

Forslag til alternativ logistikkflyt hos Lonevåg Beslagfabrikk AS.

Magnus Erstad
Jøran Jacobsen
Eirik Strømmen Klævold

Bacheloroppgave i Produksjonsteknikk
Bergen, Norge 2020



Forslag til alternativ logistikkflyt hos Lonevåg Beslagfabrikk AS.

Magnus Erstad
Jøran Jacobsen
Eirik Strømmen Klævdold

Institutt for Maskin- og Marinfag
Høgskulen på Vestlandet
NO-5063 Bergen, Norge

Høgskulen på Vestlandet
Fakultet for Ingeniør- og Naturvitskap
Institutt for maskin- og marinfag
Inndalsveien 28
NO-5063 Bergen, Norge

Omslag fotografi © Norbert Lümmen

English title: Proposal for an alternative logistics flow for Lonevåg
Beslagfabrikk AS

Forfatter(e), studentnummer: Magnus Erstad 181428
Jøran Jacobsen 141338
Eirik Strømmen Klævold 571696

Studieprogram: Produksjonteknikk
Dato: Mai 2020
Rapportnummer: IMM 2020-05 (1914031)
Veileder ved HVL: Jan Ove Rogde Mjånes, HVL ansatt
Oppdragsgiver: Lonevåg Beslagfabrikk AS
Oppdragsgivers referanse: Kenneth Flatås

Antall filer levert digitalt: 4

Forord

Denne bacheloroppgaven er skrevet i vårsemesteret 2020 ved Institutt for Maskin- og Marinfag (IMM) ved Høgskulen på Vestlandet (HVL). Hovedtemaet for oppgaven er logistikkprosess, innen produksjonsteknikk. Veileder ved IMM er Jan Ove Rogde Mjånes. Prosjektet er gitt eksternt fra industrien ved Lonevåg Beslagfabrikk AS, veileder innad i bedriften er Kenneth Flatås som er teknisk sjef ved bedriften.

Vi ønsker gjerne å takke følgende personer:

Jan Ove Rogde Mjånes for tett oppfølging og god veiledning.

Kenneth Flatås for gode innsikter og råd i utforskningsfase.

Alle ansatte ved Lonevåg Beslagfabrikk AS som har svart på spørsmål og gitt gruppen bedre innsikt i prosessene underveis, foruten de hadde ikke denne oppgaven tatt form.

Laila Rolland for hjelp til registrering av deler og artikkelnummer, under registrering og i etterkant var hennes ekspertise uunnværlig.

Dag Eivind Bakka for logistikk innspill og svar på spørsmål.

Saeed Bikass for hjelp til 3D design.

Endre Håland for tilgang til robotikklab under Covid-19.

Christina Ekrem Dimmen for gjennomgang og innspill.

Sammendrag

Denne bacheloroppgaven er utarbeidet for Lonevåg Beslagfabrikk AS, med den hensikt å lage en rapport som belyser effektivitets- og presisjonsforbedringen ved delautomatisering av den nåværende pakkeprosessen. I prosessen med å utarbeide den alternative pakkemetoden har vi benyttet litteraturgjennomgang, observasjon i bedrift, intervju, samtaler med aktuelle nøkkelpersoner, innspill fra fagpersonell og design thinking. Ved hjelp av de metodene har vi utarbeidet et alternativ til logistikkflyten i den avdelingen. Vårt alternativ innebærer kjøp og integrering av en lagerheis av typen Kardex LR35 og en robotarm av typen Universalrobot UR10. Dette innebærer også innkjøp eller gjenbruk av transportbånd, og planforslag til nytt oppsett. Målet med den nye løsningen er i hovedsak å redusere feilsendinger, redusere plukktid på større ordre, bedre arealbruk og forebygge slitasjeskader som ansatte blir utsatt for. Resultatet er en løsning som innenfor budsjettet reduserer plukkfeil betraktelig, ivaretar sikkerheten og ergonomien til de ansatte, frigjør store arealer, opprettholder plukkfart ved små kvantum og forbedrer ved store kvantum.

Abstract

This bachelor thesis is developed for Lonevåg Beslagfabrikk AS, with the intended purpose to create a rapport that presents the efficiency and precision improvements by partial automatization of the packaging process. In the process of developing the alternative packaging method, we have utilized literature review, observation, interviews, conversations with key personnel, input from professionals and concepts from design thinking. With these methods we have developed an alternative to the logistic flow at Lobas. The alternative involves the requisition of a storage elevator made by Kardex Remstar and a robotic arm produced by Universal Robots. It also includes the purchase or re-use of a transportation line and optimizing the layout of the area. The purpose of this thesis is to reduce faulty orders, reducing picking time on larger orders, better utilization of the area as well as optimizing safety and ergonomic aspects. The result is a solution that within the budget, manages to reduce faults in orders, maintaining safety of the employees, either matching the picking speed or improving it and freeing up areas.

Innhold

Forord.....	IV
Sammendrag.....	V
Abstract	VII
Nomenklatur.....	XII
1. Innledning.....	1
1.1 Problemstilling	1
1.2 Tema.....	1
1.3 Begrensninger.....	2
2. Metode.....	3
2.1 Kvalitativ metode	3
2.2 kvantitativ metode	4
2.3 Eksperimentell metode.....	4
2.4 Intervju som metode.....	4
2.5 Observasjon som metode.....	5
2.6 Feilkilder	5
3. Introduksjon	7
3.1 Histore	7
3.1.1 Hvorfor vi valgte Lobas A/S	9
3.1.2 Begrensninger.....	9
3.2 Innkjøp av råmaterialer	10
3.2.1 Leverandører	11
3.3 Fra råmateriale til ferdig produkt	13
3.4 Kunder.....	16
4. Konsekvenser på grunn av feilplukk:.....	17
4.1 Hvordan kan man redusere plukkfeil?.....	17
5. Tid og penger.....	19
6. Lean.....	20
7. Menneskelig svikt på lager.....	21
8. Automatisering og robotikk.....	23

8.1	Industries 4.0	23
8.2	Automatisering	23
8.3	Robotikk	23
8.4	Robotikk	25
9.	Universal Robots	26
9.1	Hvorfor automatisere pakkeprosessen?	26
9.2	Mindre plukkfeil og feilsendinger	26
9.3	Kostnad.....	26
9.4	Enkel å programmere	26
9.5	Sikkerhet.....	27
10.	Kardex LR35	29
10.1	Hvordan fungerer Kardex Remstar LR 35	29
10.2	Hvorfor automatisere lager og plukkløsningen	30
10.3	Mindre plukkfeil og feilsendinger	30
10.4	HMS	30
11.	Kardex, bånd og tidsberegninger.....	32
11.1	Dagens løsning	32
11.2	Design thinking	35
11.3	Begrensinger.....	42
12.	Diskusjon.....	47
13.	Resultat.....	51
13.1	Arealbesparende resultater	51
13.2	HMS resultater	51
14.	Konklusjon	52
	Referanser.....	53
	Liste over Figurer	55
	Liste over Tabeller.....	55
	Liste over Bilder.....	55
	Vedlegg 1	57

Nomenklatur

Lobas = Lonevåg beslagfabrikk

HVL = Høgskulen på Vestlandet

m/s = Meter per sekund

NOK = Norske kroner

TB = Torsjon bak

TF = Torsjon foran

f.eks = For eksempel

Cobots = Collorative robots (roboter som jobber sammen med menesker)

Kardex = lagerheise av modell LR35 laget av Kardex Remstar

HMS = Helse, Miljø og sikkerhet

1. Innledning

Vårsemesteret 2020 skal 3-års studentene ved IMM (institutt for Maskin- og Marinteknikk) ved HVL (Høgskulen på Vestlandet) skrive bacheloroppgave som avsluttende prosjekt. Her stiller hver gruppe fritt til å kontakte bedrifter for en oppgave eller å skrive en oppgave i regi av skolen. Denne gruppen kontaktet Lonevåg Beslagfabrikk AS, kjent og heretter omtalt som Lobas for å utrede muligheter for å skrive bacheloroppgave for dem. Et av medlemmene i gruppen jobber ved Lobas, derfor fulgte det fordelsmessige innsikter i bedriftens drift og produksjonsprosess. Lobas stilte seg positiv til tilbudet og gav tre oppgaver å velge imellom, alle tre er reelle prosjekter som Lobas har begynt planlegging på og vil gjennomføre. I tillegg til å skrive en produktiv og praktisk oppgave for Lobas skal oppgaven være en vitenskapelig artikkel for HVL. Oppgaven som gruppen landet på inneholdt en problemstilling som var aktuell og relevant for vårt studium samtidig som den har en høy gjennomførbarhetsgrad, dette gjør at om oppgaven blir skrevet på en tilfredsstillende måte kan deler eller hele løsningen bli gjennomført.

