



Handelshøyskolen BI i Oslo

# BTH 17041

Bacheloroppgave - Logistikkledelse / Supply Chain Management

Bacheloroppgave

Hvordan kan Brødrene Dahl redusere tids- og ressursforbruk i plukkprosessen ved manuelt lager?

Navn	Petter Dihle Ingebregtsen, Michael Barth Vik, Michelle Jørnli
------	---

Utlevering:	09.01.2017 09.00
-------------	------------------

Innlevering:	02.06.2017 12.00
--------------	------------------

## Forord

Denne bacheloroppgaven er den avsluttende oppgaven i fordypningsfaget BTH17041 Logistikkledelse/Supply Chain Management og vårt studieforløp 2014-2017, ved Handelshøyskolen BI.

Igjennom arbeidet med denne oppgaven har vi fått innsikt i sentrallageret til Norges ledende rørleggergrossist, noe som har vært både spennende og lærerikt. Vi er spesielt fascinert av hvor mange dyktige folk vi er kommet i kontakt med som jobber på sentrallageret. Vi har fått se på nært hold hvordan teori blir brukt i praksis.

Vi vil rette en stor takk til vår veileder Bente Merete Flygansvær, som har gitt oss gode råd og anbefalinger underveis, både i avtalte veiledninger og på mail. Vi vil også takke Brødrene Dahl for at vi kunne skrive oppgave om deres sentrallager. Her vil vi spesielt trekke frem Ingar Bystrøm, Espen Kemi og Thomas Bjerkseter for deres åpenhet og vilje til å samarbeide. I tillegg er det andre bidragsyttere som vi vil takke for deres tid Eirill Bø, Håkon Ingebregtsen og Sanna Kallunki.

## Innholdsfortegnelse

<b>Forord</b> .....	<b>i</b>
<b>Sammendrag</b> .....	<b>iv</b>
<b>Del 1: Innledning</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Valg av bedrift</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Bransjen</b> .....	<b>1</b>
1.2.1 <i>Verdikjeden</i> .....	2
<b>1.3 Brødrene Dahl</b> .....	<b>2</b>
1.3.1 <i>Sentrallager Langhus</i> .....	3
1.3.2 <i>Manuelt lager</i> .....	3
<b>1.4 Bakgrunn</b> .....	<b>4</b>
<b>1.5 Problemstilling</b> .....	<b>4</b>
<b>1.6 Avgrensinger</b> .....	<b>5</b>
<b>1.7 Begreper</b> .....	<b>6</b>
<b>Del 2: Teori og litteratur</b> .....	<b>8</b>
<b>2.1 Rammeverk</b> .....	<b>8</b>
<b>2.2 Lagerlokasjonsstruktur</b> .....	<b>9</b>
2.2.1 <i>Tilfeldig lager</i> .....	9
2.2.2 <i>Klassifisert lager (Class-Based Storage)</i> .....	10
2.2.3 <i>Lagerplasserings problematikk</i> .....	11
<b>2.3 Ordreplukksystem (OPS)</b> .....	<b>11</b>
<b>2.4 Vehicle dispatching (Lockset)</b> .....	<b>12</b>
<b>2.5 Rutemetoder</b> .....	<b>13</b>
2.5.1 <i>'Travelling salesman problem'</i> .....	13
2.5.2 <i>Ruter</i> .....	13
2.5.3 <i>'Interactive warehouse' simulator</i> .....	14
<b>2.6 Plukkeeffektivitet</b> .....	<b>15</b>
<b>2.7 Endringskrefter</b> .....	<b>15</b>
2.7.1 <i>Endringsbarrierer</i> .....	16
2.7.2 <i>Lederes rolle i forandringsarbeidet</i> .....	16
<b>2.8 Motivasjon og endringsvilje</b> .....	<b>16</b>
<b>2.9 Korrelasjon</b> .....	<b>17</b>
<b>Del 3: Metode</b> .....	<b>18</b>
<b>3.1 Analyseformål</b> .....	<b>18</b>
<b>3.2 Undersøkelsesspørsmål og forskningsdesign</b> .....	<b>18</b>
<b>3.3 Datainnsamlingsmetode</b> .....	<b>18</b>
3.3.1 <i>Primærdata</i> .....	19
3.3.2 <i>Sekundærdata</i> .....	20
<b>3.4 Excel</b> .....	<b>20</b>
3.4.1 <i>Filter</i> .....	20
3.4.2 <i>Pivot</i> .....	20
3.4.3 <i>Solver</i> .....	21
3.4.4 <i>Simulator</i> .....	21
<b>3.5 Validitet og reliabilitet</b> .....	<b>21</b>
3.5.1 <i>Intern Validitet</i> .....	21
3.5.2 <i>Ekstern validitet</i> .....	22
3.5.3 <i>Reliabilitet</i> .....	22
<b>Del 4: Analyse</b> .....	<b>23</b>

<b>4.1 Beregning av gjennomsnittlige tidsprosesser ved plukk .....</b>	<b>23</b>
<b>4.2 Sammenligning av lagerlokasjonsstrukturer .....</b>	<b>24</b>
4.2.1 <i>Analyse av dagens lagerstruktur .....</i>	24
4.2.2 <i>Analyse av Klassifisert lager .....</i>	25
4.2.3 <i>Tidsreduksjon .....</i>	27
<b>4.3 Korrelasjonsanalyse.....</b>	<b>29</b>
<b>4.4 Optimalisering av plukkmetode .....</b>	<b>31</b>
4.4.1 <i>Lockset.....</i>	32
<b>4.5 Analyse av rutemetoder.....</b>	<b>33</b>
4.5.1 <i>Rutemetoder tilfeldig lager.....</i>	33
4.5.2 <i>Rutemetoder klassifisert lager .....</i>	33
4.5.3 <i>Sammenligning av rutemetoder i ABC-klassifisert lager og dagens situasjon .....</i>	34
<b>4.6 Håndtering av optimalisering sett i lys av motivasjon og endringskrefter .....</b>	<b>35</b>
<b>4.7 Plukkeffektivitet.....</b>	<b>35</b>
<b>Del 5: Konklusjon.....</b>	<b>37</b>
<b>5.1 Oppsummering.....</b>	<b>37</b>
<b>5.2 utfordringer .....</b>	<b>38</b>
<b>5.3 Oppgavens kvalitet .....</b>	<b>39</b>
<b>5.4 Videre forskning .....</b>	<b>40</b>
<b>Vedlegg 1: Spørreundersøkelse 19/5-2017.....</b>	<b>a</b>
<b>Vedlegg 2: Intervju med Espen Kemi 25 april 2017 .....</b>	<b>b</b>

## Sammendrag

Denne besvarelsen er skrevet om og i samarbeid med Brødrene Dahl Norge og Brødrene Dahl Langhus som avsluttende oppgave i BTH – 1704 Logistikkledelse / SCM. Hensikten med oppgaven har vært å gjøre en jobb for Brødrene Dahl i forbindelse med at de har startet et optimaliseringsprosjekt internt i Brødrene Dahl Langhus. Oppgaven går ut på å analysere dagens situasjon og avdekke hensiktsmessige optimaliseringer i lagerlokasjonsstruktur og plukkmetoder vedrørende det manuelle lageret hos Brødrene Dahl Langhus. Problemstillingen for oppgaven er hvordan kan Brødrene Dahl redusere tids- og ressursforbruk i plukkprosessen, ved manuelt lager?

Besvarelsen er delt inn i fem deler; innledning, teori, metode, analyse og konklusjon.

I innledningen gir vi en kort beskrivelse av rørgrossistbransjen, Saint Gobain som majoritetseier og Brødrene Dahl som logistikkorganisasjon. Her redegjør vi for bakgrunnen og begrunnelsen for oppgaven, samarbeidet med Brødrene Dahl og begrensningene for gjennomføringen. Begrensningene setter rammen for oppgaven og analysenes omfang.

Teoridelen er en samling av det teoretiske grunnlaget for oppgaven. For denne oppgaven har det vært relevant å trekke frem teorier fra logistikk og strategi. Teori om logistikk er sentralt for oppgaven.

I metodedelen redegjør vi for fremgangsmåten som er brukt i arbeidet med analysene, blant annet valg av metoder for innhenting av data og redegjørelse for hvordan vi har gått frem for å utvikle analysene. Vi beskriver i denne delen hvordan dataen er innhentet og hvordan de er tolket for å gjøre det mulig å integrere de i analysene.

I analysedelen redegjør vi for hvordan analysene fungerer rent teknisk. Her forklares innholdet i analysene på bakgrunn av datastrukturering og funksjonalitet.

Avslutningsvis, i konklusjonen, tar vi et skritt tilbake for å se på analysene i nytt lys og drøfter kritikkverdige forhold av oppgaven og en fremleggelse av utfordringer ved bruk av analysene.

# Del 1: Innledning

## 1.1 Valg av bedrift

Da vi valgte bedrift var tilgang til informasjon og data to avgjørende faktorer. Etter å ha kontaktet Brødrene Dahl (heretter kalt BD), fikk vi flere henvendelser fra ledelsen på aktuelle tema. Supply Chain manager fra hovedkontoret til BD kom også med et forslag, han ønsket at vi skulle skrive om tidsprosesser ved truckkjøring på sentrallageret grunnet utbygging.

En av gruppens kandidater har jobbet 13 år for BD, hvorav 7 år som arbeidsleder. Dette gav oss de nødvendige kontaktene og en god innsikt i selskapet.

Så når vi skulle velge bedrift ble det et naturlig valg for oss å skrive om BD, grunnet interesse fra bedriften, samt internt engasjement.

Fordi BD er en markedsledende bedrift innen rørleggergrossistbransjen, fant vi, som logistikkstudenter, det svært fordelaktig å få muligheten til å lære mer om de interne prosessene hos en markedsledende aktør.

## 1.2 Bransjen

Rørleggergrossistbransjen har få aktører, på hjemmesiden til Norske rørgrossisters forening (<http://www.vvsnrf.no/>) finner vi at det er fire selskaper som dominerer markedet - BD, Ahlsell, Onninen og Heidenreich.

Innenfor enkelte av produktområdene pågår det en bransjegliding. Dette betyr at andre aktører utfordrer den tradisjonelle verdikjeden ved å betjene installatører og forbrukere direkte uavhengig av grossist. I bransjen ser man at andelen av direkteleverandører øker og tar stadig flere markedsandeler, som MegaFlis, Høiax og Vikingbad.

Grossistene er sterkt konsolidert og styrken ligger i effektiv distribusjon. Grossistene fungerer som et mellomledd mellom produsent og sluttbruker, dersom grossisten ikke er effektiv vil det gå ut over flere ledd i verdikjeden. (Sreenivas & Srinivas, 2008) Sammenlignet med direkteleverandørene har grossistene flere hentesteder, helsortiment, fungerende kredittinstitusjon, full prisoversikt, samt direkte kontakt med rørleggerne og produsentene.

### 1.2.1 Verdikjeden

Den klassiske verdikjeden i bransjen består av produsent, grossist og rørlegger. På nettsiden til Proff ([www.proff.no](http://www.proff.no)) fant vi at omsetningen til bedriftene i verdikjeden varierer veldig. En produsent kan omsette for 100 millioner kroner, en grossist for 6 milliarder kroner og rørleggerbedrift for 4 millioner kroner. Eierstrukturen er også ulik, produsentene og grossistene har i hovedsak utenlandsk eierskap, mens rørleggervirksomhetene primært er norsk eide. Stadig flere produsenter velger å levere direkte til kunde, og forholder seg derfor til grossisten både som logistikkpartner og konkurrent. I bransjen som helhet er det verdt å merke seg at produsentenes plass i verdikjeden har forandret seg svært lite de siste ti årene. Produktkompetansen er spisset, men ellers er mye som før, der produsentene kan selge kjente merkevarer til hvem de vil.

Rørleggeren har frihet til å handle med de grossistene han selv velger. De har det faglige ansvaret og gjør ellers det som kunden etterspør. De største rørentreprenørene forhandler direkte med produsenten, mens solide, uavhengige rørleggere forhandler med flere ledd. Nye bedrifter og mindre virksomheter øker forhandlingsmakten gjennom kjedeetableringer (Henriksen, 2016).

### 1.3 Brødrene Dahl

På hjemmesiden til BD (<https://www.dahl.no/>) finner vi at de ble etablert i 1917, og har siden den gang bygget seg opp til å bli Norges ledende rørgrossist og har i dag nærmere 1500 ansatte. Selskapet arbeider innenfor blant annet kundesegmentene varme, ventilasjon og sanitærteknikk (VVS), varme og miljøteknikk (VMT), industri, marine, olje & gass, vannkraft og samferdsel. BD eies av Saint Gobain, som er et fransk industrikonsern som dedikerer seg til forskning og utvikling.

BD har 55 servicesentre spredt over hele Norge. Servicesentrene fungerer som en butikk for proffmarkedet og er sentrale i et stadig voksende Rehabilitering-, oppbygging- og tilbyggs-marked (ROT).

Kundemassen til BD består blant annet av entreprenører, rørleggere, industribedrifter og det offentlige. Målet til BD er å tilby kundene sine markedets bredeste produktutvalg, teknisk kompetanse og systemutvikling. Sentralt for virksomheten er lagerstrukturen med tanke på minimumsforbruk av tid, kostnader, energi og minst mulig forurensning.

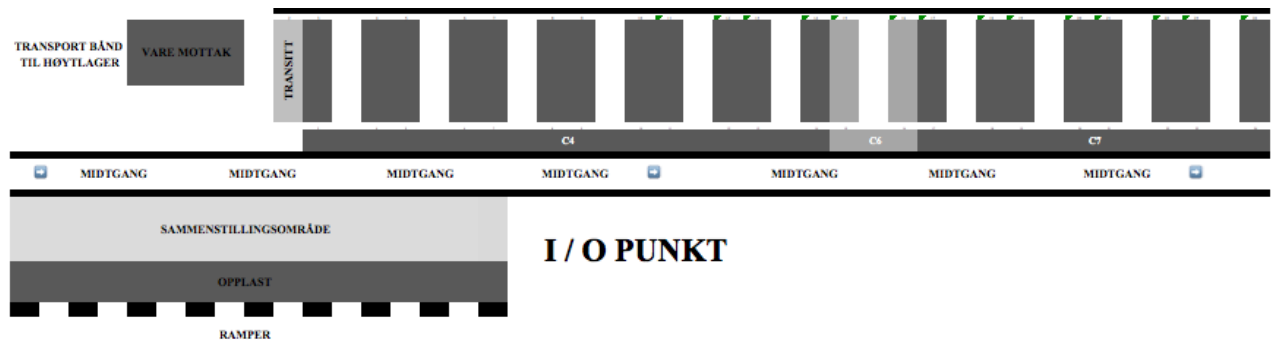
### 1.3.1 Sentrallager Langhus

BD sitt sentrallager ble bygget i 1998 og er lokalisert på Langhus som er en strategisk plassering på Østlandet, med nærhet til E6, E18 og Oslofjordtunnelen. Tomten der sentrallageret ligger, er på 110 000m<sup>2</sup>. Selve lageret er på 44 000m<sup>2</sup>. Hver dag sikrer over 200 ansatte at 120 lastebiler forlater sentrallageret som forsyner varer til hele Norge. I 2016 ble det plukket 3,2 millioner ordrelinjer på Langhus. Lageret er delt inn i seks områder. Drift, lager og logistikk, transport, varemottak, HMS og driftsstøtte. Avdelingene har hver sin driftsleder, men det er direktør for sentrallageret som har det overordnede ansvaret.

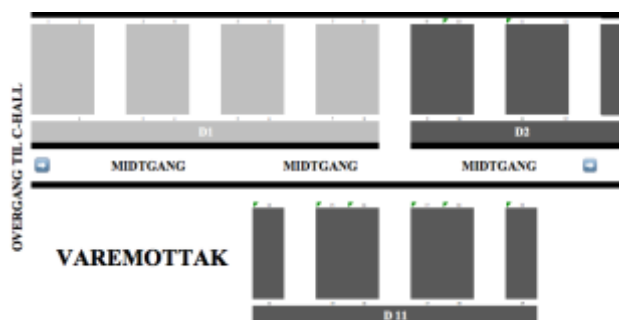
### 1.3.2 Manuelt lager

I denne oppgaven skal vi fokusere på manuelt lager. Denne delen er delt opp i C og D Hall. D-hallen ble bygd i 2005 og er koblet sammen med C-hallen. Det manuelle lageret er utelukkende reolbasert og er delt opp i ulike soner. Hver sone representerer ulike produktgrupper.

