

# Optimalisering av plukkoperasjoner på TINE Meieriet Tunga



TINE Meieriet Tunga [1]

**Lars Sensky Sølhusvik**  
**Eric Myking Rinvik**

**Gruppenummer: 004**

Fakultet for økonomi  
Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse  
23.11.2021

 NTNU



## PROSJEKTOPPGAVE TLOG3011

<b>Tittel:</b> Optimalisering av plukkoperasjoner på TINE Meieriet Tunga Optimizing order picking at TINE Meieriet Tunga	<b>Prosjektnr.:</b> 004
<b>Forfattere:</b> Lars Sensky Sølhusvik Eric Myking Rinvik	<b>Dato:</b> 23. november 2021
	<b>Gradering:</b> Åpen
<b>Studieretning:</b> FTHINGLOG – Logistikkingeniør, bachelor	
<b>Veileder internt:</b> Alireza Ashrafian Tore Lennart Lauritzen	
<b>Oppdragsgiver:</b> TINE Meieriet Tunga	
<b>Oppdragsgivers kontaktperson:</b> Viktor Juhasz	
<b>Sammendrag:</b> Hensikten med oppgaven er å optimalisere plukkoperasjonen til TINE Meieriet Tunga ved å redusere transporten under plukk. Det ble etablert tre forskjellige løsninger med forskjellige begrensinger, og disse ble sammenlignet med transportdistanse ved vilkårlige ordre hos meieriet.	
<b>Stikkord:</b> Effektivisering, plukk, plukkoperasjon, ABC-klassifisering, varehus slotting	<b>Keywords:</b> Optimizing, picking, picking operations, ABC-classification, warehouse slotting

# Forord

Dette prosjektet er en del av valgfaget Prosjekt Logistikk, som er mulig å ta i tredje året ved logistikkingeniørstudiet. «Emnet er et fordypningsstudium, enten i form av et prosjektarbeid med fordyping i en logistikkrelatert problemstilling i en bedrift, eller et ledet selvstudium med fordyping innen logistikk» [2] . Ettersom prosjektgruppen så på faget som en mulighet til å sikre god erfaring og kunnskap før bacheloroppgave, valgte gruppen prosjektarbeid med bedrift.

Før semesterstart høsten 2021 var prosjektgruppen tidlig ute med å sikre Alireza Ashrafian som fagveileder, ettersom gruppen ønsket å jobbe med en oppgave knyttet opp mot hans ekspertise. Videre fremgangsmåte for å sikre seg bedrift å skrive oppgave for var å lage en detaljert forespørsel som kunne sendes direkte til flere aktører (se vedlegg 4). Forespørselen inneholdt en forklaring på hva bedriften ville få ut av et slikt samarbeid, hva som ville kreves av bedriften og en liste over foretrukne områder for oppgaven. Av aktørene som svarte var to interessert i et møte, blant dem var stabsleder og utviklingsansvarlig hos TINE Meieriet Tunga, Viktor Juhasz. Det var et relativt enkelt valg å jobbe med TINE Meieriet Tunga ikke bare på grunn av lokal tilhørighet, men også god relasjon til NTNU og samarbeidsvillighet.

Prosjektgruppen har benyttet seg av kunnskap tilegnet gjennom årene som logistikkingeniørstudenter ved NTNU Trondheim. I tillegg har gruppen mottatt god hjelp gjennom hele prosjektarbeidet av både fagveiledere og ekstern veileder. Av den grunn, vil gruppen rette en stor takk til veileder Alireza Ashrafian, fagansvarlig Tore L. Lauritzen og stabsleder og utviklingsansvarlig hos TINE Meieriet Tunga, Viktor Juhasz. Denne erfaringen har gitt prosjektgruppen mye kjennskap til bedriften og det gledes frem til videre samarbeid i en spennende bachelorperiode.

Trondheim, november 2021



Lars Sensky Sølhusvik



Eric Myking Rinvik

# Begrepsavklaring

- (i) **Distribusjonspakning.** Beskriver hvilken form og kvantum hver enkelt vare blir distribuert fra lageret. Et eksempel på dette er 1L melk, der en distribusjonspakning inneholder 10 enheter.
- (ii) **Rullecontainer.** Et standardisert transportbur med hjul som brukes i plukkoperasjonen. Består av 4 etasjer. Benyttes i hele verdikjeden til TINE.
- (iii) **Operatør.** En ansatt som plukker varer.
- (iv) **Pick-by-voice.** Et plukksystem som benyttes på TINE Meieriet Tunga. Består av en hodetelefon med mikrofon der operatøren får beskjed om hva, hvor og hvor mye som skal plukkes.
- (v) **Work Breakdown Structure.** En prosjektnedbrytingsstruktur som benyttes for å skaffe oversikt over hvilke arbeidsoppgaver som må gjennomføres for å ferdigstille et prosjekt.
- (vi) **Warehouse Management System.** Programvare utviklet for å støtte og optimalisere lagerfunksjonalitet og distribusjon.
- (vii) **Pesmel.** Ny del av skrålageret. Kjent som pesmel på meieriet.

# Resymé

TINE SA er Norges største leverandør av meieriprodukter, og består av 30 meierier [3, p. 11]. Et av disse er TINE Meieriet Tunga. Meieriet driver med produksjon og distribusjon av meieriprodukter i hele Trondheimsområdet. Denne oppgaven ser på distribusjonsdelen av meieriet, nærmere bestemt den manuelle plukkoperasjonen på 1. plan.

Utfordringen meieriet står ovenfor er den store transportdistansen operatørene beveger seg under plukkoperasjonen. Lageret er satt opp slik at operatørene ofte må bevege seg hele lageret på langs for å fullføre ordre. Det er også en utfordring at meieriet har begrensede muligheter for utbygging for å gi plass til nye innovative løsninger. Prosjektgruppen så derfor på mulighetene for å endre på plukklokasjonene slik at flere ordre kan fullføres med mindre transport. Data knyttet til plukkoperasjonen ble analysert og strukturert i en ABC-klassifisering basert på en Pareto analyse. Ut fra klassifiseringen ble alle plukklokasjonene endret basert på hyppighet, og tre forskjellige løsninger ble etablert.

Løsning 1 forkorter transportdistansen med 5% sammenlignet med dagens løsning. Løsningen har mange like begrensninger som dagens løsning og kan derfor enkelt implementeres. Løsning 2 forkorter transportdistansen med 15%, men tar seg store friheter i forhold til dagens løsning. Her benyttes hittil ubrukt område som plukklokasjon, og lageret settes opp slavisk etter prinsippet om «warehouse slotting». Løsning 3 tar med seg det som fungerte i løsning 1 og løsning 2 og setter opp plukklokasjonene på en måte som fører til en reduksjon av transportdistanse på 19%. Tallene er kun basert på kvantitative analyser, og må testes i praksis for å finne reell forbedring.

# Figurer og tabeller

<b>Figur 1.1:</b> Flytskjema av plukkoperasjon på 1. plan.....	3
<b>Figur 1.2:</b> Én-dimensjonal nedbryting av prosjektoppgaven.....	4
<b>Figur 1.3:</b> Interessentkart.....	5
<b>Figur 1.4:</b> Interessentmatrise .....	5
<b>Figur 3.1:</b> Eksempel på slotting basert på en ABC-analyse [16].....	9
<b>Figur 4.1:</b> TINE Meieriet Tunga 1. plan .....	10
<b>Figur 4.2:</b> Pesmél med plukkplasser modellert i Excel .....	12
<b>Figur 4.3:</b> ABC-klassifisering basert på vareplukk i uke 42 .....	12
<b>Figur 4.4:</b> Dagens løsning med fargekoder for plukkfrekvens .....	14
<b>Figur 4.5:</b> Løsning 1 med fargekoder for plukkfrekvens .....	15
<b>Figur 4.6:</b> Løsning 2 med fargekoder for plukkfrekvens .....	15
<b>Figur 4.7:</b> Løsning 3 med fargekoder for plukkfrekvens .....	16
<b>Tabell 4.1:</b> Oversikt over «A-varer».....	13
<b>Tabell 4.2:</b> Beregning av transportdistanse for to vilkårlige ordrer.....	13
<b>Tabell 4.3:</b> Framstilling av transportdistansene .....	17

# Vedlegg

*Vedlegg 1: Gantt-diagram*

*Vedlegg 2: Adresseliste*

*Vedlegg 3: Avtaledokument*

*Vedlegg 4: Forespørsel-mal gruppe 004*

*Vedlegg 5: TINE data (Excel fil)*

*Vedlegg 6: Forprosjekt Gruppe 004*



# Innhold

<b>FORORD</b> .....	<b>III</b>
<b>RESYMÉ</b> .....	<b>V</b>
<b>1 INNLEDNING</b> .....	<b>1</b>
1.1 OM BEDRIFTEN .....	1
1.2 MÅLFORMULERING .....	1
1.2.1 Problemstilling .....	1
1.2.2 Resultatmål .....	2
1.2.3 Effektmål .....	2
1.3 PROSJEKTBEKRIVELSE .....	2
1.4 AVGRENSENING .....	3
1.5 PROSJEKTNEDBRYTING .....	4
1.6 INTERESSENTANALYSE .....	5
<b>2 METODE</b> .....	<b>6</b>
2.1 VALG AV OPPGAVE .....	6
2.2 DATAINNSAMLING .....	6
2.3 LITTERATURSØK .....	7
2.4 ARBEIDSSTRUKTUR .....	7
<b>3 TEORI</b> .....	<b>8</b>
3.1 WORK BREAKDOWN STRUCTURE .....	8
3.2 PARETO ANALYSE .....	8
3.3 ABC-KLASSIFISERING .....	8
3.4 WAREHOUSE SLOTTING .....	9
<b>4 ANALYSE</b> .....	<b>10</b>
4.1 LAGERET I DAG .....	10
4.2 MODELL .....	11
4.3 PLUKKLØSNINGER .....	14
4.3.1 Dagens løsning .....	14
4.3.2 Løsning 1 .....	14
4.3.3 Løsning 2 .....	15
4.3.4 Løsning 3 .....	16
4.4 RESULTATER .....	16
<b>5 DISKUSJON</b> .....	<b>18</b>
5.1 UTFORDRINGER OG SVAKHETER .....	19
<b>6 KONKLUSJON</b> .....	<b>21</b>
<b>REFERANSER</b> .....	<b>23</b>



# 1 Innledning

## 1.1 Om bedriften

TINE SA er Norges største leverandør av meieriprodukter, og er godt kjent blant det norske folk. Årlig plukkes og distribueres det flere millioner distribusjonspakker (d-pak) med meieriprodukter. Selskapet er et samvirkeselskap som eies av melkeprodusenter fra hele landet. “Rundt 9 140 bønder på 7 350 gårdsbruk er fundamentet for TINEs forretningsdrift” [4]. Samvirket hadde per 2020 driftsinntekter på rundt 24,7 milliarder NOK og et årsresultat på ca. 1,8 milliarder NOK. I 2020 leverte TINE totalt 1,4 milliarder liter melk (kumelk og geitemelk) [3, p. 7]. Samvirket består av 30 meierier, hvorav et av disse er TINE Meieriet Tunga, som er samarbeidspartneren for denne prosjektoppgaven.