I denne oppgaven skal man se nærmere på logistikken rundt pakking av artikler hos Lobas. Målet er en analyse av det å effektivisere denne prosessen ved hjelp av delautomatisering.

1.1 Problemstilling

Hvor mye kan pakkeprosessen og arealbruken effektiviseres ved hjelp av lagerautomater og automatisering?

1.2 Tema

Oppgaven skal sette søkelys på effektivisering av pakkeprosessen for utstyrspakker til garasjeporter ved Lobas. Hovedfokus på oppgaven skal være en delautomatisering av lagring og pakking av de forskjellige artiklene. De ulike modellene garasjeporter trenger ulike artikler, pr dags dato er praksis å plukke og pakke dette for hånd, denne oppgaven skal komme med forslag om en alternativ praksis. Ved å se nærmere på lagerautomater, lagerstyring, emballasje og pakking er målet å oppnå en mer tids- og kostnadseffektiv måte å gjøre dette på. Målet er å i en større grad kvalitetssikre innholdet i utstyrspakkene samtidig som effektiviteten på pakkingen økes.

1.3 Begrensninger

Det er fremmet ønske fra bedriften om at en eventuell lagermaskin skal være av merket Kardex Remstar, da bedriften har flere maskiner av dette merket fra før. Ved å holde seg til et merke vil det kreve mindre antall aktører for service og oppgraderinger. Bedriften har allerede opparbeidet seg en kompetanse på Kardex Remstar og mener derfor at eventuelle besparelser på prisdifferanse, vil gå tapt på ny opplæring av personell med en allerede eksisterende Kardex Remstar opplæring.

Rammene for prosjektet har fått tildelt et budsjett på 3 millioner NOK, for å være realistisk gjennomførbart for Lobas. Dette har begrenset alternativene våre med tanke på automatiseringsgrad og mengder med utstyr som anbefales innkjøpt.

Denne oppgaven ble skrevet i løpet av våren 2020. På grunn av viruset Covid-19 og de restriksjonene som fulgte, har det vært store endringer i samfunnet. Alle offentlige bibliotek og skolens lokaler har holdt stengt og derfor har tilgangen til faglitteratur vært begrenset til den som er tilgjengelig på internett. Gruppen har ikke hatt anledning til å reise til Lobas sine lokaler for å observere og intervju ansatte som planlagt. På grunn av sistnevnte grunn har også gruppen ikke kunne tatt bilder og tegnet inn i disse hvordan vi tenker å løse prosjektet. På grunn av Folkehelseinstituttet sine retningslinjer har vi unngått å samles fra mars 2020, til tross for gode nettbaserte hjelpemidler opplever vi det mindre effektivt å jobbe sammen over nettet.

2. Metode

Metode er et redskap man bruker for å svare på problemstillingen. Foruten en strukturert måte å samle inn og tolke data på, vil enhver konklusjon bli satt i tvil. Hvis man benytter metode korrekt, vil man kunne skape resultater med høy troverdighetsgrad, gyldighet og bygge på de korrekte naturvitenskapelige normer. [1]

I artikkelen «Metodekapitlet» beskriver A. Lerdal metode slik: «Hensikten er å beskrive hvordan forskerne har besvart forskningsspørsmålene, det vil si hvordan de har gått frem for å innhente data til studien, hvilke data som er innhentet og hvordan man har analysert dem.» [2]

Metode er et samlebegrep på alle typer av innhenting og behandling av informasjon som blir benyttet i prosjektet. Dette inkluderer innhenting av informasjon fra ulike kilder som bøker, faglitteratur og nettsider, men også intervjuer og målinger. Ved å benytte seg av de systematisere metodene og sette seg inn i styrker og svakheter ved de forskjellige, kan man unngå feil eller unøyaktigheter. God metodebruk vil gi prosjektet validitet og relabilitet. [3]

2.1 Kvalitativ metode

Kvalitativ metode kjennetegnes ved innhenting av myke data, oftest mennesker eller andre dynamiske kilder der man har mulighet til å utdype svar eller observasjoner. Metoden skiller seg fra kvantitativ metode, da kvalitative data setter søkelys på innsamling fra mindre grupper der hver enkelt observasjon får større fokus og dedikeres mer tid til. Kvalitativ forskning innen naturvitenskaplige felter er utbredt der datainnsamling fasen ikke legger til rette for store grupper eller setter krav til utdypning rundt hvert objekt. Fordelene med kvalitativ metode er dybden i undersøkelsen, fleksibilitet, direkte kontakt med feltet, generell forståelse og helhetsforståelsen. [4]

Kvalitativ metode er best egnet for mindre grupper, der man kan vie lenger tid til hver enkel observasjon. Dermed må man i utvelgelsesfasen være bevisst på at man ikke kan ta generelle slutninger for en hel populasjon på grunnlag av et lite utvalg. I tilfeller der man av natur ikke har tilgang på en større populasjon, kan kvalitative undersøkelser være bedre egnet enn kvantitative metoder da man går dypere i undersøkelsen og dataen ikke trenger et standardisert oppsett. [5]

2.2 Kvantitativ metode

Kvantitativ metode er basert på data i målbare enheter og mulighet til regneoperasjoner med resultatene. Metoden er effektiv ved vurdering av store mengder data, eller i sammenhenger der tall og målinger er viktig for resultatet. Fordelene med kvantitativt orientert metode inkluderer presisjon på målinger, systematikk, fjernhet fra feltet og sammenlignbarhet med andre kvantitative målinger. Kvantitative målinger blir omtalt som harde data da de produserer data og resultater på standardiserte former med faste enheter. [1]

2.3 Eksperimentell metode

Eksperimentell metode er basert på data som er innhentet via eksperiment, dette kan være kontrollerte eksperiment utført i lab, eller målinger som er utført i felten. I denne oppgaven har vi tatt i bruk flere eksperimentelle metoder, deriblant tidtaking og veiing. Selv om mye av den eksperimentelle metoden kan gå som kvantitativ metode er det viktig å skille de. Den eksperimentelle metoden innhenter nemlig data som også kan brukes til kvalitativ analyse. For å få så like grunnlag for målingene som mulig er alle eksperiment utført med samme måleutstyr, som et eksempel er alle veiinger gjort med samme vekt under like forhold. [6]

2.4 Intervju som metode

Som en del av både det å skape oversikt og senere i problemløsningsfasen, har kvalitative intervju blitt brukt som metode. Dette er fordi vi mener at problemstillingen er så kompleks av natur, at kvantitative intervju ved hjelp av spørreskjema eller svaralternativer ikke ville gitt ønsket resultat. Vi ønsker at intervjuobjektene skal kunne komme med egenformulerte svar, da dette i størst grad vil gi oss innsyn i deres meninger og situasjonsoppfatning. Intervjuobjektene er personer med lang fartstid i bedriften, eller med dyptgående faglige kunnskaper, derfor er individets perspektiv viktigere for oppgaven enn et standardisert svar som gir mulighet til statistikk. Denne formen for spørsmål gir forfatterne en dypere forståelse. Typen intervju som ble benyttet var intervju-guide tilnærmingen som kjennetegnes ved at intervjuer har en liste med spørsmål som er forberedt på forhånd av intervjuet, der rekkefølgen på spørsmålene ikke er viktig og intervjuer er opptatt av å følge opp det intervjuobjektet sier. Styrken til denne formen for intervju er at man på grunn av nedskrevne spørsmål får en viss struktur i intervjuet, men som følge av at intervjuet tidvis kan oppfattes som en samtale på grunn av oppfølgingsspørsmål, kan man få ut mer informasjon enn det som var tiltenkt når spørsmålet ble skrevet ned. Praktisk sett så har intervjuerne fokusert på å ikke stille ledende spørsmål, eller

å ha noen forliggende intensjon om å lede intervjuobjektet mot et svar, dette kombinert ved å opptre nøytralt vil gi de mest genuine svarene om intervjuobjektet sine synspunkter. [1]