I det manuelle lageret ligger artiklene som ikke er blitt berørt av tidligere optimalisering. Artiklene blir plukket manuelt med truck og etter plukk blir artiklene fraktet til leveringspunkt (I/O-punkt) som består av tre pall- og et eskebånd. Både paller og esker ender tilslutt opp på sammenstillingsområde for sortering. I/O-punktet ligger sentralt i C-hallen og er koblet opp til ordrelinjer i både C- og D-hallen.



Figur 1: Illustrasjon av C-hallen.



Figur 2: Illustrasjon av D-hallen.



## 1.4 Bakgrunn

I kampen mot stadig mer pressede marginer og press fra andre markeder må vi i et høykostnadsland som Norge ta i bruk moderne hjelpemidler (Bjørnstad, 2014).

'Automated guided vehicles' (AGV) eller roboter er ikke lenger 'science-fiction' og har etterhvert blitt et hyppig innslag ved mange nordiske lagre (Bentzen, 2007). I begynnelsen ble disse i hovedsak satt inn for å håndtere repeterende transportetapper over lengre avstander på lageret – slik som å flytte en pall fra A til B flest mulig ganger i løpet av et døgn. I takt med fallende pris på teknologi, bedre og mer fleksible løsninger, ser man at AGVene får stadig mer komplekse oppgaver (Lund, 2016).

Lageret har blitt bygget ut to ganger. I forbindelse med utbyggingene av lageret har det også blitt implementert automasjon. De har blant annet bygget en automatisert rørvdeling og nytt sammenstillingsområde. Arbeidet med optimaliseringen av lageret ble ytterligere styrket i 2014. Da ble det dannet en avdeling, som fikk ansvaret for lager og logistikk på sentrallageret. Denne avdelingen består av seks personer. I slutten av 2016 fikk avdelingen et nytt prosjekt, det gikk ut på å omorganisere det manuelle lageret.

Selv om mange av varene har blitt automatisert, er det fortsatt 4094 (se vedlegg Excel, ark Filter) varer som blir plukket manuelt med truck. Med manuelle prosesser har man stor fleksibilitet i forhold til å styre bemanningen av lageret ut ifra ordrevolumene. Dersom de opplever høykonjunktur kan de benytte seg av sesongarbeidere, og motsatt kan bemanningen reduseres slik at man kun står igjen med de som er fast ansatt. En annen fordel er at man står forholdsvis fritt til å ta nye grep. Med blanke ark er det enklere å forme fremtiden enn om man har tunge investeringer å ta hensyn til (Lund, 2016).

Etter diskusjoner med leder for lager og logistikkavdelingen avdelingsleder (heretter kalt intervjuobjekt 1) i januar 2017, kom det frem at de var kommet et stykke på vei med optimaliseringen av det manuelle lageret, men ikke så langt som de hadde håpet. Det var dette som gjorde at både vi og BD ville se på muligheten for at denne oppgaven kunne hjelpe til med optimaliseringen av det manuelle lageret.

## 1.5 Problemstilling

Hensikten med denne oppgaven er å se om vi kan kategorisere varene annerledes og organisere rutemetoden slik at tidsprosessene ved plukking går ned. Vi kom som nevnt frem til at denne oppgaven skulle være et hjelpemiddel for optimalisering av manuelt lager.

Herunder valg av lagerstruktur og rutemetode (se del 2 for definisjon). Dersom man ikke har ruten i et system kan det føre til flere unødvendige kostnader og det kan være svært

tidkrevende. (Roodbergen, 2001) Valg av feil plassering på en vare kan også gi det samme resultatet. (se 4.2.3) Målet med oppgaven er å redusere tids- og ressursforbruk (Silver Lining, 2016).

Som nevnt tidligere har en av oss jobbet fast på det manuelle lageret. Dette har medført at vi har fått jobbe tett med interessenten og fått god innsikt i deres behov ved optimaliseringen. I løpet av dette semesteret har vi lagt ned mye tid for å oppnå best mulig resultat for BD. Arbeidet med optimaliseringen og oppgaven tilsvarer dermed godt over 1000 timer.

Problemstillingen vi har utformet er dermed følgende:

*"Hvordan kan Brødrene Dahl redusere tids- og ressursforbruk i plukkprosessen, ved manuelt lager?"*

## **1.6 Avgrensinger**

I lagerlogistikk er det viktig å skille mellom rute og plassering da et lager kan bestå av flere avdelinger med ulike systemer (Piasecki, 2017). Denne oppgaven baserer seg på manuelt lager. Prosjektet tar ikke for seg lageret i sin helhet på bakgrunn av at dette ikke var et behov hos BD. Videre i oppgaven vil plukkeffektivitet være et resultat av plukk / timer.

Optimaliseringen er basert på BD sitt lager og produkter, og analysen skal være til hjelp i det manuelle plukksystemet. I det manuelle lageret til BD er alle reoler identiske. Det vil si at teoretisk sett kan varene plasseres hvor som helst uavhengig av volum, vekt, frekvens og pris. Systemet vi anbefaler gjennom denne oppgaven baserer seg derfor på at 'layouten' på lageret er konstant. Systemet baserer seg også på data om artiklene og gir brukeren tilstrekkelig informasjon om lageret og varene til å vurdere omrokking på varene.

For å velge lagersystem måtte vi sette oss inn i de ulike lagerstrukturene (se 2.2), samt avdekke hvilket system BD har i dag. BD sitt lager er av typen tilfeldig lager. Vi måtte derfor ta et valg mellom enten ABC klassifisert lager eller dedikert lager. Fordi reolsystemet til BD ikke trenger å ta hensyn til produktenes volum og vekt utelukket vi dedikert lager som baserer seg på Cube order Index (COI) (Malmborg & Bhaskaran, 1990).

ABC-klassifisering tar i utgangspunktet for seg faktorene prosent av volum og omsetning, men vi fikk ikke tilgang til omsetningsdata. Av den grunn valgte vi å regne på tid som kostnad. Dessuten var behovet til BD kun relatert til tidsbesparelse i forhold til kostnadsbildet. Fordelingen i vår ABC-klassifisering går under 75-25 regelen. Hvor omtrent 75% av kostnaden står for 25% av volumet.

Layouten til BD består av smale ganger mellom reolene. Dette satt begrensinger for valg av rutemetode. Av de totalt seks ulike rutemetodene er det kun to av de som kan benyttes i praksis hos BD. Allikevel testet vi flere for å avdekke potensiell besparelse og om det eventuelt kunne vært lønnsomt med en ombygging. Derimot gikk vi ikke videre med dette da det ville krevd mer tid i form av kostnadsanalyser og det er utenfor vårt tema. I tillegg til dette hadde vi ikke tilstrekkelig med data for å vurdere rutemetode og måtte legge inn 100 fiktive plukk i simulatoren.

Av det totale antall MHOer (se 4.1) valgte vi å se bort ifra de MHOene som inngikk i C- og D-hallen som var berørt av tidligere optimalisering. F. eks. det området hvor man plukker med en høytløftende plukktruck.

Vi ekskluderte innlegg i tidsprosessen. Dersom vi skulle inkludert innlegg, ville oppgaven blitt for omfattende. Videre valgte vi å holde tid i forberedelse og pakking av varen konstant.

Datautvalget vårt for dagens situasjon og ABC-klassifisering strekker seg fra Januar til Desember 2016. Tidsprosessene i datautvalget i valgte MHOer er basert på et gjennomsnitt i hvert MHO.

Vi mottok data for en times bestillinger 19.05.2017. Dette ble dataen i Lockset (se 4.4.1). Når vi skulle simulere rutemetoder måtte vi på bakgrunn av manglende data lage en fiktiv bestilling på 100 produkter.

## **1.7 Begreper**

*Kredittinstitusjon*: Felles betegnelse på banker, finansieringsselskap, forsikringsselskaper, kredittforetak og andre institusjoner som yter kreditt mot en eller annen form for sikkerhet.

*ROT*: Rehabilitering, ombygging og tilbyggsbransjen. Omsetningen i bruktboligmarkedet og flytteaktiviteten er høy, dette fører til økt omsetning i ROT-markedet.

*I/O:* In and out punktet er der plukkeren henter en tompall før han skal plukke, samt levere ferdigplukkede ordrer.

*Hyperkobling:* I databehandling er hyperkobling en referanse til data som leseren kan følge direkte ved enten å klikke på den.

*Eskebånd:* Her legger plukkeren fra seg alle ferdigplukkede esker. Esken har en maksbegrensing på 80cm lengde, 40cm bredde og 50 cm høyde.

*Sammenstillingsområde:* Her sorterer og sammenstiller man alle ferdigplukkede ordre. Dette er siste område før transport ut til kunde.

*Lager og logistikkavdeling:* Denne avdelingen er som hovedansvar å optimalisere sentrallageret på daglig basis. Avdelingen består av seks personer.

*Konvensjonelt lager:* Alminnelig eller ordinært lager.

*Høytlager:* Et område på sentrallageret hvor det er 23 meter under taket, istedenfor 15 meter. I dette området er det bygd både rørautomasjon og automasjon for småplukk.

*MHO:* Materialhånderingsområde. Produktene i det manuelle lageret er delt inn i forskjellige MHOer. F. eks. alle industriartikler vil gå inn under samme MHO.

*Høytløftende plukktruck:* Plukktruck med plukkehøyde inntil 12m.

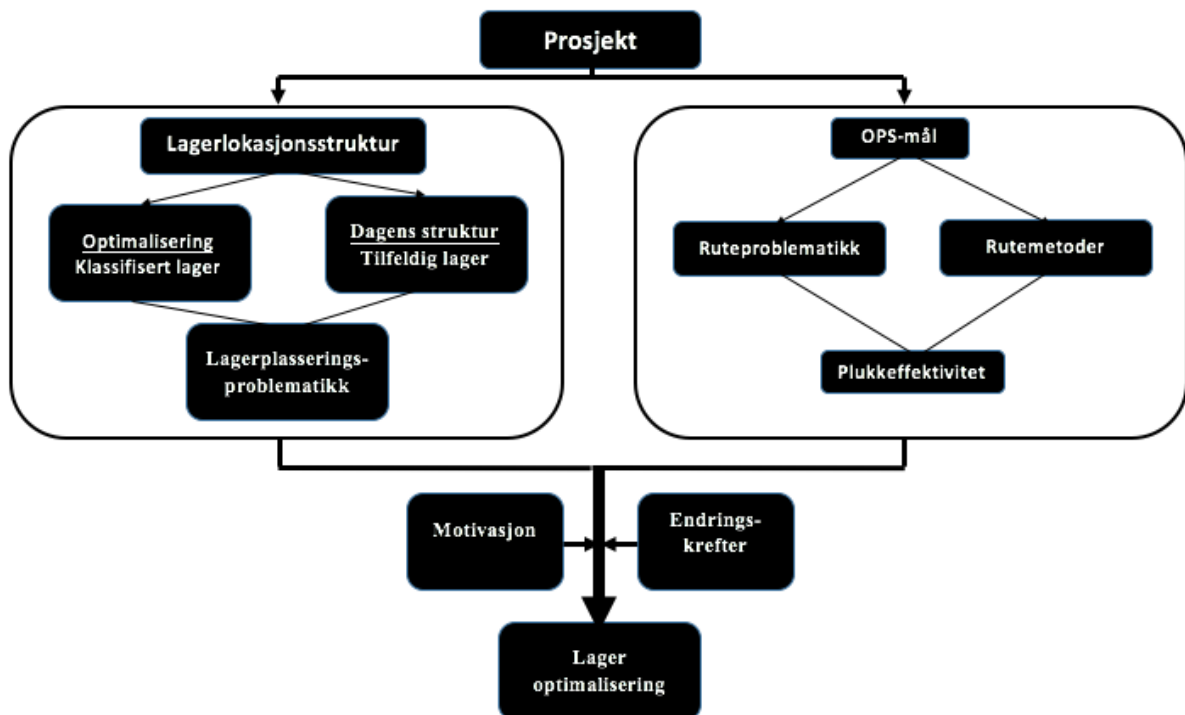
*Ordrelinje:* Den delen av en salgsordre eller innkjøpsordre som spesifiserer detaljert informasjon om et forespurt element.

## Del 2: Teori og litteratur

I denne delen av oppgaven dokumenterer vi for det teoretiske grunnlaget for optimaliseringen. Teori omkring varelager med lagerstruktur og rutemetode står sentralt. Teoridelen brukes videre til å bygge opp under de beslutningene som blir tatt i analysen.

### 2.1 Rammeverk

Rammeverket er en overordnet dokumentasjon på hvordan vi ser for oss å oppnå målet med oppgaven. Vi ser for oss at lagerstruktur er et resultat av flere avveininger underbygget av ulike teorier. Ved valg av lagerstruktur er det nødvendig for vår problemstilling å vurdere valget ut i fra variabler som tid, volum og frekvens. I tillegg måtte vi ta hensyn til dagens reolsystem og hallfordeling. Vi kom frem til at ABC-klassifisering (se 2.2.2) som lagerlokasjonsstruktur kunne være en mulig løsning og at dagens løsning kunne sammenlignes med tilfeldig lager (se 2.2.1). Dette ble utgangspunktet for vårt teoretiske fundament og ut ifra det skapte vi følgende rammeverk:



Figur 3: Egendefinert illustrasjon av rammeverk.

## 2.2 Lagerlokasjonsstruktur

Lagerlokasjonsstrukturen er en av de viktigste faktorene som påvirker plukkeeffektiviteten. (Lien, 2002) For å avgjøre hvor varen skal plasseres må det tas hensyn til: plukkmetode, størrelse og lagerstruktur, materialhåndteringssystem, produktkarakteristika, trender, frekvens og plassbehov (Inc, 2017).

Lagerstruktur kan overordnet deles inn i tre kategorier: Tilfeldig lager (Se 2.2.1), Dedikert lager og Klassifisert lager (Se 2.2.2). Vi kom frem til at dagens situasjon tilsvarer et tilfeldig lager.

For å avgjøre hvilken lagerstruktur som er best for BD måtte vi på forhånd avdekke følgende:

- Dagens lagerlokasjonsstruktur
- Dagens plukkmetode
- Innhente data som sier noe om størrelsen på lageret, reolsystemet, størrelsen på varene, antall varer, frekvensen på de ulike varene og ruteoppsettet.

### 2.2.1 Tilfeldig lager

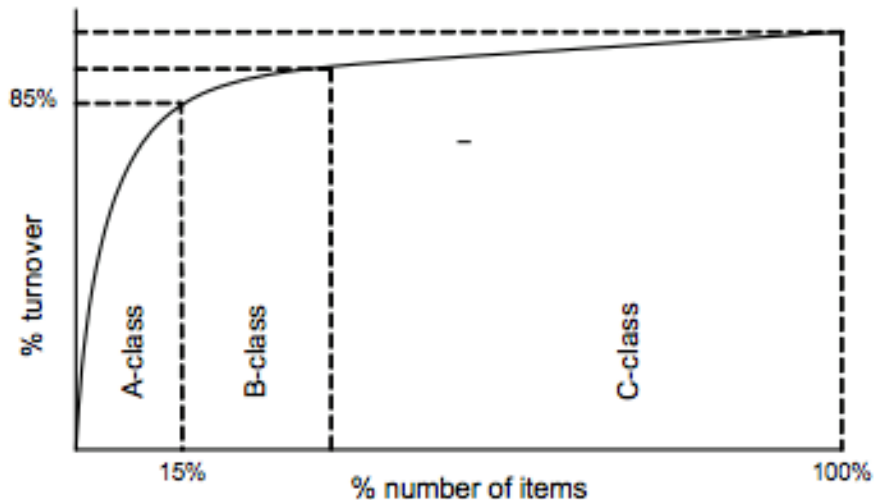
Tilfeldig lager benyttes dersom et produkt kan plasseres hvor som helst på lageret. Hvert produkt har dermed ikke en fast plass, noe som medfører at når lageret mottar et nytt produkt vil det plasseres på første tilgjengelig plassering. Denne metoden er nyttig når bredden av produkter er spesielt stor i forhold til lagerets tilgjengelige plasser (Le-Duc, 2005). Hver enkelt hylleplass er standardisert. Ved å benytte seg av tilfeldig lager oppnås bedre plassutnyttelse enn om produktene skulle blitt plassert i kategorier. Ulempen med tilfeldig lager er blant annet at produktplasseringen vil variere og at det derfor er nødvendig at plukkerne informeres ved hver oppdatering.

Tilfeldig lager resulterer i høy plassutnyttelse på bekostning av økt plukktid. For valg av rutemetode for denne lagerstrukturen hevder Hall (1993) at 'Largest gap' (se 2.5.2.4) og 'S-shape' (se 2.5.2.1) er best egnet. Analyser viser at 'Largest gap' er en bedre metode dersom plukkfrekvensen per rute er høyere enn 3,8 plukk (Roodbergen, 2001).