Meieriet på Tunga består av både produksjon og distribusjon av diverse meieriprodukter. På meieriet produseres søtmelk, surmelk, fløte, Biola®, Cultura og Go’ morgen-yoghurt®, i tillegg til flaskeprodukter som YT og Go’ morgen. Årlig produseres det ca. 75 millioner liter meieriprodukter [5]. Meieriet distribuerer også de fleste TINE produkter i Trøndelag og omegn. Lageret benytter et Pick-by-voice system (PPV) der operatørene får beskjed om hva og hvor det skal plukkes, i tillegg til antall d-pak. På lageret benyttes rullecontainere (RC) for både lagring og plukking. Anlegget består av to plan. På 2. plan plukkes det ved hjelp av truck, mens på 1. plan benyttes ingen transportmidler. Det plukkes i gjennomsnitt ca. 10 000 rullecontainere per uke [6].

En enkelt d-pak kan veie over 10 kg, og en full RC opptil 200 kilo [6]. Dette er spesielt belastende for operatørene på 1. plan der distribusjonen foregår uten transportmidler. Dagens plukkløsning på 1. plan kan også resultere i at operatørene går opptil 15 km hver dag. Hvordan redusere denne fysiske belastningen er det som danner grunnlaget for prosjektoppgaven.

## 1.2 Målformulering

Målene nedenfor er laget i henhold til SMART-kriteriene, hvor målene skal være spesifikke, målbare, aksepterte, realistiske og tidfestet [7, p. 71].

### 1.2.1 Problemstilling

Det overordnede faglige fokuset i oppgaven er knyttet til fagene operasjonsanalyse og simulering, logistikkteknologi og digitalisering og fabrikkplanlegging. Metoder fra disse fagene ble benyttet for å komme fram til løsningsforslag til følgende problemstilling:

*Hvordan kan man redusere transportdistansen til en gjennomsnittlig ordre?*

I tilknytning problemstillingen har det blitt dannet forskningsspørsmål. Hensikten med forskningsspørsmålene er å adressere problemet, og svare på disse underveis i oppgaven. Forskningsspørsmålene som stilles er:

- (i) *Hva er dagens transportdistanse?*
- (ii) *I hvilken grad vil løsningene redusere transportdistansen til plukkoperasjonen?*

### **1.2.2 Resultatmål**

- Analyse av transportdistansen i plukkprosessene på TINE Meieriet Tunga
- Optimalisering av plukkprosessene
- Komme med 2-3 forslag til nye løsninger som vil gi forkortet transportdistanse

### **1.2.3 Effektmål**

- Redusert transport på en gjennomsnittlig ordre
- Økt kapasitet som følge av mindre transport
- Mindre belastning på operatørene
- Anvendbar kompetanse for studentene

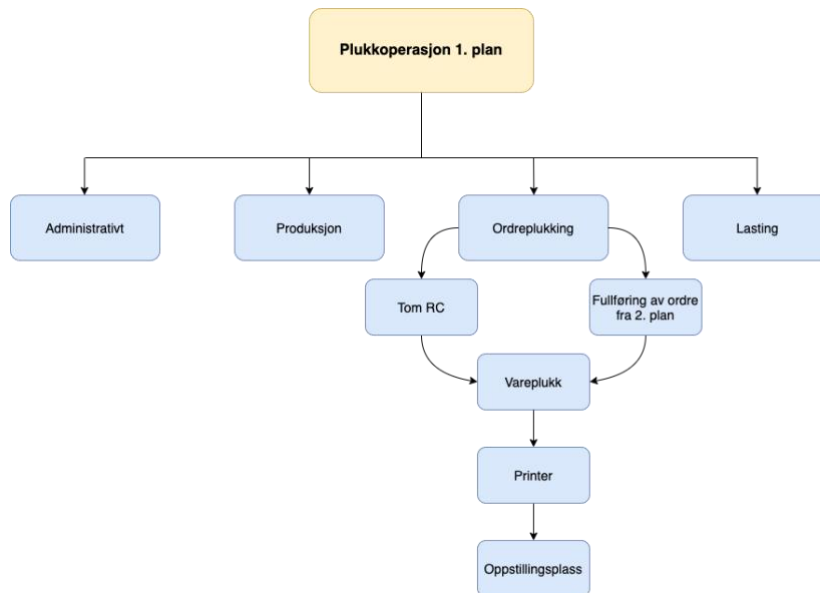
I tilknytning resultat- og effektmålene ble det definert noen suksesskriterier for prosjektet ut fra Hartmans tre oppstartsspørsmål [7, p. 76]. Dette ble gjort for å kunne konkretisere om prosjektoppgaven har vært en suksess eller ikke. Suksesskriteriene som blir satt er:

- *Kvantisert forbedring av plukkoperasjonen på meieriet*
- *Levering av en fullstendig rapport som besvarer forskningsspørsmålene*

## **1.3 Prosjektbeskrivelse**

TINE Meieriet Tunga ved stabsleder og utviklingsansvarlig, Viktor Juhasz, har holdt flere gjesteforelesninger knyttet til logistikk-studiet, samt arbeidet med tidligere studenter på NTNU. Prosjektgruppen kom i kontakt med Juhasz gjennom en forespørsel om samarbeid. Juhasz fungerer som gruppens eksterne veileder, og faglærere Alireza Ashrafian og Tore Lennart Lauritzen fungerer som gruppens interne veiledere. Etter et møte med Juhasz ble det enighet om en interessant prosjektoppgave som er relevant i forhold til tidligere fag på logistikkingeniør-studiet.

Som nevnt benytter operatørene et PPV-system. På 1. plan begynner en ordre ved at operatøren henter en tom RC, eller en RC som kommer fra 2. plan og skal fullføres på 1. plan. Deretter plukkes alle varene PPV-systemet gir beskjed om. Når en container er full, beveger operatøren seg til en printer som printer ut informasjon om ruten videre. De fulle containerne ender så opp på riktig oppstillingsplass foran porten hvor lastebiler skal frakte de videre til kundene. Figur 1.1 viser et flytskjema av plukkoperasjonen på 1. plan.



**Figur 1.1:** Flytskjema av plukkoperasjon på 1. plan

Målet for oppgaven er, som nevnt ovenfor, å jobbe fram forslag til måter å redusere det fysisk belastende arbeidet operatørene ved meieriet må gjennomføre hver dag. Dagens planløsning fører til at arbeiderne ofte gjennomfører ordre som krever at de beveger seg store avstander, noen ganger frem og tilbake. Da noen containere kan ved enkelte tilfeller veie opptil 200 kilo reduseres arbeidseffektiviteten betraktelig, og kan i verste fall føre til yrkesskader. Som nevnt i målformuleringen, er målet spesifikt å finne en måte å redusere transportavstanden på, slik at den fysiske belastningen reduseres og dermed gir muligheter for økt kapasitet i distribusjonen på meieriet.

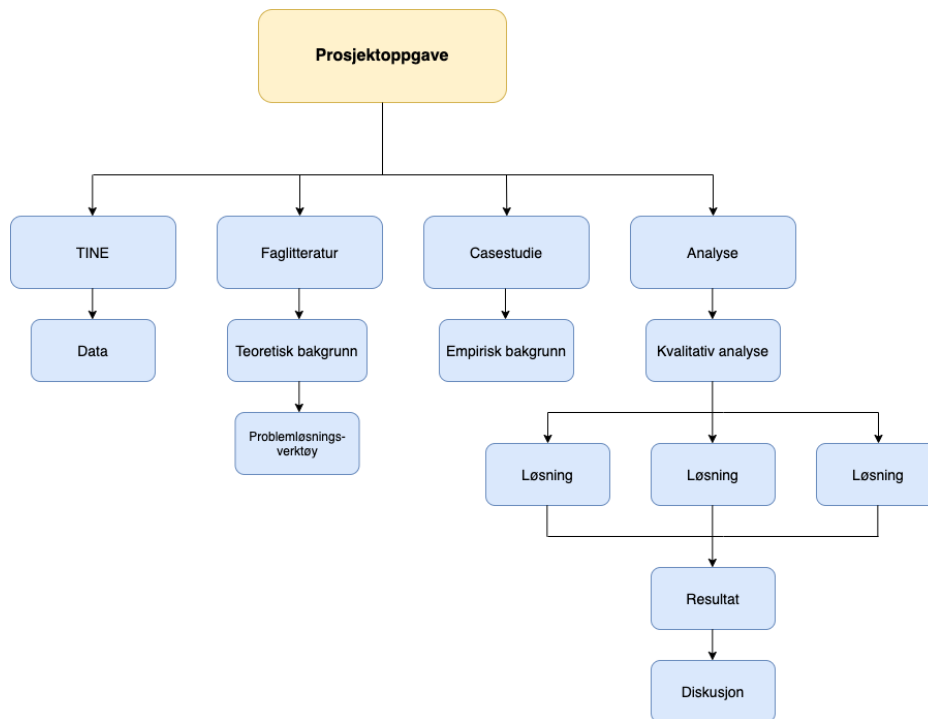
## 1.4 Avgrensning

Prosjektet ble gjennomført under høstsemesteret skoleåret 2021 og er et 7,5 poengs fag av totalt 30 studiepoeng. Studentene har i samråd med ekstern veileder begrenset oppgaven til kun transport under plukking, og ikke transport før og etter fullført plukk. Analysen er avgrenset til data fra ordreplukking for en gjennomsnittlig arbeidsuke (mandag-fredag) i en vilkårlig uke i oktober. Resultatene er avgrenset til de organisatoriske og fysiske rammene til TINE Meieriet Tunga. Et

eksempel på fysisk avgrensning er meieriets utfordringer med utbygging av distribusjonsområdet for å gi plass til nye løsninger.