2.5 Observasjon som metode

Som et verktøy for å skaffe en bedre oversikt har vi benyttet strukturert observasjon som metode. Dette går ut på å planlegge en observasjon; hva er man ute etter ved observasjonen, og hvorledes oppfører observasjonsobjektet seg. For å oppnå best mulig observasjon holdt vi oss i bakgrunnen, men gjorde observasjonsobjektet oppmerksom på at observasjon tok sted. Ideelt sett skal observasjon foregå uten at observasjonsobjektet vet om det, men dette fører til både etiske og praktiske problemer ved gjennomførelse. Svakheten ved observasjoner er at metoden er avhengig av observatørens oppfatning av situasjonen, metoden er derfor kvalitativt orientert. For å sikre seg mot feil eller tolkninger i observasjoner kan det benyttes kvantitative metoder slik som telling og tidtaking. Ved å benytte seg av kvantitative målinger i observasjonen kan man unngå at resultatet blir påvirket av sjarmøreffekten, der personellet som observerer blir sjarmert eller på andre måter påvirket av observasjonsobjektet. [1]

2.6 Feilkilder

Siden forfatterne har laget en problemstilling og ønsker å løse denne vil det være en tilstedeværende fare for forventningseffekter i måleresultater og intervjuer. Dette er når forskerne har forventninger til resultatet. Det er mange måter forventningseffekter kan slå ut på, deriblant at forskere tolker data fra intervjuobjekter eller målinger i favør av egen forventning. Det vanligste for å gjøre faren for forventningseffekter så liten som mulig er å gjøre blindstudier, dette er standard praksis innen blant annet medisin. På grunn av prosjektets natur er det ikke praktisk mulig å gjennomføre blindstudier, man må heller fokusere på empiriske data, og alltid være åpen for at forskningen kan vise at løsningen ikke er optimal. [1]

Ved gjennomgang av relevant litteratur er faren for publikasjonsbias til stede. Dette er når bare studier som dokumenterer forventet effekt blir publisert, mens de som ikke viser eller motbeviser hypotesen forblir upublisert. For å unngå publikasjonsbias har forskerne holdt seg til litteratur med åpen problemstilling fremfor spesifikke små problemstillinger. I tillegg har vi bare hentet artikler og avhandlinger fra etablerte kilder. Når man kombinerer de tidlige

nevnte forholdsreglene med kildekritikk, er man bedre forberedt på eventuell publikasjonsbias. [1]

3. Introduksjon

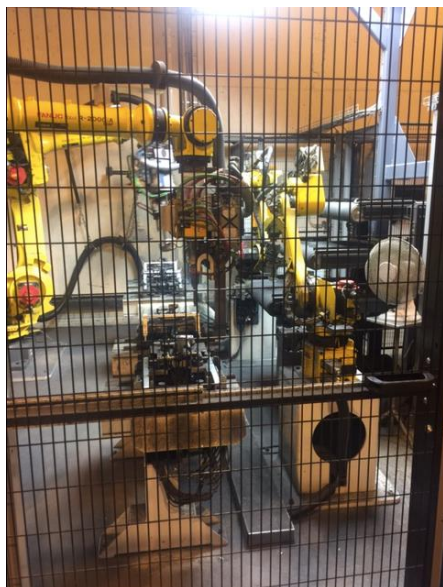
Lobas har to forskjellige avdelinger, dette blir nærmere forklart i 3.1.3. Avdelingen vi skal skrive om er garasjeportavdelingen. Her blir det produsert og pakket komplette garasjeporter til store kunder i Norge. Dette er grossister som Igland Garasjeporter A/S, Salhus Garasjeporter A/S og HD Solskjerming/Fasadeprodukter, som deretter selger videre til sluttkunden. [7]

3.1 Histore

Ved et intervju av tidligere leder Jostein Jacobsen [7] var det mulig å få et innblikk i utviklingen og historien bak bedriften. Lobas ble startet i 1947, som en liten lokal smie lokalisert i Flatevad på Osterøy. De startet med å produsere enkle deler som portklinkere, rekkebolt, rennekroker, snøfangere, og etter hvert komplett utstyr til hustak. De hadde på denne tiden manuelle enkle maskiner som de brukte til kapping, bokking, boring, smiing og sveising av deler.

På begynnelsen av 60-tallet bestemte Lobas seg for å satse på bygningsbeslag. Markedet var stort, og det var en utfordring å komme seg inn på markedet. Konkurransen var hard, flere av konkurrentene var godt etablert og hadde markedet på Vestlandet. For å komme inn på markedet, besluttet Lobas å starte med produksjon av vippeporter. Dette var det ikke så mange i Norge som drev med, og strategien var vellykket. For å nå ut til et større marked, reiste bedriften på forskjellige messer rundt i landet.

Etter hvert som kapitalen økte, kunne Lobas investere. De startet med innkjøp av moderne utstyr og automatiserte maskiner. De jobbet med å forbedre eksisterende produkter og utvikle nye produkter, samt optimalisering av produksjonen. Lobas har helt fra starten hatt fokus på å følge utviklingen og moderniseringen i industrien. I dag har de 75 ansatte og 55 roboter. De jobber kontinuerlig med å videreutvikle sine egne produkter. På bakgrunn av alt dette har Lobas utviklet seg til å bli en av de større nasjonale produsentene innen sitt fagfelt.



Bilde 1: Produksjon av stige­trinn (Foto: Jøran Jacobsen)



Bilde 2: Smien fra 60-tallet (Foto: Jøran Jacobsen)

Utviklingen i markedet har ført til at Lobas har gått over fra vippeporter til leddporter. Etter at salget økte, ble det behov for utbygging av lagerkapasitet og produksjonsområde. Dermed kjøpte Lobas et nytt lokale i Fotlandsvåg på Osterøy i begynnelsen av årtusenskiftet. Dette lokalet ble renoverert og bygget ut i henhold til dagens standard.

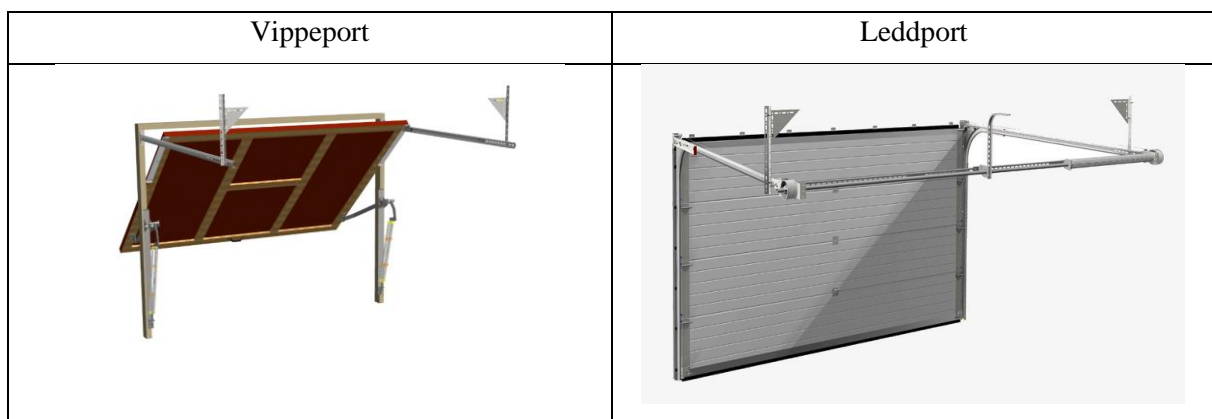
Lobas har fått oppmerksomhet i media på grunn av deres bruk av roboter og positive økonomiske resultater år etter år. Ifølge daglig leder, Jørn Jacobsen, er mye av grunnen til dette; effektive ansatte og høy markedsandel for de viktigste produktene. [8]



Bilde 3: Flyfoto av Lobas, Lonevåg [9]



Bilde 4: Flyfoto av garasjeportavdeling, Fotlandsvåg [10]



Bilde 5: Illustrasjon av Vippeport [10]

Bilde 6: Illustrasjon av Leddport [10]

3.1.1 Hvorfor vi valgte Lobas A/S

I prosessen med å finne en bedrift å skrive bachelorprosjekt for, endte valget på Lobas. En av forfatterne er ansatt i bedriften, noe som gjorde det enklere å kontakte dem. Dette var fordelmessig for oss med tanke på en eventuell lang søknadsprosess for å finne andre potensielle bedrifter å skrive for. Dermed kunne vi komme fort i gang med å undersøke, samle inn informasjon og sette oss inn i de problemstillingene vi fikk velge mellom. Vi fikk utdelt tre forskjellige problemstillinger fra Lobas som vi kunne ta til betraktning. Her stod vi fritt til å velge den problemstillingen som passet oss best. En av problemstillingene omhandler et forslag til en alternativ løsning til på logistikkprosess. Dette var en passende problemstilling for oss, der interessen var stor og det eksisterte et faglig grunnlag.