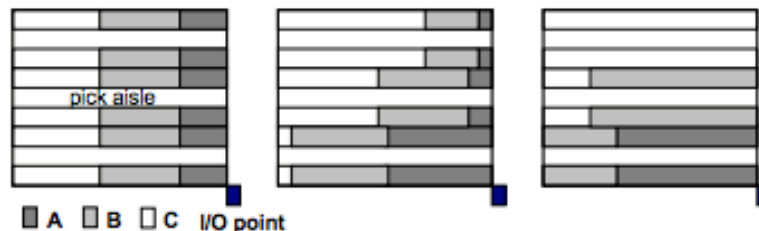
De Koster (1998) sammenlignet 'Optimal' (se 2.5.2.5) og 'S-shape' innen tilfeldig lager og analysen gav et resultat som sa at 'S-shape' rutene gjennomsnittlig var mellom 7,3% og 12,7% lengre enn 'Optimal' rute.

### 2.2.2 Klassifisert lager (Class-Based Storage)

Denne metoden tildeler produkter lagringsplass gruppevis. Den deler inn produkter etter fordelingskriterier basert på volum og omsetning. Et vanlig mål er 80/20. Hvor 20% av produktene skal stå for 80% av omsetningen. Figur 4 viser at 15% av produktene står for 85% av omsetningen og noe som tilsvarer klasse A. Videre fordeles omsetningen og produktene i klasse B og C. Sentralt her er at klasse C skal være størst i antall produkter totalt sett. (Grønland, 2010, s.75)



Figur 4: Et eksempel på ABC-klassifisering med 85/15 fordeling i A-klasse. 15% av varene står for 85% av omsetningen.



Figur 5: Tre ulike forslag på lagerstruktur ved ABC-klassifisering.

Denne strukturen har flere fordeler sammenlignet med andre strukturer. For det første er det ABC-klassifisering som krever minst ressurser relatert til rutemetode. For det andre har hvert produkt en konkret plassering som gjør det lettere for plukkeren å huske hvor produktene er plassert. I tillegg muliggjør den tilfeldig plasseringen innad i klassene, sortering basert på volum og/eller vekt slik at de tyngste varene kan ligge på nederste hylle og de letteste varene høyere opp. Den største utfordringen med ABC-klassifisering er at dersom sortimentet har store svingninger på produktene i forhold til frekvens vil det være nødvendig med hyppige omrokninger mellom klassene (Le-Duc, 2005).

For klassifisert lager skapte De Koster (2007) en modell for reiselengde hvor man kan estimere gjennomsnittlig rutelengde for et dobbeltreol-lager når enten benytter 'S-Shape' (Se 2.5.2.1) eller 'Return' (Se 2.5.2.2) rutemetode blir benyttet. Resultatet viser at 'Return' er bedre for små plukklistor med produkter i alle klasser.

### 2.2.3 Lagerplasserings problematikk

I sammenheng med ordreplukk ligger det to underliggende problemer.

#### 1. Layouten til lageret

Dette problemet kalles gjerne lagerproblematikk (Le-Duc, 2005). Denne problematikken omhandler avgjørelsene rundt hvordan lageret skal struktureres med tanke på avdelinger (varemottak, plukk, sortering og transport). Hovedmålet er å minimere håndteringskostnadene som henger sammen med truckkjøring. Roodbergen (2001) foreslo en ikke-lineær målefunksjon (eks. gjennomsnittlig truckkjøretid) for å avgjøre hyllekonfigurasjonen for tilfeldig lagerplasseringsstrategi som minimerer gjennomsnittlig turlengde. Han vurderte også minimering av gjennomsnittlig truckkjøretid som hovedmål. Caron, Marchet & Perego (2000) viser ved bruk av simulasjon at:

Endring i truckkjøretid = Lengden på midtgang + antall reoler

#### 2. Layouten til OPS

Produkter (stock keeping units – SKUs) må plasseres på tilegnet lagerplass før de kan bli plukket for å fullføre en kundes ordre. En lagerplasseringsmetode har et sett med retningslinjer for hvor produktene skal plasseres på lageret.

## 2.3 Ordreplukkssystem (OPS)

Ordreplukk er en prosess hvor man segmenterer og planlegger kundens ordre for så å plukke de. Ulike plukksystemer benyttes på lagre og plukket kan enten gjøres av ansatte eller maskiner. Det mest vanlige systemet kalles 'Picker-to-parts', her går eller kjører plukkeren til produktet (Murray, 2017). Det finnes to typer av dette systemet: 'Low level' eller 'High level' plukk. 'Low-level' tilsvarer en handletur en kunde gjør med handlevogn i en dagligvareforretning. I 'High level' benytter den ansatte en truck slik at han kan transportere varene til I/O punktet (se 1.3.2).

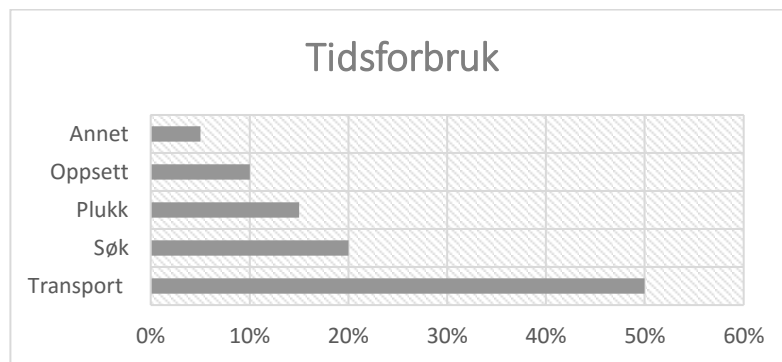
I Manuelt plukk, 'Picker-to-parts', kan enten den ansatte plukke basert på vare – 'batch picking' eller basert på ordre – 'discrete picking'. I 'batch picking' kan plukkeren enten



sortere varene til de ulike kundene mens han plukker eller når ruten er gjennomført. Når plukket er basert på en ordre vil den ansatte ha en rute for hele kundeordren.

OPS er ofte komplisert fordi det påvirkes av interne og eksterne faktorer. Eksterne faktorer vil være etterspørselsmønster, suppleringsmønster, fyllingsgrad og den generelle etterspørselen etter varen. De interne faktorene er systemets karakteristika, organisasjonen og dens retningslinjer.

Å minimere plukktid er nødvendig for ethvert OPS. Figur 6 viser komponentene i et ordreplukks tidsforbruk i et gjennomsnittlig lager. Omtrent 50% av ordreplukktiden brukes til transport, truckkjøretid (Tompkins, White, Bozer & Tanchoco, 2003). Truckkjøretiden er en direkte kostnad men er ikke inntektsbringende. På bakgrunn av dette er det et mål å minimere truckkjøretiden for et hvert lager (Le-Duc, 2005).



Figur 6: Typisk fordeling av ordreplukktidsforbruk. (Tompkins et.al, 2003)

## 2.4 Vehicle dispatching (Lockset)

På nettsiden til Networking and Emerging Optimization (<http://neo.lcc.uma.es/vrp/>) finner vi besparelsesalgoritmene som er basert på Clarke-og-Wright algoritmene 'vehicle routing problem'. Besparelse på en reiselengde oppnås ved å kombinere ett sett med småturer til et mindre sett med lengre turer.

Videre er kriterier som etterspørsel, kapasitet, transporttider og innspart tid avgjørende for valg av rutemetode. Først må en avklare om tilgjengelig kapasitet på kjøretøyet er større enn hva etterspørselen tilsier. Deretter er det nødvendig å beregne for et hvert tenkelig par av ordre hvor mange minutter som kan spares ved at kundene betjenes på en felles rute. Så sammenlignes kombinert rute med betjening av ordre hver for seg. Dette skal sorteres ut ifra innspart tid for hver ordre i fallende rekkefølge. Ordren med størst inntjening i form av tid behandles først. Hvis det er mulig å kombinere ruten med et annet kundepar gjøres dette til kjøretøyet kapasitet er utnyttet og deretter organiserer ruten. Dette gjøres så repetitivt med samme fremgangsmåte (Grønland, 2010, s. 245).

## 2.5 Rutemetoder

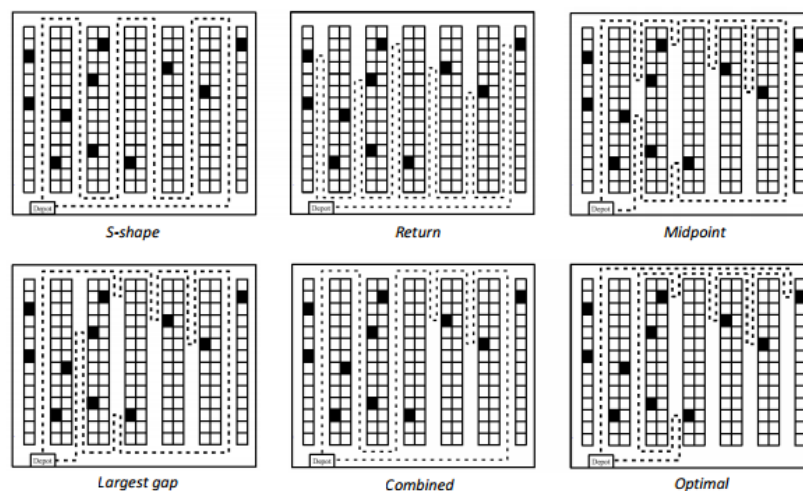
I hvilken rekkefølge man plukker artiklene påvirker det totale tidsforbruket. For å redusere denne kostnaden vil det være hensiktsmessig å benytte den korteste ruten. Hver lagerstruktur har en eller flere optimale rutemetoder. Av den grunn må lagerstrukturen fastlegges før bedriften kartlegger rutemetoden (Roodbergen, 2001).

### 2.5.1 'Travelling salesman problem'

For et produkts plassering er problemet til plukkeren å avgjøre hvilken rute som inkluderer alle varene i en ordre samtidig som kjøretiden holdes til et minimum. Dette problemet kalles 'Travelling salesman problem' (Applegate, Bixby, Chvátal & Cook, 2006). Den optimale ruten for et rektangulært lager med smale reoler finner man ifølge Ratliff og Rosenthal (1983) ved å benytte dynamisk programmering. Algoritmen baserer seg på en lineær økning mellom antall reoler og antall plukkplasser. Ulempene med den optimale metoden er at den kan virke ulogisk for plukkeren og han kan avvike fra den spesifiserte ruten. I tillegg baseres metoden på plasseringen av I/O punktet, antall reoler og layouten til lageret (om det er rektangulært eller har en annen form).

### 2.5.2 Ruter

Roodbergen (2001) beskriver seks forskjellige rutemetoder for å minimere reisedistansen, disse er vist i figur 7.



Figur 7: Ulike rutemetoder (Roodbergen, 2001)

#### 2.5.2.1 'S-shape'

'S-shape' er den enkleste ruten for en plukker. Denne metoden går ut på at plukkeren kjører gjennom hver reol som inneholder minst en vare, de reolene som ikke har varer fra ordren kjøres ikke gjennom. Fra siste reol kjører plukkeren direkte tilbake til I/O punktet. Se eksempel på ruten i figur 7 over (De Koster, Le-Duc & Roodbergen, 2007).

### 2.5.2.2 'Return'

'Return' er annen enkel metode å plukke etter. Man kjører både inn og ut av reolen fra samme side, man besøker kun de reolene der det finnes ordre. Se eksempel på ruten i figur 7 over (De Koster, et al., 2007).

### 2.5.2.3 'Midpoint'

'Midpoint' metoden deler hovedsakelig lageret opp i to områder. Hvis man skal plukke i den fremre halvdel, så kjører man inn i reolen fra fremsiden. Hvis man skal plukke i den bakre halvdel, så kjører man inn i reolen fra baksiden. Se eksempel på ruten i figur 7 over (De Koster, et al., 2007).

### 2.5.2.4 'Largest gap'

I 'Largest gap' metoden kjører plukkeren inn i den gangen som representerer det største mellomrommet. Mellomrom representerer avstanden mellom to tilstøtende plukk, mellom det første plukket og fremre midtgangen eller mellom det siste plukket og den bakre midtgangen. Det største mellomrommet er den delen av plukkereolen som ikke er besøkt av plukker. Se eksempel på ruten i figur 7 over (De Koster, et al., 2007).

### 2.5.2.5 'Optimal'

Plukker man etter 'Optimal' metoden kombineres de beste mønstrene for retur og gjennomkjøring. Metoden minimerer distansen mellom det plukket som er lengst unna i to nærliggende reoler for så å avgjøre innen hver reol om det er kortere å reise gjennom eller snu. Se eksempel på ruten i figur 7 over (De Koster, et al., 2007).

### 2.5.2.6 'Combined'

Den siste metoden 'Combined' er tilnærmet lik 'Optimal'. For denne metoden kjører plukkeren enten gjennom eller kjører inn og ut i samme ende. Her avgjøres valget ut ifra dynamisk programmering. Se eksempel på ruten i figur 7 over. (De Koster, et al., 2007)

## 2.5.3 'Interactive warehouse' simulator

For å simulere de ulike rutemetodene kan man bruke en simulator som professor i kvantitativ logistikk Roodbergen (2001) har laget. Dette er en simulator hvor man legger inn ønsket layout på lageret, antall ordre og hvilken rutemethode man vil plukke etter. Etter å ha valgt rutemethode, så regner den ut hvilken avstand i meter denne rutemetoden ville hatt. Simulatoren gjør at man enkelt kan sammenligne ulike rutemetoder, for å finne den korteste ruten.

## 2.6 Plukkeffektivitet

Ved Plukkeffektivitet menes antall prosesser en plukker gjør pr. time. Plukkerens hovedoppgaver er plukk og innlegg.

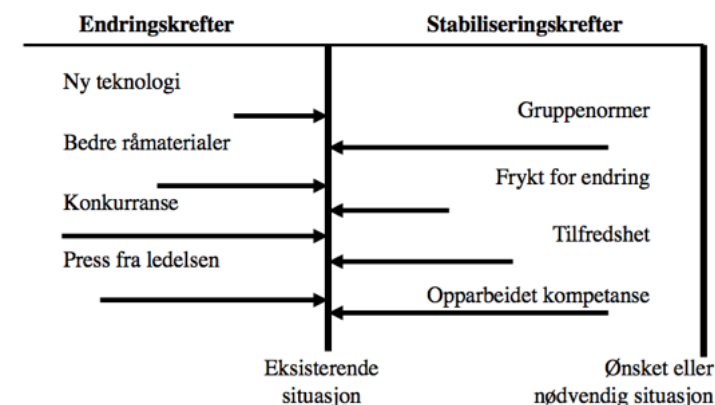
Plukkeffektivitet = Plukk / timer (egendefinert formel på plukkeffektivitet)

Enhver ineffektivitet i ordreplukkprosessene kan føre til fallende servicegrad og økte operasjonelle kostnader for lageret og følgelig hele verdikjeden. For å kunne operere effektivt er det en nødvendighet at ordreprosessen er vel designet, utført og kontrollert.

Ordreplukk, eller plukk, er prosessen der den ansatte henter varer i lageret som en respons på en spesifikk ordre. Dette er den mest arbeidskrevende og kostbare aktiviteten i et vanlig konvensjonelt lager der plukk kan stå for så mye som 90% av total tid og 55% av alle operative kostnader. 50% av den totale plukktiden er brukt i transport. Og organisatoriske strukturelle endringer i plukkmetoder som kan redusere transportdistansen kan derfor resultere i signifikante forbedringer (Gunasekaran, 2017).

## 2.7 Endringskrefter

Når en bedrift gjennomgår en endring er dette noe som blir påvirket av to motpoler; endringskrefter og stabiliseringskrefter (Roos, G., Krogh, G., Roos, J. & Christmas, L.B., 2013). Det er snakk om et samspill hvor den ene siden fremprovoserer respons fra den andre. Det kan for eksempel være at en bedrifts omgivelser endres (endringskraft), der resultatet vil være at bedriftsledelsen innfører tiltak for å tilpasse seg de dynamiske omgivelsene (stabiliseringskraft). Et annet eksempel kan være at når ledelsen presenterer nye strategiske retninger (endringskraft) for de ansatte, vil det kunne være noen som aktiverer en motkraft for å prøve å beholde situasjonen som den er i utgangspunktet. Stoner og Freeman (1989) presenterer følgende i figur:



Figur 8: Kraftfeltet, Stoner og Freeman (1989)

### 2.7.1 Endringsbarrierer

Når strategien er klar må den iverksettes og sentralt her er at hele bedriften skal jobbe i samme retning, så en strategi må gjennomføres i alle ledd. En strategi påvirker mange mennesker både internt og eksternt i bedriften, denne påvirkningen er gjensidig. Noen positivt andre negativt. Enkelte kan være personlig opptatt av at den gjeldende strategien skal implementeres så godt som mulig, mens andre kan ha insentiver for å hindre smidig implementering, altså endringsbarrierer. I strategiarbeidet er det essensielt for en organisasjon å identifisere gjeldende og fremtidige endringsbarrierer, for så å legge en plan for hvordan disse bør overvinnes eller unngås.