## 1.5 Prosjektnedbryting

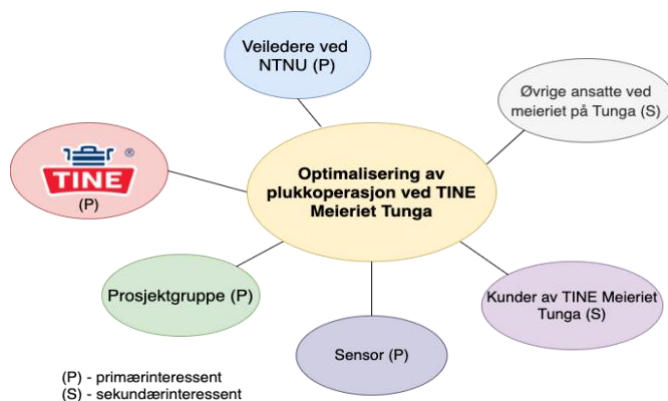
Prosjektoppgaven har blitt brutt ned i en én-dimensjonal nedbryting kjent som «Work Breakdown Structure» (WBS). Dette fordi, i følge Rolstadsås et al., er nedbryting av prosjektets oppgaver en grunnleggende forutsetning for prosjektstyring [7, p. 48]. Nedbrytingsstrukturen omfatter oppdeling av prosessene «i elementer, komponenter, tjenester og lignende på en logisk og systematisk måte» [7, p. 163]. Slik nedbryting er hensiktsmessig for å identifisere hvilke oppgaver og elementer som er nødvendig for å fullføre prosjektet, samt følge opp prosjektets fremdrift og utførelse [7, p. 163]. Nedbrytingen av prosjektoppgaven er en dekomponering av oppgavens innhold. Se figur 1.2 for en én-dimensjonal nedbryting av prosjektoppgaven.



*Figur 1.2: Én-dimensjonal nedbryting av prosjektoppgaven*

## 1.6 Interessentanalyse

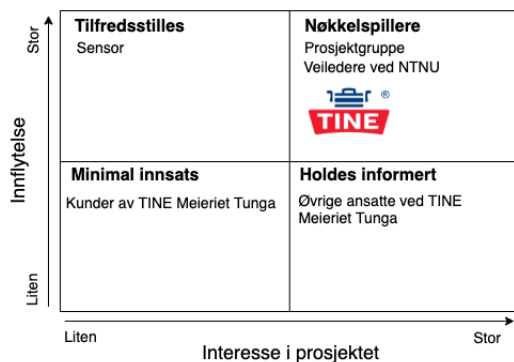
Interessentene for prosjektoppgaven deles opp i primære og sekundære interessenter. Primære interessenter har direkte eller indirekte innflytelse over prosjektet. Sekundære interessenter er interessenter som vil påvirkes i en viss grad av prosjektet, men har ikke noen innflytelse over avgjørelser knyttet til prosjektoppgaven. Se figur 1.3 for en visualisering av interessentene knyttet til prosjektet.



**Figur 1.3: Interessentkart**

Formålet med interessentanalysen er å kartlegge hvem som blir påvirket av prosjektet, og hvem som har innflytelse og/eller interesse overfor prosjektet. I følge Rolstadsås et al., er det «viktig å vite hvem som kan fremme krav mot prosjektet, og skaffe seg en oversikt over hva slags krav det kan dreie seg om» [7, p. 92]. For å forhindre motstridende interesser og uenigheter ble det på forhånd inngått en avtale mellom TINE og NTNU for gjennomføring av prosjektoppgave (se vedlegg 3). Avtalen tar for seg hvem som har ansvar for eventuelle kostnader, eiendomsrett, og publisering knyttet til prosjektet, samt en taushetserklæring.

Figur 1.4 viser interessentmatrisen for prosjektet. Nøkkelspillere er de interessentene som har direkte innflytelse og stor interesse for prosjektet. Det ble holdt en løpende dialog gjennom hele prosjektets gjennomføring med disse interessentene.



**Figur 1.4: Interessentmatrise**

## 2 Metode

### 2.1 Valg av oppgave

Da prosjektgruppen først tok forbindelse med TINE Meieriet Tunga, hadde Juhasz allerede definert problemstillingen som skulle løses. Det var ønskelig å både analysere og komme med 2-3 alternative forslag om hvordan man kan redusere transportdistansen, enten det var distanse under plukking av varer eller frakting av ferdigplukkede RC. Prosjektgruppen møtte Juhasz for første gang på meieriet på Tunga torsdag 16. september for å diskutere oppgaven. Gruppen fikk en omvisning av begge plukkplanene, samt en mer detaljert gjennomgang av hva bedriften ønsket å oppnå. Omvisningen ga forståelse for hele plukkprosessen og var viktig for å synliggjøre elementer som ikke nødvendigvis kom godt fram i det kvantitative arbeidet. Under neste møte mandag 11. oktober ble det enighet om å fokusere primært på plukking i første etasje. Grunnen til denne avgjørelsen var (i) at det var for stort omfang å analysere hele plukkprosessen på lageret, og (ii) et ønske om å redusere den fysiske belastningen på arbeiderne på 1. plan da de ikke benytter noen form for transportmiddel.

### 2.2 Datainnsamling

Prosjektgruppen og bedriften var begge enige om at problemstillingen skulle løses mest mulig basert på kvantitative data, det vil si «data som foreligger i form av tall eller andre mengdetermer, i motsetning til kvalitative data, som vanligvis uttrykkes i form av tekst» [8]. Hensikten med å fokusere primært på kvantitative studier var å oppnå dybdekunnskap og en helhetlig forståelse av spesifikke aktiviteter.

TINE Meieriet Tunga benytter et «Warehouse Management System» (WMS) som er en programvare utviklet for å støtte og optimalisere lagerfunksjonalitet og distribusjonssenter-administrasjon. Med forespørsel fra prosjektgruppen, ble nødvendige data hentet ut fra dette systemet. I tillegg tok prosjektgruppen egne målinger av parametre bedriften enten ikke hadde tilgjengelig eller var dynamiske. Dette var blant annet diverse dimensjoner og oversikt over enkelte plukk-lokasjoner. Nødvendig data for utførelsen av analysearbeidet i 1. plan innebar blant annet:

- (i) Plantegning med mål og avstand
- (ii) Oversikt over plukklokasjoner for den angitte uken
- (iii) Oversikt over gjennomførte plukk
- (iv) RC dimensjoner

Det ble hentet ut data for uke 42 (18-22. oktober 2021). Løsningene vil dermed være best tilpasset denne uken, og kan derfor gi en annen effekt i en annen periode, eksempelvis ved sesongsvingninger eller kampanjer. Det første analysearbeidet som ble gjort var å sortere artiklene etter hyppighet i en ordre. Med andre ord, hvilke produkter en operatør oftest må bevege seg til. Allerede her kunne man se forbedringspotensial, ettersom enkelte varer som dukket opp ofte sto lengre unna portene enn andre varer med mindre hyppighet.

## **2.3 Litteratursøk**

For å analysere dataene på en hensiktsmessig måte ble metodevalg, verktøy og modeller nøye vurdert. Teori og informasjon ble primært hentet fra fagartikler, dokumenter og fagbøker. I tillegg benyttet prosjektgruppen kunnskap tilegnet gjennom studieløpet. For å kvalitetssikre arbeidet brukte prosjektgruppen akademiske fagbøker, eksempelvis Praktisk Prosjektledelse av Rolstadsås et al. og Facilities Planning av Tompkins et al., kombinert med å være kildekritisk til annen informasjon. I tillegg hadde prosjektgruppen hovedfokus på å bruke primærkilder. Konsultering med fagveileder bidro også til ny tenkning. All kunnskap innhentet via litteratursøket bidro til å hjelpe prosjektgruppen skape struktur i form av teori rundt prosjektledelse, og ga et godt grunnlag for å besvare problemstillingen.

## **2.4 Arbeidsstruktur**

God arbeidstruktur var nødvendig for å gjennomføre prosjektet på en systematisk og effektiv måte. Av den grunn benyttet prosjektgruppen WBS for å organisere gruppens arbeid i håndterbare elementer. Å foreta en slik inndeling er avgjørende for en effektiv oppfølging av prosjektgjennomføringen. Første trinnet prosjektgruppen utførte var dermed å lage WBS for å utvikle en prosjektplan. Den definerte alt arbeidet som måtte fullføres for å nå målene for prosjektet. Ved å visualisere prosjektet på denne måten kunne prosjektgruppen samarbeide om å definere oppdragskritiske oppgaver, deres underoppgaver og de gjensidige avhengighetene mellom dem. I tillegg bidro det til god ressursallokering i form av å delegere oppgaver til rett person, og risikovurdering i form av beredskap dersom ting ikke gikk etter plan. WBS ga prosjektgruppen klarhet i detaljene som måtte til for å oppnå alle aspekter av prosjektet.



