plukk områder eller bruk av automatiske lagrings- og håndteringssystemer. (Govindaraj et al., 2000)

Ved å dele lageret opp i soner basert på lagringsklasse eller ved hjelp av paretofordelinger kan man redusere ordreplukkutene og derav tidsbruken som ikke benyttes på plukking av varer. Paretofordelinger sier noe om artiklenes betydning i logistikksystemet. Eksempler kan være plukkfrekvens eller lagringskrav. I tillegg til å dele opp lageret i ulike soner må artikler tildeles til klasser basert på deres egenskaper. På denne måten kan man tildele artiklene som er lagret til soner. (Baker & Canessa, 2009; Hassan, 2002).

Tildeling av lagringslokasjoner er et viktig trinn i designprosessen på grunn av påvirkningen den har for tidsbruk og kostnader. Tildeling av lagringslokasjoner er også viktig med tanke på lagerflyt, produktivitet i ordreplukk og derav unngå kødannelser. Dersom plukk område og lagringsområde holdes adskilt er det også her mulig å dele opp i plukksoner. Basert på de sammensetting av ulike soner kan utformingen av plukkområdet optimaliseres slik at avstand på plukk ruten reduseres (Hassan, 2002). Det benyttes ofte lagerflytdiagrammer som representerer daglig flyt mellom de ulike sonene (Baker & Canessa, 2009).

Ved å sette krav til funksjonalitet og organisering av lageraktivitetene vil valg og spesifisering av lagersystemene bli tatt hensyn til på en god måte (Govindaraj et al., 2000) .

Størrelse og dimensjonering

Dette beslutningsområdet sees ofte som to separerte problemer. Størrelse tar i betraktning lagringskapasiteten på lageret (Gu et al., 2010). Her prognostiseres etterspørsel ved å identifisere og estimere ulike forhold som lagrede artikler, trender og endringer, variasjon i etterspørsel, identifisering av sesongartikler, og egenskapene for kundeordre (Hassan, 2002). Disse faktorene må samhandle for å kunne påvirke effektiviteten på det totale lagringssystemet. Med dette menes at lagringskapasiteten kan benyttes effektivt, og at man ikke opplever store perioder med overkapasitet (Gu et al., 2010).

Ved å fastsette kapasitetsbehov kan man sette krav til lagerstørrelse. Trinnet vil også være viktig for allokering av lagringsplass og lagringsvalg (Hassan, 2002). Lagringsområdet er som oftest den største avdelingen på lageret. Lageret deles ofte mellom lagringsområde og plukkområde for å forenkle driften og redusere bevegelse. Det tas ofte også høyde for etterspørsel, type og størrelse på enhetslasten (Hassan, 2002). Etablering av enhetslast er et viktig- og komplekst punkt da lagerdesignprosessen må ta hensyn til hva som vil være det beste for hele forsyningskjeden (Baker & Canessa, 2009).

Hva gjelder dimensjonering er utfordringen her knyttet til å bestemme gulvareal, og vurdere bygg- og driftsrelaterte kostnader gitt kapasiteten (Gu et al., 2010). Arealet må estimeres og sees opp mot tomtekostnader og eventuelle begrensninger knyttet til tomteareal. Et feilaktig estimat kan på den ene siden føre til kapasitetsproblemer. På den andre siden finner vi utfordringene knyttet til ineffektiv utnyttelse av areal (Hassan, 2002).

Avdelingslayout

Dette trinnet tar for seg design av de ulike avdelingene (Gu et al., 2010). Fordi lager består av flere avdelinger eller områder må disse identifiseres og arrangeres. Layout må ta hensyn til slik av flyten mellom de ulike avdelingene vil være i tilknytning til hverandre, og optimeres ved å minimere reiseavstand og tidsbruk. Dette indikerer at også design av midtganger må tas hensyn til. Det vil være sentralt å finne frem til antall ganger, lokalisering av ganger, lengde og bredde på gangene. Dette må sees opp mot utstyret som skal benyttes på lageret (Hassan, 2002). I situasjoner der det utarbeides layout brukes ofte CAD programvare (Baker & Canessa, 2009).

Når avdelingslayout skal fastsettes, kommer man ikke utenom å fastsette antall inn og ut punkter. Disse må også lokaliseres. Grunnen til at dette er vesentlig er at lokalisering av inn og ut punkter har konsekvenser for hvor godt lagerfunksjonen fungerer med henhold til lagerflyt, lagringstildeling og overbelastning. Forutenom avdelinger, må det besluttes inn og ut punkter basert på hvilke lagrings- og materialhåndteringssystemer som er valgt (Hassan, 2002).

Det er også viktig å ta hensyn til antall og lokalisering av ramper knyttet til varemottak og forsendelse. En riktig balanse mellom lokalisering og antall ramper vil gjøre det mulig å håndtere ulike typer av transport, redusere forsinkelse og gi fleksibilitet. På denne måten unngås kødannelser (Hassan, 2002).

En vesentlig del av avdelingslayout er å kunne si hvor mye plass som kreves i hver sone, materialflyten mellom dem og hvordan anlegget kan endres i fremtiden (Baker & Canessa, 2009). Beslutningene har stor innvirkning for ytelsen på lageret, og det er sentralt å avveie kostnader opp mot hverandre (Gu et al., 2010):

- Kostnader for lagerkonstruksjonen og vedlikehold
- Materialhåndteringskostnader
- Lagringskapasitet og plassutnyttelse
- Utnyttingsgraden for utstyret som benyttes

Evalueringen og vurderingen må også validere driftsmessig og teknisk gjennomførbarhet opp mot valg av utstyr. Løsningene må sees opp mot kravene til logistikksystemet og kostnadene knyttet til drift av lageret (Baker & Canessa, 2009).

Valg av utstyr

Omhandler valg av automatiseringsgrad og hva slags lagrings- og håndteringssystemer som bør benyttes. Dette vil være en strategisk beslutning fordi valgene som tas vil legge føringer for flere av de andre beslutningene som tas i designprosessen. Dette vil igjen ha betydninger for investeringskostnader og ytelsen for lageret. I de fleste tilfeller vil valg knyttet til automatisering være langt ifra åpenbar, og i praksis tas disse beslutningene ofte basert på lagerdesignerens ekspertise og erfaring. Det foreligger svært lite forskning på dette feltet. (Gu et al., 2010) Likevel er dette et svært viktig trinn i designprosessen, fordi det påvirker lagerdesignet i seg selv, og de totale kostnadene for lagerets livsløp. Det er to grunnleggende spørsmål som berører valg av utstyr, og derav automatiseringsgraden på lageret:

1. Hvordan kan man identifisere utstyrsalternativer som antas som rimelig i forhold til de kravene man har i forhold til lagring og fremhenting av paller?
2. Hvordan kan man velge mellom de ulike alternativene?

Her peker Gu et al. på at det vil være hensiktsmessig å utvikle en metode for å identifisere krav og karakterisere utstyr, slik at man kan løse denne utfordringen på en enhetlig måte. (Gu et al., 2010)

Design av materialhåndterings-, lagrings og sorteringssystemer har også stor betydning for antall midtganger, arealkrav, volumutnyttelse, lagringstildeling og flyten på lageret (Hassan, 2002). Lagerfunksjonens krav til egenskaper kan være godt egnet i å vurdere utstyrets egnethet i lagerdriften. Enkelte konsulentselskaper bruker intuisjon basert på utstyrets

egenskaper og lagerfunksjonens krav. Andre bruker mer analytiske modeller og simuleringer. (Baker & Canessa, 2009).

Valg av driftsstrategi

Valg av driftsstrategi omhandler krav til hvordan lageret driftes. Den overordnede driftsstrategien skal ha tydelige føringer ovenfor det totale lagersystemet. Den overordnede driftsstrategien for lageret bør samsvare med virksomhetens overordnede strategi og vil derfor også ha effekter for hvordan denne strategien kan utledes. Det konkluderes i forskningen som foreligger på området at virksomheter kan oppnå betydelige fordeler ved å velge riktig design på lageret. Likevel er det et stort forbedringspotensial knyttet til forskning på området, da det foreligger et gap mellom modeller og antagelser i forskningspublikasjoner og den komplekse virkeligheten man står ovenfor i de fleste lagerdesignprosesser (Gu et al., 2010).

Etablering av operasjonell strategi må vurderes på et tidlig tidspunkt i lagerdesign prosessen. Retningslinjene som må bestemmes er valg knyttet til antall lager, lagringsstrategi og ordreplukkstrategi (Hassan, 2002).

Kommentarer til lagerdesignprosessen

Baker & Canessa hevder at det er konsensus om den overordnede strukturen for lagerdesign. På den andre siden er det mindre enighet i hvilke verktøy som bør benyttes, og i hvilken rekkefølge de ulike trinnene bør analyseres og bestemmes. En grunn til dette er at lagerdesignprosessen som regel er iterativ og ikke en sekvensiell prosess. Det ser også ut til at man på dette tidspunktet er langt ifra å oppnå en fullstendig anvendbar lagerdesignmetodikk. (Baker & Canessa, 2009)

Fordi beslutninger omkring lagerdesign er sterkt koblet sammen og det er utydelige grenser mellom disse, kan ikke klassifiseringen anses som unik. I tillegg bør beslutninger i en kategori gjøres uten å avveie hvilke konsekvenser det vil få for andre (Gu et al., 2010).

3.4.3 Lagerdesign vurdert ut fra beslutningsnivå:

Rouwenhorst et al., (2000) antyder at problemstillinger i lagerdesign kan plasseres på tre ulike nivåer: Strategiske, taktiske og operasjonelle. Et slikt hierarkisk rammeverk reflekterer problemstillingen ut fra tidshorisonten for beslutningen. En slik tilnærming er spesielt godt egnet når informasjon omkring nåværende drift ikke er tilgjengelig eller ikke eksisterer. Et eksempel kan være dersom det skal startes opp et nytt lager. (Rouwenhorst et al., 2000)

Det strategiske nivået: kjennetegnes ved beslutninger som omfatter en langsiktig tidshorisont og store investering. Dette kan igjen deles inn i to grupper: Den første gruppen av beslutninger inkluderer det overordnede designet for flyten mellom lagerprosessene. Den andre gruppen av beslutninger går ut på utvelgelsen av lagersystemer som skal benyttes for de ulike lagerprosessene. De to gruppene er koblet sammen på en slik måte at lagerprosessene legger føringer for systemet som skal bistå. Likevel kan en slik prosess bare implementeres dersom systemet er tilgjengelig. (Rouwenhorst et al., 2000)

Det taktiske nivået: er beslutninger på mellomlang sikt som er basert på utfallet for de strategiske beslutningene. Beslutningene har mindre påvirkning, men er fortsatt knyttet opp mot investeringer og bør derfor ikke revurderes for ofte. Taktiske beslutninger er typisk utfordringer knyttet til dimensjonering av plukksoner, valg av lagringskonsept, ressursallokering, etablering av layout for det overordnede systemet, og vurderinger rundt personellbehov. Målet er å forbedre ytelsen, redusere sløsing og minimere kostnader. (Rouwenhorst et al., 2000)

Det operasjonelle nivået: inkluderer de daglige beslutningene. Disse er begrenset til å støtte beslutningene tatt på det strategiske og taktiske nivået. Påvirkningen for den daglige driften er begrenset, men er viktig for å kontrollere personell og utstyr. Beslutninger knyttet til lagerprosesser på det operasjonelle nivået inkluderer allokering av inngående produkter til lagringslokasjoner, samt tildeling av plukkoppdrag og beslutninger omkring plukkroute. (Rouwenhorst et al., 2000)

3.5 Trinnene i valg av håndteringsutstyr

Et godt designet materialhåndteringssystem kan være avgjørende for å unngå forsinkelse, redusere ledetiden på lageret, redusere skadeomfang på varer og redusere driftskostnader. Videre hevedes det at materialhåndteringssystemer er viktige komponent for forsyningskjeden som helhet. Grunnen til dette er fordi velegnede design kan forbedre produktiviteten og øke kundeservice. (Hassan, 2010)

I design av materialhåndteringssystem kan det hevdes at valg av utstyr er svært sentralt. Dette er beslutninger vedrørende hvilken type av utstyr som bør benyttes og settes opp mot spesifikasjonskrav. I artikkelen presenterer Hassan (2010), et rammeverk for valg av materialhåndteringssystemer i en produksjon og logistikk setting. Før trinnene presenteres er det viktig å forstå hvilke faktorer og utfordringer man har når disse systemene skal velges. For det første består et materialhåndteringssystem av maskinvare, programvare, mennesker og

ledelsessystemer som arbeider sammen for å utføre alle aktiviteter som er i tilknytning med håndtering av produkter. Design av et materialhåndteringssystem kan derfor sies å være meget kompleks fordi en designer må vurdere ulike typer delsystemer, og velge blant et stort antall kategorier, klasser og typer av utstyr. (Hassan, 2010)

Meningen bak et materialhåndteringssystem er å støtte driften på lageret ved å levere; Riktig produkt → Med riktig antall → På riktig lokasjon → Til riktig tid (Hassan, 2010). For å kunne designe et ferdigstilt materialhåndteringssystem og velge rett utstyr, kreves det at designere, beslutningstakere og utviklere bruker en metodikk som dekomponerer utstyrvalget ned til delproblemer. Videre må det spesifiseres krav for materialhåndteringssystemet, tatt i betraktning til hvilke forhold det skal opereres i, samtidig som det også tas hensyn til karakteristikker og input fra omgivelsene (Leverandører, kunder og reguleringer). Deretter må det identifiseres materialhåndteringsfunksjoner som benyttes i å bestemme riktig utstyr. Til slutt kreves det at man tar til hensyn hvordan systemet skal driftes, vedlikehold av utstyret og. Dette leder frem til valg av utstyr og designevaluering. (Hassan, 2010) Rammeverket består av tre designfaser på til sammen ti trinn:

<i>Design fase</i>	Trinn i prosessen
<i>1. Konseptuelt design</i>	1. Spesifisering og prioritering av krav
	2. Angivelse av mål
	3. Etablering av ytelsesmål
	4. Funksjonell dekomponering
	5. Bestemme ulike utstyrsklasser
	6. Design av delsystemer
<i>2. Foreløpig design</i>	7. Valg av utstyrstyper
	8. Bestem antall av utstyrstype
<i>3. Detaljert design</i>	9. Bestem spesifikasjoner for utvalgt utstyr
	10. Vurder design

Tabell 6: Trinnene i valg av håndteringsutstyr (Hassan, 2010)

3.6 Datainnsamling og analyser

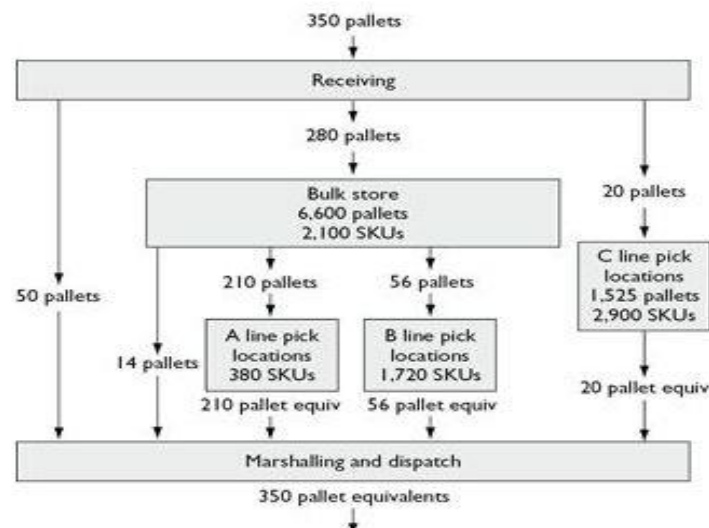
En vesentlig del av lagerdesignprosessen er å definere og innhente data for designformålet (Baker & Canessa, 2009). Dette er blant det første som skjer i designprosessen (Govindaraj et al., 2000). Selskaper som arbeider med lagerdesign har ofte en forhåndsdefinert liste over data som etterspørres, men som kan endres avhengig av prosjektet som skal gjennomføres (Baker & Canessa, 2009).

Innsamling av data er somregel knyttet til (Govindaraj et al., 2000):

- Virksomhetens artikler – Varemater
- Lagerbeholdning
- Kundeordre

Datainnsamlingen må ta hensyn til to viktige aspekter. For det første må det skaffes en oversikt over nåværende lagersituasjon. Herunder er det viktig å ta hensyn til flyt og volumbevegelser. Andre sentrale poeng er som nevnt tidligere knyttet til antall lagrede artikler, trender og endringer, variasjon i etterspørsel, identifisering av sesongartikler og egenskapene for kundeordrene. For det andre må man også ta hensyn til morgen dagens krav. Datainnsamlingen viser seg ofte å være tidskrevende (Baker, 2010).

For å ha kontroll på de store mengdene data som behøves i designprosessen er det viktig med en systematisk behandling av den analyserte dataen (Baker, 2010). En nyttig måte å presentere gjennomløps og lagringsdata er gjennom ulike typer av lager flyt diagram. Dette er et bilde som representerer flyt og størrelsen på lageret. Slike diagram kan være hensiktsmessig å lage for ulike tidshorisonter, hvor en tar hensyn til gjennomsnitt og for eksempel høysesonger. En kan si at dette er et skjematisk bilde av hele lagerprosessen, fra varemottak til utlastingsområdet. (Rushton et al., 2014)



Figur 20: Lagerflyt diagram (Rushton et al., 2014)

Analyseringen av denne dataen er ofte rutinemessige statistikker basert på dataen som er innhentet (Baker & Canessa, 2009).