### 2.7.2 Lederes rolle i forandringsarbeidet

En forandringsprosess setter lederens tillit og legitimitet på prøve og forandringsarbeid er ofte den viktigste delen av lederjobben (Tronsmo, 1998). Om en leder ikke har tilstrekkelig med tillit, er det stor fare for at eksterne eller interne endringsbarrierer setter en stopper for det nødvendige arbeidet.

## 2.8 Motivasjon og endringsvilje

Motivasjon er en prosess som vekker, gir retning og opprettholder menneskelig atferd mot et mål. Det handler om hvilke drivkrefter som får oss til å handle og hvorfor handlingene våre går i ett spor fremfor et annet. Motiverte ansatte arbeider bedre enn demotiverte ansatte.

(Kaufmann & Kaufmann, 2009)

En motivert ansatt vil være bedre forberedt og mer positiv til endringer i organisasjonen og implementeringer fra ledelsen. Et viktig hjelpemiddel for ledelsen er involvering. Ansatte kan involveres i prosessen hvor beslutninger tas som påvirker hvordan arbeidet deres skal/bør utføres. Slik blir de ansatte utfordret, deltagende og motivert til å jobbe mot samme mål som ledelsen.

I følge Roos, G. et al. (2013) finnes det i de fleste organisasjoner alltid en motstand mot forandring fordi de ansatte frykter det usikre og ukjente. Dette er et fagfelt hvor de lærde strides. Per Tronsmo (1998) er uenig og mener at motstand mot forandring er en myte.

Tronsmo (1998) mener at vi har flere stabiliserende behov, behov for forankring, tilhørighet, identitet, oversikt og trygghet. Samtidig har vi behov for utfordringer, som forbedring, utfordre grenser, ta i bruk ressurser og evner vi innehar, søke spenning, være nyskapende og kreative. Dette vil være en individuell balansegang, hvor man ser at usikre og nevrotiske mennesker bruker mer energi på å fastsette trygge og kjente omgivelser, mens stabile mennesker med sterk identitet tåler og søker utfordring og forandring.

Tronsmo (1998) går så langt som å si at ”motstand mot forandring” er en forklaring

som konsulenter og ledere har funnet på fordi de er kommet til kort i sine forsøk på å forandre organisasjoner og mennesker. Denne motstanden kan være fremprovosert gjennom dårlig endringsledelse. Når man forklarer mangel på effektiv gjennomføring av endringer, kan dette være et forsøk på å flytte fokuset fra det reelle problemet; forandringsprosessen, strategiene for forandring eller måten forandringen initieres, styres og ledes på. Motstand mot forandring kan være et resultat av at folk føler seg krenket og dermed mobiliserer et forsvar. Motstand mot forandring kan også oppstå fordi en organisasjon har en etablert forsvarsrutine mot forandring, basert på tidligere dårlige erfaringer. Slike forsvarsrutiner kan være vanskelige å bryte (Argyris, 1990).

## 2.9 Korrelasjon

Korrelasjon, eller samvariasjon, er i statistikk og sannsynlighetsregning et mål på styrken og retningen mellom to kvantitative variabler. Korrelasjon blir ofte målt i en korrelasjonskoeffisient, ofte kun referert til som korrelasjonen. Målet vil alltid ligge mellom -1 og 1: En korrelasjon nær null betyr at det ikke eksisterer noen lineær sammenheng mellom de to variablene. En positiv korrelasjonskoeffisient indikerer en positiv sammenheng, men en negativ korrelasjonskoeffisient indikerer en negativ sammenheng (Sander, 2016).

Korrelasjonskoeffisient = +1 **Perfekt positiv lineær samvariasjon**

Korrelasjonskoeffisient = 0 **Ingen lineær samvariasjon**

Korrelasjonskoeffisient = -1 **Perfekt negativ lineær samvariasjon**

$$\text{Korrelasjonskoeffisient } (r) = \frac{\text{Sum}(X_i * Y_i)}{n * Sx * Sy}$$

$X_i$ : X-variabelens absolute avvik fra gjennomsnittet (variabelens verdi – variabelens gjennomsnittsverdi)

$Y_i$ : Y-variabelens absolute avvik fra gjennomsnittet (variabelens verdi – variabelens gjennomsnittsverdi)

$n$ : antall observasjoner

$$Sx: \frac{\sum x_i^2}{n-1} \quad Sy: \frac{\sum y_i^2}{n-1}$$

Viktig å notere seg er at korrelasjon mellom variabler ikke nødvendigvis behøver å bety at det er en årsakssammenheng (kausalitet) mellom dem. Det kan eksemplifiseres med at dersom man i en befolkning finner at bruk av lesebriller er positivt korrelert med hjerte- og karsykdommer, kan man ikke uten videre konkludere med at briller øker sannsynligheten for hjertesykdommer. En annen mulig tolking er at dette bare antyder at både brillebruk og hjertesykdommer er vanligere med økende alder (Frøslie, 2017).

## Del 3: Metode

Formålet med metode er å tilegne seg kunnskap (Gripsrud, Silkoset og Olssen. 2016) og i denne delen belyses metoder som er brukt for å innhente informasjonen som er anvendt for å optimalisere lageret med fokus på rutemetoder og lagerstruktur. Vi vil også se på hvilket design som best besvarer problemstillingen og til slutt vil vi diskutere oppgavens validitet og reliabilitet.

### 3.1 Analyseformål

Formålet med analysen tar utgangspunkt i problemstillingen: *"Hvordan kan Brødrene Dahl redusere tids- og ressursforbruk i plukkprosessen, ved manuelt lager?"* Analyseformålet ble dermed: *"Å kartlegge BDs nåsituasjon i henhold til varelagerplassering og rutemetodikk, og hva endringer i strukturen kan medføre."*

### 3.2 Undersøkelsesspørsmål og forskningsdesign

Undersøkelsesspørsmålene angir til sammen hva vi må ha svar på for å kunne oppnå formålet med analysen (Gripsrud et al., 2016, s. 28).

- 1: Hvordan driftes lageret i dag?
- 2: Hvilke effekter vil kunne oppnås ved å endre dagens varelagerplassering?
- 3: Hvilke effekter vil kunne oppnås ved å endre dagens rutemetodikk?
- 4: Hvordan kan de strukturelle endringene øke plukkeeffektiviteten?
- 5: Vil de ansattes motivasjon påvirke effektiviteten?

Gjennom oppgaven benytter vi oss av et deskriptivt design som gir oss muligheten til å utforske temaet nærmere (Gripsrud et al., 2016, s. 41). Et deskriptivt design beskriver situasjonen på et bestemt område. Vi mener at dette er rett metode fordi vi har en viss grunnleggende forståelse av problemområdet på forhånd. Informasjon om lagerlogistikk er omfattende, men lett tilgjengelig.

### 3.3 Datainnsamlingsmetode

For å planlegge den beste fremgangsmåten for å løse problemstillingens utfordringer måtte vi bruke flere forskjellige metodiske teknikker for datainnsamling og dataanalyse. En kvalitativ intervju metode har som formål å samle inn data som gjør det mulig å forstå et fenomen (Sander, 2017). Vi måtte først søke å forstå lagerets logikk, deretter skapte vi hypoteser som

vi kunne teste via kvantitative metoder. Vår undersøkelse krevde dybdeinformasjon om lageret. Vi gjennomførte på bakgrunn av dette et intervju med lager og logistikk avdelingen. Denne informasjonen gav oss grunnlaget for de nye langsiktige målene og strategien for det manuelle lageret. Fordi vi ikke på egenhånd kunne kartlegge dagens situasjon måtte vi hente inn denne informasjonen fra BD. I tillegg til informasjonen fra intervjuet og tildelt informasjon fra BD gjennomførte vi en spørreundersøkelse blant plukkerne på det manuelle lageret for å avdekke arbeidernes holdninger til endring.

### *3.3.1 Primærdata*

Primærdata er data samlet inn ved å henvende seg til brukerne (Sundbye & Nisted, 2017). Vi har gjennomført en rekke møter med BD hvor det har blitt foretatt intervjuer med lager og logistikk avdelingen og intervjuobjekt 1 for manuelt lager med hensikt i å skaffe oss oversikt over bedriftens interne og eksterne prosesser. I disse intervjuene har vi tatt taleopptak slik at vi kan bearbeide informasjonen senere i arbeidet. Vi fikk også god innsikt i rutemetodene etter en omvisning på lageret. I denne omvisningen fikk vi se lageret i sin helhet og en mer detaljert omvisning på det manuelle lageret, herunder kjøreruter fra I/O punkt med truck, lasting og lossing av varer samt sammenstillingsområde. I tillegg gjennomførte vi en spørreundersøkelse blant arbeiderene med tanke på optimalisering av rutemetoder som inkluderer en endring i arbeidernes rutiner. Dette for å avdekke om de var tilbøyelige for en eventuell endring.

På bakgrunn av at oppgaven tar utgangspunkt i et pågående prosjekt i BD har det vært stor intern interesse for oppgaven. Flere sentrale personer på sentrallageret (Se 1.1) har vært involvert i datadelingen og intervjuer, og det er blant annet disse som betraktes som brukerne.

Det ble avholdt et møte med lager og logistikkavdelingen i forbindelse med kartleggingen av tidsprosessene. I dette møtet kom det frem at det ikke eksisterte en oversikt over flere av tidsparameterne i OPS noe som er kritisk for rutemetodens reliabilitet (se 2.3). Fordi en av gruppens medlemmer jobber på denne delen av lageret hadde vi tillatelse til å kjøre simulerte plukkruiter for flere ordrer. Dette klokkes vi med stoppeklokke og truckens eget datasystem. Slik hentet vi inn tidsprosessene og minimerte risiko ved målefeil. Stoppeklokken tok tiden fra trucken kjørte fra I/O punktet gjennom lageret via 'S-shape' (Se 2.5.2.1) rutemetodikk og plukket en komplett ordre for så å returnere til I/O punktet. Den andre klokken hadde start/stopp funksjon slik at vi kunne måle tiden for hvert enkelt ledd i prosessen, herunder kjøretid, last, loss, pakk og plukking av varen.



### 3.3.2 Sekundærdata

Sekundærdata er datakilder som allerede eksisterer (Sundbye & Nisted, 2017).

Databasen i vår klassifisering og rutemetode er bygget opp av informasjon hentet fra BDs egne driftsrapport for 2016. All informasjon er manuelt registrert i Excel. I vår utredning er det hovedsakelig tatt i bruk sekundærdata.

I arbeidet med oppgaven har vi kartlagt ulike teoretiske tilnærminger til lagerstruktur og rutemetodikk. Ved litteratursøk fant vi ut at det ikke er tilstrekkelig for et slikt prosjekt å kun se på ett ledd av plukket på lageret. For å skape effektivitet måtte vi derfor ta for oss kjøremønsteret for henting av varene og plasseringen av de i forhold til I/O punkt. Vi undersøkte kombinasjonen av rutemetoder og ABC-klassifisering.

Vi har også foretatt søk etter informasjon som bekrefter påliteligheten til kostnadene i eksisterende kilder hos BD. Ghuari og Grønhaug (2010) påpeker at sekundærdata er mindre kostnads- og tidkrevende enn primærdata ettersom det allerede er innhentet til et annet formål. Vår oppfatning har vært annerledes da innsamling av sekundærdata har vært det mest tidkrevende fordi det har blitt plukket ut få men relevante data fra store filer, slik som driftsrapporten og andre rapporter vi har benyttet oss av.

## 3.4 Excel

Microsoft Excel er et regnebasert dataprogram for å utføre beregninger av matematiske problemstillinger, analyser og behandling av talldata. I analysen benyttet vi primært Excel (Microsoft Office, 2017). Vår primærdata har i stor grad bestått av talldata og behovet for å benytte Excel har derfor vært stort.

### 3.4.1 Filter

Filter er et datasummeringsverktøy som automatisk sorterer, summerer og fremstiller data. Vi har benyttet oss av Filter for enklere kunne sortere data. Filter har vært til stor hjelp for å effektivt skille ut interessant informasjon i databasene (Excel Easy, 2017).

### 3.4.2 Pivot

Pivottabeller er tabeller som en bruker kan benytte seg av for å se forskjeller i ekstremt store grupper av informasjon. Rader og kolonner kan dreies for å vise forskjellige sammendrag av de opprinnelige dataene, mens detaljene kan sees for bestemte områder. Pivottabeller er mest nyttig for store mengder data, selv om teknisk bare en del av kilde data er nødvendig for å lage rapporten (Datamaskin, 2017).

### 3.4.3 Solver

Solver er en "ad-in" funksjon i Microsoft Excel. Denne funksjonen kan løse planlegging, budsjettering og kapitalforvaltning. En viktig fordel med Solver er evnen til raskt å behandle scenarier som involverer flere ukjente variabler. Dette blir ofte sett på som "lineær algebra". Mens mer konvensjonelle Excel formler behandler enkle beregninger, tar Solver matematikk motoren mye lenger og kjører avanserte problemløsende algoritmer for å oppdage resultater for flere variabler samtidig. Dette er spesielt nyttig når det er mange ukjente, eller mange forskjellige sett av likninger, hver med sitt eget sett med ukjente variabler. Solver sparer timer med manuelle algebra beregninger i disse omstendighetene. Optimalisering er et viktig formål som Solver benyttes til. Spesielt i utregningen av plukkeeffektiviteten viste det seg at Solver hadde stor verdi (Datamaskin, 2017).

### 3.4.4 Simulator

Simulatoren vi har brukt, er som nevnt tidligere laget av K.J. Roodbergen. I simulatoren la vi inn kvantitative data som var et resultat av ABC-klassifiseringen vi gjorde av lageret. Simulatoren benyttet vi for å simulere ulike rutemetoder ved en fiktiv ordreplukkrunde på 100 plukk.

## 3.5 Validitet og reliabilitet

Det er viktig å være kritisk til både data som blir samlet inn og hvordan vi velger å besvare oppgaven ut i fra problemstillingen (se 1.5). Validitet viser til om undersøkelsene måler det de faktisk er ment til å måle. Dette vil si om designet vi har tatt i bruk vil være relevant for resultatet og ikke vike fra det som egentlig skal undersøkes (Bryman 2015). I en utredning slik som denne hvor man analyserer en kompleks prosess er det kritisk å presisere at viktige variabler kan være utelatt, eller unødvendige tatt med. Vi har for eksempel delt tiden opp etter kategori som forberedelse, kjøring, plukk og lossing i enkelte beregninger men noen steder i regningen var det mer hensiktsmessig å slå sammen denne dataen til en samlet sum. Pris er en variabel som er svært viktig men i denne undersøkelsen er det ikke relevant. Allikevel har vi valgt å blant annet se på korrelasjonen mellom pris og tid for valg av plassering av varene i dagens situasjon.

### 3.5.1 Intern Validitet

Med intern validitet vurderer vi studien og hvorvidt den bygger oppunder teoretisk rammeverk og empiri. På grunnlag av dette er det viktig at intervjuobjektene er relevante

personer og at undersøkelsen har tilstrekkelig med grunnlag (Sander, 2017). Gjennom arbeidet med oppgaven og innhenting av data har vi sikret oss informasjon via intervjuer med logistikkarbeidere med lang erfaring. For å finne den optimale klassifiseringsmodellen har vi i forkant satt oss inn i arbeidet med optimalisering av effektiviteten på lageret i sin helhet. Videre satt vi oss inn i hvilke modeller som potensielt kunne benyttes i manuelt-lager og pre-testet disse. Dette gav oss god innsikt i mulighetene.

### *3.5.2 Ekstern validitet*

Her handler det om å se validitet i et bredere perspektiv. Kan studien generaliseres? (Sander, 2017). Studien vår handler om internlogistikk på et strategisk nivå og ved å få innsikt i driften hos markedslederen, BD, håper vi å avdekke løsninger som kan generaliseres og implementeres i tilsvarende lager med tanke på størrelse og utgangspunkt.