3.1.2 Begrensninger

Lobas har to hovedavdelinger/lokaler internt i bedriften. Det ene lokalet er i Lonevåg, der de produserer taksikringsutstyr og bygningsbeslag. Det andre lokalet er i Fotlandsvåg, det er

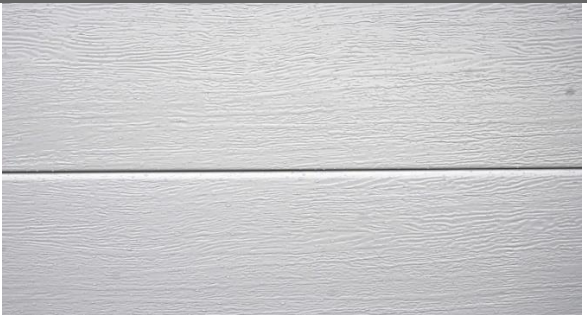
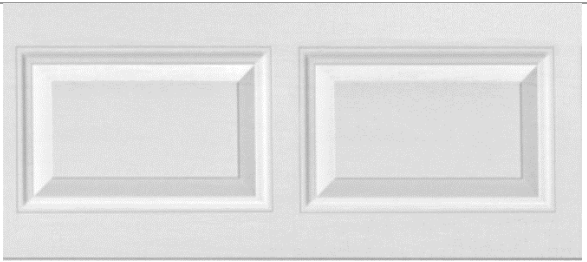
hvor produksjonen av garasjeporter og garasjedører forgår. Videre i oppgaven vil det kun omhandle garasjeportavdelingen, siden det er den avdelingen oppgaven vil basere seg på.

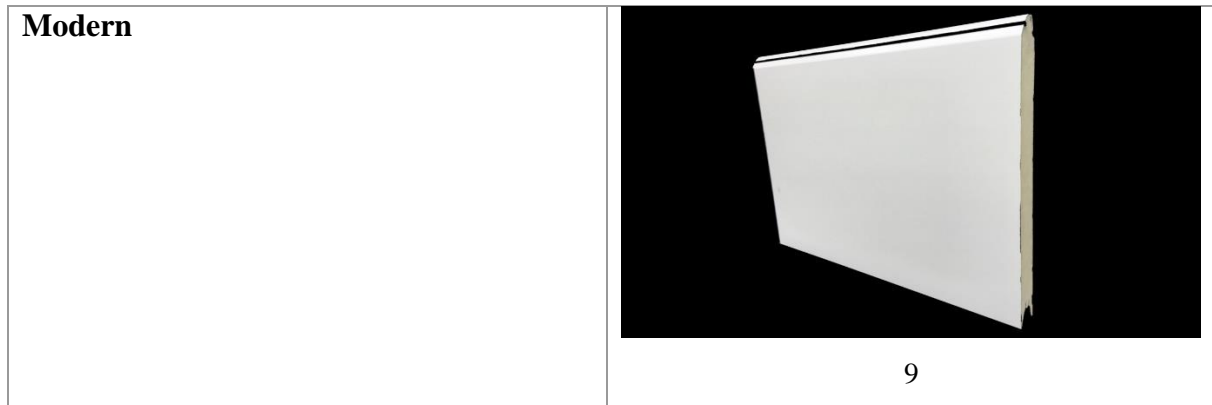
3.2 Innkjøp av råmaterialer

Produkter Lobas kjøper inn er element/ledd fra Kingspan og motorer fra Liftmaster. Elementene har en standardlengde på 6,0 m, eneste unntaket er en type element som heter Kassett. Disse elementene bestilles inn i tre forskjellige lengder, lengdene er 2,6 m, 3,0 m og 5,0 m. De mest solgte designene er Trend og Modern, Lobas tilbyr i tillegg to andre typer som kundene kan velge mellom. Elementene kan lakeres etter kundes ønske.

- Trend har to typer standardfarger som er hvit og quartz grå. Denne modellen har trestruktur i overflaten som gir den et trendy og moderne utseende. [11]
- Kassett har samme overflatestruktur som Trend, altså trestruktur. Det som skiller Kassett fra Trend er speilene, som er enten lange eller korte avhengig av bredden på porten. Hvit er standardfargen for denne modellen. [12]
- Modern «er en port med plan profil og slett overflate. Dette gir garasjeporten et elegant utseende, og den passer godt sammen med moderne arkitektur». [13] Standardfargene som kan velges er hvit, sort og antrasitt.

De mest solgte typene:

Elementtype	Design
Trend	 <p style="text-align: center;">7</p>
Kassett	 <p style="text-align: center;">8</p>



Bilde 7: Trend [14] Bilde 8: Kassett [10] Bilde 9: Modern [10]

3.2.1 Leverandører

Leverandør	Fakta
Kingspan	Kingspan grunnlagt i 1965 i Irland. De startet som en ingeniør og entreprenørbedrift. I dag er de en global bedrift med over 11.000 ansatte. [15]
Liftmaster	Liftmaster ble grunnlagt i 1969, og har sitt hovedkontor i Sydney, Australia med flere lager forskjellige steder i landet. Ifølge nettsiden til Liftmaster er de den største leverandøren i verden av garasjeportåpnere. [16]

Liftmaster har vært leverandøren til Lobas i mer enn 15 år. Lobas kjøper garasjeportåpnere, fotoceller, fjernkontroller, veggbryter og andre tilleggsutstyr til motoren av Liftmaster. Motoren bestemmes i hovedsak ut fra egenvekten til porten. De forskjellige typene motorer er LM80, LM100 og LM130. Maks ytelse for de ulike typene er:

- LM80, maks 130kg
- LM100, maks 150kg
- LM130, maks 260 kg.

Produkt	Bilde
Garasjeportåpner	 A black and red LiftMaster motor unit, model LM80 / 100 / 130EVS, shown from a three-quarter perspective.
Fotocelle	SIKKERHETSSYSTEM FOTOCELLE 772E <ul style="list-style-type: none">• Moderne design• Kan brukes med alle LiftMaster portåpner• IP44, 15 meter rekkevidde• 2-ledningssystem med LiftMaster signal  Two black, cylindrical photocell sensors standing side-by-side.
Fjernkontroll	 Two black LiftMaster remote controls, one with a silver top and one with a black top, shown from a top-down perspective.
Veggbryter	TRÅDLØS INNVENDIG VEGGBRYTER 128EV <p>2-kanals for styring av for eksempel to garasjeport åpnere. Elegant design, enkel montering. Sender på frekvens 433 MHz.</p>  A white, rectangular wall switch with a single vertical slot.



Bilde 10: Motor og tilleggsutstyr [17]



Forklaring:

IP44: En IP-grad er en sertifisering som viser evnen til å motstå inntrengning av partikler og fukt.

3.3 Fra råmateriale til ferdig produkt

Lobas får inn ordre fra kundene, det vil si at de produserer produktet etter kundens ønske og spesifikasjoner. Dette er spesifikasjoner som bredde og lengde på porten, vindu(er), ventiler og farge. Kunden bestemmer hvilken type modell som er ønskelig (De forskjellige modellene er forklart i 3.2).