3.6.1 Lageraktivitetsprofilering:

Lageraktivitetsprofilering er en systematisk analyse av aktivitet knyttet til artikler og kundeordre. Aktivitetsbasert profilering er analyser som raskt identifiserer årsaker til material og informasjons problemer, og peker på muligheter for prosessforbedringer. Profileringen kan avdekke lagerdesign muligheter som ikke åpenbart er synlige. Profilering er i tillegg et godt virkemiddel fordi det presenterer informasjon på en billedlig måte. (Frazelle, 2002).

Avhengig av hvilke lagerdesign problemstillinger man ønsker å analysere finner man en rekke ulike tilnærminger:

- *Helpall analyse:* Denne analysen har til hensyn å bestemme om det bør være separerte områder for helpallsplukk og eskeplukk. Generelt sett er det en god løsning og etablere separerte områder.
- *Lagerbeholdning fordeling:* Ved å knytte enhetslast, for eksempel paller til en fordeling kan man på en god måte finne frem til lagringssystemer. Her ser man på gjennomsnittlig lagrede paller for de ulike artiklene som er lagret. (Frazelle, 2002).
- *Volum og frekvens fordeling:* Er en lageraktivitetsprofileringsanalyse som både tar hensyn til frekvens og volum som plukkes til kundene. Ved å ta hensyn til både frekvens og volum kan man på en godt egnet måte og fordele ulike artikler til forskjellige lagringssystemer (Frazelle, 2002),.

3.6.2 Valg av lagringssystem:

Det er tre grunnleggende beslutninger knyttet til valg av lagringssystem som må besvares (McGinnis & Mulaik, 2000):

1. Hvilke lagringssystemer bør benyttes.
2. Hvor mye kapasitet behøves i hvert lagringssystem
3. Hvordan fordele lagringssystemene i soner og tildele ulike SKUs til disse?

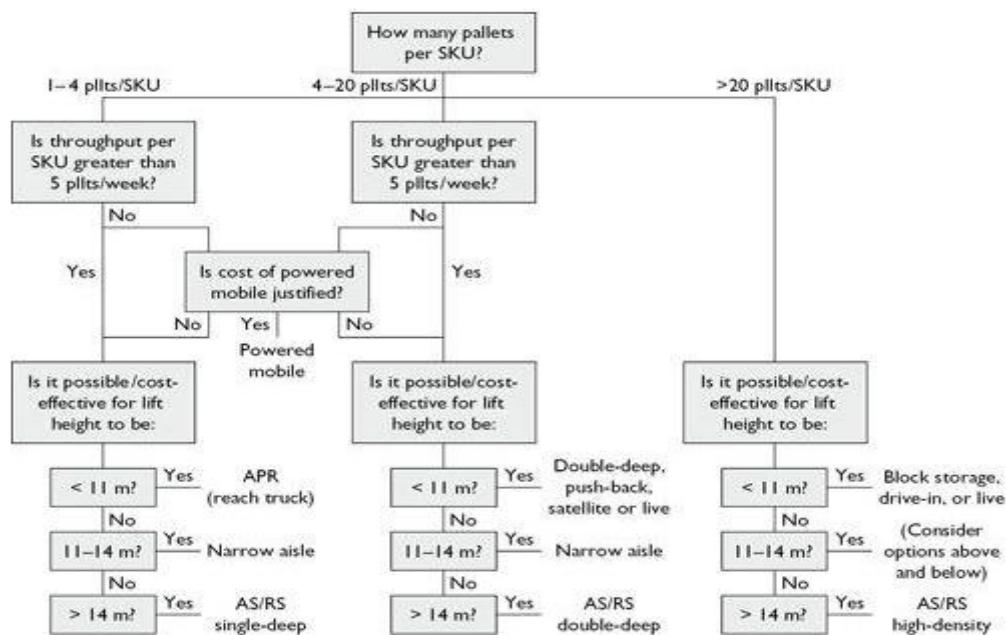
Tildeling av SKUs til en lagringsteknologi avhenger av artikkelens egenskaper, som for eksempel vekt, størrelse, stablingsdyktighet, etterfyllingskvantitet og gjennomsnittlig ordrekvantitet. For å kunne designe lagringssystem må det estimeres behov for lagringsplass per SKU.

3.6.3 Evaluering av utstyrstyper

En svært viktig del av lagerdesignprosessen er å oppnå en optimal tilpasning mellom fastmontert og mobilt utstyr i bygningskonfigureringen. For å komme frem til riktig valg av utstyr må det til en detaljert vurdering av nåværende og fremtidig krav til drift av lager. Et generelt prinsipp sier at det er naturlig å automatisere dersom produkter har høy repeterende frekvens (Baker, 2010).

Virksomheter som kan utnytte stordriftsfordeler er de som kan oppnå størst fordel av automatisering. Videre har forskning knyttet til bruk av automatiserte løsninger vist at paller lageret og pallebevegelser per time er signifikante faktorer for valg av automatisering. (Baker, 2010)

For det første kan automatiserte systemer for lagring og plukk ha god utnyttelse av gulvareal, med bruk av eksempelvis høylager. Automatiserte systemer kan også ha lavere driftskostnader, sørge for bedre sikkerhet, øke nøyaktigheten og redusere skader på varer. Det er mulig å forkaste ulike typer av utstyr basert på egenskapene. Forkasting av automatisering kan likevel skje på et tidlig tidspunkt for eksempel når lageret befinner seg i land med lave personalkostnader, eller dersom et eventuelt nytt lager må ferdigstilles så tidlig som mulig. Videre kan man benytte beslutningstrær for å begrense antall muligheter ytterligere. (Rushton et al., 2014)



Figur 21: Identifisering av mulige lagringsystemer (Rushton et al., 2014)

Etter at antall mulige valg er begrenset ned to til tre alternativer, kan det gjøres en kostnadsevaluering av disse. Deretter må det foretrekkende utstyret som er identifisert for hver lageraktivitet evalueres på for faktorer som fleksibilitet og mix av utstyr. (Rushton et al., 2014).

3.6.4 Klassifisering og differensiering gjennom ABC-analyser

80/20 regelen: Vilfredo Pareto (1848-1923) fant i sine studier at 80 % av landeiendommene var eid av 20 % av befolkningen. Dette er siden kjent som Paretos prinsipp om sannsynlighet for skjevfordelinger. ABC-analyser tar utgangspunkt i at noen elementer i en populasjon er mer betydningsfulle enn andre, og kan også gjøres gyldige. ABC-analyser er et hjelpemiddel for å skille viktige grupper fra de mindre viktige. Differensiering er et viktig element fordi det å utnytte kunnskap om slik klassifisering kan være et godt effektiviseringstiltak.

Konsekvensen av dette må være at man etablerer forskjellige rutiner for de ulike kategoriene (Brynhildsvoll, 2011).

Følgende metode kan brukes for gjennomføring av en ABC analyse (Brynhildsvoll, 2011):

- Sortere objektet i fallende verdi
- Beregne objektets prosentvise andel av totalen
- Rangere prosentvis andel i stigende eller fallende orden
- Tegne en kurve over resultatene av beregningene

4 Metode

I akademisk arbeid er det relevant å være bevisst på hvilken metode som benyttes i forskningen. Metodene som benyttes har ofte ulike fordeler og ulemper. Jeg vil i dette kapitlet redegjøre for hvordan problemstillingen er løst.

Samfunnsvitenskapelig metode er en måte for som sier noe om hvordan man skal få frem når det skal hentes inn informasjon om virkeligheten og hvordan denne informasjonen skal analyseres slik at den gir ny innsikt i forhold og prosesser. En kan derfor si at det handler om å samle inn, analysere og tolke data. (Johannesen, Kristoffersen, & Tufte, 2004, pp. 32-33).

4.1 Forskningsdesign:

Forskningsdesignet skal si noe om hvordan problemstillingen skal undersøkes. En kan i stor grad hevde at problemstillingen er av et slikt formål at det kan kalles; «utforming av en konkret utopi». Dette består av å knytte ønsket situasjon mot hva som vil være mulig å gjennomføre, samtidig som betingelsene for forandringen klargjøres. For å kunne gjøre dette må det gjøres en analyse av dagens situasjon. Videre analyserer skal sørge for at man finner frem til optimal situasjon og samtidig klargjøre hvordan vi kommer dit innenfor gitte rammebetingelser. (Johannesen et al., 2004, p. 59)

Avhengig av undersøkelsens formål, tidsdimensjon, utvalg og valg av data finnes ulike kriterier for hvordan undersøkelsene gjennomføres. (Johannesen et al., 2004)

Forskningsdesignet som er valgt for denne oppgaven vil være en casestudie. I casestudier er det ett eller få undersøkelsesenheter som studeres inngående gjennom detaljert og omfattende datainnsamling. Det vil typisk samles inn data fra flere ulike kilder som er tid- og stedsavhengige. En case studeres i en bestemt setting ved hjelp av kvalitative tilnærminger som observasjon, åpne intervjuer og kvantitative data og teknikker. Det er særlig to kjennetegn ved en case studie. For det første et avgrenset fokus på den spesielle casen, og for det andre en mest mulig inngående beskrivelse. (Johannesen et al., 2004, pp. 83-84)

Robert K Yin har pekt på fem komponenter som er spesielt viktig ved gjennomføring av caseundersøkelser (Johannesen et al., 2004):

1. Forskningsspørsmål: casedesign egner seg best til «hvordan» og «hvorfor» spørsmål.
2. Teoretiske antagelser: Forfatterens grunnleggende spørsmål leder til antagelser som ligger til grunn for den videre undersøkelsen.

3. Analyseenheter: kan være både individer eller sosiale settinger. Definisjon av disse enhetene avhenger av forskningsspørsmålet.
4. Den logiske sammenhengen mellom data og antakelser: dette går ut på hva som gjøres når de nødvendige data er hentet inn. Det er beskrevet to analysestrategier; analyse basert på teoretiske antagelser og beskrivende casestudium. Det er kun anbefalt å benytte sistnevnte dersom man ikke har noen teoretiske antagelser på forhånd.
5. Kriterium for å tolke funnene: Funnene tolkes opp mot allerede eksisterende teori på området. Før selve datainnsamlingen bør det være en foreløpig teori. Med basis i de fire komponentene over, relateres funnene til eksisterende teori.

4.2 Datakilder:

Det finnes i utgangspunktet to typer av data; primærdata og sekundærdata. I denne studien er det benyttet data fra flere kilder. Informasjonen fra Europris består av historiske tall, og er basert på reelle transaksjoner. For å forenkle oppgaven, er det i utgangspunktet benyttet tall fra 2014. Enkelte steder i oppgaven benyttes tall også fra 2015. Tallene er hentet inn som sekundærdata i samarbeid med logistikkontroller i Europris og er tilpasset til primærdata for å kunne gjøre de nødvendige analysene og svare på problemstillingen. Det er også benyttet sekundærdata. Hovedsakelig dreier dette seg om artikler og bøker, men det er også benyttet internettkilder og rapporter fra eksterne aktører. All data er blitt stilt krav til gjennom å stille to spørsmål (Dalland, 2012, p. 120):

1. Hvilken relevans har data for problemstillingen.
2. Hvor pålitelig er måten data er samlet inn på?

4.3 Metodevalg:

Det kan i stor grad argumenteres for at metoden som er benyttet i oppgaven både er av kvantitativ og kvalitativ karakter. De kvalitative metodene tar sikte på å fange opp mening og opplevelse som ikke lar seg tallfeste eller måle. På den andre siden har man de kvantitative metodene som har den fordel at de gir data i form av målbare enheter. Tallene gir mulighet til å foreta regneoperasjoner (Dalland, 2012, p. 112). Kombinasjon av ulike metoder kan med fordel benyttes for å skaffe mye og detaljert data. (Johannesen et al., 2004, p. 84)

4.3.1 Kvantitativ metode

Forskningsspørsmålet uttrykker at det er Europris AS som vil være undersøkelsesenheten i oppgaven. Analyse av kvantitative data handler om å knytte statistiske teknikker og hvordan kreativiteten utnyttes for å analysere og tolke data (Johannesen et al., 2004).

Kvantitativ dataanalyse søker som oftest å avdekke mulige årsakssammenhenger eller kausalsammenhenger mellom fenomener eller hendelser. For å kunne trekke slutninger om det eksisterer årsakssammenheng må tre betingelser være oppfylt (Johannesen et al., 2004, pp. 288-289):

- Det må kunne påvises en sammenheng mellom fenomenene
- Årsaken må komme før eller samtidig med effekten i tid
- Det må være tatt hensyn for å kontrollert andre teoretisk relevante variabler

De kvantitative analysene i oppgaven brukes for å trekke deskriptive og/ eller beskrivende slutninger om årsaksforhold. Det meste av forskning som omhandler lagerdesign viser til rammeverk hvor tallmessige data må analyseres. De tallmessige analysene er med på å kunne gjøre vurderinger om hvilke lagrings- og håndteringssystemer som egnes for lagerfunksjonen.

For det første gjøres det statistiske analyser for å kunne si noe om nåsituasjonen ved Europris lagre. Dagens varestrøm brukes for å estimere behovene i år 2022. Estimaten tar også utgangspunkt i AT-Kearneys rapport, og selskapets utalte målsetning for vekst. Videre tar den kvantitative metoden som benyttes i oppgaven utgangspunkt i analytiske tilnærminger beskrevet i teori om lagerdesign og lageraktivitetsprofilering.

Oppgaven vil som nevnt også ha innslag av kvalitativ metode, for å utfylle talldata som er benyttet. De kvalitative metodene er viktig for å kunne beskrive kravene til logistikksystemet. Disse kravene er også vært viktig for å komme frem til egnet valg av lagrings- og håndteringssystemer.

4.3.2 Kvalitative intervjuer

Underveis i prosessen har det vært gjennomført møter med nøkkelpersonell i Europris. Her er det gjennomført ulike typer intervjuer basert på hva som er ønsket og få ut av samtalen. I litteraturen skiller man ofte mellom tre typer kvalitative intervjuer (Johannesen et al., 2004, pp. 143-145):

- Ustrukturerte intervjuer kan sies å være en uformell samtale med åpne spørsmål, der det er gitt et tema, mens spørsmål tilpasses den enkelte intervjusituasjonen. Et ustrukturert gjør det ofte lettere for informanten å snakke, samtidig som fremgangsmåten er svært fleksibel. Da kvalitative data er avhengig av den situasjonen de er samlet inn i, er det ikke alltid like relevant å sammenligne svar fra flere informanter.

- Delvis strukturerte intervju har en overordnet intervjuguide som utgangspunkt for intervjuet. Her er det ofte satt en liste over temaer og generelle spørsmål som skal gjennomgås. Rekkefølgen på temaene kan endres dersom informanten bringer et nytt tema på banen. Det hevdes at dette kan gi en god balanse mellom standardisering og fleksibilitet.
- Strukturerte intervju er preget av at man på forhånd har fastlagt både tema og spørsmålsformuleringer. Fordelen er at disse standardiserte intervjuene lettere kan benyttes for å sammenlignes med hverandre. På den andre siden er det mangel på fleksibilitet i denne typen intervjuer.

Gjennom et ustrukturert intervju med min kontaktperson underveis i prosessen; Logistikkdirektør - Pål Christian Andersen, var hensikten å komme til enighet om problemområde for oppgaven. Gjennom tidligere arbeid på sentrallageret og en bacheloroppgave som tok for seg bruk av alternative vareveier, hadde jeg tilegnet meg god kjennskap om utfordringer man har i den daglige driften. Dette gjorde at jeg var svært interessert i å se nærmere på hva man kunne gjøre med den utfordringen knyttet til høy fyllingsgrad ved bedriftens lagre. Pål Christian hadde også utfordringene knyttet til fyllingsgrad og fremtidig vekst i tankene når vi diskuterte problemområde for oppgaven. Det var også et formål med det ustrukturerte intervjuet å innhente informasjon som kunne være med på å komme frem til den overordnede problemstillingen. Det var også viktig å finne frem til hvilke ressurser jeg hadde til rådighet i oppgaveprosessen og derav kunne si om prosjektet var gjennomførbart.

Det andre intervjuet som ble gjennomført var med leder av drift og analyse i logistikk avdelingen. Dette var et delvis strukturert intervju, basert på en intervjuguide. Hensikten med intervjuet var å få økt innsikt i WMS-systemet som benyttes i lagerdriften. Før intervjuet skulle gjennomføres ønsket jeg å finne frem til temaer og generelle spørsmål som skulle gjennomgås i intervjuet. Intervjuguiden er vedlagt vedlegg 1. Intervjupersonen brukte i intervjuet også en praktisk tilnærming slik at jeg enklere skulle forstå hvordan systemet fungerte. Hvert punkt som ble gjennomgått ble også vist i systemet. Under intervjuet ble det gjort notater som ble ferdigstilt til et møtereferat samme dag. Dette var for å bevare mest mulig av det som opprinnelig ble sagt under intervjuet. For å kvalitetssikre ble møtereferatet oversendt for tilbakemeldinger og utfyllende opplysninger.

4.4 Validitet og relabilitet

Fordi metodene som benyttes i studier skal gi troverdig kunnskap, må krav til validitet og relabilitet være oppfylt. Med validitet menes det at det som måles, må ha relevans og være gyldig for det problemet som skal undersøkes (Dalland, 2012, p. 55). Validitet i kvantitative undersøkelser dreier seg altså om i hvilken grad forskernes funn på en riktig måte reflekterer formålet med studien og representerer virkeligheten (Johannesen et al., 2004, p. 228).