### *3.5.3 Reliabilitet*

Reliabilitet avhenger av nøyaktigheten i målinger og teknikker. Variabler som kan påvirke reliabilitet negativt er for eksempel feilprøving, problematikk vedrørende standardisering i intervjuer og tolkninger (Svartdal, 2016).

For å kunne levere høy reliabilitet i våre funn og minimere negative effekter ved mistolkninger i verbal kommunikasjon valgte vi å bruke lydopptak under intervjuet og transkriberte i ettertid.

Intervjuobjekt 1, har lang erfaring innen logistikk og har opparbeidet god kunnskap på området. Før intervjuet ble holdt, ble det utvekslet epost med informasjon om meningen med vår studie samt hva vi forventet å få ut av intervjuet. Dette fremmet effektiviteten ved vårt intervju og minsket muligheten for at våre spørsmål skulle bli misforstått. I tillegg er en av gruppens medlemmer og intervjuobjekt 1 gode kollegaer og har jobbet sammen siden 2004, det var dermed ikke noen tvil om intervjuobjekt 1 sine uttalelser i ettertid av intervjuet.

En høy reliabilitet på oppgavens uavhengige målinger er avgjørende for at vår forskning kan bidra positivt for BD. Vi har derfor vektlagt målingsstabilitet for å kunne sikre at studien kan etterprøves. Vi har som mål at våre analyser kan brukes i eksterne studier og analyser. Og påser at en indre konsistens og ytre reliabilitet vil muliggjøre analyser i forskjellige utvalg (Sander, 2017).

## Del 4: Analyse

I denne delen analyserer vi funnene og utviklingen av optimaliseringen på bakgrunn av relevant teori, begrensinger og behovet som er avdekket for optimalisering. Problemstillingen vår har som mål å redusere tidsforbruk i manuelt plukk gitt de fysiske egenskapene og begrensningene. Ved optimalisering av andre deler av lageret ved blant annet innføring av automatisert lagerstyring i høyt lageret, ble følgene en redusert effektivitet i manuelt lager. Dette var fordi de mest høyfrekvente varene som var «lettplukkkelige» ble flyttet. Frem til i dag har ikke denne avdelingen vært i fokus. Utfallet av dette ble en nedgang i effektiviteten og BD ser nå behovet for å optimere manuelt lager.

Formålet med analysen tar som tidligere nevnt utgangspunkt i problemstillingen: *"Hvordan kan Brødrene Dahl redusere tids- og ressursforbruk i plukkprosessen, ved manuelt lager?"* Analyseformålet ble dermed *"Å kartlegge BDs nåsituasjon i henhold til varelagerplassering, rutemetodikk og hva endringer i strukturen kan medføre."*

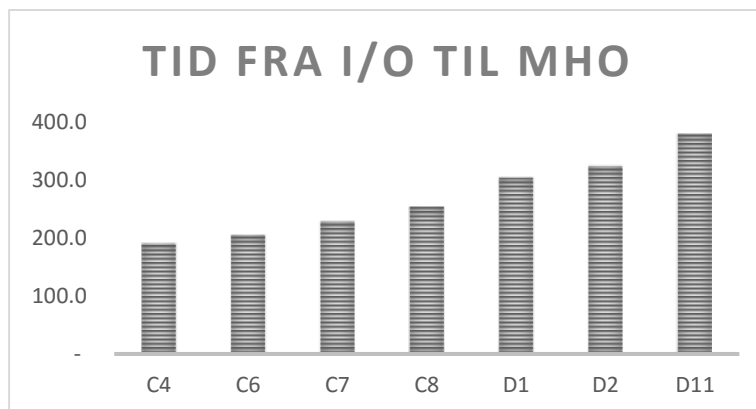
Vi vil utrede analysen i følgende deler:

- Beregning av tidsprosesser ved plukk
- Sammenligning av lagerlokasjonsstrukturer
- Korrelasjonsanalyse
- Optimalisering av plukkmetode
- Analyse av rutemetoder
- Håndtering av optimalisering sett i lys av motivasjon og endringskrefter
- Plukkeffektivitet

### 4.1 Beregning av gjennomsnittlige tidsprosesser ved plukk

Beregning av den gjennomsnittlige tidsprosessen ved plukk i de ulike materialhåndteringsområdene (MHO) ble gjort i flere omganger og har blitt endret over tid når vi har innhentet mer data, informasjon og endret utregningsmetoder. Vi startet med å klokke tid på et utvalg ordre på sentrallageret og tilhørende posisjon (MHO).

Den endelige utregningsmetoden baseres på talldata fra BDs egen driftsrapport som tar for seg antall plukk og tidsforbruk i timer for å beholde validiteten i dataen. I figur 9 viser vi tiden det tar i sekunder å kjøre fra I/O til hvert MHO og tilbake. Tidsprosessen inkluderer forberedelsestid, transporttid og pakking av ordre (Se figur 6).



Figur 9: Tid fra I/O til MHO

#### 4.2 Sammenligning av lagerlokasjonsstrukturer

Varene har ulike variabler som vi må ta hensyn til. Hver vare har krav til plassering i form av frekvens, volum og vekt. Dette har til i dag resultert i at varene har blitt plassert på første tilgjengelige plassering– såkalt tilfeldig lager (Se 2.2.1). Dette har en direkte påvirkning på lagerets struktur og effektivitet. Effekten kommer til uttrykk ved effektivitetsmålene som BD månedlig vurderer (se 2.6). Dersom en høyfrekvent vare plasseres i D-hallen (se Figur 2) vil det medføre unødvendig tidsforbruk. Ved å legge inn kriterier for plasseringen vil vareplasseringen bli et bevisst valg og dette kan redusere tidsforbruket. Det er mulig å optimalisere plasseringen på en slik måte at man sparer tid, for eksempel ved bevisst hensyn til plukkefrekvenser ved lokalisering av varer (Lien 2002).

##### 4.2.1 Analyse av dagens lagerstruktur

For å kunne svare på problemstillingen i denne oppgaven, må vi først analysere dagens lagerstruktur. Lagerstrukturen som BD har i dag er som nevnt tidligere nærliggende tilfeldig lager (se 2.2.1) og rutemetoden som blir benyttet er ‘S-shape’ (se 2.5.2.1).

Videre organiserte vi data overrakt fra BD; salgsoversikt og driftsrapport for 2016. Vi så på antall ordrelinjer de siste 12 månedene og sorterte disse i synkende rekkefølge basert på variablene frekvens.

Vi ekskluderte deretter de MHO som var utenfor vårt fokusområde, og da stod vi igjen med relevant data for å danne analysen av dagens situasjon.

Vi lagde et filter (Se 3.4.1) for alle ordrelinjer med tilhørende data for 2016:

Artikkelnummer	Artikkelnavn	Ordrelinjer siste 12mnd	Plukk-MHO	Distr.-krav	Art-volum	Art-vekt	Art-Pris	Tid	Annual-cost
2010956	JETKOBL. 75MM	4 350	D11	A	0,4	0,1	24,4	380,0	459,2
2002264	BEND MA 110	3 994	C8	A	2,0	1,5	88,9	254,6	282,5
2002194	BEND MA 75	3 489	C8	A	0,7	0,9	63,5	254,6	246,7
2002209	BEND MA 75	2 888	C8	A	1,1	0,9	67,7	254,6	204,2
3521022	GJENGESTAG M	2 735	D1	A	0,1	0,3	3,9	304,0	231,0
2002279	BEND MA 110	2 716	C8	A	2,1	2,1	93,9	254,6	192,1
2003329	GRENRØR MA	2 556	C8	A	4,0	4,2	170,1	254,6	180,8
5113285	FORDELERSKAP	2 454	C4	A	41,0	13,4	2 066,3	190,0	129,5
2003309	GRENRØR MA	2 393	C8	A	2,7	2,8	148,1	254,6	169,2

Tabell 1: Et utdrag fra filteret.

Fordi antallet varelinjer er så høyt ble det nødvendig å skape en summeringstabell. Denne tabellen fikk vi senere god nytte av når vi skulle kontrollere dataene og sammenligne de. Det gjorde det også lettere for oss å avdekke hvilke reoler som senere kom til å inngå i ABC-klassifiseringen.

Plukk-MHO	Tidsforbruk (sek)	Plukk-MHO	Ordrelinjer
<b>C4</b>	190,0	767,0	131 572,0
<b>C6</b>	205,2	469,0	84 405,0
<b>C7</b>	228,0	238,0	33 330,0
<b>C8</b>	254,6	484,0	109 545,0
<b>D1</b>	304,0	1 106,0	89 862,0
<b>D2</b>	323,0	895,0	28 023,0
<b>D11</b>	380,0	135,0	28 763,0
<b>Sum</b>		4 094,0	505 500,0

Tabell 2: Oversikt over data i ulike MHO avdelinger.

#### 4.2.2 Analyse av Klassifisert lager

Ved å benytte oss av det teoretiske rammeverket rundt ABC-klassifisering har vi kategorisert 4094 varelinjer i en ny kategorisering A, B og C. Som nevnt tidligere benyttet vi oss av 75/25 regelen. Vi hadde som mål at 25% av varene i A skulle stå for 75% av kostnaden, hvor kostnaden i vårt tilfelle er tiden det tar å plukke hver enkelt vare. Fordi Excel krever kvantitative data for å sortere materialet døpte vi om klassene i filteret til 1,2 og 3. Etter implementeringen av dataen sa vi oss fornøyd med 78% av kostnaden mot 27% av volumet i klasse A. For å klassifisere varene i henhold til ABC-analysen måtte vi først definere klassene. Sentralt i kategoriseringen er at C skal stå for majoriteten av volumet.

Først vil det være hensiktsmessig å forklare grunndataene til klassifiseringen. Vi benyttet filter ( Se 3.4.1 og Tabell 3) som utgangspunkt, men la til flere spesifikasjoner. Det første vi gjorde var å sortere artiklene i synkende rekkefølge ut ifra ordrelinjer i 2016. Dette gjorde vi via Filterfunksjonen i Excel. Deretter regnet vi ut 'annual volume':

'Annual volume' = Ordrelinjer per artikkel/ Totale Ordrelinjer (=Summer ordrelinjer).

Med dette kom vi frem til hvor stor prosentandel hver enkelt vare står for i forhold til omsetning. Dette var nødvendig for å avdekke hvor stort volum hver enkelt vare benyttet for å senere definere klassene.

Videre definerte vi kostnaden som tid og regnet ut total kostnad for hver artikkel i 'Annual cost' (A.C).

'Annual cost' = (Tid \* Ordrelinjer) / 3600.

I neste 'Annual cost' (A.C%) regnet vi ut prosentandelen

'Annual cost' i prosent = Annual cost per artikkel / Total Annual cost (=Summer Annual vol.).

Vi beholdt de originale MHO kategoriene fordi vi trengte de for å sammenligne kategoriene/plasseringene. Kolonnen 'Klasse' er kolonnen som skaper ABC-kategoriene. Vi forklarer denne kolonnen sammen med figur 11 og 12.

Artikkel nr	Tid (U.C)	O.linjer (A.V)	A.V (%)	A.C	A.C (%)	MHO	Pris	Klasse	Art-volum	Art-vekt
<b>2010956</b>	190,0	4 350,0	0,0086	229,6	0,0082	D11	24,4	1,0	0,4	0,1
<b>2002264</b>	190,0	3 994,0	0,0079	210,8	0,0075	C8	88,9	1,0	2,0	1,5
<b>2002194</b>	190,0	3 489,0	0,0069	184,1	0,0066	C8	63,5	1,0	0,7	0,9
<b>2002209</b>	190,0	2 888,0	0,0057	152,4	0,0054	C8	67,7	1,0	1,1	0,9
<b>3521022</b>	190,0	2 735,0	0,0054	144,3	0,0051	D1	3,9	1,0	0,1	0,3
<b>2002279</b>	190,0	2 716,0	0,0053	143,3	0,0051	C8	93,9	1,0	2,1	2,1
<b>2003329</b>	190,0	2 556,0	0,0050	134,9	0,0048	C8	170,1	1,0	4,0	4,2
<b>5113285</b>	190,0	2 454,0	0,0048	129,5	0,0046	C4	2 066,3	1,0	41,0	13,4
<b>2003309</b>	190,0	2 393,0	0,0047	126,3	0,0045	C8	148,1	1,0	2,7	2,8

Tabell 3: filter ABC-klassifisering

Ut fra dette ABC-filteret opprettet vi en ny summeringstabell. Sånn sett fikk vi en god oversikt over grunnlaget for optimaliseringen av klassifiseringen. Av kolonne 'plukk MHO' ser vi hvor mange artikler som inkluderes i hver klasse og tilhørende ordrelinjer.

MHO	Tidsforbruk (sek)	Plukk-MHO	Ordrelinjer
<b>1</b>	190,0	1 099,0	410 420,0
<b>2</b>	216,6	1 229,0	78 048,0
<b>3</b>	315,4	1 766,0	17 032,0
<b>Sum</b>		4 094,0	505 500,0

Tabell 4: ABC-klassifisering, oversikt

#### 4.2.2.1 Fordeling i ABC-klasser.

Kolonne 'klasse' fra ABC-filter (tabell 3) skapte vi via tabell 5 under. Først regnet vi et enkelt regnestykke for å finne antallet varelinjer som skulle inkluderes i A:

$$(4094 \text{ varelinjer} * 0,25 = 1024)$$

Videre måtte vi teste oss frem for å finne 25% kostnad. Fordi all data er hyperkoblet i Excel kunne vi sette spesifikasjoner i filteret for å finne rett antall ordrelinjer. Etter testingen kom vi frem til at det ikke var mulig å følge 75/25 fordeling og endte på 78/27 for A slik det kommer frem i tabell 5, volum og kost for A. Tilsvarende beregninger gjorde vi for B og C, fordelingen kommer frem i tabell 5. Resultatet ble kolonne klasse i filter (Tabell 3) og fordeling av varelinjer inn i klasser deretter.

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>Kost</b>	77,8 %	16,9 %	5,4 %
<b>Volum</b>	26,9 %	30,0 %	43,1 %

Tabell 5: ABC-fordeling

#### 4.2.3 Tidsreduksjon

Etter endt analyse av både dagens lagerstruktur og ABC-klassifisering hadde vi tilstrekkelig med data til sammenligning av tidsforbruk. Vi skapte følgende sammenligningstabell:



<i>Dagens situasjon</i>			
Plassering	Tidsforbruk (timer)	Ordrelinjer	Tidsforbruk
<b>C4</b>	0,053	131 572,0	6 944,1
<b>C6</b>	0,057	84 405,0	4 811,1
<b>C7</b>	0,063	33 330,0	2 110,9
<b>C8</b>	0,071	109 545,0	7 747,3
<b>D1</b>	0,084	89 862,0	7 588,3
<b>D2</b>	0,090	28 023,0	2 514,3
<b>D11</b>	0,106	28 763,0	3 036,1
<b>Sum Dagens</b>		505 500,0	34 752,1
<i>ABC-klassifisering</i>			
Plassering	Tidsforbruk (timer)	Ordrelinjer	Tidsforbruk
<b>A</b>	0,053	410 420,0	21 661,1
<b>B</b>	0,060	78 048,0	4 695,9
<b>C</b>	0,088	17 032,0	1 492,2
<b>Sum ABC</b>		505 500,0	27 849,1
	Differanse (T)	-6 902,9	-19,9 %

Tabell 6: Sammenligning av dagens tidsforbruk og potensiell endring ved ABC-klassifisering.

Tabell 6 inkluderer klassifiseringen i kolonne plassering. Tidsforbruk for dagens situasjon er hentet fra BDs egne driftsrapport. Som det kommer frem av tabellen er antall ordrelinjer konstant. For ABC-klassifiseringen baseres tidsforbruk på et gjennomsnitt av MHO som inkluderes i ABC fra dagens oppsett se tabell 7. Det er viktig å presisere at dette er et gjennomsnitt og at antallet reoler for hver klasse varierer.

	<b>MHO</b>	<b>Ant. Reoler</b>	<b>Lengde</b>
<b>A</b>	C4	12 stk.	35 m
<b>B</b>	C6, C7	10 stk.	29 m
<b>C</b>	C8, D1, D2, D11	19 stk.	55 m

Tabell 7: Illustrasjon av layouten til ABC.

For dagens situasjon er lagerstrukturen forklart i 1.3.2. Strukturen er konstant og antallet reoler for de ulike klassene avdekkes i tabell 7.

Det bemerkes at D-hallen har reoler på begge sider av midtgangen. Dette vil gi flere forholdstall som må tas høyde for. Utover dette ser vi at det er en vesentlig lengdemeter å ta stilling til når det kommer til tidsforbruket og varens plassering. Fordi vi ikke har tilstrekkelig med tallmateriale for lengde og bredde blir utregningen av tidsforbruket et gjennomsnitt og

minimum og maksimum lengde vil ha stor variasjon i tid. For ABC-klassifiseringen er tidsforbruk derfor et gjennomsnittlig tidsforbruk i dagens situasjon for de ulike plasseringene.