Faser	Forklaring	Bilde
Lager	<p>Når elementene kommer inn på lageret, blir de sortert etter modell og satt i forskjellige lokasjoner som vist på bilde.</p> <p>En truck legger elementene på plass.</p> <p>I disse lokasjonene kan man finne elementer, tilbudsporter og beslag til portene.</p>	 <p style="text-align: center;">11</p>
Innmating og fres	<p>I det neste steget har vi innmating og fresing av portene. I selve fressystemet har Lobas lokasjoner som de plasserer de forskjellige modellene i. Modellen Trend, som er den mest solgte modellen, har flere lokasjoner internt i systemet enn de andre modellene.</p> <p>Hvilken type port som skal freses er bestemt fra ordrer som ligger i databasen til Lobas. I databasen er ordrene sortert etter leveringsdatoer.</p> <p>Ved hjelp av en automatisert robotarm, blir elementet lagt på et bånd, og transportert inn</p>	 <p style="text-align: center;">12</p>

	<p>i freseanlegget. Fresen kutter etter bestilt lengde, lager hull og freser ut plasser til vinduene om det er bestilt.</p>	
Lakkering	<p>Etter fresing går elementene videre til en stasjon der de blir kontrollerte, og sidebeslag blir montert. Dette er et beslag som skjuler de bearbejdede kantene fra fremsiden og baksiden av porten.</p> <p>Enkelte kunder ønsker en annen farge enn standard fargene. Her tilbyr Lobas sine kunder en lakkering.</p> <p>På bildet kan man se at kunden i dette tilfelle ønsket en rød farge på porten.</p>	 <p>13</p>
Emballering og pakking	<p>Etter eventuell lakkering, blir elementene pakket i skumfolie og pakket i plast. Denne pakkemetoden er utviklet i nyere tid, før dette ble pappkartong brukt.</p> <p>Mellom to og tre elementer blir pakket i hver pakke, som vist på bilde. En komplett port er som oftest to pakker, i noen tilfeller er det tre om det er en port med stor høyde.</p> <p>På denne stasjonen blir det avgjort om porten skal pakkes som bulk eller enkel. Forskjellen på de forskjellige pakkemetodene er kort forklart under:</p> <p>I en enkel pakke er porten komplett med beslag og utstyrspakke, som et kolli.</p>	 <p>14</p>

	<p>Ved bulk er flere porter pakket sammen og vil bli sendt som flere kollier. Dette er ofte i større forsendelser til grossister.</p>	
<p>Beslag og utstyrpakking</p>	<p>Med hver port følger det beslag og nødvendig utstyr. Beslaget og utstyrseskene blir produsert etter størrelsen på porten og overhøyde/takhøyde.</p> <p>På øverste bilde til høyre ser vi pakking av beslag og på det neste bilde ser vi pakking av utstyr. Det er i denne avdelingen prosjektet vil ha hovedfokus.</p>	 <p style="text-align: center;">15</p>  <p style="text-align: center;">16</p>
<p>Ferdigprodukt</p>	<p>Siste steget i prosessen. Enkle ferdig pakkede kollier ender her. Da er produktet gjennom hele prosessen, fra å være råvareprodukt til en ferdig komplett portpakke. Alt av utstyr, beslag og eventuell motor til denne porten blir pakket sammen.</p> <p>Etter dette steget er den ferdigpakkede porten klar til leveranse.</p>	 <p style="text-align: center;">17</p>

Bilder 11 – 17: Produksjonslokale og arbeidsprosess (Foto Jøran Jacobsen)

3.4 Kunder

Kunder	Fakta
Igland Garasjen A/S	Igland Garasjen A/S ble stiftet i 1963. Da var bedriften delt i to avdelinger, garasjeporter og møbler. I 1992 satset bedriften kun på garasjeporter da forespørselen økte. Fra denne perioden og frem til nå, har de solgt over 100 000 garasjeporter over hele landet. Hovedkontoret er lokalisert i Grimstad, videre har de avdelinger i Hordaland, Grenland og Trøndelag. [18]
Salhus Garasjeporter A/S	Salhus ble grunnlagt i 1987. Salhus har sine lokaler i Avaldsnes, Karmøy. Fra oppstart og frem til i dag har de solgt over 35 000 garasjeporter i Norge. [19]
Fasadeprodukter/HD Solskjerming	Fasadeprodukter startet i Møre og Romsdal i 1990. I dag er de Norges største forhandler av solskjerming, ifølge deres hjemmeside. I 2015 ble Fasadeprodukter kjøpt opp av Hunter Douglas B.V., og dermed en del av HD Solskjerming. [20] De har hovedkontoret sitt i Molde og i dag selger de solskjerming og garasjeporter. [21]

4. Konsekvenser på grunn av feilplukk:

Lobas har som mål å ha god kvalitet på sine produkter og et godt omdømme blant sine kunder. Fra hjemmesiden til Lobas er de den eneste produsenten i Norge med portbeslag som de selv lager. For å opprettholde et slikt omdømme er det viktig at kunden er fornøyd med produktet og servicen. Dette gjelder ikke kun kvaliteten de får levert, men også riktig leveringstid og rett innhold i pakkene. Feilplukk av artikler er en faktor som har potensiale til å ødelegge et godt omdømme.

Ved feilplukk har det ikke kun store konsekvenser for leverandørene, men også for kunden. Dette medfører ikke kun direkte kostnader, men også merkostnader. I følge Consafe Logistics [22] er det mange konsekvenser som kan påvirke bedriften og kunden. Under er en tabell som viser noen av de konsekvensene som kan forekomme:

Bedriften	Kunden
Selgeren registrerer kundens klage	Klager til selger
Lageret sender ut nye varer	Klager videre til deg
Lageret behandler den returnerte varen	Må bruke større ressurser for å skaffe en umiddelbar erstatning dersom kunden ikke kan vente
Ekstra fraktkostnader	Taper inntekter
Selskapet mister inntekt	Kan medføre problemer med kontantstrømmen

Tabell 1: Konsekvenstabell. [22]

Disse konsekvensene ved feilplukk kan forårsake lojalitetsvikt mellom bedriften og kunden, samt negativ omtale. Den videre konsekvensen er at bedriften mister kunder og dermed at kunden finner en ny leverandør.

4.1 Hvordan kan man redusere plukkfeil?

I vårt tilfelle er automatisering et godt tiltak for å redusere plukkfeilene. Store deler av plukkfeil skyldes menneskelig feil som blant annet; konsentrasjonssvikt. I dag er det en eller to personer som opererer plukkstasjonen. Gjennom et mailintervju med Lobas, fikk vi opplyst at en person oftest bruker 7 – 20 minutter på å pakke en utstyrseske, det avhenger av hvilken type bestilling det er. [23] Som nevnt tidligere har Lobas tre typer utstyrsesker: TB (torsjon bak), TF (torsjon

foran) og universal beslag. Hvilken type beslag det pakkes bestemmes ut ifra overhøyden der porten skal monteres, høyden på selve porten eller om det er skråtak. Hvor lang tid en person bruker å pakke en utstyrseske og kravene er vist under.

- TB: 10 minutter. Overhøyde: Minimum 16 cm,
- TF: 7 – 8 minutter. Overhøyde: Minimum 20 cm
- Universal: 15 – 20 minutter Overhøyde: Minimum 35 cm, over 2,49 meter porthøyde og skråtak

Det er mange deler som skal være med og det er enkelt å plukke feil om man ikke konsentrert og har en strukturert arbeidsmetode. Det er deler som er høyreorientert og venstreorientert. Den mest vanlige plukkfeilen operatøren gjør er å ta to høyre eller venstre deler, i stedet for å ta en av hver. [23] Når utstyrsesken blir kontrollveid får man ingen utslag på vekten siden høyre og venstre delen veier det samme.

Ved å delautomatisere plukklinjen kan man unngå slike plukkfeil. Planen er et heissystem som alle deler skal lagres i. Dette gjør at deler som står på lageret i dag kan samles på en plass i denne heisen. Dette fører til at det blir mer plass i lokalet til andre produkter. Heissystemet skal samarbeide med et transportbånd og en robotarm. De forskjellige delene skal plasseres i kasser inni heisen, som deretter kommer ut på båndet og sortert av en robotarm. Robotarmen sin hensikt er å plukke artikler fra kassene som kommer ut ifra heisen og over til pappesker som skal sendes med portene. Robotarmen, transportbåndet og heisen samarbeider ut ifra en ordre. Fra ordren vet heisen og robotarmen hvilken type og antall artikler som skal plukkes og være med i utstyrsesken. Dermed er det mindre sannsynlig at feil oppstår. Et annet tiltak er vektkontroll av utstyrsesken når den er komplett. Hver del har en oppgitt vekt i gram, og når utstyrsesken er ferdig skal operatøren veie esken. Alle artikler vil bli veid på nytt, fordi det kan være forskjeller fra estimert vekt til faktisk vekt. Om totalvekten ikke stemmer ut fra forventet vekt, kan esken kontrolleres ut ifra ordren.