Relabilitet har med pålitelighet å gjøre. Det handler altså om at målinger må utføres korrekt, og at eventuelle feilmarginer angis. (Dalland, 2012, p. 52) Relabilitet er kritisk i kvantitative undersøkelsesopplegg, og det må settes strenge krav til undersøkelsens data. En må derfor ta hensyn i hvilke data som benyttes, måten de samles inn på og hvordan de bearbeides. (Johannesen et al., 2004, p. 227)

4.4.1 Kritikk av metodevalg

Denne casestudien vil være begrenset når det gjelder generalisering. Informasjonen kan overføres til andre lignende situasjoner, men analysene vil kun være rettet mot lagerfunksjonen i Europris. Meningen bak oppgaven er heller ikke å generalisere, men komme med en anbefaling for hvilke lagrings- og materialhåndteringssystemer, som kan egne for et nytt sentrallager.

4.4.2 Kritikk av datagrunnlag

En ulempe med datagrunnlaget er at analysene bygger på tall kun fra 2014. Masteroppgaven skal skrives på begrenset tid og med begrensede resurser. Tiden brukt på å analysere tall har vært svært tidkrevende.

Det er utfordringer ved å benytte intervjuer av personer som er så tett inne i bedriften. Disse har som oftest en subjektiv mening. Således kan det også stilles spørsmål ved å benytte meg selv og andre i organisasjonen som referanse. Jeg har gjennom oppgaven prøvd å være så objektiv som mulig.

Det har vært utfordrende å anskaffe data for formålet. Mye av dataen som ble etterspurt var ikke mulig å oppdrive. Jeg har således forsøkt å løse oppgaven med den dataen som var tilgjengelig.

5 Størrelse, dimensjonering og spesifikasjonskrav

5.1 Forsyningskjedens krav til logistikkfunksjonen

Den overordnede strategien i Europris forholder seg til at virksomheten skal oppnå kostnadslederskap. Produktene skal tilbys til markedets beste pris på sammenlignbar kvalitet. Logistikken kan ikke i seg selv anses som en unik driver. De fleste konkurrenter kan kjøpe tilsvarende tjenester Europris i dag benytter. Dette kan derfor ikke sees som en differensiert konkurransefordel. På den andre siden kan dagens lokalisering for sentrallageret sees som en viktig konkurransefordel. Nærhet til havnen har store fordeler både når det gjelder inngående og utgående vareflyt. Logistikkprestasjonen er dessuten svært viktig for hvor godt kjeden presterer som helhet. Betydningen de logistikkrelaterte kostnadene har for de totale er også signifikant. Kravet til logistikken bør derfor være kostnadseffektivt og overlegen prestasjon i logistikkledet. Det bør strebes etter samordning og felles løsninger i forsyningskjeden. Således er logistikkspørsmålets strategiske betydning knyttet mot materialstrømorientert logistikk (Persson & Virum, 2011, pp. 373-375).

Videre kan det hevdes at forsyningskjeden har elementer i seg som gjør at prosessene både kan sees som «push»- eller «pull»- prosesser. Med «pull-prosesser» menes det at utførelse igangsettes som en respons til kundeordre. Pull prosesser kan dermed sees som en reaktiv prosess fordi man ønsker å respondere til etterspørsel. Push prosesser utføres som en forventning til kundeordre basert på en prognose. Slike prosesser kan dermed sees som en spekulativ prosess fordi de responderer til forventninger. (Chopra & Meindl, 2013, p. 22)

En kan derfor hevde at Europris sin forsyningskjede responderer etter kundeordre. På den andre siden vil prosessen rundt kampanjeordre fra et innkjøpsperspektiv kunne anses som en push prosess frem til butikk. Dette fordi butikkene på beslutningstidspunktet bestemmer kvantitetene som skal leveres før kampanjestart.

Følgende krav stilles til logistikkfunksjonen av forsyningskjeden:

- Kostnadseffektiv
- Fleksibilitet i forhold til endringer i sortiment
- Responsiv

Lageret er viktig for Europris. Grønland hevder at det er en rekke årsaker til hvorfor virksomheter har lager (Grønland, 2010). Basert på disse årsakene og resultatene fra nåsituasjonen har lagret følgende betydning for Europris:

- Sikkerhet: Lageret skal sikre tilgjengelighet av produkter for butikkene
- Kundeservice: Lageret skal sørge for at butikkene er leveringsdyktige ovenfor sluttkunden
- Kvantumsrabatt: Europris forsøker å kunne tilby sine produkter til markedets beste pris. Det er derfor nødvendig med lager for å kunne utnytte kvantumsrabatt og å kunne utnytte muligheter til å kjøpe store partier med svært god pris.
- Bufferlager: Lageret skal jevne ut svingninger i vareflyten
- Stordriftsfordeler: Lageret skal sørge for at man kan utnytte stordriftsfordeler i ordreplukk og distribusjon av varer.
- Gjennom ordreplukk på lageret skal utplassering av varer i butikk gjøres så enkelt som mulig. Dette skal hjelpe personalet ute i butikk ved å benytte mindre tid på vareplassering og mer tid til å drive inntjeningsvennlige oppgaver. Det benyttes derfor faste plukkplasser basert på produktsortiment og vekt.

5.2 Krav til fremtidig behov i lagringskapasitet og materialhåndteringssystemer

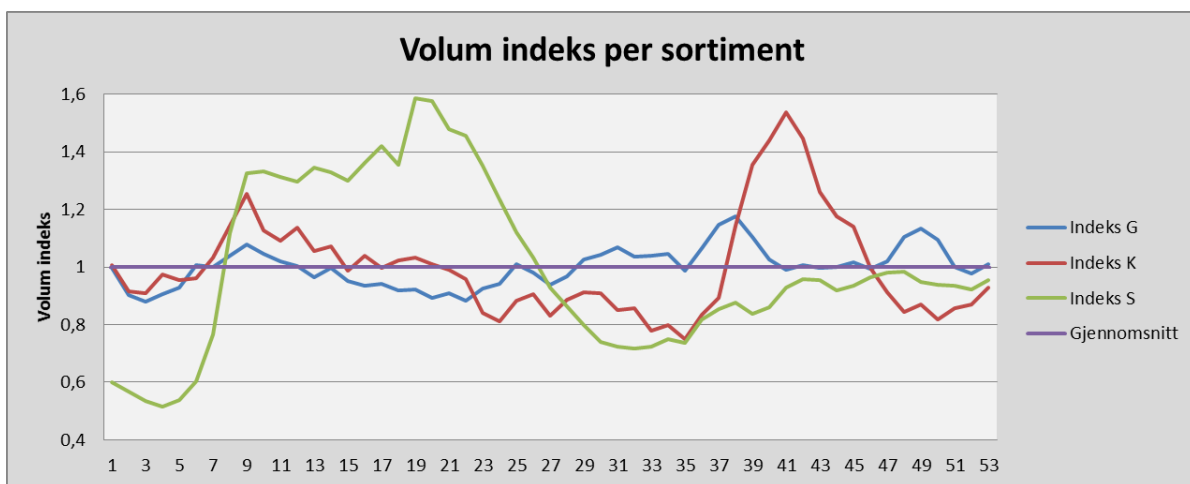
En viktig del av lagerdesignprosessen er å fastsette kapasitetsbehov. Dette er viktig for å kunne frem til passende lagersystemer. AT-Kearney gjorde høsten 2014 et konsulentoppdrag som tok for seg fremtidig kapasitetsbehov. Her forsøker de å finne svar på tre hovedspørsmål:

1. Hva er behovene knyttet til lagringskapasitet med hensyn til forventet vekst basert på:
 - a. Markedsvekst, planlagte butikkutvidelser, og svingninger og skift i kategoriene.
 - b. Hvordan kan omløpshastigheten optimaliseres med hensyn til de tre sortimentskategoriene, optimalisert bruk av alternative vareveier og ved å luke vekk iboene ineffektiviteter.
2. Hvilke initiativ kan få Europris nært til en optimalisert lagerkapasitetssituasjon, og hvordan kan disse implementeres på en god måte.
3. Hvilke kostnader er drivere for forsyningskjeden basert på kapasitetskrav, logistikkflyt for forventet fremtidig volumvekst.

AT-Kearney finner at gjennomsnittlig forventet kapasitetsbehov i år 2022 er rundt 97 000 M³. Dette kapasitetsbehovet kan reduseres, ved å realisere ulike identifiserte forbedringspotensial. Forbedringspotensialene går på ulike tiltak for hver sortimentskategori. For sesongvarer går forbedringsmulighetene ut på forbedret timing og leveringsstørrelser for inngående varestrøm.

Videre mener de økt bruk av alternative vareveier for voluminøse varer kan redusere kapasitetsbehovet ytterligere. For kampanjevareer gjelder samme virkemidler for å redusere kapasitetsbehovet. Grunnsortiment kan gjennom bedre inn og utfasing av produkter også bidra til redusert kapasitetsbehov. I tillegg mener de at det er muligheter for mer optimaliserte sikkerhetslager. Ved å oppnå forbedringene knyttet til dette mener de at det er mulig å redusere gjennomsnittlig kapasitetsbehov til 84 000 M³. Basert på daværende gjennomsnittlig lagringsbehov på 62 700M³ vil dette indikere en økning på 34 %. Dersom det ikke oppnås forbedring knyttet til de identifiserte forbedringsmulighetene forventes volumkapasiteten å øke med 54 % frem til år 2022.

Dimensjoneringen må ta hensyn til svingningene de store sesongsvingningene gjennom året. Under ser vi volum gjennom 2014 indekset per de ulike sortimentklassene:



Figur 22: Volum indeks per sortiment

Vi ser her at vi finner en begrenset sesongfaktor når det gjelder grunnsortiment. I uke 3 finner man et volum som ligger 12 % under gjennomsnittet. I uke 38 har volumet ligget 17 % over gjennomsnittet.

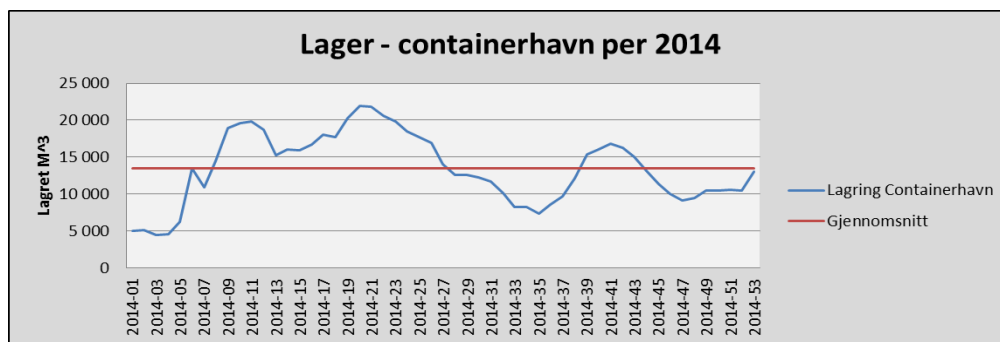
For kampanjesortimentet ser vi en trend som indikerer topper rundt uke 9 og 41. I uke 41 har volum på kampanjesortiment som er 54 % høyere enn gjennomsnittet. I uke 34 når vi bunn, og sesongfaktoren er 25 % lavere enn gjennomsnittet.

Sesongvarene er de som har størst avvik fra gjennomsnitt, med topp i uke 19. Volumet her er ca. 59 % høyere enn gjennomsnittet. Dette har en klar sammenheng med at sesongvarene til sommeren er svært voluminøse. Dette er gjerne trampoliner, hagemøbler og lignende. I uke 4

har volumet lagt 52 % lavere enn gjennomsnittet, noe som også kan forklares med at volumet for vintersesongvarene reduseres.

5.2.1 Krav til lagringsvolum og lagringskapasitet for paller i 2022

For å kunne komme et skritt nærmere å finne frem til krav til lagringsvolum og paller, må man ta hensyn til bruken av containerhavnen som lagring. Container havnen tilbyr en svært attraktiv lagringsmulighet, med fri containerleie de tre første ukene. Dette er svært gunstig med tanke på kampanjevarer, som ønskes inn 5 uker før kampanjestart. Her har man da fri lagring frem til varene plasseres på lageret og ordreplukken starter 2 uker før kampanjestart. For grunnsortiment som ankommer for tidlig i forhold til behovet er også dette en god løsning.



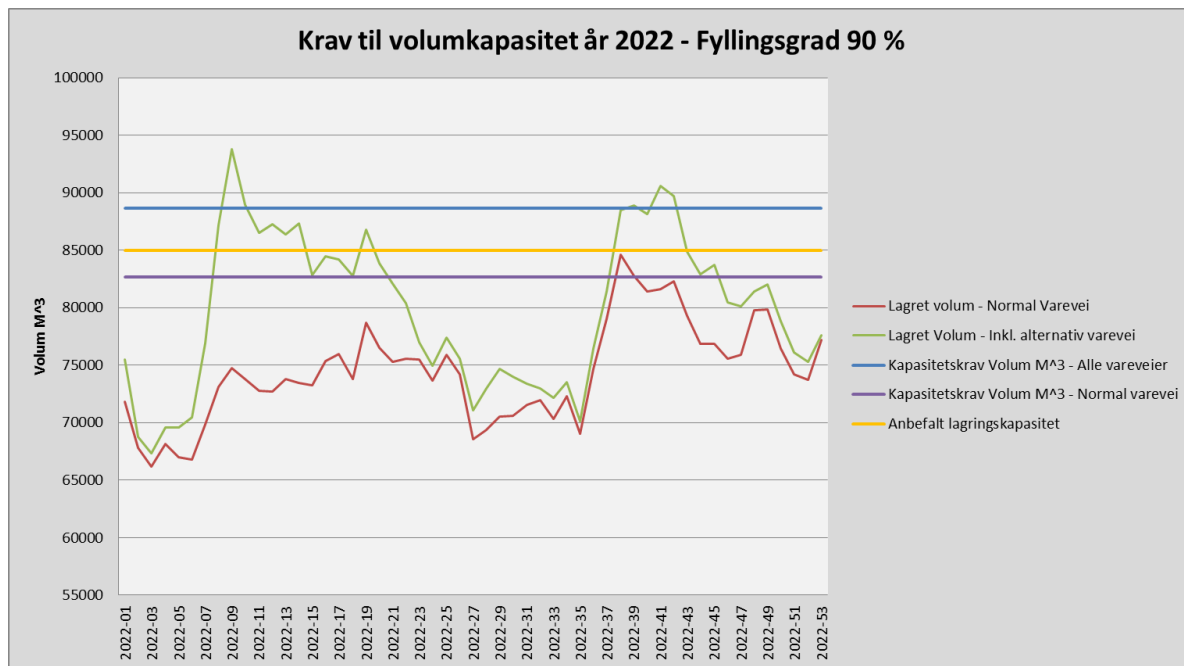
Figur 23: Gjennomsnittlig volum M³ lageret i containerhavn per uke 2014

Gjennomsnittlig lagret volum på havnen er 13 467 M³. Da containerleie påløper etter 3 uker er det ønskelig å redusere liggedager på havnen. Modellen som beskrives under vil derfor ta hensyn til 60 % av hva som har vært lagerlagt på containerhavnen. Dette trekkes fra volum lagerlagt.

For å finne frem til krav til volumkapasitet og lagringskapasitet for paller i 2022, er det laget en modell basert på selskapets forretningsplaner og forutsetninger fra AT-Kearney rapporten. Data grunnlaget er tilsendt fra logistikkontroller i Europris.

Først er funnene knyttet til lagret volum, og data omkring lagret volum på containerhavn integrert i ett regneark. Modellen tar til hensyn å redusere lagringen på havnen med 40 %, fordi dette er en dyr lagringsmetode etter de 21 dagene med fri containerleie. Det er derfor et mål for Europris å redusere liggedager på havnen. All data er basert på 2014 tall, og det er benyttet gjennomsnitts-betraktninger per uke. Videre er det benyttet en vekstfaktor for krav til lagringskapasitet noe under det som AT-Kearney har benyttet. Vekstfaktoren er basert på 4 % økning per år. Dette utgjør en vekstfaktor på 1,37. Videre identifiserte AT-Kearney

gjennomsnittlig forbedringspotensial på 12 600 M³ i 2015 og 2016. Det antas i modellen at man klarer å realisere 60 % av dette. For å finne frem til antall paller på containerhavnen er det benyttet en gjennomsnittsbetraktning. Gjennomsnittet er hentet fra paller lagret i 2014 som er beregnet i nåsituasjonen. Basert på disse forutsetningene finner man følgende lagervolum gjennom per uke gjennom 2022:



Figur 24: Krav til volumkapasitet - år 2022 - 90 % fyllingsgrad

Under presenteres en oversiktstabell, over de viktigste funnene. Basert på funnene, anbefales en lagringskapasitet på 85 000 M³.