Tidsforbruk-kolonnen i tabell 6 ble regnet ut på følgende måte:

Tidsforbruk = Tidsforbruk for klasse \* ordrelinjer for klasse

Deretter summerte vi opp tallmaterialet for dagens situasjon og ABC-klassifisering og oppnådde målet om tidsbesparelse på 6903 timer som tilsvarer en reduksjon på 20%. I intern informasjon vi har fått fra BD kommer det frem at denne tidsbesparelsen tilsvarer fire årsverk med kostnader relatert til ordreplukk.

### 4.3 Korrelasjonsanalyse

Vi søker reduksjon i tids- og ressursforbruk og ønsket derfor å avdekke om det var noen av variablene pris, frekvens, art-volum eller art-vekt BD hadde prioritert. Derfor har vi valgt å kjøre korrelasjonsanalyse (Se 2.9) på disse.

Dette gjorde vi ved å samle informasjonen vi hadde organisert (Illustrert i tabell 1) ved summering (Illustrert i tabell 8).

Plukk-MHO	Tidsforbruk (Sek)	Plukk-MHO	Ordrelinjer
<b>C4</b>	190,0	767,0	131 572,0
<b>C6</b>	205,2	469,0	84 405,0
<b>C7</b>	228,0	238,0	33 330,0
<b>C8</b>	254,6	484,0	109 545,0
<b>D1</b>	304,0	1 106,0	89 862,0
<b>D2</b>	323,0	895,0	28 023,0
<b>D11</b>	380,0	135,0	28 763,0
<b>Sum</b>		4 094,0	505 500,0

Tabell 8: Oversikt over dagens MHO fordeling.

Her delte vi inn de opprinnelige 4094 artiklene i sine nåværende plasseringer (MHO) og fikk eksempelvis at MHO C4 inneholdt 767 unike artikler.

Vi delte inn de opprinnelige 4094 artiklene i sine nåværende MHO og fikk eksempelvis at MHO C4 inneholdt 767 unike artikler. Med data som allerede var innhentet for tidsbruk til dagens situasjon (Se 4.1), kunne vi lage individuelle analyser for å teste korrelasjonen mellom de ulike variablene og tiden det tar å hente varene.

Vi dannet en ny tabell (Tabell 9 er et utdrag fra Ark MHO-analyse i Excel) per variabel men med likt oppsett. Det vil si at når vi skulle avdekke om det eksempelvis var korrelasjon mellom volumet på varene og tiden det tok for å hente varene hentet vi data om de ulike artikkelvolumene i de ulike MHO. Dette gjorde vi ved å benytte oss av ”summer hvis”

funksjonen i Excel. Dette gjorde at vi kunne summere artikkelvolumet til varene effektivt og presist. Tilsvarende gjorde vi for å beregne antall unike artikler i de ulike MHO. Deretter regnet vi gjennomsnitt av den variabelen vi ønsket å måle korrelasjon (tid er fast variabel i korrelasjonsberegningene) mot.

I beregning av korrelasjon mellom volum og tid (Excel ark MHO-analyse) fant vi en negativ lineær samvariasjon på  $-0,5$ . Dette var den av variablene med høyest korrelasjon (lengst unna 0) analysen avdekte. Likevel mener vi at resultatet er for lavt (for nært 0) til å anses som en signifikant korrelasjon.

Analysen avdekte at ingen av faktorene hadde signifikant korrelasjon med tiden det tar å hente varene, dvs. at BD ikke har et lagerstruktur basert på noen av de nevnte fire variablene. Denne tabellen er et utvalg av de totalt 4094 varelinjene som lageret består av. Denne dataen gav oss muligheten til å sortere dataen slik at det passet for å avdekke situasjonen og forstå lagerets struktur. Her kommer det frem at det er ikke er korrelasjon mellom variablene (vekt, volum, frekvens og pris) for valg av MHO. Dette stemte overens med det inntrykket vi fikk gjennom dybdeintervjuet med lager og logistikkavdelingen. For å undersøke dette enda nærmere analyserte vi hver variabel. Dette gjorde vi ved å se på korrelasjonen mellom variabelen og tidsforbruket (se 4.3). Her avdekte vi at verken vekt, volum, frekvens eller pris hadde en korrelasjon med hvor varen var plassert, (henholdsvis  $0,39$ ,  $-0,50$ ,  $-0,21$ ,  $-0,22$ ). Vi anser at det ikke finnes en lineær samvariasjon.

I ABC-analysen avdekte vi ved hjelp av samme metodikk at korrelasjonen frekvens/tid hadde økt fra henholdsvis  $-0,21$  til  $-0,76$ . Dette er akkurat et slikt resultat som vi håpet på. Dette indikerer et sterkt negativt samspill mellom varenes gjennomsnittlige frekvens og dens plassering. Når varens frekvens går ned vil tiden det tar å plukke varen øke. Dette er ikke en perfekt negativ lineær samvariasjon ( $-1$ ) men dette ga oss en klar indikasjon på at hensikten med ABC-klassifiseringen hadde påvirket korrelasjonen i ønsket retning.

<b>Pris</b>				
	Sum Pris	Plukk-MHO	Gjennomsnittlig Pris	Tidsforbruk (sek)
<b>C4</b>	1 195 580,4	767,0	1 558,8	190,0
<b>C6</b>	289 037,2	469,0	616,3	205,2
<b>C7</b>	332 731,7	238,0	1 398,0	228,0
<b>C8</b>	205 041,6	484,0	423,6	254,6
<b>D1</b>	1 894 361,2	1 106,0	1 712,8	304,0
<b>D2</b>	760 583,0	895,0	849,8	323,0
<b>D11</b>	91 182,1	135,0	675,4	380,0
<b>Sum</b>	4 768 517,0	4 094,0	7 234,8	
		-	<b>Korrelasjon</b>	<b>-0,2</b>
<b>Frekvens</b>				
	Sum frekvens	Plukk-MHO	Gjennomsnittlig frekvens	Tidsforbruk (sek)
<b>C4</b>	131 572,0	767,0	171,5	190,0
<b>C6</b>	84 405,0	469,0	180,0	205,2
<b>C7</b>	33 330,0	238,0	140,0	228,0
<b>C8</b>	109 545,0	484,0	226,3	254,6
<b>D1</b>	89 862,0	1 106,0	81,2	304,0
<b>D2</b>	28 023,0	895,0	31,3	323,0
<b>D11</b>	28 763,0	135,0	213,1	380,0
<b>Sum</b>	505 500,0	4 094,0	1 043,5	
		-	<b>Korrelasjon</b>	<b>-0,2</b>

Tabell 9: Utdrag av Excel ark MHO-analyse. Korrelasjon mellom pris/tid og frekvens/tid.

#### 4.4 Optimalisering av plukkmetode

For å optimalisere tidsprosessene ytterligere så vi på måten plukkene ble gjennomført. Fra 2.3 konkluderer vi med at BD operer i et 'picker-to-parts' system med 'high level' plukk. Videre kommer det frem at plukkeren følger det systemet som kalles 'batch-picking' og at han kan plukke til opptil fire kunder av gangen. Dette medfører at plukkeren må sortere bestillingene både underveis i plukkingen og ved levering ved I/O-punktet.

Talldataen vi mottok på tidsprosessene viste en fordeling i forberedelsestid, transporttid og pakk/plukktid. Vi kom til enighet med lager og logistikkavdelingen om at det var en mulighet for å redusere tiden mellom I/O punkt og plukk, (transporttid, T-tid i tabell 10) men at forberedelsestid og plukktid var konstant. Dette fant vi også potensiale for når vi gjennomførte vårt felteksperiment og klokket tiden på kjøring fra I/O til varens plassering og tilbake til I/O (se 1.3.2). Resultatet av felteksperimentet viste at gjennomsnittlig transporttid var en halvering av BD transport tid.

71 sekunder mot 141 sekunder.

Vi måtte derfor forkaste eksperimentet og anta at dataen ikke ble realistisk fordi vi klokket tiden og overvåket arbeideren. Til tross for dette tar vi med oss erfaringen fra eksperimentet og ser tilbake på påstanden fra OPS (se 2.3) om at truckkjøretid står for 50% av kostnaden og antar at vi kan redusere tidsprosessene ved rutemetoden. Vi benyttet reelle bestillingsdata i videre analyse som kommer frem i tabell 10 under.

Kunde	Kunde- nummer	Antall	Vekt	Godsmengde	Volum	Lokasjon	Tid (sek)
<b>A</b>	0003379738	5,0	1,9	9,6	1,4	1,0	158,0
	0003377351	16,0	3,6	57,6	38,9	1,0	184,0
	0003377351	30,0	5,9	175,5	12,2	1,0	186,0
	0003366367	1,0	32,0	32,0	360,0	1,0	191,0
	0003379738	10,0	0,6	6,3	0,3	1,0	192,7
	0003366367	1,0	18,0	18,0	89,5	1,0	195,4
<b>B</b>	0003369468	1,0	29,0	29,0	230,1	1,0	197,0
<b>C</b>	0003377351	10,0	1,1	10,6	0,8	1,0	198,0
	0003379738	12,0	0,9	10,3	1,1	1,0	204,0
	0003379738	19,0	0,7	12,9	0,3	1,0	205,0
<b>D</b>	0003379738	1,0	43,5	43,5	435,6	2,0	216,0
	0003366367	1,0	58,8	58,8	62,1	2,0	218,0
	0003379738	8,0	0,5	4,2	0,5	2,0	230,0
	0003377351	4,0	57,0	228,0	63,0	3,0	305,4

Tabell 10: Data om 14 kundebestillinger og 4 kunder.

#### 4.4.1 Lockset

Ved å benytte oss av teorien bak Lockset organiserte vi kundedata fra BD (se tabell 10). Vi har basert Lockset på konkrete bestillinger gjort 19.05.2017. Fordi dagens ordreplukk kan håndtere fire kunder av gangen ble det nødvendig å avdekke tidsprosesser for enkeltplukk, kundepar og hele bestillingslisten.

I bestillingslisten fikk vi blant annet plassering, volum og vekt på de bestilte varene, planleggings-, plukke og kjøretid. Denne dataen var til stor hjelp for å danne en realistisk situasjon.

BD disponerer en truck som har en makslast på 1000kg og har 50 minutter tilgjengelig tid per bestillingsliste.

Følgelig fikk vi transporttidene mellom MHO (en vei) i minutter.

	I/O	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	79													
2	92	13												
3	93	14	1											
4	96	17	4	3										
5	96	17	4	3	1									
6	98	19	6	5	2	1								
7	99	20	7	6	3	2	1							
8	99	20	7	6	4	3	1	1						
9	102	23	10	9	7	6	4	4	3					
10	103	24	11	10	7	6	5	4	4	1				
11	108	29	16	15	13	12	10	10	9	6	6			
12	109	30	17	16	14	13	11	11	10	7	7	1		
13	115	36	23	22	20	19	17	17	16	13	13	7	6	
14	153	74	61	60	57	56	55	54	54	51	50	45	44	38

Tabell 11: Utøvende Lockset analyse av en bestillingsliste

Ut i fra denne tabellen kunne vi regne ut tidseffekter ved kombinerings av kjøring mellom MHO for hver kunde.

Rute	Truck	Minutter
<b>I/0-Kunde A - I/0</b>	59,0	3,3
<b>I/0 -Kunde B -I/0</b>	59,0	3,3
<b>I/0 -Kunde C -I/0</b>	59,0	3,4
<b>I/0 -Kunde D -I/0</b>	59,0	5,1

Tabell 12: Tidseffekter ved kombinerings av ruteplukk.

Ut i fra bestillingslisten i tabell 10 ser vi at totalt sett overstiger ikke vekten makslasten til trucken. Dette gir plukkeren mulighet til å hente hele plukklisten på en tur som ville tatt i overkant av 5 minutter (se Excel ark lockset). Til sammenligning kommer det frem av tabell 12 tidene for plukkruken til hver kunde. Dersom plukkeren skulle hentet en og en artikkel ville den totale tiden blitt 48 minutter. Vi konkluderer dermed med at teoretisk stett ville det vært optimalt å hente hele bestillingslisten på en rute.

#### 4.5 Analyse av rutemetoder

Vi ville se på hvilken rutemethode som ville være den mest tidsbesparende for BD. Vi benyttet oss av simulatoren til Roodbergen (Se 2.5.3) for å simulere både ‘S-shape’ (2.5.2.1) ved tilfeldig lager (se 2.2.1) og de ulike rutemetodene (se 2.5.2) ved ABC-klassifisert lager (se 2.2.2).

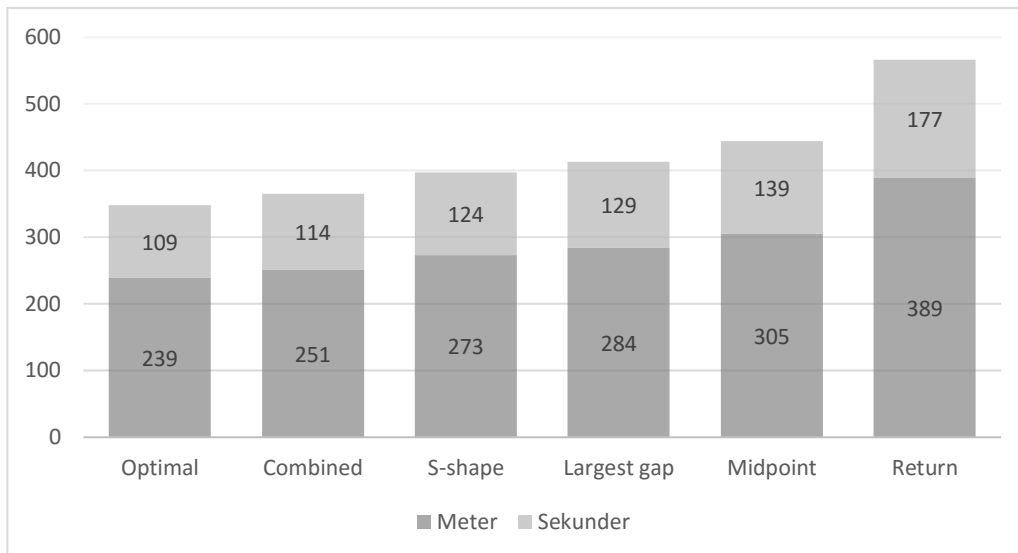
##### 4.5.1 Rutemetoder tilfeldig lager

For å simulere dagens situasjon, la vi inn en ordre på 100 plukk. Ordren ble plassert tilfeldig rundt på det manuelle lageret (se 1.3.2). Vi ville bare legge inn metoden ‘S-shape’ (Se 2.5.2.1), da det er denne metoden som blir brukt på BD per i dag. Simulatoren ga oss resultatene i antall meter per rutemethode, som vi regnet om til sekunder (vi tok et forbehold om at trucken har en gjennomsnittsfart på 2,22 m/s) siden det var tidsbesparelsen vi var ute etter:

‘S-shape’: 336 meter/ 153 sekunder

##### 4.5.2 Rutemetoder klassifisert lager

Vi la inn tilsvarende ordre (4.5.1) på 100 plukk som representerer fordelingen i vår ABC-klassifisering (se 4.2.2.1). Dette tilsvarer 78 ordre i klasse A, 17 i klasse B og 5 i klasse C. Simulatoren ga oss resultatene i antall meter per rutemethode, som vi regnet om til sekunder.



Figur 10: Resultat av simulator ved ulike rutemetoder, ABC klassifisert lager

Som vi ser av resultatet er det Optimal metode som utgjør den korteste ruten med 239 meter/ 109 sekunder (Se Excel ark rutemetode), og som dermed vil være den mest tidsbesparende ruten. Denne metoden innebærer at man snur inne i reolen, noe som ikke er mulig på lageret til BD, på grunn av at avstanden mellom reolene ikke er stor nok for at en truck kan snu. Den metoden som gir den korteste ruten, hvor man ikke er avhengig av å snu i reolene, er S-shape metoden. Denne metoden er 273 meter/ 124 sekunder og er metoden som blir brukt på lageret per i dag.

#### 4.5.3 Sammenligning av rutemetoder i ABC-klassifisert lager og dagens situasjon

Hvis man sammenligner 'S-shape' med tilfeldig lager mot 'S-shape' i klassifisert lager, så sparer man 63 meter og 29 sekunder ved en ordre på 100 plukk, hvis man ABC-klassifiserer lageret (Tabell 13).