## 3 Teori

Teorien la grunnlaget for å besvare problemstillingen på best mulig måte. Gjennomføring av prosjektoppgaven ble mulig ved hjelp av teori knyttet til fag undervist tidligere i studieløpet. Fagene operasjonsanalyse og simulering, logistikkteknologi og digitalisering, og fabrikkplanlegging sto for den teoretiske bakgrunnen. Teorien ble brukt for å finne muligheter til å korte ned transportavstand i et distribusjonslager. Følgende problemløsningsverktøy ble benyttet:

### 3.1 Work breakdown structure

Hensikten med en nedbryting er å gi en systematisk og logisk oversikt over alle elementer, komponenter, tjenester og lignende som inngår i prosjektet. I forbindelse med oppgaven blir plukkoperasjonen brutt ned i elementene som inngår, og de relevante elementene blir brutt ned på laveste logiske nivå, kjent som arbeidspakker. Prosjektoppgaven ble brutt ned i de elementene som er sentrale for oppgavens ferdigstillelse. Dette ga oversikt over hvilke arbeidspakker som må gjennomføres for å fullføre prosjektet.

### 3.2 Pareto analyse

Pareto analyse baserer seg på Pareto prinsippet. Pareto prinsippet, også kjent som 80/20-regelen, stammer fra Vilfredo Pareto sin observasjon om at nærmest 80% av all rikdom i Italia på 1900-tallet befant seg hos 20% av befolkningen [9]. Ifølge Ackerman er dette nærmest alltid sant, også i varehus [10]. Her ser man tilnærmet alltid at 80% av all varehusaktivitet skyldes 20% av varene. Gjennom Pareto prinsippet kan man gjennomføre en analyse for å se om prinsippet gjelder hos TINE. Nicholas J. beskriver at en analyse basert på Pareto prinsippet er et “verktøy for å skille de vitale få fra de trivielle mange” [11]. Ved å benytte en Pareto analyse kan man derfor finne produktene som står for størst andel av varehusaktiviteten, og på den måten finne fokusområdene. En kan dermed se på Pareto analyse som det første steget i effektivisering av plukkoperasjoner. I oppgaven ga Pareto analyse innsikt i om Pareto prinsippet gjelder hos TINE Meieriet Tunga.

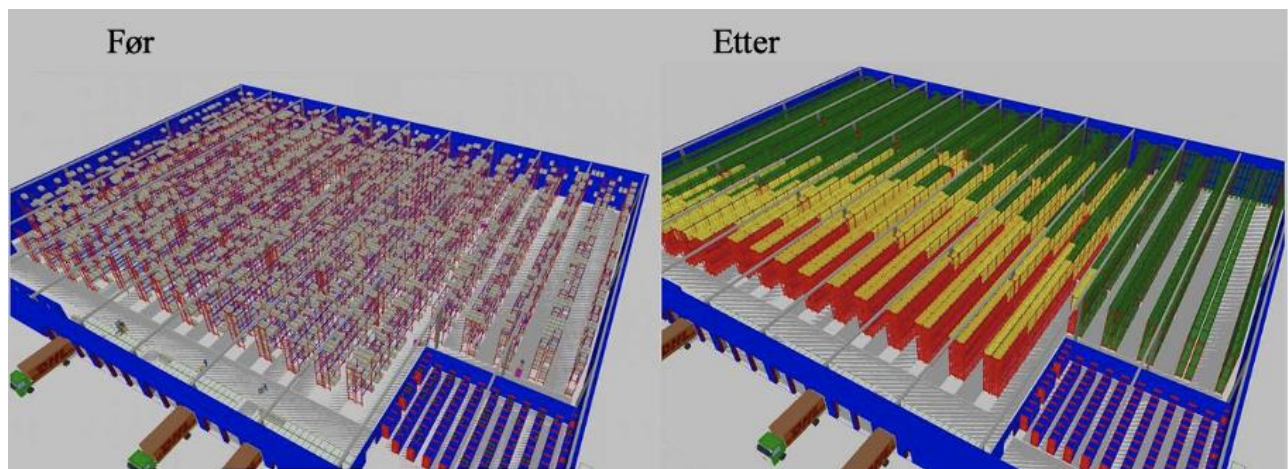
### 3.3 ABC-klassifisering

Innen lagerbeholdningsstyring bruker en ABC-klassifisering Pareto prinsippet for å fremheve hvor innsatsen bør fokuseres [12]. Metodikken går ut på å klassifisere produktene i tre enkle kategorier basert på ordrevolum: «A-varer» som står for 80% av ordrene, «B-varer» som står for en mer moderat prosentandel, og «C-varer» som representerer en minimal prosentandel. Ideen bak

klassifiseringen av produktene er å se hvilke varer som har høyest plukkfrekvens, slik at disse varene kan prioriteres. Tompkins et al. skriver at i et typisk varehus, som TINE Meieriet Tunga, står en minoritet av varene for en majoritet av plukkaktiviteten [13, p. 439]. I en ABC-klassifisering klassifiseres «A-varer» med rød fargekode, «B-varer» med gul og «C-varer» med grønn. ABC-klassifiseringen i oppgaven baseres på Pareto analysen. «A-varer» ble klassifisert som de varene som står for 80% av plukkoperasjonene, «B-varer» for 15% og «C-varer» for de siste 5%.

### 3.4 Warehouse Slotting

«Warehouse slotting» (varehus slotting) tar hensyn til blant annet varens gjennomløpshastighet og produktgrupperinger for å bestemme varehusets ideelle oppsett [14, p. 18]. Dette er resultatet av ABC-klassifiseringen. Ved hjelp av klassifiseringen kan man gruppere varene med høyest plukkfrekvens til de mest tilgjengelige plassene. Ifølge Richardson kan effektiv slotting redusere arbeidskostnader med opptil 20%, ettersom plukkoperasjoner vanligvis står for mellom 40-60% av totale utgifter til et varehus [15]. En annen fordel Richardson trekker frem med slotting er at det ikke krever store investeringer i nytt utstyr eller kunnskap for å gjennomføre. Tompkins et al. skriver at ved å allokere de mest populære varene til de mest tilgjengelige lagerlokasjonene, vil man kunne kutte ned transportdistansen i varehuset [13, p. 439]. Slotting basert på en ABC-klassifisering vil sørge for allokering etter de rette betingelsene. Figur 3.1 viser et eksempel på plukklokasjoner før og etter slotting basert på en ABC-klassifisering. Resultatet skal i teorien føre til mindre gangtid og færre arbeidstimer nødvendig for å fullføre ordre. I følge Juhasz er transport blant de største tidsfaktorene under plukkoperasjoner på 1. plan hos TINE Meieriet Tunga [6]. Ettersom problemstillingen går ut på å minimere transportdistanse er det dermed vesentlig å velge varelokasjon ut ifra hyppighet.

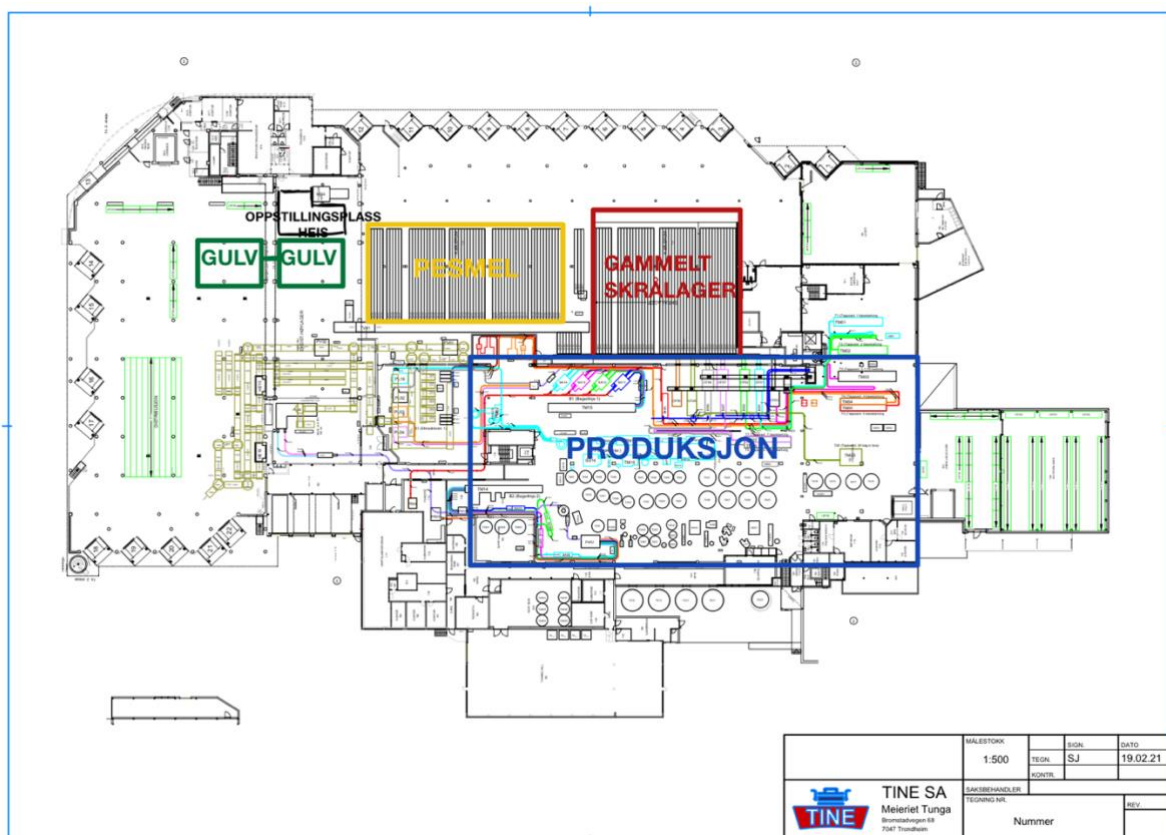


*Figur 3.1: Eksempel på slotting basert på en ABC-analyse [16]*

## 4 Analyse

### 4.1 Lageret i dag

Fokusområdet for oppgaven er som nevnt plukkoperasjonen på 1. plan ved meieriet på Tunga. Lageret på 1. plan består av et skrålager hvor varene produsert på meieriet blir lagret og plukket, og et gulvrområde hvor det hovedsakelig lagres RC med varer fra andre meierier. På gulvlageret finner man også det som er kjent på meieriet som «strafferunden». Her finner man varer som blir plukket sjeldent og kan være vanskelig å komme til. Vis-a-vis gulvet finner man også et hyllesystem, hvor det lagres produkter som skolemelk. Plukkprosessen er manuell, uten noen form for hjelpemidler. Det benyttes et PPV-systemet, hvor operatørene får beskjed på øret om hva som skal plukkes, hvor det skal plukkes og hvor mye. Hver plukklokasjon har en unik kode som operatørene må bekrefte plukket med, og på den måten forhindre at det plukkes fra feil lokasjon. Ettersom operatørene må bevege seg til korrekt plukklokasjon defineres prosessen som en picker-to-goods (operatør-til-gods) løsning. Figur 4.1 viser plantegning over 1. plan.