	Lagret volum - Normal Varevei	Lagret Volum - Inkl. alternativ varevei	Paller lagret - Normal varevei	Paller lagret - inkl. Alternativ varevei
Gjennomsnitt	74 377	79 800	63 609	67 789
Størrelse 85 % FG	87 502	93 883	74 834	79 751
Størrelse 90 % FG	82 641	88 667	70 676	75 321
Peak	84 616	93 809	74 588	79 704
Foventet vekst totalt 2014-2022	27 %		27 %	
	Lagringskapasitet 85 000 M ³	Lagringskapasitet 82641 M ³	Lagringskapasitet 88667 M ³	
Antall uker over 100 % FG - Alt gjennom lager	13	21	5	
Antall uker over 100 % FG - Kun normal varevei	0	2	0	
Antall uker over 90 % FG - Alt gjennom lager	33	40	28	
Antall uker over 90 % FG - Kun normal varevei	14	25	6	

Tabell 7: Oversiktstabell – Krav til lagringskapasitet - 2022

Gjennom modellen er det forsøkt å fange opp de store svingningene gjennom året. Anbefalt lagringsvolum er basert på gjennomsnitt, og er noe lavere enn hva som presenteres i AT-Kearney rapporten. Grunnen til dette er at jeg har trukket ut hva som har vært lagerlagt på

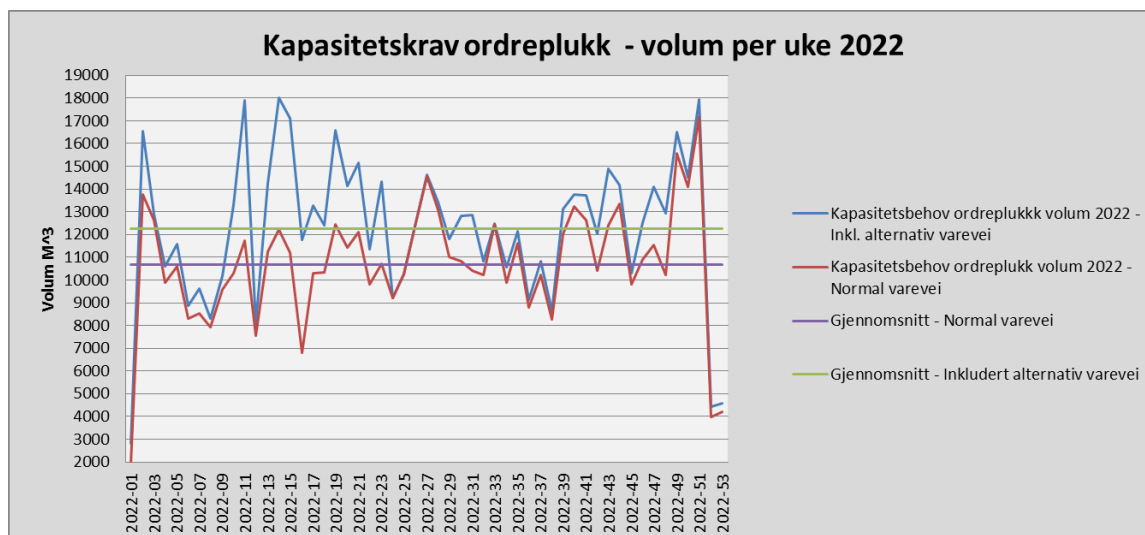
havnen. Det er kommunisert fra selskapet at ønsket lagerkapasitet tar hensyn til en fyllingsgrad rundt 85 %. Kapasitetskravene fra grafen indikerer en fyllingsgrad på 90 %. Grunnen beror på at en dimensjonering etter fyllingsgrad på 85 % gjør at man i store deler av året vil ha en beholdning langt under lagringsbehovet. I litteraturen hevdes det at en fyllingsgrad over 85 % er kritisk med tanke på produktiviteten. Dog sier Frazelle at dette kritiske punktet er 90 % når man benytter WMS systemer. (Frazelle, 2002, p. 192). En grunn til dette er typisk at «real-time» warehouses har full kontroll over hvor det for eksempel er plass til å lagre pallen. For lagersystemer som ikke har denne muligheten må man lete etter ledig plass. Derav vil produktiviteten typisk falle mer for et lager ikke benytter «real-time» informasjon i lagerdriften.

Enkelte varer som går alternativ varevei ønskes å ta gjennom eget lager. Anbefalt lagringskapasitet legges av den grunn mellom normal og totalt forventet kapasitetsbehov. Dersom det er en ambisjon om å styre hele volumet gjennom eget lager vil anbefalingen føre til at volumbehovet overstiger 100 % fyllingsgrad 13 uker i året. Hvis lageret skal dimensjoneres for å kunne håndtere alt «in-house» vil lageret i store deler av året ha stor overkapasitet. En slik dimensjonering vil ikke være kostnadseffektiv, og derav ikke kunne anbefales. Muligheten til å benytte en større andel av containerhavnen som ekstern lagring vil i uker med stor volumpågang være en mulighet.

5.2.2 Modell for krav til ordreplukk i 2022

AT-Kearney rapporten tar også for seg økningen i volum fra grossist til butikkene. Her estimerer de en økning på 5 % per år frem til 2022. Totalt estimeres en volumøkning på 47 % fra 2014 til 2022. Denne økningen inkluderer også varer som går alternative vareveier. Som nevnt tidligere har AT-Kearney ikke hatt fullstendig transaksjonsdata for 2014. Modellen bygges på volum og d-pak transaksjoner for hele 2014.

Modellen vil ta forutsetning om at andelen i kategoriene ikke endres, og at antall kampanjer holdes konstant. En volumvekst på 5 % åtte år på rad synes å være noe høy. Det forutsettes derfor en 5 % økning de to første årene, for deretter å ha 3 år med gjennomsnittlig vekst på 4 %. De tre siste årene før 2022 antas en vekst på 3 %. Dette fører til en vekstfaktor på 1,36. Videre antas det at gjennomsnittlig volum per D-pak forblir det samme. Som nevnt tidligere er det planlagt å ha 250 butikker i 2022. Dette innebærer en økning på 13,12 % i forhold dagens antall på 221 butikker. Total vekstfaktor er dermed beregnet til 1,49. Basert på disse forutsetningene blir estimert volum per uke i år 2022 slik:



Figur 25: Kapabilitetskrav ordreplukk - Volum per uke 2022

Grafen indikerer at bemanningsbehovet gjennom året vil ha stor variasjon. Peak vil være om lag 160 % høyere enn gjennomsnittet for volum og 150 % høyere for D-pak. Under presenteres de viktigste funnene, fra forventet kapabilitetsbehov for ordreplukk i 2022:

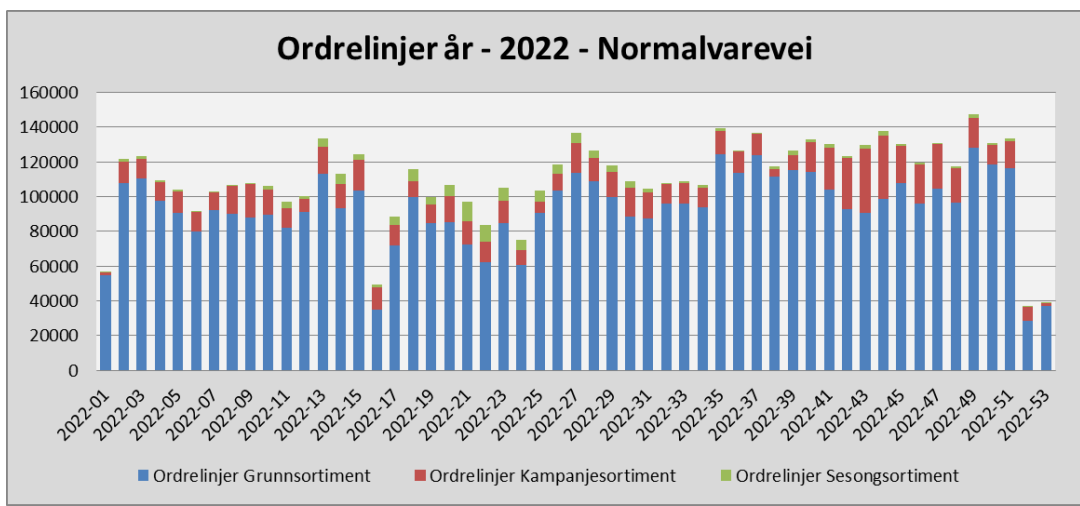
Kapabilitetsbehov - ordreplukk 2022					
	Gjennomsnitt Normal	Andel av total - Normal	Gjennomsnitt - Alle vareveier	Andel av total - Alle vareveier	
D-pak utgående per uke - Grunnsortiment	228 537	80,82 %	235 500	80,82 %	
D-pak utgående per uke - Kampanje	43 869	15,51 %	49 799	17,09 %	
D-pak utgående per uke - Sesong	10 377	3,67 %	14 148	4,86 %	
Volum utgående per uke - Grunnsortiment	6 229	58,31 %	6 521	53,13 %	
Volum utgående per uke - Kampanje	3 064	28,68 %	3 872	31,55 %	
Volum utgående per uke - Sesong	1 390	13,01 %	1 880	15,32 %	
Normal Varevei - Total					
Gjennomsnitt - D-pak plukket	282 782		299 447		
Peak - D-pak plukket / indeks	424 219	1,50	427 920	1,50	
Standardavvik - D-pak plukket / indeks	72 631	0,257	77 097	0,257	
Alternativ varevei - Total					
Gjennomsnitt - Volum plukket	10 683		12 273		
Peak - Volum plukket / indeks	17 169	1,61	18 023	1,47	
Standardavvik - Volum plukket / indeks	2 683	0,249	3 247	0,265	

Tabell 8: Oppsummering kapabilitetskrav - ordreplukk 2022

Som det påpektes i nåsituasjonen er D-pak størrelsen for grunnsortiment varer typisk langt lavere enn for sesong og kampanjevare. Dette indikerer at flere av grunnsortimentvarene vil kunne egne seg for plukkssystemer som benytter andre enhetslaster en pall.

5.2.3 Ordrestruktur 2022

Ordrestruktur er som kjent kun analysert for Normal varevei. Det forutsettes i oppgaven at ordrelinjer økes med 13,12 % som følge av økningen i antall butikker. Dette gir denne forventede strukturen i ordrelinjer for år 2022.



Figur 26: Ordrelinjer - år 2022 fordelt på G, K og S

D-pak og volum økningen vil være et resultat av den forventede vekstfaktoren benyttet i kapasitetskrav for ordreplukk. Fordi tallene er basert på uttrekket fra WMS systemet finner vi en differanse i forhold til den analysen i punkt 5.2.2. Avviket i forhold til krav til ordreplukk i D-pak er på 0,36 %, og avviket i volum M³ er på 0,94 %.

Totalt 2022 - Normal varevei				Gjennomsnitt per uke 2022		
Ordretype	Grunnsortiment	Kampanje	Sesong	Grunnsortiment	Kampanje	Sesong
Ordrelinjer Normal	4 220 410	65 748	41 956	79 630	1 241	792
Ordrelinjer Kampanje	651 921	644 525	104 650	12 300	12 161	1 975
Ordrelinjer haste	71 824	45 652	2 337	1 355	861	44
Totalt ordrelinjer 2022	5 849 022			110 359		
D-pak plukket / Ordretype	Grunnsortiment	Kampanje	Sesong	Grunnsortiment	Kampanje	Sesong
D-pak Normal	9 433 036	259 040	165 423	177 982	4 888	3 121
D-pak Kampanje	2 219 313	1 959 091	359 306	41 874	36 964	6 779
D-pak Haste	450 613	182 495	13 629	8 502	3 443	257
Totalt D-pak plukket 2022	15 041 944			283 810		
Volum M ³ plukket / Ordretype	Grunnsortiment	Kampanje	Sesong	Grunnsortiment	Kampanje	Sesong
Volum M ³ - Normal	218 591	18 574	22 459	4 124	350	424
Volum M ³ - Kampanje	100 193	136 283	48 704	1 890	2 571	919
Volum M ³ - Haste	12 285	12 070	2 400	232	228	45
Totalt D-pak plukket	571 558			10 784		

Tabell 9: Oppsummering ordrestruktur 2022.

Ordrestrukturen til Europris indikerer i høy grad at automatiske lagersystemer ikke egner seg. Automatiske lagersystemer skilte seg som kjent fra automatiserte lagersystemer i form av at også ordreplukkingen skjer automatisk. For det første er D-pak per ordrelinje. Det er kun et få tall av artiklene som kan forsvare en slik investering. Fleksibilitet for slike systemer tar ikke hensyn til ordreprofilen for en typisk Europris butikk. Automatiske systemer kan bare rettferdiggjøres når kundeordrene har stabilt høyt antall og relativt voluminøse varer. Dette er grunnet de svært høye investeringskostnadene et slikt system krever. (Frazelle, 2002, p. 192)

På grunn av den lave fleksibilitet er det også vanskelig å dimensjonere for den store variasjonen Europris har i den utgående vareflyten. Dersom det hadde vært et alternativ å investere i automatisk plukk måtte man dimensjonert med kapasitet som ikke ville ha blitt effektivt benyttet.

Et interessant funn fra dypdykket i ordrestrukturen, er at gjennomsnittlig antall kampanjevarer som plukkes ukentlig på en kampanje ordre var 218. Fra oppsummeringen av nåsituasjonen husker vi at gjennomsnittlig antall kampanjevarer som totalt ble plukket per uke var 395. Denne differansen styrker indikasjonen om at rester fra kampanjevarer er en utfordring for Europris. Det er også interessant å se at antall kampanje ordrelinjer er høyere for grunnsortiment enn for kampanjesortiment. Dette fører oss over på dimensjoneringen av antall SKU.

5.2.1 Dimensjonering av SKU

I denne analysen er meningen å fastsette dimensjonering rundt plukkplasser. Spørsmålet er hvor mange SKU lageret må kunne håndtere i ordreplukkprosessen. Med tanke på funnene i nåsituasjonen og ordrestruktur analysen er jeg av den oppfatning om at forholdet mellom solgte og lagrede SKU bør reduseres.

I nåsituasjonen fant vi at 36 % av de lagrede artiklene ikke ble solgt inneværende uke. Det bør gjøres tiltak som gjør at inn og utfasing av grunnsortiment skjer mer effektivt. Det i dag stort fokus på at man skal unngå rester fra kampanjer. Dersom det er kampanjevarer som ikke går i 0 forsøkes disse å fordeles på butikkene. Det er også igangsatt en varebørs, som gir butikkene mulighet til å kjøpe rester av kampanjevarer til rabattert pris.

Under oppsummeres en analyse gjort på artikler der differansen mellom lagret og solgt var 50 uker eller mer:

		Antall uker differanse mellom lagret og solgt							
		50 Uker		51 Uker		52 Uker		53 Uker	
Sortiment	Forretningsområde	Antall SKU	Gj.snitt paller lagret	Antall SKU	Gj.snitt paller lagret	Antall SKU	Gj.snitt paller lagret	Antall SKU	Gj.snitt paller lagret
G	A Personlig pleie	1	0,11						
	B Dagligvare							1	0,02
	D Klær og sko	5	14,04	1	4,37			1	3,11
	E Hjem og kjøkken					2	3,96	3	5,41
	F Hobby og kontor	2	5,72	1	0,74				
	G Handyman			1	1,33			2	0,02
	I Hus og hage							2	6,21
	J Elektronikk	16	26,96	4	26,40	1	1,01		
K	A Personlig pleie	6	19,27	6	15,52	4	22,97	2	5,68
	B Dagligvare			1	1,19	3	28,12	3	20,87
	C Vask og rengjøring	1	9,02					1	0,63
	D Klær og sko	5	20,48	4	49,02	7	46,35	6	25,17
	E Hjem og kjøkken	11	57,94	5	14,70	13	68,72	8	39,66
	F Hobby og kontor	4	8,77	5	20,62	6	27,84	8	33,01
	G Handyman	3	11,81	2	3,84	1	6,48	4	21,79
	H Reise, sport og fritid	8	26,35	9	23,78	4	75,26	19	63,01
	I Hus og hage	3	10,35			4	34,74	2	6,61
	J Elektronikk	4	22,37	10	50,46	11	45,16	7	9,36
	K Sjokolade og snacks							2	2,05
	N Dyremat og dyretilbehør			1	3,58			1	97,67
	S	E Hjem og kjøkken	2	3,46					
H Reise, sport og fritid		5	13,55	5	61,77			2	4,30
I Hus og hage		4	26,76	2	3,62	5	4,82	1	1,00
SKU Grunnsortiment		43	SKU Kampanje			204	SKU Sesong	21	268
Gj. Snitt lagret paller Grunnsortiment		99	Gj. Snitt lagret paller Kampanje			1050	Gj. Snitt lagret paller Sesong	119	1269

Tabell 10: Oversikt - SKU med differanse mellom lagret og solgt over 50 uker

Flere av artiklene som vises her har ikke vært solgt i perioden. Til sammen ble det funnet 268 artikler som i gjennomsnitt hadde 1269 paller lagret. 1050 av disse pallene er kampanje varer. Dette viser problematikken rundt rester på kampanjevarene ytterligere. Differansen som er valgt er i utgangspunktet høy. Resultatet hadde vært over 3000 paller hvis analysen hadde baserte seg på 45 ukers differanse. Dette utgjør om lag 9 % av maksimal kapasitet på sentrallagret.

Det er også interessant å se litt nærmere på det totale bildet. Under vises en oversikt som tar for seg antall SKU solgt og lagret:

	Antall SKU Solgt			Antall SKU lagerlagt		
	G	K	S	G	K	S
Gjennomsnitt	3 109	395	127	3 576	1 707	393
Andel av total	85,63 %	10,88 %	3,49 %	63,01 %	30,07 %	6,92 %
Peak	3 345	837	328	3 708	2 013	497
Indeksert standardavvik	0,04	0,30	0,81	0,02	0,09	0,15

Tabell 11: SKU lagret og solgt i 2014 - fordelt på G, K og S

Totalt sett er nesten 11 % av SKU solgt kampanjesortiment. Om man ser på andelen av lagerlagte SKU utgjør disse nærmere 30 %. Dette styrker oppfatningen om at forholdet mellom solgte og lagrede SKU bør kunne reduseres. Det bør strebes etter å finne ytterligere tiltak for å redusere restene før et eventuelt nytt sentrallager står klart.