<b>Dagens situasjon</b>			
	S-shape		
Meter	336		
Sekunder	153		
<b>ABC-klassifisering</b>			
	S-shape	Optimal	
Meter	273	239	
Sekunder	124	109	
<b>Reduksjon ved ABC</b>			
	S-shape	Optimal	%-vis red.
Meter	63	97	29 %
Sekunder	29	44	29 %

Tabell 13: Besparelse ved rutemetoder i ABC-klassifisering og Dagens situasjon.

Som det kommer frem av tabellen over (Excel ark rutemetode sammenligning) kan BD med implementering av ABC-klassifisering oppnå en reduksjon ved 'S-shape' rutemetode på 19%. Ved ytterligere optimalisering av rutemetode til 'Optimal' vil reduksjonen øke med ytterligere med 10 prosentpoeng sammenlignet med dagens situasjon. For å spare inn denne tiden, så vil det kunne være aktuelt for BD å se på muligheten for å implementere optimal metode. For å få til dette må enten truckene gjøres kortere eller avstanden mellom reolene gjøres større. Det må derfor foretas en kostnadsanalyse der kostnadene ved ombygging av reolene må veies opp mot potensiell besparelse.

#### **4.6 Håndtering av optimalisering sett i lys av motivasjon og endringskrefter**

Som nevnt i 1.4 har AGV og maskiner etterhvert blitt et hyppig innslag ved mange nordiske lagre. Ettersom systemene blir mer og mer avanserte får de flere arbeidsoppgaver. Dette skaper et press for aktørene i bransjen for å følge den teknologiske utviklingen i markedet (endringskrefter) (se 2.7). BD må innføre tiltak for å tilpasse seg disse endringene og et eksempel på dette er implementeringen av automasjon både i rørhallen og høytlageret. Dette kan skape frykt blant medarbeiderne i manuelt lager på bakgrunn av at teknologien overtar i økende grad manuelt arbeid.

Fagforeningen har innflytelse internt på BD Langhus. Med en sterk fagforening kan stabiliseringskreftene øke. Dersom ledelsen involverer sine medarbeidere i arbeidet med optimaliseringen som direkte påvirker medarbeiderne kan vi redusere stabiliseringskreftene ved at medarbeiderne blir mer motiverte (se 2.7 og 2.8).

En forandringsprosess setter lederens tillit og legitimitet på prøve og forandringsarbeid er ofte den viktigste delen av lederjobben. BDs ledere kan oppnå høy grad av tillit ved fellesskap, felles mål og interesser. Som vi ser av vår spørreundersøkelse er det høy grad av tillit blant medarbeiderne (Se Excel ark spørreundersøkelse).

#### **4.7 Plukkeeffektivitet**

Som beskrevet i teorikapittelet (Se 2.6) er effektiviteten ved plukk svært sentralt ved optimalisering av ressursforbruk. Derfor har vi brukt mye ressurser for å avdekke hva endringer i lagerstruktur kan ha av effekt på antall plukk per time (plukkeeffektivitet).

I oppgaven er det en begrensning i lagerarbeidet at vi kun ser på plukk, dette ønsker vi å presisere her. Data vi fikk fra BD viser effektivitetsmål der innlegg er inkludert. Dette har vi ekskludert fra videre kalkulasjon og sitter igjen med "Plukk m", "Timer t" og "Effektivitet" (Se Excel ark Drift). Data vi innhentet fra Driftsrapport 2016 inneholdt flere MHO enn hva vi

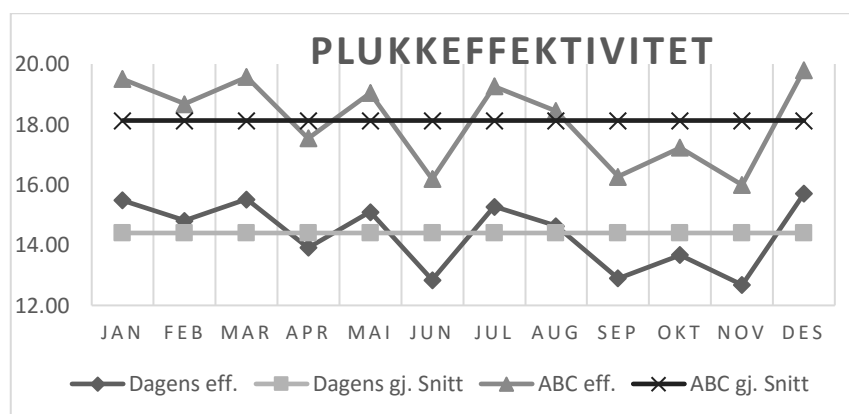


analyserer og dermed var vi nødt til å selektere ut antall 'Plukk m' og dernest antall timer. Her benyttet vi Excel Solver for å hjelpe oss med å fordele total 'Plukk m' og total 'Timer t' på hver periode. Vi sikret at sesongkonjunktorene fortsatt ville være synlige men noterer at det er noen forskyvninger mellom de reelle sesongkonjunktorene og hva vi har i våre begrensninger ved plukk. Dette kan eksemplifiseres med at reelt er det juli som har lavest aktivitet, men i våre beregninger er det lavest aktivitet i juni. Analysen vår som sammenligner plukkeeffektivitet (Se ark drift i Excel), dagens plukkeeffektivitet mot potensialet i plukkeeffektivitet med ABC-kategorisert lagerstruktur, er basert på samme variabler og har derfor eksakt like sesongkonjunkturer.

Gjennom ABC-analysen avdekte vi at 505.500 plukk ville kreve 27.849 arbeidstimer å gjennomføre. Dagens lagerstruktur gir på et likt antall plukk 35.114 arbeidstimer. Dette er en reduksjon på 6.900 arbeidstimer, eller 20% reduksjon (Se 4.2.3).

Gjennom vår analyse av plukkeeffektiviteten har vi avdekt samme effekt; Gjennomsnittlig plukk pr time i dag er 14,40 mot potensialet til ABC-kategorisering med gjennomsnittlig plukk pr time på 18,15. Dette er en økning i 3,75 plukk per time, som tilsvarer en økning på 20%.

Før analysen fastslo vi at en plukkeeffektivitet med ABC-klassifisering  $\geq 14,40$  var å anse som en suksess. Det er derfor med stor begeistring vi ser en slik signifikant effekt på plukkeeffektivitet ved å implementere ABC-kategorisering.



Figur 11: Plukkeeffektivitet

## Del 5: Konklusjon

### 5.1 Oppsummering

I denne oppgaven er det utført flere analyser med formål om å avdekke dagens lagerstruktur og deretter tilhørende rutemetode. Sentralt her er vurderingen av reliabiliteten relatert til kostnadene ved transporten internt på det manuelle lageret. På bakgrunn av kunnskap fra teori og forskning må disse kostnadene justeres. Med dette utgangspunktet vurderte vi om det var mulig å foreta en optimalisering av manuelt lager.

For å besvare problemstillingen var det nødvendig å analysere dagens situasjon for å avdekke kostnadene og prosessene som ligger til grunn. Resultatet ga oss ikke en klar strategi vedrørende lagerstruktur eller rutemetode, men det kunne trekkes sterke paralleller til tilfeldig lager og 'S-shape'. Er lagerstrukturen et resultat av optimalisering på øvrige avdelinger på Langhus eller er det slik at lagerstrukturen er et bevisst valg til dagens kategorisering?

For å forstå strukturen på lageret er det viktig å avdekke de bakenforliggende faktorene. Først og fremst vil det være kritisk å avdekke kostnadene relatert til ordreplukk. Som vi nevnte i 2.4 er truckkjøretid 50% av kostnaden. Lagerstrukturen ble dermed første fase for å avdekke om kategoriseringen førte til effektivitet i ordreplukk. For å avdekke lagerstrukturens system målte vi korrelasjonen mellom varenes volum, vekt og frekvens mot plassering. Det kom frem at det ikke var korrelasjon mellom noen av variablene. På bakgrunn av relevant teori bestemte vi oss for å foreta en ABC-analyse. Det er viktig å ta hensyn til varens frekvens i stedet for kun egenskap fordi tidsbruk ved plukket er en direkte kostnad men ikke inntektsbringende.

Et av produktene med høyest frekvens er plassert i D11. Dette er reolene som er lengst unna I/O- punktet. Med et flertall av slike "uheldige" plasseringer vil tidsbruken ved plukk bli unødvendig høy.

Ettersom hver ordre plukkes på en runde vil aldri kostnadene være like. Det å være bevisst på hva som er den korteste ruten vil dermed være viktig for å minimere truckkjøretiden. For å minimere truckkjøretiden må rutemetoden settes i et system. 'Optimal' rute er den mest effektive ruten, men kompleksiteten er høy og ansvaret legges i større grad på plukkeren. Motivasjon vil dermed spille inn og skape risiko rundt tidsbruken. Vi kom frem til at en rutemetode med lav kompleksitet er lettere å implementere med tanke på endringsbarrierer.

Den beste metoden for manuelt lager ble derfor 'S-shape'. Fordelen her er at systemet allerede er implementert.

Når vi ser på undersøkelsens målsetninger innledningsvis, vil det påstås at dette studiet har oppnådd resultater med allmenverdi knyttet opp mot manuell lagerlogistikk.

Gjennom dette studiet har vi tilegnet oss mye ny kunnskap og fått god innsikt i en bransje hvor effektivitet er stadig mer viktig, da konkurransen fra direkteleverandørene er økende.

## 5.2 utfordringer

Slik som arbeidet med datainnhenting, kan kartlegging av kostnader være vanskelig. Ofte har store grossist-selskaper enten liten eller ingen oversikt over de faktiske kostnadene relatert til transporten internt på lageret. Dette kan også oppleves som informasjon som er vanskelig å dokumentere.

Ettersom hvert plukk og hver ordre er unik vil aldri kostnadene være like. Det må dermed beregnes via et gjennomsnitt. Slik sett vil en utfordring være å avdekke hvor store variasjoner det er mellom hvert ordreplukk.

Lagerets layout kan sette en stopper for beste rutemetode. Det må vurderes om kostnaden ved en ombygging er lavere enn innsparingen ved optimal rutemetode. I vår oppgave måtte vi begrense oss til rutemetoder som var egnet til lagerets layout. Dette medførte at vi måtte forkaste den rutemetoden med høyest innsparing.

Ved en optimalisering av både lagerstruktur og rutemetode må de ansatte inkluderes i prosessen. For å utnytte teori i praksis er det nødvendig at ledelsen inkluderer alle involverte parter for å imøtekomme problemer som endringsbarrierer. En utfordring ved planlegging av en slik strategi er at man ikke på forhånd kan vite hvordan personalet vil reagere på endringer og dermed heller ikke forutsi effekten av optimaliseringen.

En grunnleggende forutsetning for å mestre den logistiske endringsprosess (revitalisering) er at bedrifter klarer å etablere en «forbedringskultur», dvs. en total mobilisering av interne krefter som ser muligheter og er villige til å satse på «logistikk» som et av selskapets viktigste konkurransefortrinn. Dette vil primært være en utfordring for bedriftens ledelse, fordi logistikk snarere er en ledelsesdisiplin (samspill, samordning, koordinering, integrering) enn en teknisk-matematisk disiplin. Mange hevder at

organisatoriske og mellommenneskelige utfordringer i logistiske effektiviseringsprosjekter, er et undervurdert problem.

Lagerets layout kan sette en stopper for beste rutemetode. Det må vurderes om kostnaden ved en ombygging er lavere enn innsparingen ved optimal rutemetode. I vår oppgave måtte vi begrense oss til rutemetoder som var egnet til lagerets layout. Dette medførte at vi måtte forkaste den rutemetoden med høyest innsparing.

### **5.3 Oppgavens kvalitet**

Excel, vi kan ikke unngå å evne det. Dette er et verktøy vi har jobbet ekstremt mye med og hatt et enormt læringsutbytte av. Det har både vært gøy og krevende å jobbe med så store datasett. Vi har sittet hundrevis av timer med Excel på den ene skjermen og nettbaserte forelesninger på den andre. Vi har prøvd og feilet, med frustrasjon som tidvis har vært høy har vi likevel gjennom godt samhold holdt sammen som gruppe. Vi håper derfor at arbeidet vi har lagt ned i Excel reflekteres i analysenes kvalitet og kompleksitet.

Når det kommer til vår analyse av lockset benyttet vi reelle bestillinger. Dette mener vi bygger kvalitet både vedrørende analysen men også at data vi hadde på forhånd stemte overens med data vi fikk gjennom dette dataarket. Det at vi benyttet oss av reelle bestillinger gir analysen større relevans for Brødrene Dahl.

Ulempen ved manglende data rundt kostnader er uunngåelig å trekke frem som en svakhet. Vi har jobbet kontinuerlig for å danne et alternativt kostnadsbilde men uten reelle kostnader har vi ikke hatt muligheten til å se på kostnader tilknyttet blant annet ansatte og drift.

Vi avdekte at vår første måldata rundt tidsprosesser hadde store forskjeller med informasjon vi hentet ut ifra driftsrapporten til Brødrene Dahl. Ved å se en så sterk differanse mellom målte og reelle tidsprosesser setter vi spørsmål om denne effekten har påvirket annet data i våre analyser. På den andre siden kan vi si at det viser at vi har vært nøye og hatt god oversikt over dataen som greide å oppdage dette i tide.

Ved å få tilsendt data for hele året 2016 sitter vi på en stor mengde informasjon og kan dermed se bort ifra feilmålinger, til en viss grad.

I vår analyse av rutemetoder var vi nødt til å simulere effekter ved hjelp av fiktive ordre. Vi konkluderte med at dette burde i prinsippet ikke ha stor betydning vedrørende validiteten av analysen men vi skulle helst sett at analysen baserte seg på reelle ordre. Dette må vi derimot ta på vår egen kappe da vi oppdaget problemet i en fase hvor det var for sent å innhente denne informasjonen

Ved beregninger av rutemetoder mottok vi plukkdata for en time, gjennomført av en ansatt. Kostnadene relatert til ordrepukkkrute kan dermed ikke anses som et fullstendig resultat. Truckkjørekostnadene ville vært høyere dersom alle ansatte og alle plukk for den timen var inkludert eller dersom vi hadde data for en hel dag.

I tillegg er det svært viktig å få frem at vi i ABC-klassifiseringen har benyttet tid som kostnad og ikke et beløp i valuta.

I oppgaven benyttes tidsprosesser for alle 7 MHO i undersøkelsen av dagens situasjon og i ABC-klassifiseringen et gjennomsnitt av de originale MHO som inngår i de nye klassene. Til tross for beregning via gjennomsnitt er dette en komplett data for et helt år på manuelt lager. Alle tall er hentet direkte fra BDs driftsrapport og styrker dermed oppgavens empiri og målbarhet.

Opgaven er skrevet av tre studenter, den ene har lang erfaring i Brødrene Dahl, men vedrørende prosjekt- og endringsledelse er kunnskapen vi sitter på primært teoretisk. Dette kan ha ført til at vi har undervurdert betydning av menneskelig påvirkning. Likevel har vi anvendt veldokumentert teori med lang historisk bakgrunn. Gjennom dette prosjektet, har vi likevel følt på hvordan det er å jobbe tett på andre over lengre tid og med et langsiktig perspektiv. Dette har gjort at vi føler oss mer klare for arbeidslivet nå enn for ett år siden.

#### **5.4 Videre forskning**

Vi måtte foreta flere begrensinger i studien. Underveis i undersøkelsen må forskningen avgrenses, dette gir muligheter for videre forskning. Underveis har det også dukket opp flere interessante faktorer som vi mener vi har berørt ved anbefalinger og avdekkelser. Tiltakene i eventuell videre forskning bør bestå av metoder for måling av menneskelig påvirkning i en årsakssammenheng. For å øke kontroll av kostnadsutnyttelse bør første steg være å utrede en kostnadsanalyse. ABC-klassifisering er dessuten en kontinuerlig prosess ved et lager på størrelsen med BD som har et stort antall nye og utgående varer, og det vil dermed være nødvendig og oppdatere denne klassifiseringen regelmessig.

## Del 6: Kilder:

Applegate, D. L., Bixby, R. E., Chvátal, V. & Cook, W. J. (2006) *The travelling salesman problem*. New Jersey: Princeton University

Argyris, C. (1990) *Overcoming Organizational Defenses: Facilitating Organizational Learning*. Massachusetts: Ally and bacon

Bentzen, A. K. (2007) Komplet vil doble med nytt robot-lager. Hentet fra <https://www.digi.no/artikler/komplett-vil-doble-med-nytt-robot-lager/279404>

Bhutta, K. S. & Huq, F. (1999) "Benchmarking – best practices: an integrated approach". Hentet fra <http://dx.doi.org/10.1108/14635779910289261>

Bjørnstad, L. (2014) Tusen roboter jobber sammen. Hentet fra <http://forskning.no/teknologi/2014/08/tusen-roboter-jobber-sammen>

Bryman, A. (2015). *Business research methods*. Redigert av Emma Bell. (4 utg.) Oxford: Oxford University Press.