5. Tid og penger

Dersom man sender feil artikler, vil det koste tid og penger å ettersende den riktige artikkelen. Det vil ikke kun bli dyrt for Lobas, men det går også ut over kunden. En montør vil ikke kunne montere porten om det mangler en artikkel. Ut fra estimat som Lobas har gjort, vil det koste mellom 1 000 og 1 500 NOK [23] i gjennomsnitt per ettersending. Dette er hovedsakelig deler som i seg selv ikke har stor verdi. Hvor mye det vil koste er avhengig av kunden og lokasjon. Dersom Lobas har sendt feil artikler eller ordren mangler deler, vil ikke montering kunne fullføres som planlagt. Dette fører til tapt arbeidstid, lavere effektivitet og vil skape et irritasjonsmoment for kunden.

Fra Lobas fikk vi beskrevet en tidligere situasjon som beskriver problemet:

«Kunden får en komplett port fra Lobas som har en feilplukket artikkel. Dette oppdager ikke montøren og kjører tre timer for å komme til sin kunde. Montøren begynner på montasje av porten og merker at det mangler en viktig del etter to timer med montering. Dermed kan ikke porten ferdigstilles, montøren får ikke gjort den operativ fordi denne artikkelen mangler. Montøren får da ikke gjort noe mer og reiser tre timer tilbake igjen, for så å vente til Lobas sender erstatningsartikkelen. Lobas sender artikkelen samme dag som de får melding og leveransen kommer til å ta 2-3 virkedager. Artikkelen kommer frem og montøren reiser tre timer, for så å montere ferdig porten og reiser tre timer tilbake». [24]

I dette tilfelle mister montøren og grossisten mye tid, på grunn av feil ved Lobas. I denne situasjonen måtte kunden til grossisten vente flere dager for å få porten sin på plass. Situasjoner som dette kan føre til at Lobas får et dårlig omdømme blant potensielle kunder. I en samtale med Lobas fortalte de, at de hadde rundt 2 – 3 feilplukk i uken. [23] Gjennom en utregning basert på estimat fra Lobas, kommer vi frem til en potensiell ekstra kostnad på 207 000 NOK i året på grunn av plukkfeil.

Formel:

*Arbeidsuker i året * Feilplukk per uke * Sum per feilplukk = Tapte penger i året*

*46 arbeidsuker * 3 feilplukk per uke * 1 500 NOK = 207 000NOK i året*

6. Lean

I boken «Dette er lean» [25] har Niklas Modig forsket på om Lean er basert på Toyota Production System, han har i hovedsak delt det inn i to deler for å forstå hva en Lean strategi er. Delene har satt søkelys på kundene sine behov.

1. Den første delen omhandler prioritering av vareflyt framfor utnyttelse av kapasitet. Bedrifter vil vanligvis organisere seg i ulike funksjoner. Som et eksempel på dette kan vi se på Lobas som organisasjonen, som er delt inn i ulike avdelinger. Da styrer de virksomheten ut ifra de avdelingene slik at de skaper verdi. I boksen står det at man ikke skal se kun på forbedringer i hver avdeling, men se på helheten og potensialet internt i avdelingene. Lobas som organisasjon må finne tiltak til forbedring i hver avdeling, i henhold til kunden sine behov. Dermed må alle avdelingene samarbeide for å skape den beste flyten, slik at man kan oppnå det beste for kunden. [25]

I prosjektets tilfelle har vi sett nærmere på utstyrseske-avdelingen, der potensielle forbedringer i henhold til kundens krav er:

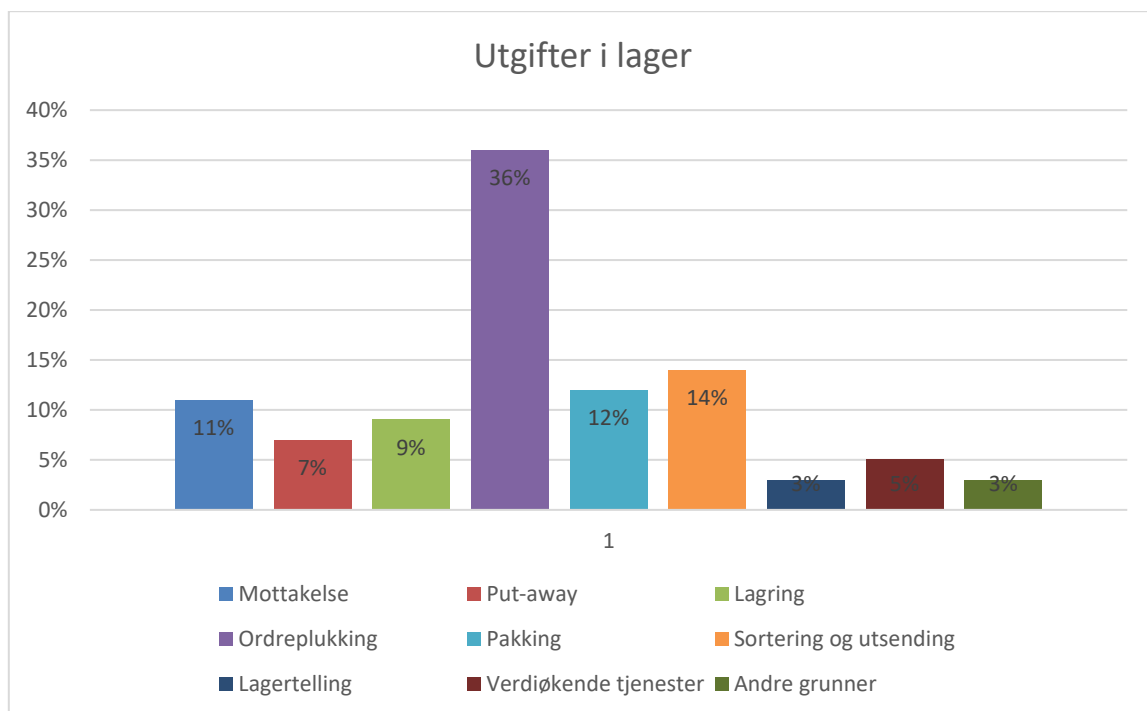
- Ingen plukkfeil
- Porten leveres og ferdigstilles til rett tid
- Gode produkt
- Enkel og hurtig montering av garasjeport
- God og enkel monteringsanvisning
- God service og kundesupport
- Gode garantier

2. Det siste steget er forbedring. For et produkt vil dette bety at man ikke kun skal se på produktet som godt nok, men finne forbedringer for å gjøre det bedre kontinuerlig. Her må vi utarbeide en prosess for å forbedre hver avdeling for å oppnå det beste for kunden og kundens behov. [25]

Fra Toyota sine hjemmesider sier de at Toyota Production System er et produksjonssystem som baserer seg på ansvarsområder og det å skape tillit for å oppnå den beste kvaliteten. Ved kontinuerlige forbedringer av forskjellige prosesser kan man fjerne unødvendig sløsing av ressurser. [26]

7. Menneskelig svikt på lager

I garasjeportavdeling til Lobas opererer de med ordreplukking, pakking, lagertelling, kontroll på lagring og innkjøp/leveranser. Under de punktene kan det oppstå menneskelig svikt som utgjør at feil oppstår i bedriften. Som nevnt, ønsker Lobas å delautomatisere for å redusere feil. I avdelingen sier Lobas at majoriteten av feilene er plukkfeil som forårsaker de største utgiftene i lengden. [23] Det er gjort flere undersøkelser på hva som koster mest i fabrikker når en feil oppstår. Figuren under viser resultatet.