Antall SKU solgt av grunnsortiment er relativt stabilt. På den andre siden har sesong- og kampanjevarer et langt høyere standardavvik.

Jeg mener at dimensjoneringen av antall SKU som behøver en eller flere plukkplasser bør kunne ta hensyn til peakene for de ulike kategoriene. Således bør man dimensjonere et fremtidig lager for å kunne håndtere om lag 4 500 SKU's i ordreplukken. Disse 4 500 artiklene kan bli fordelt på ulike plukksystemer. Selv om det dimensjoneres for 4 500 artikler vil dette ikke nødvendigvis reflektere at antall plukkplasser i pallereol. En del av artiklene kan ha behov for flere plukkplasser fordi antall utgående paller tilsier at innfyllfrekvensen for disse artiklene bør ha flere pallplasser. Der utgående paller per dag tilsier at frekvensen er svært høy vil muligens frittstående pallestabling være å foretrekke. Et annet vesentlig punkt knytter seg til at flere av disse artiklene vil egne seg for lagrings- og plukksystemer som ikke benytter paller som enhetslast.

5.2.2 Inngående varestrøm

Inngående varestrøm forventet å vokse i takt med utgående varestrøm. Dette betyr at også inngående varestrøm baseres på en vekstfaktor lik 1,49. Dette gir følgende oversikt:

Sortiment	Grunnsortiment		Kamapnje		Sesong		Totalt	
	Volum	D-pak	Volum	D-pak	Volum	D-pak	Volum	D-pak
Gjennomsnitt per uke	6 618	10 021	3 891	2 002	2 166	623	12 634	297 593
Andel av total	52,39 %	79,32 %	30,80 %	15,85 %	17,14 %	4,93 %		

Tabell 12: Oversiktstabell - Estimert inngående varestrøm inkl. alternativ varevei

5.3 Oppsummering av dimensjonering og diskusjon

Gjennom denne delen har vi sett på kravene til størrelse, dimensjonering og krav til logistikksystemet.

5.3.1 Lagring

Gjennom en modell for å estimere lagringskravene i år 2022 anbefales det en lagringskapasitet på 85 000 M³. Lagringskapasiteten tar høyde for at enkelte varer som i løpet av 2014 har gått alternativ varevei har mulighet til å tas gjennom eget lager. I tillegg tar den hensyn til at liggedager på containerhavn reduseres. Fyllingsgraden ved anbefalt lagringskapasitet er estimert til å ligge på 87,5 %. Det forventes at Europris klarer å realisere en rekke tiltak for å få opp omløpshastigheten på lageret. Som nevnt i analysen er det sterkt anbefalt at bruken av alternativ varevei fortsetter. AT-Kearney rapporten konkluderer også med at outsourcing muligheten Norlines tilbyr er en svært god løsning. Dette gjelder spesielt

for peak av voluminøse sesongvarer. En kan tenke seg at dette typisk vil være når sesongvarene har førte utsendelse til butikk. Dersom lageret skal dimensjoneres for de store peakene som oppleves, vil lageret oppleve store perioder med dårlig kapasitetsutnyttelse.

Kravene til logistikksystemet tilsier at produktivitet og utnyttelsesgraden på lageret skal være høy og en må derfor være forsiktig med å overdimensjonere lageret. I stedet anbefales det at lageret har mulighet til videre utvidelse av lagerkapasitet på sikt.

Europris har et høyt lagringskrav, dette kan indikere at lagringssystemet bør inneha høy lagringstetthet (Phillips, 2007). Lagringssystemer som er arealbesparende vil kunne ha mye å si for å få ned eventuelle bygningskostnader. Fordi det alltid er risiko for at man sitter igjen med voluminøse sesongvarer etter sesongen er avsluttet, styrker dette indikasjonen. Et lagringssystem som gjør at varene ikke må flyttes på vil være essensielt.

5.3.2 Ordreplukk og antall SKU

Analysene som omhandler ordreplukk er beregnet med en vekstfaktor på 1,49. Økningen skyldes for det første forventet volumvekst i form av økte markedsandeler. I tillegg fremkommer det av forretningsplanen at antall butikker skal økes. Det forventes at lageret i gjennomsnitt må kunne håndtere om lag 280 000 D-pak i uken. Variasjonen gjennom året er stor. Enkelte uker forventes at utgående vareflyt når over 400 000 per uke.

Gjennom analysene er det gjort interessante funn. For det første finner jeg lite støtte for at automatisk plukk kan rettferdiggjøres. Dette skyldes svært høye system investeringer, og at ordrestrukturen Europris har i dag og forventer i fremtiden ikke egner seg.

Selv om Europris i dag benytter seg av flow-racks finner jeg indikasjoner på at et større antall SKU kan egne seg for plukkssystemer som ikke benytter pall som enhetslast. Et sentralt spørsmål er om flow-racks vil være det mest gunstige for småvarer på et eventuelt nytt sentrallager. Min erfaring fra lageret er at plukk i flow-racks med pick-by-voice er langt mer tidskrevende en uten. Dette beror på at man mellom vær plukk må bekrefte varen med lokasjonskode og hvilken pall (kunde), varen plukkes til. Tidligere plukket bemanningen etter ordrelister. Dette gjorde at ordreplukker hele tiden viste hvor neste lokasjon var. Her kunne man også ta med flere D-pak omgangen. Et sentralt spørsmål er om det vil egne seg med automatiserte løsninger. Dette punktet blir tatt opp igjen i neste kapittel.

Det er også i denne delen kommet en anbefaling om hvor mange SKU man bør dimensjonere for. Når det skal gjøres investeringer for fremtiden er det viktig å løse utfordringer man har

med dagens drift. Rester etter kampanjer er noe som det jobbes med for å få kontroll på. På sikt mener jeg det er store muligheter for å redusere antall SKU lagerlagt. Således vil også antall SKU som det dimensjoneres for på plukkplasser kunne reduseres. Ved å stille strengere krav til innfasing og utfasing av grunnsortiment er det også muligheter til å redusere dette. Leveranseplanleggere og produktsjef må sammen med butikk sørge for at det er rasjonelle volumer som kjøpes inn til kampanje.

Investeringskostnadene vil øke dersom det dimensjoneres for varer som i utgangspunktet aldri burde ha vært på lager. Frazelle, 2002 mener at utfordringer knyttet til høy fyllingsgrad ikke nødvendigvis er for lite plass. Ofte har bedrifter for mye av varer som er foreldet men ingen tørr å bli kvitt. (Frazelle, 2002, p. 38) I gjennomsnitt er det lagret 5 676 ulike SKU i dag. Dette er 30 % mer enn gjennomsnitt solgte SKU per uke. Dersom det dimensjoneres for 4500 varer med plukkplass mener jeg man dimensjonerer for et fornuftig antall. Gjennomsnittet kampanje varer på kampanjeordre kun er 218 i uken. Likevel må det kunne være mulig å klargjøre varer før neste kampanje skal begynne å plukkes. Som regel går en kampanje over to uker, hvor neste kampanje begynner å plukkes påfølgende uke.

For 2015 er det endringer knyttet til strukturen i ordreplukk. Alt av grunnsortiment og sesongsortiment vil nå plukkes på sentrallageret. Dersom sesong eller grunnsortiment skal gå på kampanje vil disse nå plukkes og leveres med ukens normalordre. Kampanjevarer som i utgangspunktet ikke er på kampanje vil likevel plukkes med kampanjeordren. Også i fremtiden mener jeg det vil være fordelaktig å adskille kampanje fra normal. Således kan en se for seg at et eventuelt nytt lager bør deles opp i ulike «soner». En kan se for seg 3 adskilte soner for ordreplukk:

1. Grunnsortiment og sesong
2. Småvarer – grunnsortiment og sesong
3. Kampanjevarer som skal gå på kampanje

Innad i hver sone, kan det være ulike typer plukksystemer basert på artiklenes egenskaper. Hvis det er små rester etter en eventuell kampanje flyttes disse til sonen for småvarer. Ved større mengder kan de flyttes til en egen lagringssone hvor det ikke må brukes tid på internflytting. Således lagres pallene til de skal gå på en ny kampanje eller det gjøres andre tiltak for å bli kvitt disse. Ved å ha en egen lagringssone reduseres kjøreavstand for plukkrutene. Dette vil kunne bidra til bedre produktivitet for ordreplukken. (de Koster et al., 2007)

6 Valg av lagrings- og materialhåndteringssystem

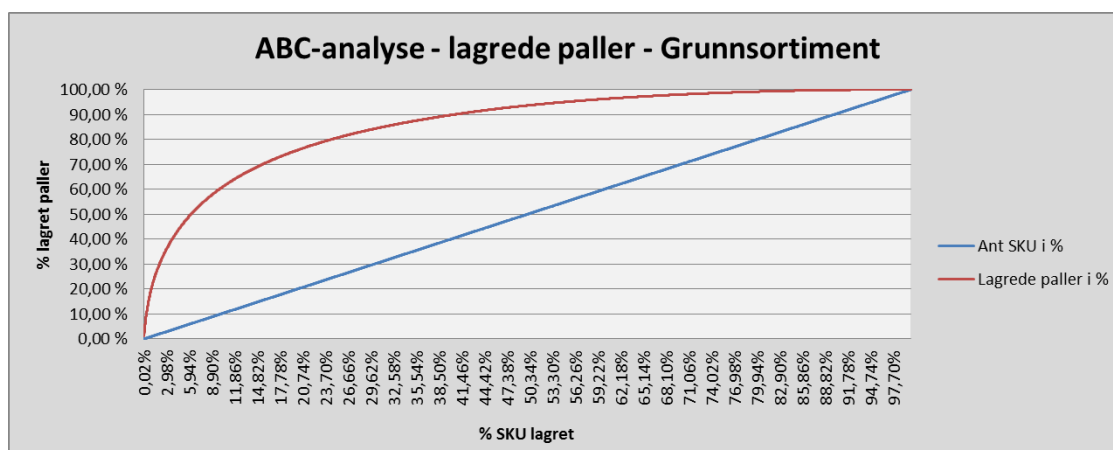
I denne delen vil det gjøres analyser på artikkelnivå. Jeg ønsker her å komme frem til en anbefaling om hvilke lagrings- og materialhåndteringssystem som vil kunne egne seg. Analysene er basert på dagens situasjon, hva gjelder varer, lagringsbehov og utgående vareflyt. Dette diskuteres opp mot funnene fra foregående kapittel. Nåsituasjon og det teoretiske rammeverket vil også trekkes inn i drøftingene. Til slutt vil jeg komme med en anbefaling på konseptuelt nivå.

6.1 Lagrede paller

Et vesentlig punkt for å kunne si noe om hva slags lagringssystem som kan egne seg vil være å se på lagringsbehovet for hver SKU. Denne analysen deles opp etter grunnsortiment, sesong og kampanje. Grunnen til dette er de karakteristikkene de ulike sortimentene har.

6.1.1 Grunnsortiment

Analysen bygger på ABC-analyse tankegang. Analysen ble foretatt for å kunne si noe om hvilken betydning hver SKU hadde for lagringsbehovet. Deretter benyttes analysen for å fordele hver SKU i grupper basert på antall paller lagret. Analysen er også nyttig i form av at man kan differensiere mellom SKU som har stor betydning for lagringsbehovet i dag. Analysen begynte med å hente ut data knyttet til antall paller lagret per uke. Deretter fant jeg forholdstallet for antall SKU. Denne ble akkumulert slik at totalen ble 100 %. Det neste som ble gjort var å finne gjennomsnittet paller lagret per uke. For å ta hensyn til inn og utfasinger av sortiment er gjennomsnittet basert på antall uker lagret. På denne måten er også uker hvor ulike SKU har vært utsolgt ikke hensyntatt. Deretter ble gjennomsnittet for hver SKU sett i forhold til totalen. Etter dette akkumulerte jeg betydningen av hver SKU. Til slutt ble de to akkumulerte kolonene satt sammen i et linjediagram: Resultatet presenteres under:



Figur 27: ABC-analyse for lagrede paller - Grunnsortiment

Resultatene viste interessante funn. 1 % av artiklene stod for 20 % av lagrede paller. 20 % av artiklene stod for 75,9 % av lagrede paller. En kan derfor si at 20/80- regelen passer med henhold til Paretos prinsipp om sannsynlighet for skjevhetsfordeling.

Hver SKU ble tildelt en bemerkning som indikerte betydningen for totalen. I tabellen under ser man resultatet av fordelingen:

Forretningsområde	Fordeling - paller lagret - Grunnsortiment						SKU per forretningsområde
	0 - 1	2 - 5	6 - 10	10 - 25	50 - 100	> 100	
A - Personlig pleie	296	81	16	7	4	0	404
B - Dagligvare	109	111	73	72	34	5	404
C - Vask og rengjøring	22	119	32	37	20	1	231
D - Klær og sko	152	145	46	44	18	3	408
E - Hjem og kjøkken	294	462	163	122	33	5	1079
F - Hobby og kontor	207	61	14	4	2	0	288
G - Handyman	195	143	77	52	27	3	497
H - Reise, sport og fritid	84	67	24	29	11	7	222
I - Hus og hage	1	9	2	0	11	9	32
J - Elektronikk	191	153	55	47	46	4	496
K - Sjokolade og snacks	245	196	45	14	19	2	521
N - Dyremat og dyretilbehør	50	37	23	19	18	1	148
Totalt	1846	1584	570	447	243	40	4730

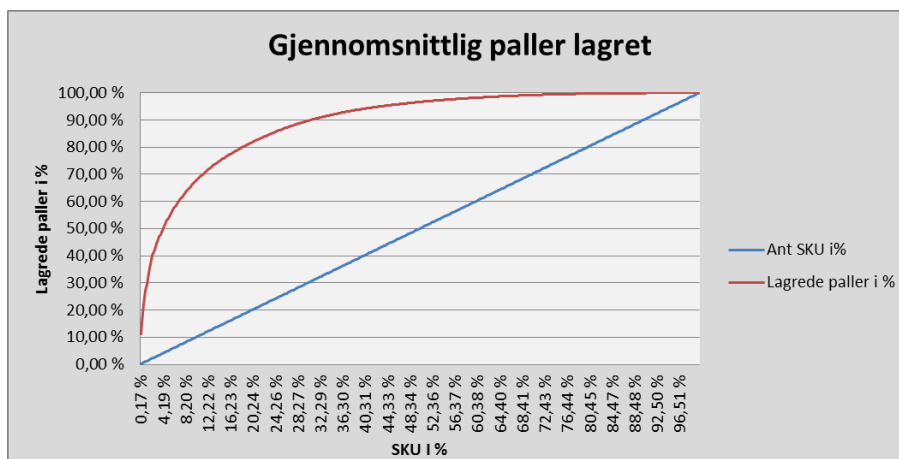
Tabell 13: Fordeling over paller lagret - Grunnsortiment og forretningsområde

Analysen gir gode indikasjoner på at en del varer kan egne seg for lagringssystemer som ikke blir gjort på pall. Hele 1846 SKU har i snitt lagret kun 0-1 paller. Mange av artiklene passer inn i enkle konvensjonelle pallereoler, mens en del kan se ut å egne seg for doble konvensjonelle reoler. SKU med høyt gjennomsnittlig lagringsbehov kan egne seg for gjennomløpsreoler, dyp eller frittstående pallestabling.

Likevel er det for tidlig å kunne konkludere noe rundt dette. Det er viktig å ta hensyn til andre egenskaper ved produktene. Størrelse er en viktig indikator for om artiklene egner seg for annen enhetslast en pall. Spørsmål må også knyttes til om bufferlagringen skal være i samme område som ordreplukkaktiviteten. Herunder om det skal automatiseres. Plukkfrekvens er også sentralt.

6.1.2 Paller lagret – Sesongvarer

Samme fremgangsmåte ble valgt for sesongvarene. Utfordringen med denne analysen er knyttet til at artiklene ikke ligger lagerlagt hele året. Det passer likevel godt med tanke på at det i hovedsak er to typer sesongvarer. Halvparten av totalen er omtrent gjennomsnittet man finner i nåsituasjonen. Under presenteres analysen grafisk:



Figur 28: ABC-analyse for lagrede paller – Sesongvarer

1 SKU stod her for 11,31 % av lagrede paller. Denne varen var vedbriketter. Dette er en voluminøs vare da den selges som helpall. Det er også en langreist vare, slik at ofte store volumer ankommer tidlig på sesongen.

Blant tiltakene AT-kearney foreslår i sin rapport er få spredd inntaket av slike produkter. Dette vil være plassbesparende for lageret. Første mottak av sesongvarer er det som utgjør de største utfordringene knyttet til variasjoner i lagerbeholdning. Det bør i tiden fremover være fokus på å få slike sesongvarer inn til rett tid. Været spiller en stor rolle for når slike varer selger så det er risiko knyttet til å få varer inn for sent også.