Caron, F., Marchet, G. and Perego, A. (2000) Optimal Layout in Low-Level Picker-to-Part Systems. *International Journal of Production Research*, 38, 101-117. Hentet fra <http://dx.doi.org/10.1080/002075400189608>

Chan, H.K. & Chan, F. T.S. (2010) Improving the productivity of order picking of a manual-pick and multi-level rack distribution warehouse through the implementation of class-based storage. Hentet fra <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.08.058>

Datamaskin (2017) Hva er en pivottabell i Microsoft Excel. Hentet fra <http://www.datamaskin.biz/Software/microsoft-access/139878.html#.WSwAZWjyiM9>

Datamaskin (2017) Fordelene av Excel Solver. Hentet fra <http://www.datamaskin.biz/Software/microsoft-access/138614.html#.WSwA22jyiM8>

De Koster, R., Van Der Poort, E. & Roodbergen, K.J. (1998) When to apply optimal or heuristic routing of ordrepickers. Hentet fra [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-46865-0\\_16](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-46865-0_16)

De Koster, R., Le-Duc, T., and Roodbergen, K.J. (2007), Design and control of warehouse order picking: a literature review. *European Journal of Operational Research* 182(2), 481-501. Hentet fra <http://roodbergen.com/publications/EJOR2007.pdf>

Erasmus Research Institute of Management. (2017) *Routing strategies*. Hentet fra <https://www.irim.eur.nl/centres/material-handling-forum/research-education/tools/calc-order-picking-time/what-to-do/routing-strategies/>

Excel Easy (2017) Filter. Hentet fra <http://www.excel-easy.com/data-analysis/filter.html>

Frøslie, K. F. (2017) Korrelasjon. I *Store norske leksikon*. Hentet fra <https://snl.no/korrelasjon>

Ghauri, P. N. og Grønhaug, K. (2010). *Research methods in business studies*. (4 utg.) Harlow: Financial Times Prentice Hall.

Gripsrud, G., Olsson, U. H., & Silkoset, R. (2016) *Metode og dataanalyse*. (3 utg.) Kristiansand: Høyskoleforlaget.

Grønland, S. E. (2010). *Logistikkledelse*. Oslo: Cappelen Damm.

Gunasekaran, A. (2017) Logistics systems and management. Hentet fra <http://www.inderscience.com/jhome.php?jcode=ijlsm#moredesc>

Hall, R. W. (1993) Distance approximations for routing manual pickers in a warehouse. Hentet fra <http://dx.doi.org/10.1080/07408179308964306>

Henriksen, J. (2016). Oppdatering på VVS-bransjen. Hentet fra <http://www.vvsforum.no/2016/09/29/fikk-bekreftelse-pa-tilstanden-bransje/>

Inc (2017). Facility layout and design. Hentet fra <https://www.inc.com/encyclopedia/facility-layout-and-design.html>

Kaufmann, A. & Kaufmann G. (2009) *Psykologi i organisasjon og ledelse*. (4 utg.) Bergen: Fagbokforlaget

Le-Duc, T. (2005) *Design and Control of Efficient Order Picking Processes*. Rotterdam: Erasmus University

Lien, F. T. (2002) Logistikkmedarbeideren: Nye krav krever bedre planleggingskompetanse. Hentet fra <http://www.tungt.no/logistikk/eksternlogistikk/logistikkmedarbeideren-nye-krav-kraver-bedre-planleggingskompetanse-2006972>

Lund, G. (2016). *Er det på tide å automatisere lageret?* Hentet fra <https://netthandel.no/automasjon-lager-tips/>

Malmberg, C. J. & Bhaskaran, K. (1990) A revised proof of optimality for the cube-per-order index rule for stored item location. Hentet fra [https://doi.org/10.1016/0307-904X\(90\)90076-H](https://doi.org/10.1016/0307-904X(90)90076-H)

Microsoft Office (2017) Introduction to Excel starter. Hentet fra <https://support.office.com/en-us/article/Introduction-to-Excel-Starter-601794a9-b73d-4d04-b2d4-eed4c40f98be>

Murray, M. (2017) Order picking in the warehouse. Hentet fra <https://www.thebalance.com/order-picking-in-the-warehouse-2221190>

Petersen, C. G. (2002) Considerations in order picking zone configurations. Hentet fra <http://dx.doi.org/10.1108/01443570210433553>

Piasecki, D. (2017) Glossary of Inventory Management and Warehouse Operation Terms. Hentet 4. april 2017 fra <http://www.inventoryops.com/dictionary.htm>



Ratliff, H.D. and Rosenthal, A.S. (1983) Orderpicking in a rectangular warehouse: a solvable case of the traveling salesman problem. *Operations Research* 31(3), 507521. Hentet fra <http://dx.doi.org/10.1287/opre.31.3.507>

Roodbergen, K.J. (2001) Layout and routing methods for warehouses. (No. EPS-2001-004-LIS). ERIM Ph.D. *Series Research in management*. Erasmus University Rotterdam. Hentet fra <http://hdl.handle.net/1765/861>

Roodbergen, K.J. (2017) Interactive warehouse. Hentet fra <http://www.roodbergen.com/warehouse/index.php>

Roodbergen, K.J. (2017) Interactive warehouse. Hentet fra <http://www.roodbergen.com/warehouse/background.php#4>

Roos, G., Krogh, G., Roos, J. & Christmas, L.B. (2013) *Strategi*. (6 utg.) Bergen: Fagbokforlaget

Sander, K. (2017) Kvalitative intervjumetoder for datainnsamling. Hentet fra <https://estudie.no/kvalitative-metoder/>

Sander, K. (2017) Validitet. Hentet fra <https://estudie.no/validitet/>

Sander, K. (2017) Reliabilitet. Hentet fra <https://estudie.no/reliabilitet/>

Silver Lining. (2016) Efficient storage layout design for saving time and space. Hentet fra <http://blog.silverliningstorage.in/warehouse-storage-layouts/efficient-warehouse-storage-layout-design-for-saving-time-and-space>

Sreenivas, M. & Srinivas, T. (2008) Effectiveness of distribution network. Hentet fra <http://dx.doi.org/10.4018/jisscm.2008010105>

Stoner, J.A.F. & Freeman, E.R. (1989) *Management*. (4 utg.) London: Longman Higher Education.

Sundbye, L. M. T. & Nisted, I. M. (2017) Primære og sekundære datakilder. Hentet fra <http://ndla.no/nb/node/93370?fag=52293>

Svartdal, F. (2016) Reliabilitet. I *Store norske leksikon*. Hentet fra <https://snl.no/reliabilitet>

Tompkins, J.A., White, J.A., Bozer, Y.A., Frazelle, E.H. and Tanchoco, J.M.A. (2003). *Facilities Planning*. (4 utg.) New Jersey: John Wiley & Sons.

Tronsmo, P. (1998) Myten om menneskers og organisasjoners iboende motstand mot forandring. Hentet fra <https://www.magma.no/myten-om-menneskers-og-organisasjoners-iboende-motstand-mot-forandring>

## **Figurliste**

Figur 1: Illustrasjon av C-hallen.

Figur 2: Illustrasjon av D-hallen.

Figur 3: Egendefinert illustrasjon av rammeverk.

Figur 4: Et eksempel på ABC-klassifisering med 85/15 fordeling i A-klasse.

Figur 5: Tre ulike forslag på lagerstruktur ved ABC-klassifisering.

Figur 6: Typisk fordeling av ordreplukktidsforbruk.

Figur 7: Ulike rutemetoder.

Figur 8: Kraftfeltet.

Figur 9: Tid fra I/O til MHO

Figur 10: Resultat av simulator ved ulike rutemetoder, ABC klassifisert lager

Figur 11: Plukkeeffektivitet

## **Tabell-liste**

Tabell 1: Et utdrag fra filteret.

Tabell 2: Oversikt over data i ulike MHO avdelinger.

Tabell 3: filter ABC-klassifisering.

Tabell 4: ABC-klassifisering, oversikt.

Tabell 5: ABC-fordeling

Tabell 6: Sammenligning av dagens tidsforbruk og potensiell endring ved ABC-klassifisering.

Tabell 7: Illustrasjon av layouten til ABC.

Tabell 8: Oversikt over dagens MHO fordeling.

Tabell 9: Utdrag av Excel ark MHO-analyse. Korrelasjon mellom pris/tid og frekvens/tid.

Tabell 10: Data om 14 kundebestillinger og 4 kunder.

Tabell 11: Utøvende Lockset analyse av en bestillingsliste

Tabell 12: Tidseffekter ved kombinerings av ruteplukk.

Tabell 13: Besparelse ved rutemetoder i ABC-klassifisering og Dagens situasjon.

## Vedlegg 1: Spørreundersøkelse 19/5-2017

1. Hvor lenge har du jobbet på sentrallageret?

Svar: \_\_\_\_\_

2. På en skala fra 1-5 der 5 er størst tillit, hvor stor tillit har du til ledelsen på BD Langhus?

Svar: \_\_\_\_\_

3. På en skala fra 1-5 der 5 er mest opptatt av, hvor opptatt er du av effektivitet på arbeidsplassen?

Svar: \_\_\_\_\_

4. Hvor enig er du i følgende påstand på en skala 1-5, der 5 er mest enig. Jeg arbeider effektivt på arbeidsplassen min?

Svar: \_\_\_\_\_

5. På en skala fra 1-5 der 5 er mest villig, vil du si at du er villig til å endre de daglige rutinene for å plukke mer effektivt?

Svar: \_\_\_\_\_

## Vedlegg 2: Intervju med Espen Kemi 25 april 2017

1a. Hvilket ordreplukkssystem bruker dere på BD Langhus?

**Espen:** Vi har akkurat byttet fra et system som het Astro/ L49 til et som heter Astro/O2, begge er levert av Consafe. Vi måtte gjøre det, fordi Consafe ikke kunne levere support på det gamle systemet lengre. Da ble vi tvunget til å bytte, dette gjorde at planleggingen av implementeringen av det nye systemet ikke ble utført helt optimalt.

1b. Kan du si noe om fordeler/ulempes med det nye systemet?

**Espen:** Det å få alle ansatte over på nytt system har ikke vært enkelt, og det er de som har jobbet her lengst som er vanskeligst å få til å bli like effektiv i det nye systemet. Ny-ansatte derimot ønsker det nye systemet velkommen, og synes det er veldig oversiktlig og bra.

En annen fordel med nytt system er at mulighetene blir flere, f. eks kan man legge inn en skade på reol inn i O2, denne meldingen går da rett til vaktmester.

Det har også åpna seg opp flere muligheter, hva gjelder bokskalkulering, dette har vi ikke sett på enda.

1c. Hva gjør dere i dag for å optimere plukksekvensen?

**Espen:** Vi har jobbet litt med bokskalkulering i noen av områdene på lageret, i heisen og i høyden. Si man opp en ordre på over 50kg i høyden får man kunne opp denne boksen.

Videre kan jeg si at vi har kjøpt en skanner som skal skanne alle artikler på lageret, denne vil da få på plass alle grunndata, som igjen vil gjøre at vi kan optimalisere plukksekvensen i større grad enn i dag.

Systemet kan også melde ifra hvis det er en vanskelig linje som ligger til plukk på natta, slik at vi kan plukke den på dagtid, da vi har flere ressurser tilgjengelig. Dette ligger klart i systemet, men vi har ikke tatt det i bruk enda. En vanskelig linje er en linje som enten er veldig tung (over 1 tonn) eller ekstra stor i volum (3 m3)

Vi ser også på et system som heter workforceplanner, dette programmet vil gjøre ressursstyringen lettere, og man kan enklere se om man kommer i mål eller ikke.

1d. Hvordan plukker dere i dag?

**Espen:** Vi plukker etter ordre. Lageret er delt opp i forskjellige områder, og plukkeren vil få opp X antall ordre innen det samme område. Fordelen med dette er at man plukker i riktig rekkefølge, men er det lite ordre som ligger inne, så kan man få opp ordre som ikke skal gå før neste natt f. eks.

1e. Kan du si litt mer om hva dere gjør i forhold til plassering av varer?

**Espen:** Vi ser på muligheten for å få de mest frekvente varene inn i C-hallen, der vi vil prøve å få en 85-15 fordeling, siden c-hallen er nærmere drop-off punkt. Får vi til dette har vi regnet ut at vi kan spare truckkjøring sammenlignet med en strekning Oslo-Vadsø på et år.

2a. Vi ser ut ifra tallene vi har fått fra dere at effektiviteten ikke har blitt så mye bedre, til tross for oppgradering av lageret de siste årene?

**Espen:** Vi har delt inn prosjektet i 3 faser, fase 1 som vi akkurat er ferdig med var å få opp kapasiteten, fyllingsgraden i lageret begynte å nærme seg fullt. I fase 2 som vi er inne i nå, så skal vi se på effektiviteten. Vi jobber blant annet i manuelt lager, der vi skal flytte på de mest frekvente artiklene. Fase 3 blir også spennende, da skal vi gå dypere inn for å forhåpentligvis trekke ut de store gevinstene. Blant annet skal vi bygge om heisen og analysere hvilke artikler som passer best til å ligge der. En annen forklaring er at vår gamle leder trikset til litt med tallen, som gjorde at effektiviteten var unaturlig høy, i dag er alle variabler med og vi har en rettferdig effektivitet.

Vi kan også si at vi har hatt større fokus på å få avgangene av gårde i rett tid, dette har påvirket effektiviteten, men vi har fått en meget høy leveringsgrad, vi levere nå mellom 92-95% grønne avganger. Dette er ett punkt som Brødrene Dahl var meget gode på for 10 år siden og nå er vi tilbake til det at rørleggerne kan stille klokka etter når Brødrene Dahl bilen kommer om morgenen.

Et annet punkt som har påvirket effektiviteten er at vi har gått fra en stor leverandør av baderomsmøbler til flere små. Dette har påvirket fyllingsgraden og plukkeeffektiviteten, da truckkjøretiden blir lengre.

2b. Kan du fortelle om ett av områdene dere har optimalisert allerede?

**Espen:** I heisen har vi gått en runde, der har vi flytta flere av artiklene som var ganske tunge. Det var også noen artikler som lå på unødvendig mange plasser. Vi har også satt som regel at de mest frekvente varene skal ligge nederst, slik at heisen bruker kortest tid på å hente hylla. Tidligere hadde vi ingen overvåkningsstrategi, det har vi nå, slik hvis det er en vare vi ser burde ligge et annet sted på lageret så flytter vi den med en gang istedenfor å vente.

2b. Hvilke utfordringer har dere i forhold til å få effektiviteten opp?

**Espen:** Lageret vi har i dag er bygget for mye for lav og mellom frekvente artikler, vi må ha større fokus på de høy frekvente artiklene. Vi har også plassmangel, fyllingsgraden er høy på mange av områdene på lageret, så den må vi få ned. En annen utfordring vi har er at vi har press på oss til å ta inn nye artikler, det ligger til enhver tid artikler på vent til å komme inn på lageret, utfordringen vår da blir å beregne hvor mye det vil selge av denne nye varen, slik at den blir lagt i riktig område på lageret. Vi legger inn ca. 1200 nye artikler i året.

2c. Vi kan se av tallene at effektiviteten i rørhallen ikke har gått noe særlig opp, hva er årsaken til dette?

**Espen:** En stor årsak til dette er at fyllingsgraden har vært altfor høy. Plassmangel har gjort at man har tatt alternative løsninger, og disse alternative løsningene er ikke de mest effektive. Blant annet mye kjøring til/fra S7.

3a. Har dere vurdert å utvide truckparken?

**Espen:** I dag plukker man til 3 etasje, vi har sett på muligheten for å plukke flere artikler med høytløftertruck, men drift er skeptisk. Men trolig er det mer effektivt å

plukke i høyden, så dette noe vi jobber med. Vekt er en utfordring, man kan ikke plukke for tunge artikler med høytløftertruck. Kostnader vil jo også spille inn her.

3b. Hvilken rutemetode bruker dere i dag?

**Espen:** Vi plukker etter S-shape. Optimal tror jeg hadde vært det mest effektive, men gangene er for smale til å snu i, samt at det er ikke lov å rygge ut av gangen, som gjør at det blir litt ekstra truckkjøring.