Figur 1: Viser at mer enn 36% av alle utgiftene i lagrer kommer fra plukkfeil [27]

I artikkelen til Skerlic og Muha [27] har de sett på en studie fra American Aberdeen Group fra 2009. Studien forteller at bedrifter som investerer i moderne lagerteknologi, opplever mer suksess i fremtiden. Dette er en strategi som vil forbedre forretningsresultater. Lobas startet tidlig med denne strategien, noe som har lønt seg med tanke på hvor fort bedriften har utviklet seg. Grunnen til at moderne teknologisk tankegang er så viktig, er for å øke produktiviteten samt mengden arbeid som kan bli utført. Dette vil redusere feil som oppstår på lagrene til flere bedrifter. [27]

Flere forskere/forfattere har undersøkt hva årsaken til svikt i arbeid kan skyldes. De ønsker å finne ut om det faktisk er operatørene som er hovedkilden til at menneskelig svikt oppstår på

lagrene. Artikkelen viser at det ikke er menneskelig svikt som er årsaken, men prosedyrer og organisering. [27]

Det er mange ting som har betydelig innvirkning på hvorfor menneskelig svikt oppstår. Dette kan være arbeidserfaring, personlige egenskaper og faktorer som påvirker konsentrasjonen.[27] Konsentrasjonsfeil kan oppstå ved forstyrrelser, lite søvn og mengden arbeid på en gang. Prosedyren som fabrikken setter opp kan tolkes forskjellig fra menneske til menneske, og alle er ikke like av natur. Dette kan påvirke hvor godt de gjør arbeidet, og beslutningen de tar som igjen øker faren for menneskelig svikt. [27]

8. Automatisering og robotikk

8.1 Industries 4.0

De siste årene har det floret et nytt begrep i industrien «Industri 4.0», også kjent som den fjerde industrielle revolusjon. Denne revolusjonen er en av hovedfaktorene Lobas ser på for å opprettholde konkurransedyktigheten sin.[28, 29]

I korte trekk inngår det i «Industri 4.0» å automatisere og integrere «the internet of things» mest mulig, der dette er relevant. Dette for å gjøre prosesser og produksjon mindre avhengig av menneskelig arbeidskraft. Dette kan påvirke produksjonen positivt på flere måter. Den første er at man eliminerer eventuelle utfordringer en bedrift kan ha ved å bruke menneskelig arbeidskraft. Dette innebærer; skader, menneskelige feil, ineffektivt arbeid, samt dårlige arbeidsforhold. En annen grunn er å kutte kostnader og optimalisere inntektene langsiktig ved å benytte alle tilgjengelige ressurser. I hovedsak å drive innovativt arbeid opp mot industrien. [28-30]

8.2 Automatisering

De siste tiårene har industrien utviklet seg mye i retning automatisering. Det blir viktigere og viktigere med presisjon og produktivitet. Noe av grunnen til at automatisering og robotikk blir mer tilgjengelig for bedrifter i ulike industrier, er på grunn av rask utvikling innen teknologien. Det blir billigere å produsere disse systemene, i tillegg til at systemene utvikler seg og blir mer allsidige og lettere å programmere. [31, 32]

I legemiddelindustrien har man sett lignende problemer som Lobas står ovenfor i dag: stor grad av menneskelig feil, ineffektiv produksjon/pakking og tapt arbeidstid/penger som følge av disse feilene.[32] Konsekvensene for en feil hos ett sykehus eller lignende kan selvsagt ha større konsekvenser enn hos Lobas. På ett sykehus kan feilplassering eller feilrapportering av en enkel blodprøve føre til potensielt dødelige konsekvenser.[32] Slike ekstreme konsekvenser vil ikke Lobas oppleve, men dersom de ikke gjør noe med dagens situasjon kan de tape store kunder og inntekter på grunn feilsendinger.

8.3 Robotikk

Robotikk er kunst basert på kunnskap som kan erstatte menneskelige ressurser og arbeidsoppgaver. Robotikk er ikke nødvendigvis bare en robot i seg selv, men går i ett med

automatisering. Dette kan optimalisere ett system eller produksjonslinje. Noen av fordelene ved å bruke robotikk isteden for menneskelig arbeidskraft er følgende:

- Robotikk og automatisering kan bidra til økt produktivitet, sikkerhet, effektivitet, kvalitet og kontinuitet i produksjonen.
- Roboter kan gjøre prosesser i områder der mennesker vil ha problemer med å utføre prosessen, f.eks. i områder med radioaktivt materiale, mørke områder, på havbunnen, i verdensrommet og der det er ekstreme temperaturer. Grunnen til dette er at roboter ikke behøver komfort eller noe form for sikkerhet.
- En annen fordel er HMS, roboter vil ikke få slitasjeskader slik som mennesker, disse slitasjeskadene hos en robot kan enten byttes eller repareres enkelt.
- HMS fordeler innebærer også at mennesker har en tendens til å gjøre feil dersom de blir slitne eller trøtte, dette kan også føre til skader på grunn av uoppmerksomhet. Disse problemene vil man eliminere ved bruk av robot, da en robot ikke kan bli sliten å gjøre feil.
- Roboter kan være mer presise enn mennesker i operasjoner der presisjon er essensielt. Fordelen her er også at ulike roboter har ulik grad av presisjon, slik at kunden kan velge hvor nøyaktig roboten trenger å være.
- En av de største grunnene og fordelene med å automatisere en produksjon, er å spare penger. Ved å frigi personer som står i pakkingen kan disse brukes i andre prosesser hvor en robot ikke er kompatibel til å jobbe. Dette kan også påvirke pengestrømmen til kunden på en positiv måte.[33]

Med alle disse fordelene, er det naturligvis noen ulemper ved å nytte seg av robotikk:

- Roboter mangler beslutningsevne dersom det skulle skje en uventet situasjon på linjen. Dette kan medfølge større skader, der ett menneske kunne forhindre det.
- Roboter er avhengig av strøm og kommunikasjon, dersom det blir feil eller problemer med dette kan det stanse produksjonen over lengre tid.
- Når det kommer til de største ulempene ved å automatisere en linje, er argumentene mot ofte at kostnaden ved installasjon, utstyr, programmering, vedlikehold, samt eventuelt omprogrammeringer ved evt. utskifting i sortiment. [33]

8.4 Robotikk

Det er gjort mye forskning og testing på hvorvidt det å integrere robotikk eller Cobots i en prosess eller produksjon er fordelaktig. I artiklene “Framework to implement collaborative robots in manual assembly: a lean automation approach” og “Integration of collaborative robot in a U-shape production line, a real case study” ser de på hvorvidt det kan være aktuelt for bedrifter å investere i Cobots for å øke produktiviteten. [34, 35]

Den første artikkelen ser hovedsakelig på om cobots kan være til hjelp i produksjonen på generell basis. De konkluderer med at kombinasjonen av cobots og mennesker vil være lønnsomt både for å opprettholde fleksibilitet, redusere feil, øke effektivitet og spare penger. [35]

I den sistnevnte artikkelen tar de for seg en U-formet produksjonslinje. Denne studien tar for seg en situasjon som kan relateres til vårt prosjekt. Dette er i hovedsak fordi vi skal se på, og optimalisere planløsningen i pakkeområde. Her kan det være aktuelt å se på hvordan artikkelen har valgt å løse det, siden vi skal planlegge en planløsning. Vi ønsker å oppnå den mest effektive og fleksible pakkeprosssen. Da kan det være aktuelt med en kombinasjon av cobots og menneskelig arbeidskraft. Artikkelen konkluderer med at Cobots kan forbedre produktiviteten i forhold til menneskelig plukking. Artikkelen konkluderer også at en kombinasjon av Cobots og menneskelig kraft kan føre til økt produktivitet sammenlignet med en helautomatisert robotlinje.[34]

Mange stiller spørsmålstegn ved sikkerheten når man bruker roboter sammen med mennesker. I artikkelen der de tester cobots i en U-formet produksjonslinje, har de ikke noen utfordringer med å integrere cobots i produksjonen. Det krever ikke ekstra plass for å opprettholde sikkerheten til de som arbeider sammen med coboten.[34]

Andre grunner til å legge bort bekymringen for sikkerhet ved å eventuelt benytte seg av cobots, er at de fleste produsenter av slike roboter har redusert operasjonshastigheten på robotene. Dette i tillegg til sensorer og muligheten til å sette opp en fotocelle rundt roboten som danner en sikkerhetssone. En kombinasjon av disse tiltakene vil dermed opprettholde sikkerheten til de som skal samarbeide med en cobot. [30, 36]

9. Universal Robots

9.1 Hvorfor automatisere pakkeprosessen?

Når problemstillingen var formet og konkretisert var neste steg i prosessen å tenke; hvordan kan den eksisterende pakkeprosessen gjøres mer effektiv? Her kom det opp flere ulike alternativer. Ved å automatisere pakkeprosessen i form av robotikk, kan Lobas oppnå en mer effektiv pakkeprosess, bli mer konkurransedyktig, oppleve mindre feil i form av plukk, og pakkefeil. De kan også senke skaderisikoen og redusere slitasjen på arbeiderene - for eksempel kuttskade ved plukking, belastningsskader eller lignende.[37]

9.2 Mindre plukkfeil og feilsendinger

Ifølge Lobas er plukkfeil og menneskelige feil en risiko man tar ved å bruke manuell plukking og pakking. Dersom man benytter seg av et automatisk pakkesystem, kan dette eliminere denne risikoen. En slik risiko kan være utslagsgivende for en bedrift, da dette i hovedsak påvirker omdømmet til bedriften. Som vår kontaktperson i Lobas sa; «Omdømmet til bedriften vår er noe vi har jobbet lenge med å bygge opp, og ønsker å opprettholde. Det er ikke noe man kan gå i butikken å kjøpe, det er umulig å sette en pris på.»