Figur 4.1: TINE Meieriet Tunga 1. plan

Som tidligere nevnt er plukken på 1. plan designet av et WMS-system. Systemet forteller operatørene gjennom PPV hvordan plukket skal foregå. Operatørene plukker i RC, og en ordre kan på 1. plan starte på tre forskjellige måter:

- (i) Operatøren skanner en tom RC og går til første lokasjon
- (ii) Operatøren starter runden på første lokasjon ved å skanne en RC som inneholder korrekt antall d-pak av første vare
- (iii) Operatøren fullfører en ordre som har blitt påbegynt på 2. plan med å hente containeren på oppstillingsplassen ved heisen

Plukkrunden beveger seg hovedsakelig fra skrålager og ender på gulvet. Dersom forrige plukkrunde ble avsluttet ved gulvet, og neste plukk på ny ordre er på motsatt ende av lageret, har operatøren mulighet til å fortelle PPV-systemet å «snu» plukkrunden. Operatøren får da muligheten til å starte plukkrunden med det som opprinnelig var siste plukk. Når en ordre er fullført, beveger operatøren seg til nærmeste printer og printer ut en etikett med ruteinformasjon. En annen operatør har så ansvaret for å plassere containere ved korrekt oppstillingsplass. Det er totalt 12 oppstillingsplasser, organisert i en saggangformasjon.

Dagens løsning inneholder flere utfordringer. Meieriet ligger tett plassert inntil E6, og har andre virksomheter som nære naboer. Det er derfor ingen mulighet til å bygge ut for å gi plass til nye løsninger. Infrastrukturen på 1. plan er fra 70-tallet, og dermed ikke så effektiv som den kunne vært. Av faste installasjoner på 1. plan er det skrålageret, delt inn i gammelt skrålager og pesmel, som er størst. Disse installasjonene er plasskrevende og gjør at operatørene har begrenset plass til å gjennomføre jobben. På grunn av disse fysiske begrensningene er det begrenset hvilket omfang nye løsninger kan ha. Til tross for dette fikk prosjektgruppen stor frihet av TINE og kunne derfor komme med ressurskrevende løsninger som kan ha behov for ombygging av lageret.

## 4.2 Modell

For å kunne gjennomføre analysen ble det utviklet en modell av lageret i Excel. Modellen ble bygd slik at hver rute har en verdi tilsvarende bredden på en RC (0.43m), med avstander mellom plukklokasjonene som en multiplum av RC-bredden. På denne måten ble avstandene i modellen tilsvarende faktiske mål på lageret. Dette fungerte kun i lengderetningen. For å kunne få korrekt bredde på lageret ble forholdstallet mellom bredden og lengden på en RC benyttet. Figur 4.2 viser et utklipp av modellen i Excel.





I ABC-klassifiseringen ser man at noen varer blir plukket over 2000 ganger i løpet av en uke, mens andre varer blir ikke plukket i det hele tatt. Resultatene fra Pareto analysen viste at totalt 20 av 107 forskjellige varer plukket i uke 42 sto for 80% av antall plukk for perioden. Dette viser at Pareto prinsippet også er gjeldende for TINE Meieriet Tunga. Tabell 4.1 illustrerer hvilke varer som sto for 80% av totalt plukk, som igjen ble klassifisert som «A-varer» i ABC-klassifiseringen.

**Tabell 4.1: Oversikt over «A-varer»**

Artikkel no.	Posisjon	Produkt	Plukkclass	DPAK	Times ordered	Prosentandel	Akkumulert Prosent
164	1	1 L LETTMELK	R98		2132	8.6%	8.6 %
6	2	1 L H-MELK 3,5%	R99		2074	8.4%	17.0 %
191	3	1 L EKSTRA LETTMELK	R97		1766	7.1%	24.1 %
94	4	1,75 L LETTMELK 1%	S20		1626	6.6%	30.6 %
4191	5	3 DL KREMFLØTE 38%	R96		1581	6.4%	37.0 %
215	6	1 L SKUMMET MELK	S30		1449	5.8%	42.8 %
93	7	1,75 L LETTMELK 0,5%	S10		1443	5.8%	48.7 %
73	8	1000G KULTURMJØLK	R87		1300	5.2%	53.9 %
6751	9	1,75 L H-MELK 3,5%	S06		1080	4.4%	58.3 %
243	10	1000G SKUMMET KULTURMJØLK	R86		761	3.1%	61.3 %
310	11	7,5 DL KREMFLØTE 38%	R95		662	2.7%	64.0 %
5872	12	1 L APP.JUICE IFK PRESSET	R45		650	2.6%	66.6 %
4363	13	1 L APPELSINJUICE	R46		561	2.3%	68.9 %
5482	14	1000G KEFIR ØKOLOGISK 3%	R63		554	2.2%	71.1 %
4364	15	1,75 L APPELSINJUICE	R65		503	2.0%	73.1 %
169	16	1/4 L LETTMELK	R78		443	1.8%	74.9 %
198	17	1/4 L EKSTRA LETTMELK	R77		388	1.6%	76.5 %
4345	18	1,75 L EPLEJUICE	R64		359	1.4%	77.9 %
722	19	1/2 L APPELSINJUICE	R23		352	1.4%	79.3 %
305	20	1 L KREMFLØTE 38%	R94		296	1.2%	80.5 %

**A**

Ettersom det kun er 20 varer som står for 80% av plukket er det rimelig å tenke at disse varene burde grupperes sammen for å redusere transportdistansen. Etter lagerlokasjonene ble endret og løsningene ble etablert gjensto beregningene som skulle kvantifisere forbedringene. Som nevnt ble det i analysen kun sett på distanse under selve plukkingen, og ikke transport fra start til første plukk eller fra siste plukk til oppstillingsplass. Måten beregningene ble gjennomført var ved å ta avstanden fra et plukk til neste plukk og se på total avstand for dagens løsning og alle de tre nye løsningene. For beregningene ble det gjort en forutsetning om at alle plukkrunder starter med varen i ordren som befinner seg lengst til høyre, og plukkrunder foregår videre mot venstre. I tillegg ble også tatt en forutsetning om at en vare alltid plukkes fra plukklokasjonen helt til høyre dersom det fantes flere plukklokasjoner for nevnte vare. Dette for å være konsekvent gjennom hele analysen. Tabell 4.2 viser et utklipp av beregningen for en vilkårlig ordre.

**Tabell 4.2: Beregning av transportdistanse for to vilkårlige ordrer**

Dato	Artikkel #	Produkt	Lisens #	Plukkclass
20/10/2021	164	1 L LETTMELK	4100020237	R98
20/10/2021	243	1000G SKUMMET KULTURMJØLK	4100020237	R86
20/10/2021	4191	3 DL KREMFLØTE 38%	4100020237	R96
20/10/2021	6	1 L H-MELK 3,5%	4100020237	R99
20/10/2021	6751	1,75 L H-MELK 3,5%	4100020237	S06
20/10/2021	6806	1/2 L LETTMELK 0,5%	4100020237	R37
20/10/2021	813	1 L EPLEJUICE	4100020237	R44

Dato	Artikkel #	Produkt	Lisens #	Plukkclass
18/10/2021	243	1000G SKUMMET KULTURMJØLK	4100023243	R86
18/10/2021	4191	3 DL KREMFLØTE 38%	4100023243	R96
18/10/2021	5872	1 L APP.JUICE IFK PRESSET	4100023243	R45
18/10/2021	73	1000G KULTURMJØLK	4100023243	R87

Dagens løsning			Løsning 1			Løsning 2			Løsning 3		
Start	Slutt	Distanse	Start	Slutt	Distanse	Start	Slutt	Distanse	Start	Slutt	Distanse
S06	R99	14.19	R86	R99	14.19	R99	R98	3.01	R99	R98	3.01
R99	R98	3.01	R99	R98	3.01	R98	R96	8.17	R98	R96	8.17
R98	R96	8.6	R98	R96	8.6	R96	S06	6.88	R96	S06	6.88
R96	R86	6.88	R96	S06	6.88	S06	R86	1.29	S06	R86	1.29
R86	R44	20.21	S06	R37	10.32	R86	R37	9.46	R86	R37	9.46
R44	R37	4.3	R37	R44	3.44	R37	R44	2.58	R37	R44	2.58