Resultatet fra analysen sier at 18,5 % av artiklene stod for 80 % av totalen. Resultatet av fordelingen gjengis i tabellen under:

Forretningsområde	Fordeling - paller lagret - Sesong						SKU per forretningsområde
	0 - 1	2 - 5	6 - 10	10 - 25	50 - 100	> 100	
A - Personlig pleie	0	0	0	0	0	0	0
B - Dagligvare	0	0	0	6	2	0	8
C - Vask og rengjøring	0	1	0	0	0	0	1
D - Klær og sko	1	1	7	4	1	0	14
E - Hjem og kjøkken	2	3	0	0	2	0	7
F - Hobby og kontor	0	0	0	0	0	0	0
G - Handyman	4	6	2	10	4	1	27
H - Reise, sport og fritid	79	77	27	24	21	5	233
I - Hus og hage	49	48	35	31	66	29	258
J - Elektronikk	1	3	1	7	12	1	25
K - Sjokolade og snacks	0	0	0	0	0	0	0
N - Dyremat og dyretilbehør	0	0	0	0	0	0	0
Totalt	136	139	72	82	108	36	573

Tabell 14: Fordeling over paller lagret - Sesong og forretningsområde

Også i denne fordelingen er det interessante funn. Flere av varene i kategorien 0-1 er voluminøse. Dette indikerer at det flere gamle rester også blant sesong varene. Dette styrkes

ved å se på kategorien 2-5. Her er det mange av varene som har lagt med samme lagersaldo alle de 53 ukene som det er sett på. Det må gjøres tiltak for å bli kvitt slike varer. Enkelte av disse varene kan trolig ikke selges. Her må toppledelsen inn å ta en beslutning. Skal man investere for fremtiden må man først hankses med de utfordringene man kan gjøre noe med i dag.

6.1.3 Paller lagret – Kampanjevarer

I tillegg til å si noe om antall paller lagret per SKU inkluderer jeg også antall uker lagret i denne analysen. På denne måten kan man si noe om hvor effektivt kampanjeperioden er gjennomført. I tillegg får man ytterligere indikasjon på rester og varer som ikke blir solgt.

Resultatene fra fordelingen av antall uker lagerlagt og antall paller lagret er vedlagt i vedlegg 2. Det er 1091 kampanjevarer som har vært lagerlagt mer en 41 uker. 90 av disse har i gjennomsnitt hatt lagret mer en 50 paller. Dette kan ikke sees som en vellykket kampanjestrategi. Det kan ikke sees som kostnadseffektivt å ha kampanjevarer som har lavfrekvent utgående varestrøm lagerlagt i en så lang periode. Hjem og Kjøkken står for 26 % av disse artiklene. Deretter følger Elektronikk med 19 % og Reise sport og fritid med 18 %. Sjokolade og Snacks ser ut til å håndtere kampanjer på en meget god måte. Her er det kun seks kampanjevarer som har vært lagerlagt over 26 uker.

Det er likevel mange kampanjer som går bra. 50 % av kampanjevarene som har vært lagerlagt i 2014 er maksimalt på lager i 10 uker. Antallet øker til 65 % hvis man øker til 25 uker. I kampanjeperioden er varene svært frekvente. Analysen indikerer at det for et stort antall kampanjevarer kan benyttes frittstående pallestabling. Grunner er følgelig at det i perioden er mange paller som skal være lagerlagt i en kort periode.

Alle de ulike kampanjevarene gjør at konvensjonell plukk ser ut til å være det mest gunstige. Ved å kombinere lagringsmetoder som frittstående pallestabling og konvensjonelle reoler vil man ha et svært fleksibelt lagersystem for slike varer. Dette styrker påstanden om at fordeling av plukksoner med fordel kan benyttes.

Før et eventuelt nytt sentrallager står klart mener jeg at Europris har en stor jobb å gjøre knyttet til rester og «slow-movers». Det må iverksettes tiltak for å frigjøre plass. Dette kan ha effekt for produktiviteten på lageret og redusere internkjøring betraktelig. Dessuten vil dette kunne frigjøre plass til gode investeringskjøp. Dette kan også bidra til å slippe å leie ytterligere lagerkapasitet.

6.2 Helpall analyse for grunnsortiment og sesong

Denne analysen er knyttet til hvilke artikler som egner seg som helpallsplukk. Analysen er kun gjort for grunnsortiment og sesong artikler. Analysen startet med å identifisere hvilke paller som i dag plukkes som helpall. For å finne ut dette, hentet jeg inn antall d-pak på pall i datagrunnlaget for ordrelinjer og d-pak plukket. Deretter fant jeg forholdstallet for andel av pall plukket. Artiklene som hadde 100 % andel av pall plukket er de som i dag plukkes som helpall. Videre identifiserte jeg de artiklene som har over 75 % av pall plukket. Dette er produkter som er meget gode kandidater for helpallsplukk. En endring fra d-pak plukk vil kunne være arbeidsbesparende for de syv identifiserte kandidatene. Det tredje søket ble gjort ved å se på de mest frekvente varene. Her ble varer med mer enn 4 500 ordrelinjer tatt ut. Varer som hadde andel av pall høyere enn 30 % ble valgt. Det forholdsvis lave tallet ble valgt etter min erfaring fra tidligere lagerarbeid. Ytterligere 4 artikler ble funnet som kandidater til helpallsplukk. Dette er svært frekvente varer som står for mye av volumet ut til butikk, og som er svært arbeidskrevende.

En utfordring med å ha disse frekvente varene som helpallplukk er at ikke alle butikkene ønsker hele paller. Et alternativ er å få leverandøren til å redusere antall per pall. To av artiklene som ble identifisert i det tredje søket er Miljøspar toalettpapir og Toalettpapir Maxi. Disse produktene har i dag 30 d-pak på pallen. Ved å redusere dette til 15 d-pak per pall kan man også møte behovet til mindre butikker. Det vil likevel være mulig å utnytte kapasiteten fullt på inngående leveranser. Disse kan stables to i høyden. For begge disse produktene er det også lagret mer en 100 paller i gjennomsnitt. Ved bruk av for eksempel høylager vil det være utfordrende at pallen har 30 d-pak. En reduksjon til 15 vil gjøre håndteringen langt enklere. Fordi lagringsbehovet for disse er høyt kan bruk av high density systems være aktuelt for en eller flere reolrader. Varene ville i dette tilfellet ha bli plukket direkte fra utgangsstasjonene.

Under presenteres resultatene fra analysen, og betydningen for totalen:

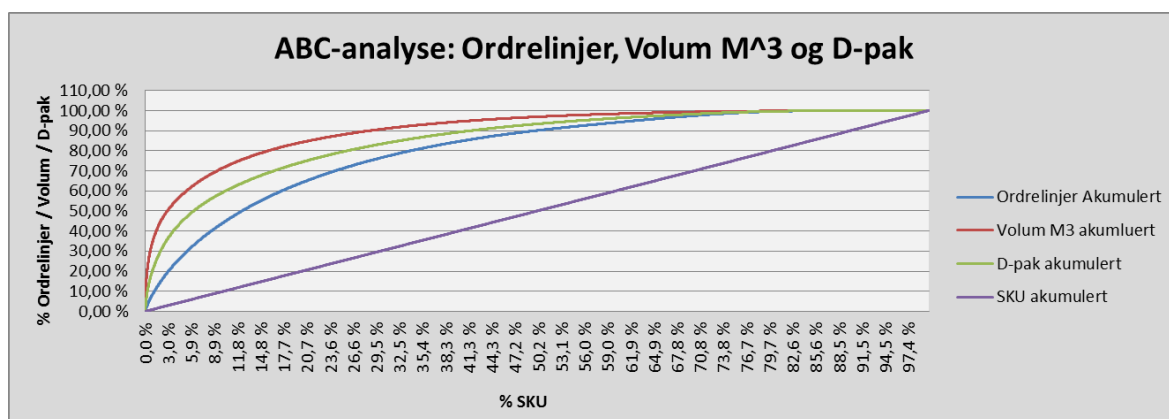
Sortiment	Forretningsområde	Antall SKU's	Antall ordrelinjer	D-pak plukket	Volum M ³
G	B Dagligvare	6	32 813	204 127	21 406
	E Hjem og kjøkken	2	2 886	2 886	5 073
	H Reise, sport og fritid	1	7 275	7 275	7 613
	I Hus og hage	4	6 148	6 148	6 642
	N Dyremat og dyretilbehør	1	4 775	7 478	4 164
S	G Handyman	1	282	282	263
	H Reise, sport og fritid	1	1 194	6 287	1 247
	I Hus og hage	28	18 628	46 146	26 419
Totalt		44	74 001	280 629	72 825
Andel av total 2014			1,43 %	2,78 %	18,96 %

Tabell 15: Resultater av analyse for helpallsplukk

Totalt ble det identifisert 44 artikler som egner seg for helpallsplukk. Totalt stod disse for 2,78 % av totalt d-pak plukket i 2014. Hele 18 % av volumet vil kunne plukkes som helpall. Dette er tiltak som vil øke produktiviteten i ordreplukk sammenheng. Fra analysen får vi også to nye egenskaper til fordelingsmodellen. Helpallsplukk – Ja / Nei.

6.3 ABC-analyse utgående vareflyt

I denne analysen gjøres det en ABC-analyse for ordrelinjer, volum og D-pak. De tre analysene presenteres i samme diagram. Meningen med analysen er å finne frem til tre nye sett av egenskaper som skal benyttes i fordelingsmodellen. For det første ønsker jeg å skille de høyfrekvente varene fra de mindre høyfrekvente. Det er også ønskelig å si noe om hvor stor betydning de har for volumet som plukkes. Dataen er fra WMS-systemet og inkluderer derfor bare normal varevei. Under kommer presenteres analysen grafisk:



Figur 29: ABC-analyse: Ordrelinjer, volum og D-pak

Under presenteres resultater fra analysen:

SKU		Ordrelinjer		Volum M ³		D-pak	
Andel SKU	Antall SKU	Andel av Ordrelinjer	Antall ordrelinjer	Andel av volum M ³	Volum M ³	Andel av D-pak	Antall D-pak
5,0 %	447	28,9 %	1 494 084	59,3 %	227 761	46,1 %	4 672 043
10,0 %	892	44,5 %	2 300 586	71,7 %	275 735	59,6 %	6 037 327
20,0 %	1 780	64,2 %	3 322 165	84,3 %	323 882	74,4 %	7 532 937
35,0 %	3 113	81,0 %	4 188 727	92,8 %	356 796	86,6 %	8 767 159
50,0 %	4 445	90,1 %	4 661 176	96,9 %	372 389	93,3 %	9 451 900
70,0 %	6 223	97,4 %	5 040 890	99,3 %	381 572	98,2 %	9 948 112
80,0 %	7 108	99,5 %	5 148 907	99,8 %	383 529	99,6 %	10 084 092
100,0 %	8 876	100,0 %	5 173 626	100,0 %	384 373	100,0 %	10 125 585

Tabell 16: Oppsummering av ABC-analyse: Ordrelinjer, Volum M³ og D-pak

Resultatene gir verdifull informasjon om produktenes betydning for den totale andelen. For det første er det et fåtall av artiklene som har stor betydning for henholdsvis ordrelinjer, volum og d-pak. 5 % av artiklene står for nesten 30 % av ordrelinjene. Dersom flere av disse er under betegnelsen småvarer vil dette kunne bety at lagerautomat vil kunne bety store besparelser og økt produktivitet. Samtidig ser vi at 5 % av artiklene står for 46,1 % av d-pak.

60 % av volumet kommer som følger av 5 % av artiklene. Dette er ressurskrevende varer i et logistikkperspektiv. Det vil være helt sentralt at lagrings- og håndteringssystemene som velges tar til hensyn slike faktorer.

ABC- Analysen brukes til å fordele egenskaper til de ulike artiklene. Meningen er at disse egenskapene skal være til hjelp når det skal velges material- og håndteringssystemer. For Ordrelinjene er det funnet frem til fire ulike klassifiseringer: Høyfrekvent, Medium frekvent, Lavfrekvent og «Slow movers». For volum og d-pak klassifiseringen finner jeg tre; Høy, medium og lav.

6.4 Paller plukket per uke

For å kunne si noe om antall plukkplasser per SKU ønsket jeg å se på hvor mange paller som ble plukket per uke. Analysen tok utgangspunkt i data omkring ordrestruktur. Her hentet jeg inn D-pak per pall. Videre fant jeg frem til hvor mange uker hver SKU var plukket. Dette ble brukt for å beregne gjennomsnitt paller plukket per uke. Hver SKU ble fordelt i seks ulike grupper. Disse gruppene benyttes i fordelingsmodellen. Resultatene fra analysen presenteres i vedlegg 3 – Analyse; antall paller plukket per uke.

De mest frekvente varene i grunnsortiment og sesong kan håndteres gjennom frittstående pallreol. Dette vil typisk være de over 25 paller i uken. SKU hvor det plukkes 11-25 paller per uke, kan ha 3 plukkplasser i pallereol. Mens de med 6-10 paller per uke kan håndteres gjennom to plukkplasser. Slike varer vil typisk ikke være egnet for plukkssystemer som bruker andre enhetslaster. Fordelingen vil indirekte derfor være hjelpelig vare for slike systemer skal velges.

Hva gjelder kampanjevare anbefales det at disse plukkes separert i egen sone under kampanjeperioden. For kampanjevarene er gir ikke kampanjevarene like god data. Grunnen er at dersom en kampanjevare ikke blir utsolgt i kampanjeperioden, vil den dra ned gjennomsnittet for salget.

6.5 Fordelingsmodell

Analysen tar utgangspunkt i å fordele egenskapene jeg har funnet frem til underveis i oppgaven. Basert på denne vil valg av lagrings- og håndteringssystemer bli anbefalt. Anbefalingene vil deretter diskuteres mot kravene til logistikksystemet og relevant teori.

Fordelingen skjer på alle lagerlagte varer i 2014. Til sammen er dette 9176 SKU. Hver SKU er allerede tildelt sortiment og forretningsområde før fordelingen starter. Gjennom analysen;

paller lagret – kampanjevarer så jeg effekten av å kunne se hvor mange uker hver SKU hadde vært lagerlagt. Jeg besluttet derfor å inkludere dette i fordelingen. Artiklene ble fordelt på fem grupper. Deretter hentet jeg inn gjennomsnittlig antall paller lagret fra analysene i 6.1.

Neste trinn var å hente inn egenskapene jeg hadde funnet i ABC-analysen for utgående vareflyt. Når jeg integrerte disse mot lagerlagte SKU fant jeg også ut hvilke varer som ikke var solgt. Dette gjorde at jeg ønsket også å inkludere antall uker plukket i modellen. Denne var i utgangspunktet klar fordi jeg hadde beregnet differansen mellom uker lagret og solgt i kapittel 5.2.1. Informasjon vedrørende helpallsplukk ble deretter hentet inn fra kapittel 6.2.

Fra varemater hadde jeg informasjon om størrelsen på alle artiklene. Meningen med fordelingen var å kunne si hvilke varer som egnet seg for andre enhetslaster en pall. Typisk vil dette være småvarer med medium frekvens. Medium varer som er lavfrekvente vil også kunne egne seg for slike systemer. Til slutt inkluderte jeg fordelingen fra analysen paller plukket per uke.

Under presenteres tabellen som viser alle kriteriene for fordelingen:

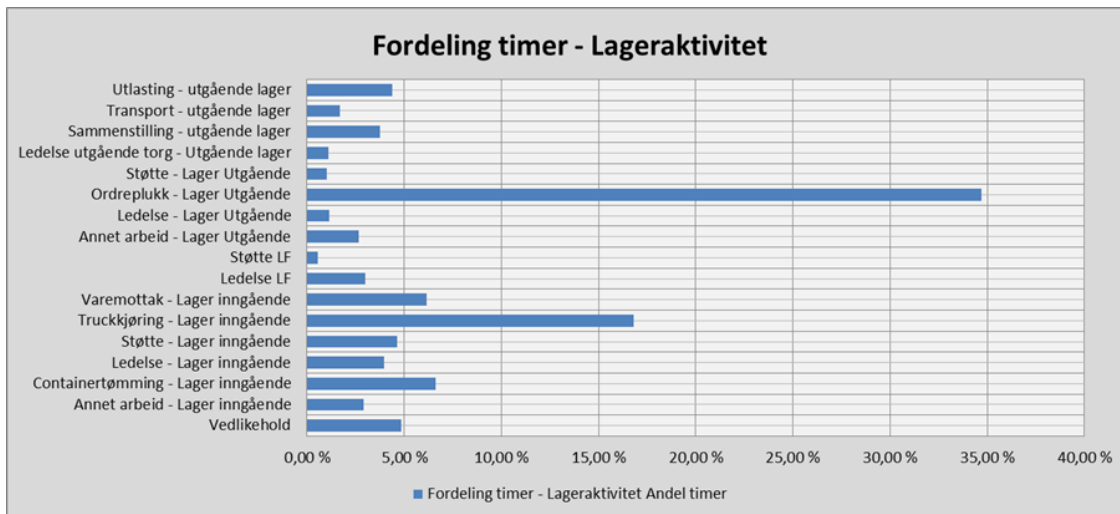
Fordeling av egenskaper - SKU totalt: 9176							
Uker lagret / Antall SKU		Gjennomsnitt paller lagret / Antall SKU		Frekvens Ordrelinjer / Antall SKU		Differanse - Uker Lagret og solgt / Antall SKU	
0-4	1054	0-1	2870	Ikke solgt	334	0-5	5736
5-9	1222	2-5	2695	Slow mover	2176	6-11	884
10-25	1725	6-10	1282	Lav	3552	12-24	1020
26-44	1344	11-25	1269	Medium	2666	25-39	665
45-53	3831	26-50	609	Høy	448	40-49	597
		51-100	315			50-53	274
		Over 100	136				
D-pak utgående / Antall SKU		Artikkel størrelse / Antall SKU		Volum - utgående / ANTALL SKU		Forretningsområde / ANTALL SKU	
Ikke solgt	334	Småvarer	1571	Ikke solgt	334	A Personlig pleie	787
Lav	5728	Medium	2618	Lav	5728	B Dagligvare	585
Medium	2666	Stor	1726	Medium	2666	C Vask og rengjøring	335
Høy	448	Xtra Stor	3261	Høy	448	D Klær og sko	736
SORTIMENT / ANTALL SKU		Gjennomsnitt paller plukket / antall SKU		Uker Plukket /Antall SKU		E Hjem og kjøkken	2379
Grunnsortiment	4731	Ikke solgt	334	Ikke solgt	334	F Hobby og kontor	409
Kampanjesortiment	3877	0-1	5993	0-4	2567	G Handyman	677
Sesongsortiment	568	2-5	1667	5-9	1280	H Reise, sport og fritid	860
Helpallsplukk / Antall SKU		6-10	545	10-25	1751	I Hus og hage	463
Nei	9132	11-25	477	26-44	1107	J Elektronikk	990
Helpall	44	26-50	110	45-53	2137	K Sjokolade og snacks	730
		Over 50	50			N Dyremat og dyretilbehør	225

Tabell 17: Fordeling av egenskaper

6.6 Ressursbruk i 2014

Ordreplukk er prosessen med å fremhente produkter fra lager og bufferområder i respons til kundeordre (de Koster et al., 2007). Ikke uventet står dette også for mest ressurser også hos Europris. Dette gjør ordreplukkprosessen til et område hvor Europris kan oppnå store

besparelser ved å øke produktiviteten. Under ser vi en oversikt over andelen av totalt ressurser brukt på i lagerfunksjonen:



Figur 30: Ressursbruk i lagerfunksjonene 2014

Ordreplukk aktiviteten hevdes å være opp mot 55 % av de totale driftskostnadene på et lager (de Koster et al., 2007). Ved å ta utgangspunkt i definisjonen til de Koster et al. vil ordreplukk aktiviteten hos Europris inkludere mer enn i figuren over. Truckkjøring inkluderer internt transport fra varemottak til lagring, og fra lagring til plukkplass. Ved å inkludere truckkjøring fra lagring til plukk plass vil ordreplukken stå for om lag 45 %.