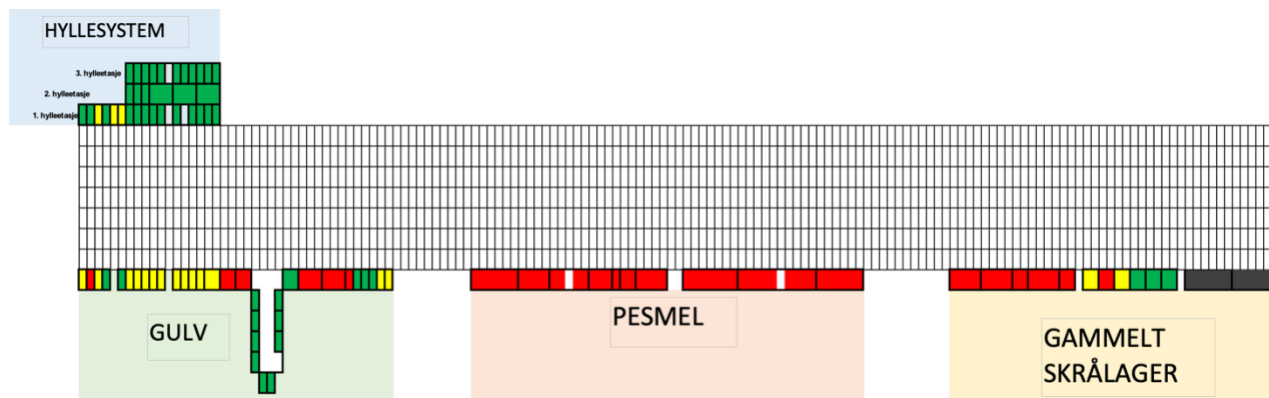
Dagens løsning			Løsning 1			Løsning 2			Løsning 3		
Start	Slutt	Distanse	Start	Slutt	Distanse	Start	Slutt	Distanse	Start	Slutt	Distanse
R96	R86	6.88	R86	R96	24.94	R45	R87	1.29	R45	R87	1.29
R86	R87	2.15	R96	R87	2.15	R87	R96	21.93	R87	R96	21.93
R87	R45	17.63	R87	R45	9.89	R96	R86	7.74	R96	R86	7.74

Selve rekkefølgen for plukket ble forskjellig for løsningene. Dette kommer av forutsetningen om at ordre plukkes fra høyre mot venstre. Ettersom plukklokasjonene har blitt endret for de forskjellige løsningene vil startpunktet for de forskjellige løsningene ikke være likt for samme ordre.

## 4.3 Plukkløsninger

### 4.3.1 Dagens løsning

I figur 4.4 ser man at dagens løsning er noe optimert utfra en ABC-klassifisering. Det er derimot noen varer med lav plukkkfrekvens som er plassert der det kan vise seg å være mer gunstig å ha varer med høyere plukkkfrekvens. Plukklokasjon 1-12 er markert med svart grunnet begrensningen for alle løsningene.

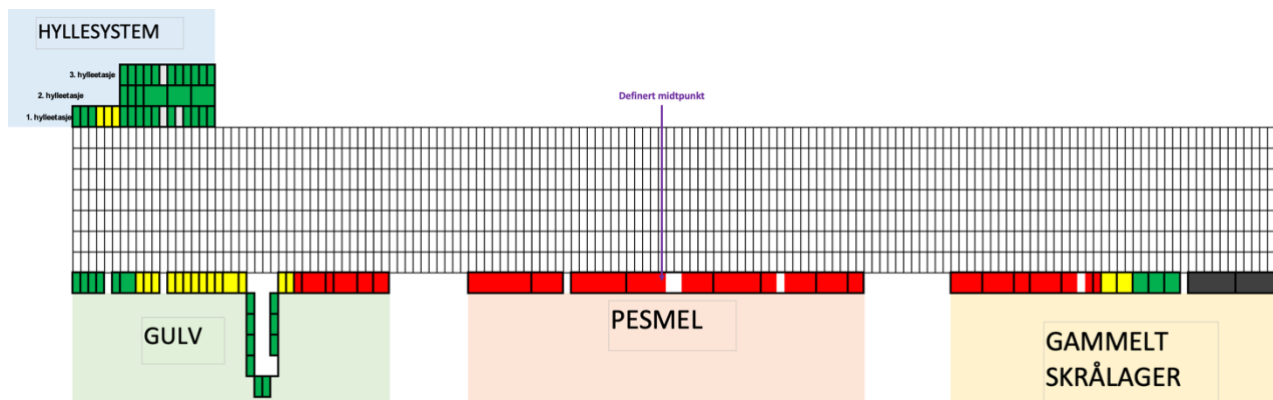


Figur 4.4: Dagens løsning med fargekoder for plukkkfrekvens

### 4.3.2 Løsning 1

Løsning 1 benytter mange av de samme begrensningene som er på lageret i dag, men bruker ABC-klassifiseringen til å endre mange av plukklokasjonene. Begrensninger som er tatt hensyn til i denne løsningen er at det er kun varer som produseres på meieriet som kan plasseres i skrålageret slik som i dag. Det er heller ikke sett på muligheter for å utnytte annet areal til plukk enn det som allerede er benyttet. Figur 4.5 viser løsning 1 med fargekoder for plukkkfrekvens. Her ser man at varene med høyest plukkkfrekvens er i større grad gruppert sammen. Det er derimot noe overvekt av «A-varer» i skrålageret. Dette kommer av begrensningen om at varer som produseres på meieriet må stå i pesmel eller gammelt skrålager. Strafferunden har ikke blitt endret. Dette grunnet områdets tilgjengelighet som diskutert tidligere i oppgaven. I løsning 1, som med alle løsninger prosjektgruppen har laget, er det definert et midtpunkt for å ha en referanse å fordele varene utfra. Ettersom 1L lettmelk står øverst i ABC-klassifiseringen, ble den plassert i midten. Videre ble den nest høyfrekvente varen plassert på en av sidene og neste på andre side. Slik fortsatte det til alle varene ble plassert ut til en plukkplass. På grunn av begrensningen om at kun varer produsert på meieriet kan plasseres i skrålageret, er det fortsatt samme varer i skrålageret og gulv som i dagens løsning. Likevel, er disse varene blitt omroket.

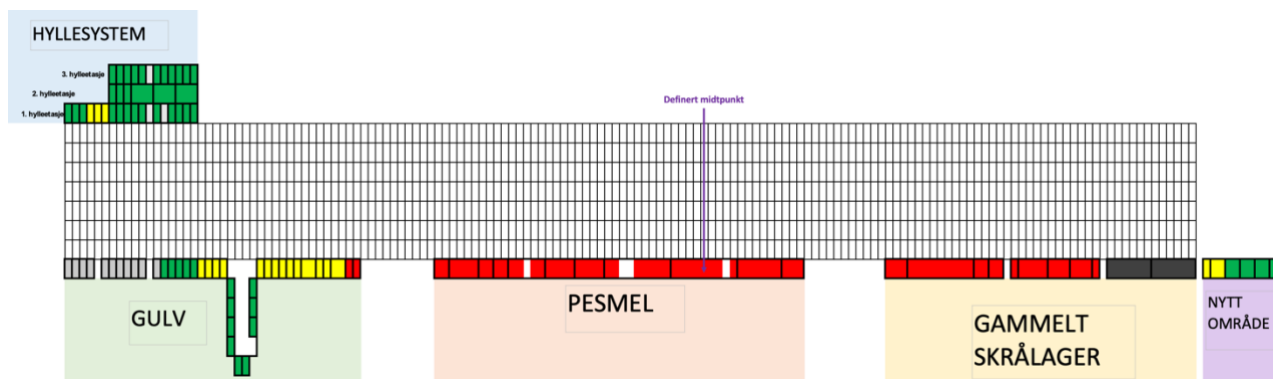




Figur 4.5: Løsning 1 med fargekoder for plukkfrekvens

### 4.3.3 Løsning 2

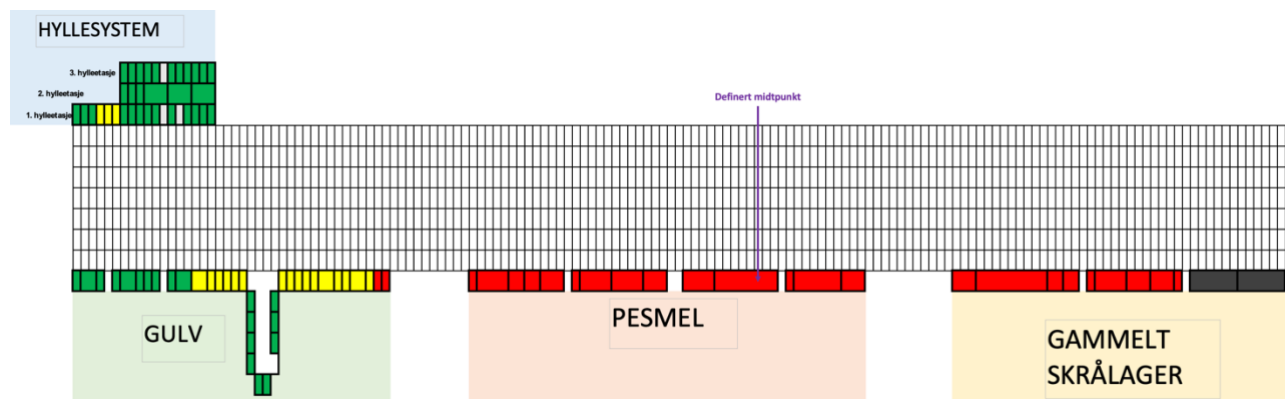
Løsning 2 inkluderer samme begrensning for plukkplass 1-12, men har mye større frihet ellers. Her sees det på muligheter for å benytte ubrukt areal på høyre side av skrålager, og begrensningen om at kun varer produsert på meieriet kan stå i skrålageret gjelder ikke. I denne løsningen hadde midtpunktet en mer sentral rolle i omplasseringene av varene. Igjen, ettersom 1L lettmelk står øverst i ABC-klassifiseringen, ble den plassert i midten. Videre ble den nest høyfrekvente varen plassert på en av sidene og neste på andre side, som i løsning 1. I motsetning til løsning 1, fortsatte denne vekslingen helt til alle varene ble plassert ut, uavhengig av hva slags vare det var. De siste «A-varene» endte dermed like langt fra midten på hver sin side. Figur 4.6 viser løsning 2 med fargekoder for plukkfrekvens. Løsningen gjør at fler av «B-varene» flyttes nærmere pesmel og gammelt skrålager, hvor størst andel av plukkoperasjonen finner sted. Man sparer også distanse til disse varene sammenlignet med løsning 1, ettersom flere høyfrekvente varer flyttes på høyre side av strafferunden. Strafferunden har i løsning 2 blitt noe endret der varene i strafferunden ble omroket slik at varene med høyest plukkfrekvens står nærmest utgangen.



Figur 4.6: Løsning 2 med fargekoder for plukkfrekvens

#### 4.3.4 Løsning 3

Løsning 3 er en kombinasjon av suksessen for både løsning 1 og 2. Den inkluderer samme begrensning for plukkplass 1-12, men har også mye frihet. Her er det nye område fjernet da resultatene på løsning 2 ikke tydet på at det nye område utgjorde en fordel. Derimot, fokusering på midtpunktet ga positivt utslag på resultatene og ble derfor gjennomført i løsning 3. A-varene står samme sted som i løsning 2, men varene som ble plassert i det nye område ble flyttet over til gulvet. Varene på gulvet ble derfor omrokkert med hensyn til de nye varene som kom inn. Figur 4.7 viser løsning 3 med fargekoder for plukkfrekvens. Denne løsningen gjør også at flere av «B-varene» flyttes nærmere pesmel og gammelt skrålager. I tillegg sparer man distanse til disse varene sammenlignet med løsning 1, ettersom fler av varene flyttes på høyre side av strafferunden som i løsning 2. Strafferunden har i løsning 3 blitt endret på samme måte som løsning 2.



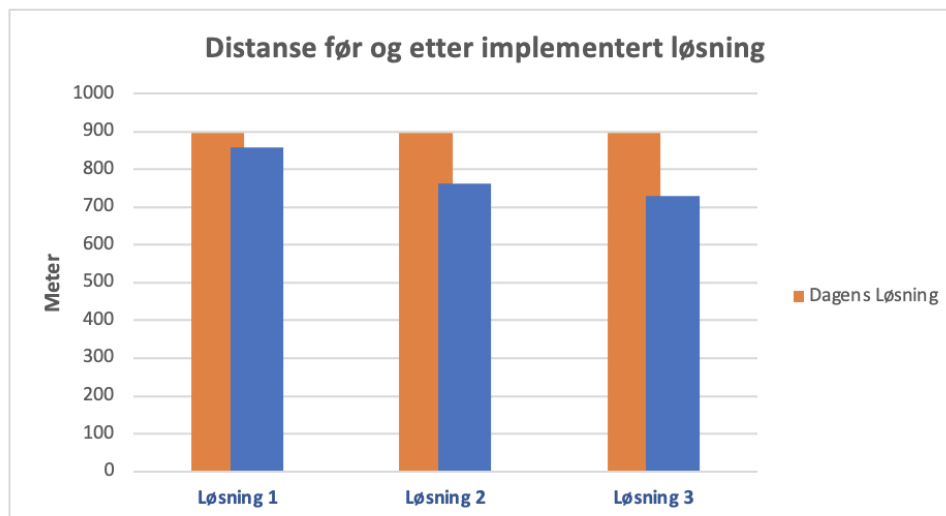
Figur 4.7: Løsning 3 med fargekoder for plukkfrekvens

## 4.4 Resultater

Tabell 4.3 viser en framstilling av resultatene. Her kan man både se total transportdistanse for å utføre de utvalgte plukk rundene med dagens oppsett, samt den mulige distansen ved prosjektgruppens løsninger. I tillegg kan man se prosentvis endring i løsningene i forhold til dagens oppsett. Ut ifra resultatene kan vi definere at utførelse av de 24 tilfeldig valgte plukk rundene, ender med en total transportdistanse på 897,41m med dagens løsning. Løsning 1 ender med en total transportdistanse på 856,99m, 761,53m med løsning 2 og 728,42m med løsning 3. Dersom denne prosentvise endringen er konsistent for alle plukkrunder sammenlagt, tilsier dette en reduksjon på 0,75-2,85 km på de 15 kilometerne operatørene enkelte ganger må gå i løpet av en dag.

*Tabell 4.3: Framstilling av transportdistansene*

	Dagens Løsning	Løsning 1	Løsning 2	Løsning 3
Total distance i meter	897.41	856.99	761.53	728.42
Prosentvis endring	0%	5%	15%	19%



## 5 Diskusjon

Resultatene viser at alle løsningene gir en forbedring av dagens løsning. De nye løsningene har alle forskjellig grad av begrensning, og enkelte kan være mindre ressurskrevende for meieriet å gjennomføre enn andre.

Som tidligere nevnt, resulterte dagens løsning i en total distanse på 897,41m over de 24 vilkårlige ordrene som ble analysert. Under analysen observerte prosjektgruppen at ordrene ofte krevde at operatørene beveger seg langs hele plukkrekken, helt fra gammelt skrålager til gulv. Dette skyldes «A-varene» som er plassert langt til venstre på gulvet. Plukkkrunden inneholder nesten 80% av gangene varer som er plassert i skrålageret, ofte kombinert med «B-varer» eller «C-varer» som er plassert på gulvet. Denne observasjonen bidro til å forme løsningene, hvor målet var å få flere av varene med høyest plukkfrekvens, som i dag befinner seg langt til høyre på gulvet, nærmere skrålageret, samt få flere av «A-varene» inn i skrålager.

Løsning 1 er som nevnt den løsningen som har de største begrensningene i form av hvor stor grad plukklokasjonene kan endres. Løsningen ble bygget opp ved at varen med høyest plukkfrekvens (1L lettmelk, R98) ble plassert midt i lageret. Videre jobbet gruppen seg nedover listen, og bygde lageret slavisk etter ABC-klassifiseringen så godt det lot seg gjøre i forhold til begrensningene. Dette gjorde at «A-varene» som tidligere var plassert langt til venstre på gulvet, ble flyttet nærmere pesmel. Dette vises også i resultatene. Forbedringen på 5% er lav sammenlignet med de andre løsningene, men løsningen lar seg gjennomføre uten store investeringer eller ombygging. Begrensningene knyttet til denne løsningen er lik de som er i dag.

Løsning 2 tar i bruk hittil ubenyttet område på andre siden av skrålager. Dette området benyttes i dag som lagringsområde og oppstillingsplass, men disse oppstillingsplassene brukes sjeldent og kan derfor muligens utnyttes bedre i en ny plukkløsning. Dette gjorde at midtpunktet, som igjen ble startpunktet for reallokeringen, ble flyttet lenger mot det nye område. Slik fordeling skal utfra teorien om slotting være det beste, men resultatene fra de utvalgte ordrene sier noe annet. Det viste seg at i noen tilfeller hvor ordren inneholdt varer i nytt område og gulvet, måtte operatørene bevege seg en større distanse i løsning 2 enn i de andre. Det kan derfor vise seg at en slavisk utførelse av en ABC-klassifisering med varehus slotting kan gi større effekt for en annen planløsning, for eksempel et reolsystem. Løsning 2 resulterte i en forbedring på 15%. Det er derimot blitt tatt mange friheter som løsning 1 ikke tillot, som at alle varer har muligheten til å stå i pesmel eller gammelt skrålager. Dette gjorde at alle «A-varer», med unntak av to, fikk plass i skrålageret. Løsningen vil på grunn av frihetene være mer ressurskrevende å implementere enn løsning 1, ettersom den vil kreve at det blir mulig for varer å bli sendt inn i skrålager fra gulvet.

Løsning 3 inneholder som nevnt det beste fra begge foregående løsninger. I løsning 1 ble det observert at begrensningen om at kun varer som er produsert på meieriet kan stå i skrålageret hindret varer som plukkes oftere få en mer sentral plass i lageret. I løsning 2 ble det observert at det ekstra området kun førte til at det ble lengere transportdistanse, ettersom man ofte må bevege seg helt til gulvlageret i samme ordre. I løsning 3 ble derfor «A-varene» stående slik de ble plassert i løsning 2, men B- og C-varene i det nye område ble flyttet over til gulvet for å unngå den ekstra transportdistansen. Ettersom det kom nye varer inn på gulvet, måtte en ny omrokering gjennomføres. Dermed ble de mest høyfrekvente varene plassert nærmest pesmel, da det er der størst andel av plukkoperasjonen finner sted.

De forskjellige begrensningene som er satt for hver løsning gjenspeiler også hvor vanskelig det er for TINE Meieriet Tunga å implementere hver av løsningene, da begrensningene er satt ut fra hvordan lageret ser ut i dag. Løsning 1 med flest begrensninger skal være lite ressurskrevende for meieriet å gjennomføre, og ikke kreve noen form for ombygging. Likevel så ser man at løsning 1 gjør det mulig å redusere transporten med 5%, noe som vil tilsvare en nedgang på opptil 0,75km dagen, eller opptil 3,75km per arbeidsuke. Løsning 3 vil kreve at meieriet innfører en måte å plassere varer som ikke produseres på Tunga inn i skrålageret, men til gjengjeld redusere transportdistansen med 19%, noe som tilsvarer en reduksjon på opptil 2,85km dagen, eller 14,25km på en arbeidsuke.

Nedgangen i transportdistanse vil øke kapasiteten til meieriet ettersom det fører direkte til en reduksjon i både ordrebehandlings-tid og belastningen på operatører, noe som igjen vil påvirke arbeidseffektiviteten. I forbindelse med effektmålene for prosjektet viser resultatene dermed redusert transport på en gjennomsnittlig ordre, økt kapasitet som følge av mindre transport og mindre belastning på operatørene.

## 5.1 utfordringer og svakheter

Gjennom hele prosjektet dukket det opp flere utfordringer. Den første utfordringen var å samle korrekt data. Prosjektgruppen var på flere bedriftsbesøk for å gjennomføre avstandsmålinger og loggføre plukklokasjoner ettersom flere av disse er dynamiske og det eksisterer ikke noen oversikt over hvor plukklokasjonene fysisk befinner seg, knyttet til dataen fra WMS. Dataene som ble benyttet i analysen var også hentet direkte ut av WMS, som vil si at de ikke hadde noen logisk struktur i Excel. Prosjektgruppen mottok god hjelp fra TINE for å forstå dataene, og kunne på den måten strukturere dataene på en slik måte at en Pareto analyse og ABC-klassifisering kunne gjennomføres.