Produktiviteten lagerfunksjonen oppnår er helt sentral for at Europris som forsyningskjede skal være konkurransedyktig. Ved komme med forbedringer i aktiviteten som er mest ressurskrevende vil produktivitet kunde økes betraktelig. For manuelle ordreplukkssystemer brukes ofte opp mot 50 % av tiden til reisetid mellom plukkplasser. Videre benyttes om lag 20 % på å lete etter varer (de Koster et al., 2007).

Således bør det gjøres vurderinger om lagerstrukturen tilbyr nok produktivitet for å håndtere forventet kapasitetskrav. Dette blir drøftet i detalj i neste kapittel.

7 Anbefalt konseptløsning og diskusjon

Denne delen inneholder løsningsorienterte drøftinger knyttet opp mot fordelingsmodellen i kapittel 6.6. Her vil det teoretiske rammeverket, analyser og resultater trekkes inn for å støtte opp under konklusjoner og anbefalinger. Basert på egenskapene fra modellen i kapittel 6.6 har jeg kommet frem til et løsningskonsept. Et fremtidig sentrallager anbefales å ha følgende lagrings og materialhåndteringssystemer:

7.1 Høylager

Som nevnt avslutningsvis i forrige kapittel er spørsmålet om lagersystemet som benyttes i dag kan det forventede kapasitetskravet. I dag foregår både ordreplukk og bufferlagring i samme område på lageret. Jeg er av den oppfatning av at produktiviteten i ordreplukk kan øke ved å holde bufferlagringen adskilt fra plukkaktiviteten. En slik løsning kan med fordel holde avstanden på plukkområdet til et minimum. Ved å holde bufferlagringen adskilt er spørsmålet knyttet til hvilket lagringssystem som skal benyttes. Lagringskravet for Europris er høyt. Dette indikerer at det at lagringssystemet bør ha høy lagringstetthet. Her vil et høylager være å foretrekke. Ved å sette opp et høylager vil man kunne utnytte lagring bygningsarealet i bufferlagringen maksimalt. Effekten av et høylager kan være signifikante og kan medføre et lavere bemanningsbehov både når det gjelder plukkere og Reach-truck førere.

Et høylager vil kreve større systeminvesteringer, men vil kunne redusere den totale bygningstørrelsen. Vedlikeholdskostnaden kan forventes å stige. Det vil også være investeringsbehov knyttet til systemstøtte i form av et ECS system. Consafe hevder at Astro «kanskje er det beste lagerstyringssystemet for både manuelle og automatiserte prosesser» (Consafe-Logistics, 2014). Med tanke på klientene som i dag benytter systemet, virker det i det minste troverdig at det er et godt system for automatiserte prosesser. Leder av drift og analyse var også av samme oppfatning. Han hevder at WMS-systemet skal fungere svært godt sammen med automatiserte lagrings- og materialhåndteringssystemer. Bakgrunnen for dette er at det skal takle integrasjon med andre systemer godt.

Aberdeen Group fant i en benchmarking undersøkelse at «best in class» bedriftene hadde 20 % større sannsynlighet til å bruke høylager. Selv om det er en stor startkostnad på slike systemer, viser undersøkelsen at høylager korrelerer med redusert arbeidskraft og økt produktivitet. (Hobkirk & O'Neill, 2007)

Utnyttelsen av bygningsarealet vil redusere størrelsen på kravet til bygningen. Slike system kan være mulig å sette opp i tilknytning til eksisterende lager slik at det ikke må investeres i

en helt ny bygning (Hobkirk & O'Neill, 2007). Således vil det være en mulighet for at Høylageret bygges i tilknytning til eksisterende sentrallager. God utnyttelse av bygningsarealet vil holde kostnader per palleplass på et lavt nivå.

Ved å investere i ett nytt høylager bygger man for fremtiden. Likevel er det knyttet noen utfordringer til høylager. For det første kreves slike systemer høy kvalitet på pallene som skal lagres. Det er viktig å ha god kommunikasjon med leverandører. Dersom leverandører ikke benytter europaller vil det være sentralt å forhandle om dette. En stor andel av varene kommer er langreiste. Varene som kommer løs stablet i container må settes på paller ved varemottak. Forhandling med leverandører for standardiserte pakninger som går opp på pall vil redusere håndteringskostnader.

Varer som skal lagres i høylageret blir satt på et transportbånd i varemottak. En automatisk etikettprinter merker pallene før de lagres (Rushton et al., 2014). Reach trucker henter paller ved utgangsstasjonen. Deretter fylles plukkplasser og lagerautomater. Det er identifisert 44 SKU som plukkes direkte fra høylageret. Disse kjøres direkte til utlastingsområdet. Dersom pallen ikke er fylt opp volummessig kan for eksempel småvarer sammenstilles med disse. Til sammen stod de 44 artiklene for 20 % av totalt volum i 2014.

Det er også et poeng i å inkludere for eksempel en reol rad med «high density systems». Det hevdes i litteratur at dersom et produkt er lagret med mer en 20 paller kan dette være egnet. Svært mange av varene Europris har er i gjennomsnitt lagret med mer en 20 paller. På den måten reduseres behovet for ganger, og lagringen blir mer effektiv (Rushton et al., 2014).

Høylager kan kjøre automatiske nattjobber. Her arbeider systemet med å optimalisere plasseringen av paller. Frekvente varer plasseres nærme utgangsstasjonen for å optimere reisetid for S/R maskinen. Automatiske nattjobber kjøres som følger av at trafikkerte perioder (Rushton et al., 2014).

Hvis Europris fortsatt har utfordringer med rester i fremtiden, er høylager noe av det mest effektive man kan benytte. Sesong varer som lagres over lang tid trenger ikke bli flyttet på. Et høylager ville ha redusert internttransport og unødvendig håndtering av denne typen varer. Frem til varene skal benyttes okkuperer de en palleplass i høylagersystemet.

7.2 Lagerautomat

Ordretifanget vil øke i fremtiden. Det er knyttet spørsmål til om et tilsvarende system som i dag kan håndtere kundeordre på en produktiv måte i fremtiden. Lagerfunksjoner med høy plukkefrekvens og store lagringskrav forsvare ofte investeringen som er knyttet til automatiserte systemer. Vertikale lagerautomater tillater lagring og plukk av små SKU. Fordi slike lagerautomater kan ha full høyde på lager, utnyttes arealet maksimalt (Hobkirk & O'Neill, 2007).

Vertikale karuseller gir i tillegg en svært effektiv ordreplukkprosess. Bemanningen som kreves for slike systemer er også langt lavere enn for plukk i for eksempel tyngdepunkts hyller. I tillegg er lagerautomater overlegene i forhold til arealbehov og antall plukkplasser. Lagerautomater gir i tillegg god autonomi for bemanningen (Rushton et al., 2014). Systemene tilbyr god produktbeskyttelse og reduserer plukkfeil fordi kun en hylle er synlig om gangen. Det kan med fordel brukes «pick-to-light» som systemstøtte (Hobkirk & O'Neill, 2007). Dette vil redusere plukkfeil ytterligere. Investeringskostnadene er noe høyere enn ved horisontale karuseller. Likevel vil økt arealutnyttelse og redusert plukktid trolig forsvare denne.

Gjennom fordelingsmodellen er det funnet frem til 1646 artikler som egner seg for lagerautomat. Anbefalingen er basert på grunnsortiment og sesong varer. Varene fra modellen har lavt og medium utgående volum. For produkter 0-1 paller lagret vil selve lagringen også foretas i lagerautomaten. Ordrefrekvensen for produktene varierer fra «slow-movers til høy. D-pak per time vil kunne økes betraktelig i forhold til i dag. Således vil det være et godt tiltak for å øke produktiviteten.

Ved bruk av lagerautomater vil ikke ordreplukken kunne skje etter forretningsområdet. Dette vil trolig ikke utgjøre en stor utfordring for butikk. I dag sendes det også ut småvarer som plukkes fra tyngdepunkts hyller. Disse står etter forretningsområde i dag, men praksis er at disse samles i en plukkeske. I tillegg vil det også være kostnader knyttet til systemstøtte for lagerautomatene.

Lagerautomatene får påfylling fra høylageret. Det må settes av bemanning for påfylling. Produktene plukkes i plukkesker som i dag, og sammenstilles for eksempel med helpallene i utlastningssonen. En plukker kan håndtere opp til fire lagerautomater.

7.3 Konvensjonell ordreplukk

Det vil i fremtiden også være behov for konvensjonell ordreplukk. Utskiftninger i varesortiment gjør at det er et krav til fleksibilitet rundt disse systemene. I tillegg til egen sone for ordreplukk av småvarer anbefales det ytterligere 2 soner. For det første vil kampanjevarer plukkes i en egen sone.

Her vil det være krav til meget fleksible lagrings- og plukksystemer. Utskiftingene for disse varene er hyppig og utgående volum er ofte høyt. Her anbefales det konvensjonelle pallreoler som komplementeres av frittstående pallstabling for de mest voluminøse varene. Ved å ha en egen sone for kampanjevarene reduseres avstanden på plukkrutene. Påfylling skjer fra både varemottak og høylager. Det kan også foretas lagring av kampanjevarer i pallreolene over 1. nivå.

Det må gjøres tiltak for å bli kvitt eventuelle rester. Dersom det er kampanjevarer som ikke går på tenkt kampanje, vil det være hensiktsmessig at en automatisk generert rapport fanger opp dette. Gjennom analysene er det observert kampanjevarer som har vært på lager i tide, men likevel blitt utelatt fra kampanje. Enkelte SKU's har dermed vært lagret over ett år og er fortsatt på lager i dag. Det er stor sannsynlighet for at disse varene er glemt og blir stående på lager frem til noen finner ut at de faktisk er på lager. Dersom det foreligger rester etter en kampanje flyttes disse til høylageret. Her står pallene til varene skal på en ny kampanje eller det blir gjort andre tiltak for å bli kvitt disse.

Det bør også benyttes en egen sone for ordreplukk av grunnsortiment og sesongvarer. Herunder ønsker man å redusere avstanden på plukkrutene, og øke produktiviteten i ordreplukkprosessen. Gjennom fordelingsmodellen er det funnet frem til 30 varer som egner seg for frittstående pallelagring og ordreplukk. Negative konsekvenser av dette er at arealet som kreves er større en for andre systemer. Det viser seg likevel gjennom teorien at dette er svært godt egnet for volum varer med høy frekvens. Eksempler er enkelte typer papir som det ikke er anbefalt helpallsplukk for. Det er også flere varer som plukkes som display. Det kan brukes både ordreplukk trucker og sniler avhengig av type plukk.

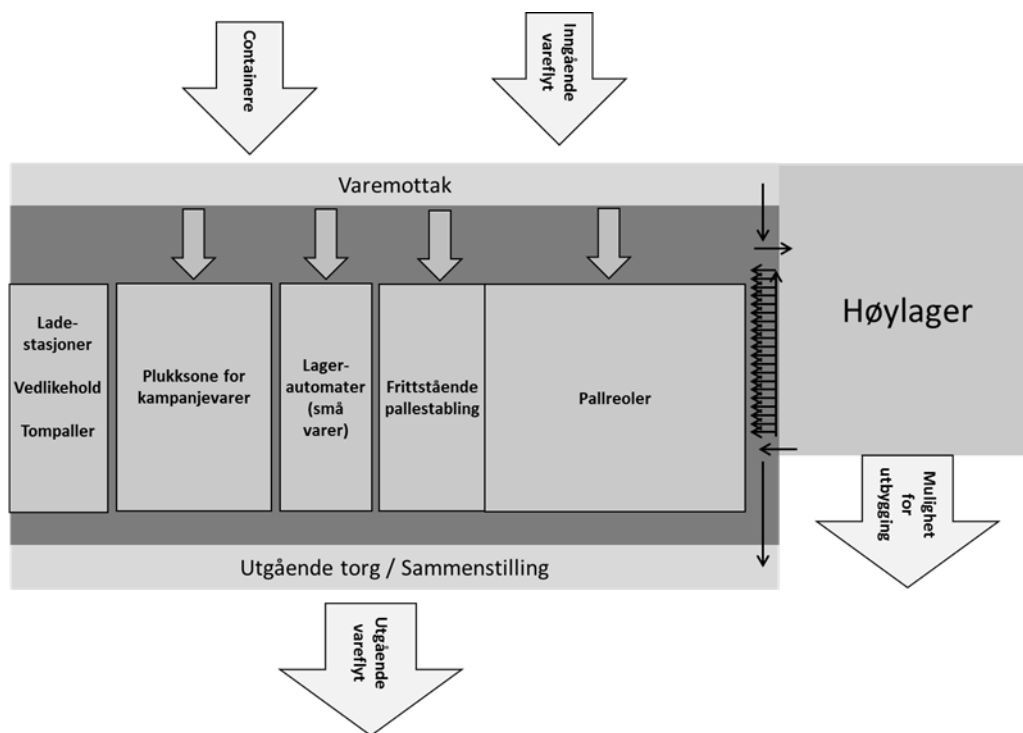
I tillegg anbefales det bruk av konvensjonell plukk i pallreol. Denne formen er som nevnt meget fleksibel. Det kan håndteres mange ulike størrelser på pall. I tillegg egner de seg godt for den typen ordreplukk man finner i Europris i dag. Det er gjennom fordelingsmodellen identifisert følgende om SKU som har behov for flere en 1 pallplass i reol.

- 49 produkter har behov for 3 plukkplasser i pallreol
- 102 produkter har behov for 2 plukkplasser i pallreol

Som i dag fortsetter man å benytte «pick-by-voice». I nivåene over ordreplukk kan det foretas lagring av produkter som plukkes i pallreol. Innfyllingen kan dermed skje effektivt. Hvis produktet som skal fylles ikke står på nivå to, kjører reach-truck til høylageret og henter pallen

De negative konsekvensene med plukk i pallreol er at personellbehovet er større for slike

Under presenteres et oversiktsbilde over hvordan lagersystemet skal fungere:



Figur 31: Oversiktsbilde - Konseptskisse

Designet på bygningen bør inneha muligheter til å gjøre utbygninger ved ytterligere fremtidige kapasitetsbehov. Det er skissert en mulighet for å bygge ut høylageret med parallelle ganger i en ny bygning. Konseptløsningen vil øke håndteringskapasiteten og modernisere styringen av lagerfunksjonen. I tillegg er det viktig å dimensjonere for nok porter for både varemottak og forsendelse. Det vil være viktig med en ryddig og strukturert implementeringsprosess for at oppstarten skal bli vellykket.

Lagrings- og materialhåndteringssystemene som anbefales vil gi god lagringstetthet gjennom høylageret og lagerautomatene. I tillegg vil plukkrutene reduseres i forhold til en løsning som benyttes i dag. Pallereoler, høylager lagerautomatene gir god tilgang til paller og produkter.

8 Konklusjon

Formålet med oppgaven har vært å besvare forskningsspørsmålet:

«Hvilke lagrings- og materialhåndteringssystemer vil være hensiktsmessig for et fremtidig sentrallager hos Europris?»