Neste steg var å bygge en modell som kunne benyttes til å beregne avstandene for de forskjellige løsningene. utfordringen her var å finne en metode for å få ut avstandene fra et kart bygget i Excel. Her valgte gruppen å sette hver celle i regnearket til verdien av bredden av en RC (0,43m). Deretter ble «SUM»-funksjonen benyttet, og hver celle mellom hvert plukk ble summert.

Det var også en utfordring å sette opp en modell hvor gruppen kunne simulere alle ordre gjennom hele uken, i stedet for et utdrag av 24 vilkårlige ordre. For å få til dette må gruppen se på muligheten for å bygge modeller i andre simuleringsprogrammer, som for eksempel FlexSim. For å gjennomføre dette, trenger gruppen mer tid og data, samt sette seg mer inn i hvordan WMS bygger opp plukkrekkefølgen.

Det er flere svakheter med analysen. Mange av disse stammer fra manglende data og tid. En svakhet med beregningen av transportdistansen er at avstandene mellom hver plukklokasjon, og større avstander som for eksempel mellom skrålager og gulvlager, ikke kan settes som en heltall-multipel av en RC. Det ble derimot besluttet at så lenge analysen er konsekvent med avstandene gjennom alle beregningene, skal resultatene bli reflektert i virkeligheten. En annen svakhet var at noen av dataene knyttet til plukklokasjoner som ble innhentet ved bedriftsbesøk var ikke lenger gjeldene under analysen på grunn av sesongsvingninger som fører til økt etterspørsel av visse varer. Dette kunne også gjøre at noen varer i den virkelige plukkprosessen ikke ble tatt med i analysen. Det ble også tatt en forutsetning om at en vare alltid plukkes fra plukklokasjonen helt til høyre dersom det fantes flere plukklokasjoner for nevnte vare. I realiteten plukkes varene fra alle plukklokasjonene tilhørende den varen, men manglende data gjorde at denne forutsetningen måtte bli akseptert.

Utfordringen med å simulere alle ordrene ble også en svakhet med analysen. Det ble kun analysert 24 vilkårlige ordre. Grunnen til dette er at dataene ble tilgjengelig nærme prosjektets slutt. Ved å simulere alle ordre vil man se at resultatene endrer seg, og det kan vise seg at en annen løsning er bedre eller dårligere enn i dag. Det er også ønskelig å teste ut løsningene i praksis og utføre intervjuer knyttet til løsningene, men dette ble ikke mulig grunnet tid- og ressursmangel.

## 6 Konklusjon

Gjennom prosjektet har prosjektgruppen vist hvordan transportdistansen til en gjennomsnittlig ordre kan reduseres ved å utnytte prinsippene bak Pareto analyse, ABC-klassifisering og varehus slotting. Utfra de 24 tilfeldig valgte plukk rundene kan dagens transportdistanse på 897,41m bli redusert med 5% hos løsning 1, 15% hos løsning 2 og 19% hos løsning 3. Ettersom reduksjon i både ordrebehandlings-tid og belastning på operatør er et direkte resultat av en slik reduksjon i transportdistanse, blir plukkprosessen optimalisert ved at kapasiteten til meieriet økes, noe som igjen påvirker arbeidseffektiviteten.

Teorien bak ABC-klassifisering og varehus slotting tilsier at ved å allokere de mest populære varene til de mest tilgjengelige lagerlokasjonene, vil man kunne kutte ned transportdistansen i varehuset. Gjennom simulering av prosjektgruppens løsninger kunne man se at dette ikke nødvendigvis alltid var tilfelle. Trekket lagerets begrensninger inn, som at noen varer må bli værende på enkelte plasser, vil man se at slavisk utførelse av ABC-klassifisering og varehus slotting ikke resulterte i største reduksjon av transportdistanse. I praksis betyr dette at en må ta hensyn til alle begrensninger når man utfører ABC-klassifisering og varehus slotting. I tillegg viser det hvor viktig det er med kvantitative beregninger, samt hvordan 100% validering av resultater er utfordrende uten virkelige tester.

Resultatene kan overføres til andre bedrifter til en viss grad dersom plukkoperasjonen er noe lik som den på 1. plan hos TINE Meieriet Tunga. Med dette menes at plukkplassene er plassert i en lang rekke i bredden, kontra flere reoler med plukkplasser i høyden. Dette fordi ved en sjelden ordre som inneholder kun to produkter, kan løsningen hos TINE føre til at en operatør må gå forbi alle plukkplassene. Derimot, i et tilfelle der en bedrift har et lager med reoler, finnes det ingen ordre bestående av kun to produkter der operatøren må gå forbi alle plukkplassene. Det kan derfor vise seg at en slavisk utførelse av en ABC-klassifisering med varehus slotting kan gi større effekt for et reolsystem. Studiets resultater vil dermed være mer naturlig å overføre til en bedrift med samme struktur og begrensninger som på 1. plan hos TINE Meieriet Tunga, kontra en annen plukkprosess.

Til tross for at målene for prosjektet kan anses som oppfylt og forskningsspørsmålene er besvart, følger studiet med diverse svakheter. (i) *Tidsmangel* har gjort at prosjektgruppen ikke fikk utført simulering av alle plukk rundene i løpet av den utvalgte uken. I tillegg førte tidsmangel til at virkelige tester og intervjuer under blant operatørene ikke kunne bli gjennomført. (ii) *Unøyaktig avstandsmål i lageret* har ført til usikkerhet om ubenyttet plass faktisk kan være til fordel eller ikke. Til slutt har (iii) *mangel på diverse data* ledet til at noen varer i den virkelige plukkprosessen ikke har blitt tatt med i simuleringene til prosjektgruppen.

Videre arbeid blir å eliminere studiets svakheter for å kunne underbygge resultatene enda mer. For å oppnå dette er det ønskelig å sørge for at alle plukkrunder for uken blir analysert, og se på



mulighetene for å sette opp en modell som gjør det enkelt å simulere disse plukk rundene. I tillegg vil mer tid bli lagt inn i å hente ut all nødvendig data, samt danne et nøyaktig kart over 1. plan med fullstendige avstandsmål. Dette for å kunne fjerne usikkerheten om ubenyttet plass kan være til fordel eller ikke. For å kunne komme med feilfrie løsninger som bedriften faktisk kan implementere i praksis, må alle varer i plukkprosessen bli inkludert. I tillegg blir å utføre intervjuer med operatørene og faktiske tester en nødvendighet for støtte opp løsningene. Det er fullt mulig nye løsninger etableres, samt vil mer data og innsikt i TINEs prosesser mest sannsynlig gjøre det mulig for prosjektgruppen å analysere mer enn bare transportdistanse.

# Referanser

- [1] TINE, «TINE,» TINE Meieriet Tunga, [Internett]. Available: <https://www.tine.no/om-tine/meieriene/flytende-produkter/tine-meieriet-tunga>.
- [2] NTNU, «TLOG3009 - Prosjekt logistikk,» [Internett]. Available: <https://www.ntnu.no/studier/emner/TLOG3009#tab=omEmnet>.
- [3] TINE, «Årsrapport 2020,» 17 februar 2021. [Internett]. Available: [https://www.tine.no/om-tine/TINE\\_aarsrapport\\_2020\\_interaktiv.pdf](https://www.tine.no/om-tine/TINE_aarsrapport_2020_interaktiv.pdf). [Funnet 28 oktober 2021].
- [4] TINE, «Om TINE,» [Internett]. Available: <https://www.tine.no/om-tine>. [Funnet 28 oktober 2021].
- [5] TINE, «TINE Meieriet Tunga,» [Internett]. Available: <https://www.tine.no/om-tine/meieriene/flytende-produkter/tine-meieriet-tunga>. [Funnet 21 oktober 2021].
- [6] V. Juhasz, *stabsleder og utviklingsansvarlig ved TINE Meieriet Tunga*.
- [7] A. Rolstadsås, A. Johansen, N. Olsson og J. A. Langlo, *Praktisk prosjektledelse*, Trondheim: Fagbokforlaget, 2020.
- [8] S. Grønmo, «Kvalitativ metode,» 3 november 2020. [Internett]. Available: [https://snl.no/kvalitativ\\_metode](https://snl.no/kvalitativ_metode). [Funnet 2 november 2021].
- [9] M. Cheng, «Investopedia,» 25 mai 2020. [Internett]. Available: <https://www.investopedia.com/terms/1/80-20-rule.asp>. [Funnet 2 november 2021].
- [10] K. Ackerman, «Practicing Pareto Practically In the Warehouse,» 25 oktober 2015. [Internett]. Available: <https://exclusive.multibriefs.com/content/practicing-pareto-practically-in-the-warehouse/distribution-warehousing>. [Funnet 2 november 2021].
- [11] J. Nicholas, *Lean Production for Competitive Advantage: A Comprehensive Guide to Lean Methods and Management Practices*, Boca Raton: Taylor & Francis, 2018.
- [12] A. Jenkins, «ABC Analysis in Inventory Management: Benefits & Best Practices,» 28 oktober 2020. [Internett]. Available: <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/inventory-management/abc-inventory-analysis.shtml>. [Funnet 2 november 2021].
- [13] J. A. Tompkins, J. A. White, Y. A. Bozer og J. M. A. Tanchoco, *Facilities Planning*, John Wiley & Sons, 2010.
- [14] A. Ashrafian, *Forelesning TLOG2011: Plukkoperasjon*, Trondheim, 2021.
- [15] G. Richardson, «What Is Warehouse Slotting, and How to Do it Better,» 17 juni 2019. [Internett]. Available: <https://www.infopluscommerce.com/blog/efficient-warehouse-slotting>. [Funnet 5 november 2021].

- [16] H. Sunol, «Cyzerg,» 23 Juli 2020. [Internett]. Available: <https://articles.cyzerg.com/picking-process-optimization-warehouse-operations>.