Casestudien tar først for seg hvilke kapasitet- og spesifikasjonskrav som stilles til et fremtidig sentrallager. Gjennom en detaljert gjennomgang av nåsituasjonen i Europris er meningen å komme frem til forsyningskjedens krav til logistikkfunksjonen. Her finner jeg at den overordnede strategien forholder seg til at virksomheten skal oppnå kostnadslederskap. Dette fører til at følgende krav stilles:

- Kostnadseffektivitet
- Fleksibilitet i forhold til endringer i sortiment
- Responsiv ovenfor butikkdrift

Lageret er til for at lageret skal sikre tilgjengelighet av produkter ovenfor butikkene. Det strebes etter å oppnå stordriftsfordeler og øke produktiviteten på lageret. Faste plukkplasser basert på forretningsområde skal bidra til å redusere arbeidsomfanget ute i butikk. For innkjøpsfunksjonen er også lageret sentral. Her stilles krav til god lagringskapasitet fordi Europris ønsker å benytte kvantumsrabatter og partikjøp for å kunne tilby sine produkter til markedets beste pris.

Videre følger detaljerte analyser knyttet til behovene i lagrings- og materialhåndteringssystemer for 2022. Analysene estimert behov til dels basert på en rapport av AT-Kearney. Det er benyttet en vekstfaktor på 1,37 i modellen. Modellen tar også utgangspunkt i at Europris skal iverksette en rekke tiltak for å bedre omløpshastigheten. Her finner jeg at anbefalt lagringskapasitet er 85 000 M³.

For ordreplukkfunksjonen antas det en vekstfaktor på 1,49. Denne er basert på økte markedsandeler og utvidet antall butikker. Det er forventet at lagerfunksjonen skal kunne håndtere i gjennomsnitt 282 782 d-pak per uke. Basert på ordrestrukturen konkluderes det med at automatisk plukk ikke egner seg for Europris.

Dimensjonering av antall SKU er viktig i ordreplukk sammenheng. Det identifiseres mange utfordringer knyttet til kampanjevarer og utfasing av grunnsortiment. Før et eventuelt sentrallager står ferdig mener jeg det bør gjøres tiltak for å bli kvitt rester og utgått sortiment.

Det kan ikke anbefales for å dimensjonere et nytt sentrallager for varer som ikke ønskes i lagerbeholdning. Differansen mellom lagerlagte og solgte SKU per uke er over 30 %. Det foreslås at 4500 SKU skal kunne håndteres i ordreplukken.

Europris har et høyt lagringskrav. Dette legger føringer for at lagringssystemene som velges må være arealbesparende og ha høy lagringstetthet. Dette fører til en anbefaling om at bufferlager bør holdes adskilt fra området for ordreplukk. Effekten er ventet å bli økt produktivitet i ordreplukken.

Sist i denne delen kommer det en anbefaling om å dele opp lageret i tre soner. Sonene er knyttet opp mot endringer for ordrestruktur i 2015. Det skilles derfor mellom grunnsortiment og sesong, småvarer for grunnsortiment og sesong og kampanjevarer.

Den andre delen av forskningsspørsmålet går ut på finne frem til hvilke lagrings- og håndteringssystem som vil egne seg for de ulike sortimentklassene. Dette løses gjennom ulike analyser basert på teoretisk rammeverk, og funnene knyttet til kapasitet og spesifikasjonskrav.

Først i denne delen ser jeg på lagringskrav i antall paller. Det benyttes gjennomsnittsbetraktninger. Hver SKU får tildelt en klassifisering basert på antall paller lagret og antall uker lagerlagt. Deretter gjøres en analyse omkring helpallsplukk. Her identifiseres hvilke først hvilke SKU som i har betegnelsen helpall. Deretter identifiseres det potensielle helpalls kandidater for fremtiden. Med tanke på økt tilfang av kunde ordre sees dette som et ressursbesparende tiltak. Det blir i alt identifisert 44 SKU som egnes for helpallsplukk. Disse utgjør 18 % av utgående volum i 2014.

I den tredje analysen fordeles produktegenskaper knyttet til ordrelinjer, volum og D-pak. Også her fordeles egenskaper til fordelingsmodellen. Den siste analysen som ble gjort var knyttet til antall paller per uke. Her ønsket jeg å kunne si noe om innfyllfrekvens på plukkplass. Dette gav viktig indikasjon hvilke lagrings og håndteringssystemer hver SKU hadde.

Basert på fordelingsmodellen, det teoretiske rammeverket, krav til lagerfunksjonen og drøftinger ble følgende lagrings, og materialhåndteringssystemer valgt:

- For å møte kravene knyttet til høy lagringstetthet ble det valgt et automatisert høylager system. Systemet er ventet å gi store fordeler knyttet til produktivitet i lagring og fremhenting av paller. Samtidig forventes det effekter knyttet til materialhåndtering da områdene for bufferlagring og ordreplukk holdes adskilt.

- For småvarer anbefales det vertikale lagerautomater. Det er forventet en reduksjon i bemanningsbehovet da en ordreplukker håndterer flere lagerautomater. Det er funnet frem til 1646 artikler som egner seg. Økt arealutnyttelse i forhold til tyngdepunkts hyller gjør at dette virker som en bedre investering. I tillegg oppleves ofte en fordobling av antall d-pak plukket per time med slike systemer.
- Det er også anbefalt å bruke konvensjonelle plukk og lagringsmetoder. På grunn av ordrestruktur og egenskapene hos virksomhetens produkter kommer det en anbefaling om bruk av frittstående pallstabling og pallreoler for kampanjeplukk. Den samme konklusjonen er trukket om området for normal ordreplukk. Frittstående pallestabling er benyttet for de frekvente volumkrevende varene. Pallereoler gir god fleksibilitet noe som må til for de hyppige utskiftningene i sortiment.

Det presenteres til slutt et oversiktsbilde lagerflyten. Bygningen bør ha muligheter for ytterligere utbygninger på sikt.

9 Referanseliste

- Baker, P. (2010). *The Principles of Warehouse Design*: Institute of Logistics & Transport.
- Baker, P., & Canessa, M. (2009). Warehouse design: A structured approach. *European Journal of Operational Research*, 193(2), 425-436. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2007.11.045>
- Berg, J. P. v. d., & Zijm, W. H. M. (1999). Models for warehouse management: Classification and examples. *International Journal of Production Economics*, 59(1–3), 519-528. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00114-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00114-5)
- Bodner, D. A., Govindaraj, T., Karathur, K. N., Zerangue, N. F., & McGinnis, L. F. (2001). A Process Model and Support Tools for Warehouse Design. Retrieved 9. februar, 2015, from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.203.1033&rep=rep1&type=pdf>
- Brynhildsvoll, I. (2011). *Prinsipper for bedre innkjøp*. Oslo: Fagbokforlaget Vigmostad & Bjerke.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2013). *Supply Chain Management - Strategy, Planning and Operation* (Global Edition, 5th ed.): Pearson Education Limited.
- Consafe-Logistics. (2014). Med Astro WMS faller brikkene på plass. I dag og i morgen. Retrieved 1. Mars, 2015, from <http://www.consafelogistics.no/our-offer/warehousing/astro-wms>
- Dalland, O. (2012). *Metode og oppgaveskriving for studenter* (5 ed.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- de Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 182(2), 481-501. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2006.07.009>
- Frazelle, E. H. (2002). *World-Class Warehousing and Material Handling*. New York: McGraw-Hill.
- Govindaraj, T., Blanco, E. E., Bodner, D. A., Goetschalckx, M., McGinnis, L. F., & Sharp, G. P. (2000, 2000). *Design of warehousing and distribution systems: an object model of facilities, functions and information*. Paper presented at the Systems, Man, and Cybernetics, 2000 IEEE International Conference on.
- Grønland, S. E. (2010). *Logistikkledning* (4. utgave ed.). Oslo: Cappelen akademisk.
- Gu, J., Goetschalckx, M., & McGinnis, L. F. (2007). Research on warehouse operation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 177(1), 1-21. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2006.02.025>
- Gu, J., Goetschalckx, M., & McGinnis, L. F. (2010). Research on warehouse design and performance evaluation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 203(3), 539-549. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2009.07.031>

- Hassan, M. D. M. (2002). A framework for the design of warehouse layout. *Facilities*, 20(13/14), 432-440. doi: doi:10.1108/02632770210454377
- Hassan, M. D. M. (2010). A framework for selection of material handling equipment in manufacturing and logistics facilities. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 21(2), 246-268. doi: doi:10.1108/17410381011014396
- Hobkirk, I., & O'Neill, J. (2007). Warehouse Automation—What's Really Working For Pallet, Case, and Piece-pick Operations. 2015, from http://www.forte-industries.com/media/5819/rep_warehouseautomation_whatsreallyworking.pdf
- Ivarson, H. (2014). Swisslog og IFS ruster opp Rusta. Retrieved 1. Feb. 2015, from http://www.klikk.no/tungt/logistikk_og_ledelse/article1491043.ece
- Johannesen, A., Kristoffersen, L., & Tufte, P. A. (2004). *Forskningsmetode for økonomisk-administrative fag* (2. utgave ed.). Oslo.
- Løvendahl, B. R., & Wenstøp, F. (2008). *Skriv gode oppgaver*: CAPPELEN DAMM AS.
- McGinnis, L. F., & Mulaik, S. (2000). YOUR DATA AND HOW TO ANALYZE IT. Retrieved 6. mars, 2015, from http://factory.isye.gatech.edu/publications/YourData_HowToAnalyze.pdf
- Persson, G., & Virum, H. (2011). *Logistikk og ledelse av forsyningskjeder* (Vol. 2). Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS
- Phillips, E. (2007, Mar, 2015). Warehouse Layout & Design. Retrieved 3. mars, 2015, from <http://strategosinc.com/warehouse.htm>
- Rouwenhorst, B., Reuter, B., Stockrahm, V., van Houtum, G. J., Mantel, R. J., & Zijm, W. H. M. (2000). Warehouse design and control: Framework and literature review. *European Journal of Operational Research*, 122(3), 515-533. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00020-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00020-X)
- Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (2014). *The Handbook of Logistics and Distribution Management: Understanding the Supply Chain*: Kogan Page.

10 Vedlegg

10.1 Vedlegg 1 – Intervju med leder av drift og analyse I logistikkavdelingen

Semi-strukturert intervju - Astro WMS – med Audun Drageset – 06/03-2015

- Generelt om systemet
 - Implementeringsprosessen
 - Utfordringer i implementeringen
 - Utfordringer med systemet i dag
 - Muligheter:
 - Automatisering
- Effekter ved å implementere WMS-systemet
- Hvilke rolle spiller WMS-systemet i de ulike lageraktivitetene?
 - Varemottak
 - Informasjonsflyt mellom ledd.
 - Lagring
 - Valg av lagringsplass
 - Datovarer
 - Ordreplukk
 - Når slippes plukkordre?
 - Plukkroute
 - Plukklokasjoner
 - Utstyr og informasjon for ordreplukkere?
 - Samlasting
 - Forsendelse
- Hvor ressursintensive er de ulike lageraktivitetene?

10.2 Vedlegg 2 – Analyse paller lagret – kampanjevarer

Forretningsområde	Uker lagret 1-5						Uker lagret 6-10						Uker lagret 11-25					
	Antall paller lagret						Antall paller lagret						Antall paller lagret					
	0-01	02-05	06-10	11-25	50-100	over 100	0-01	02-05	06-10	11-25	50-100	over 100	0-01	02-05	06-10	11-25	50-100	over 100
A Personlig pleie	54	48	15	12	19	1	10	22	11	7	8		22	18	8	7	6	
B Dagligvare	6	15	11	12	12	2	4	4	5	10	7	2	3	1	8	4	4	2
C Vask og rengjøring	4	6	4	9	16	6	2			2	8	2	4	2	1	2	7	1
D Klær og sko	16	22	16	5	1		10	23	15	14	2	1	39	24	21	13	6	2
E Hjem og kjøkken	39	142	109	127	94	8	14	75	58	112	81	7	63	41	30	35	27	3
F Hobby og kontor	1	3	1	2	3		1	6	4	5		1	1	5	3		5	
G Handyman	2	3	2	3	3		5	5	4	2	3		13	5	4	8	6	1
H Reise, sport og fritid	4	3	16	18	10	4	3	18	11	15	10		14	22	13	10	15	1
I Hus og hage	2	4	2	5	5	1	3	1	2	3	11	1	9	11	9	7	7	4
J Elektronikk	12	12	7	14	17		10	9	18	24	21	1	24	10	10	21	19	
K Sjokolade og snacks	4	14	17	20	16		9	32	27	23	7	1	3	7	4	6	10	3
N Dyremat og dyretilbehør	2		1	3	6	2	4	1		1	5		1	3	3	6	7	1

Forretningsområde	Uker lagret 26-40						Uker lagret 41-53					
	Antall paller lagret						Antall paller lagret					
	0-01	02-05	06-10	11-25	50-100	over 100	0-01	02-05	06-10	11-25	50-100	over 100
A Personlig pleie	14	18	9	4	1		20	30	11	7	1	
B Dagligvare	4	6	6	5	4		4	4	10	8	7	2
C Vask og rengjøring	1	4	5	2	1		2	4	5	2	4	
D Klær og sko	3	7	5	3	2		24	20	11	11	2	
E Hjem og kjøkken	29	14	4	3			151	78	34	16	4	
F Hobby og kontor	7	3	1	1			16	30	9	9	2	2
G Handyman	5	9	1	8	3		9	24	10	14	5	
H Reise, sport og fritid	22	11	6	8	5	1	63	61	23	28	21	1
I Hus og hage	8	2	2	5	13	4	4	17	6	17	9	3
J Elektronikk	16	17	7	8	7		84	46	22	37	21	1
K Sjokolade og snacks		2			1		1	1		1		
N Dyremat og dyretilbehør	2	3	3	2			2	5	3	7	5	

10.3 Vedlegg 3 – Analyse; antall paller plukket per uke

Sortiment	Forettningsområde	Gjennomsnitt paller plukket per uke																													
		Uker plukket 0-4				Uker plukket 5-9				Uker plukket 10-25				Uker plukket 26-44				Uker plukket 45-53													
		0-1	2-5	6-10	11-25	25-50	over 50	0-1	2-5	6-10	11-25	25-50	over 50	0-1	2-5	6-10	11-25	25-50	over 50	0-1	2-5	6-10	11-25	25-50	over 50						
G	A Personlig pleie	14	1					5	8	4				40	43	9	2			39	282	16			282	16					
	B Dagligvare	10						6	2					33	11	3	1	1		33	214	41	8	6	4	4					
	C Vask og rengjøring	6				1		6	2					16	6	4	1	1		26	98	38	7	3							
	D Klær og sko	40	2					26	2	1				81	6	2	2	2		127	106	3									
	E Hjem og kjøkken	47	4		1			38	1					272	25					225	351	64	8	9	4						
	F Hobby og kontor	73						10						25						57	123	2	1								
	G Handyman	19	2					42	6					90	4					163	135	10	2								
	H Reise, sport og fritid	14			1			18	1					66	11	1	1	1		66	27	3	3	1		1					
	I Hus og hage	1						39	8	2				146	15	2	2	2		115	86	6									
	J Elektronikk	44	8					4	6					71	9	2	2			51	299	42	3	6							
	K Sjokolade og snacks	8						4	6					13	6	2	2			17	69	17	4	4		1					
	N Dyrenat og dyretilbehør	4						8																							
	K	A Personlig pleie	136	60	11	17	6	1	40	10	8	10	1		34	9	3	2	2	8		4					4				
B Dagligvare		17	24	14	19	2	2	13	18	4	2			15	9	7	8		2	3	1	1				1					
C Vask og rengjøring		13	9	8	14	4	2	5	1	6	12			6	6	3	2		4							1					
D Klær og sko		90	46	13	1			36	37	7	2	1		25	13	3	2														
E Hjem og kjøkken		343	294	128	113	26	11	100	58	46	51	6	6	27	17					2	2										
F Hobby og kontor		32	7	3	4	1	1	21	15	9	4	1		8	1	7	2			1						1					
G Handyman		22	24	9	6			24	11	3				29	7	7				3	2										
H Reise, sport og fritid		84	81	21	16	5		46	18	6	4	2		46	28	7	1	1		9	1										
I Hus og hage		28	15	7	7			1	29	8	3	8	4	12	17	4	9	3		40	20	3	4	4							
J Elektronikk		98	87	25	22	3	1	69	34	17	7	7	2	40	20	3	4	4		11	3	3				1	1				
K Sjokolade og snacks		19	69	18	17	2	2	14	29	6	11	5	1		1	5	4	4													
N Dyrenat og dyretilbehør		7	4	3	6	2	1	14	3		5	1			11	6	5	2		5											
S		B Dagligvare		1	4	1																									
	C Vask og rengjøring													1	1		1														
	D Klær og sko		1					1	2					7	7	1	1			2											
	E Hjem og kjøkken		3		1			1	1					1	1																
	G Handyman		1	2	2			2	2	1				5	3						3	3									
	H Reise, sport og fritid		42	3	1	4	3	57	10	2	2	2		75	8	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
I Hus og hage		30	7	1	1	3	24	10	8	2	1		69	45	17	14	2														
J Elektronikk		1	2				1		1				1	9	6	1															
Totalt Antall SKU		1246	751	270	253	58	24	700	297	130	123	20	10	1278	298	93	60	16	6	982	90	14	12	6	3	1803	245	41	30	10	7



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Postboks 5003
NO-1432 Ås
67 23 00 00
www.nmbu.no