9.3 Kostnad

Ett argument som ofte er brukt mot bruken av robotikk, er kostnadene dette kan medføre. Robotikk er ikke lenger like dyrt som det en gang var, derfor kan dette være ett godt alternativ. I tillegg til en potensielt mer effektiv plukke- og pakkeprosess, kan ressursene frigjort fra denne prosessen benyttes andre steder. Ved å redusere tid og arbeidere i prosessen, kan Lobas oppnå å bli mer konkurransedyktig når det kommer til salgspris.[38]

Vi har mottatt ett pristilbud fra Universal Robots (heretter omtalt som UR) via Lobas på rundt 500 000 NOK. Siden Lobas allerede eier en robot fra UE, kan dette medføre bedre pris og sparte kostnader ved eventuell service av robotene. [39]

9.4 Enkel å programmere

UR reklamerer selv for å være blant de letteste på markedet å programmere og montere. Denne meningen er noe partisk, men med tanke på at Lobas allerede har en robot av dette merke, er dette en sak som de må bedømme ut ifra egne erfaringer.

En annen fordel med UR er at bedrifter kan benytte både fastmonterte kamera og kameraer montert på selve robotarmen. I dette tilfellet hvor delene skal plukkes fra samme sted er det optimalt å benytte seg av et fastmontert kamera. De fastmonterte kameraene er mer nøyaktige enn de som er montert på armen, som vil føre til mer sikkerhet med tanke på feilplukking.[32, 40]

- *Vi har kontaktet UR via e-post og spurte følgende spørsmål angående bruken av roboten i pakkeprosessen. Under ligger samtalen, denne vises i sin helhet da innholdet er viktig for forståelse i resten av prosjektet.*
 1. *Hvilken fart har de ved plukking?*
 2. *Hvor mye kan programmeres inn på "hjernen", f.eks. ulike ordre og deler?*
 3. *Kan roboten plukke ulike deler i en pakkeprosess? f.eks. 6 ulike deler, med ulik form og vekt uten å reprogramere mellom hver prosess?*
 4. *Kan vi legge inn ulike "ordre" eller arbeidsoperasjoner på samme robot?*

- Her fikk vi følgende svar:
 1. *"Farten er meget afhængig af applikationen. Skal de køre uden afskærning er det typisk 10-20 s. pr. emne. Er det med afskærning kan vi typisk komme i nærheden af 5-6 pr. emne. Ved LOBAS er cyklustiden længere, da emnet skal omgribes undervejs."*
 2. *"Der kan lægges vilkårligt mange programmer ind i robottent. Programmerne kan have meget høj kompleksitet."*
 3. *"Det kan den sagtens. Det kræver blot at der udvikles et værktøj som passer til alle emner, eller at der foretages automatisk værktøjsskift."*
 4. *"Det kan i sagtens."*

9.5 Sikkerhet

En annen fordel ved å velge UR til automatiseringen, er at man har muligheten til å slippe store gitter og innhegninger som ofte er tilfellet med robotarmer og automatiserte pakkestasjoner. Dette fører til at arbeiderer og robot kan jobbe sammen. Måten UR opprettholder en sikkerhet som er godtatt i industrien, er ved bruk av sensor rundt det aktuelle bordet eller området den står montert på. Dersom du kommer innenfor dette området, vil roboten stanse operasjonen momentant. I tillegg til denne sikkerhetssonen har også roboten en

følsom arm, dersom noen skulle være uheldig å krasje med armen vil den oppfatte motstanden og stoppe opp. [38]



Bilde 18: Bilde av UR i produksjonsavdeling ved Lobas. (Foto: Magnus Erstad)

10. Kardex Remstar LR35



Bilde 19: Illustrasjon av en Kardex Remstar LR 35 [39]

10.1 Hvordan fungerer Kardex Remstar LR 35

Kardex Remstar LR 35 er et produkt som fungerer som et mini-load system. «LR 35 er en automatisert, modulær, vertikal buffer- og plukkssystem for lagring av småvarer i kasser og/eller brett».[39] Heisen har en høy plukk hastighet som gjør at plukktidene reduseres. Produktet utnytter plassen i rommet effektivt, og alt av deler som tar opp plass på lageret kan settes inn i heisen.[39]

Kardex Remstar LR 35 består av:

- Reol med midtgang
- En bevegelig kran med en roterende teleskopgriper på innsiden
- Kasser eller brett som oppbevaringsmedium
- En eller flere portåpninger etter ønske
- Kontroller for hardware og software[39]

10.2 Hvorfor automatisere lager og plukk løsningen

Det blir flere og flere grunner til å automatisere lager og plukk løsninger. Lønningskostnadene øker, og HMS-kravene blir strengere. Ved å automatisere ett lager vil du få muligheten til å senke lønningskostnadene, samt øke sikkerheten. Dette kan videre føre til ringvirkninger innad i bedriften, som deretter kan føre til ett større overskudd. Videre kan det også føre til frigjøring av eventuelle arbeidere som har utført arbeidsoppgavene tidligere.[41]

Andre fordeler som er sammenbundet med å implementere en automatisert lagerheis, er at effektiviteten blir forbedret. Flere studier viser at effektiviteten ved en slik automat kommer i ulike former. Ved å pakke artiklene i en slik automat, vil plassbruken i området optimaliseres. Dette fordi en Kardex vil ha en tettere lagring, i tillegg til at den utnytter både høyde og bredde hvor den står.[41]

Per dags dato er det kun lagret en type artikler i området der lagerheisen står i vårt forslag. Artiklene er stablet i en høyde på omtrent 2 meter. Ved å bruke lagerheisen, vil det medføre en lagringshøyde på 8m.

10.3 Mindre plukkfeil og feilsendinger

Som nevnt tidligere i dokumentet er plukkfeil og feilsendinger noe Lobas er interessert i å eliminere. Ved å automatisere pakkeprosessen og plukkingen øker de sannsynligheten for at pakkene blir pakket rett, ved å unngå menneskelige feil. Måten lagerheisen påvirker dette på, er forskjellig fra måten plukkeroboten gjøre det på. Som nevnt er det aktuelt med en delautomatisering. Det vil si at menneske og robot jobber sammen. Hovedoppgaven til lagerautomaten er å unngå plukkfeil og sendingsfeil ved at den til enhver tid sender ut riktige artikler. Ett eksempel på en plukkfeil Lobas ønsker å eliminere er deler som i utgangspunktet ser like ut, men er høyre/venstre orientert. Dette er noe man ikke ser ved første øyekast. En lagerheis vil sende ut riktig del og unngå denne feilen. Lagerheisen vil sørge for at rett artikkel blir sendt ut, mens robotarmen vil sørge for at rett antall artikler blir plukket.

10.4 HMS

I pristilbudet Lobas mottok fra Kardex nevner de tryggere arbeidsforhold. Lobas kan unngå ulykker da de som plukker ikke kommer i kontakt med enhetene som er i bevegelse. Enhetene/artiklene vil også være lagret slik at man unngår tyveri, skader, støv og smuss. Som en ekstra sikkerhet er det installert stiger i automaten, de skal være tilgjengelig dersom det for

eksempel kommer et uforutsett strømbrudd, dette for å unngå fullstendig stop i produksjonen.
[39]

Andre fordeler ved foreslått løsning, er ergonomi. De som plukker fra automaten, vil alltid motta varene i en ergonomisk høyde. Dette vil forebygge belastningsskader i både rygg og skuldre. Lobas har selv hatt eksempler på sykemelding på grunn av slike skader.[38, 39]

11. Kardex, bånd og tidsberegninger.

11.1 Dagens løsning



Bilde 20: Bilde av rommet der Kardex LR35 skal stå. (Foto: Eirik Strømmen Klævold)



Bilde 21: Bilde av nåværende lagerløsning ved Lobas. (Foto: Eirik Strømmen Klævd)

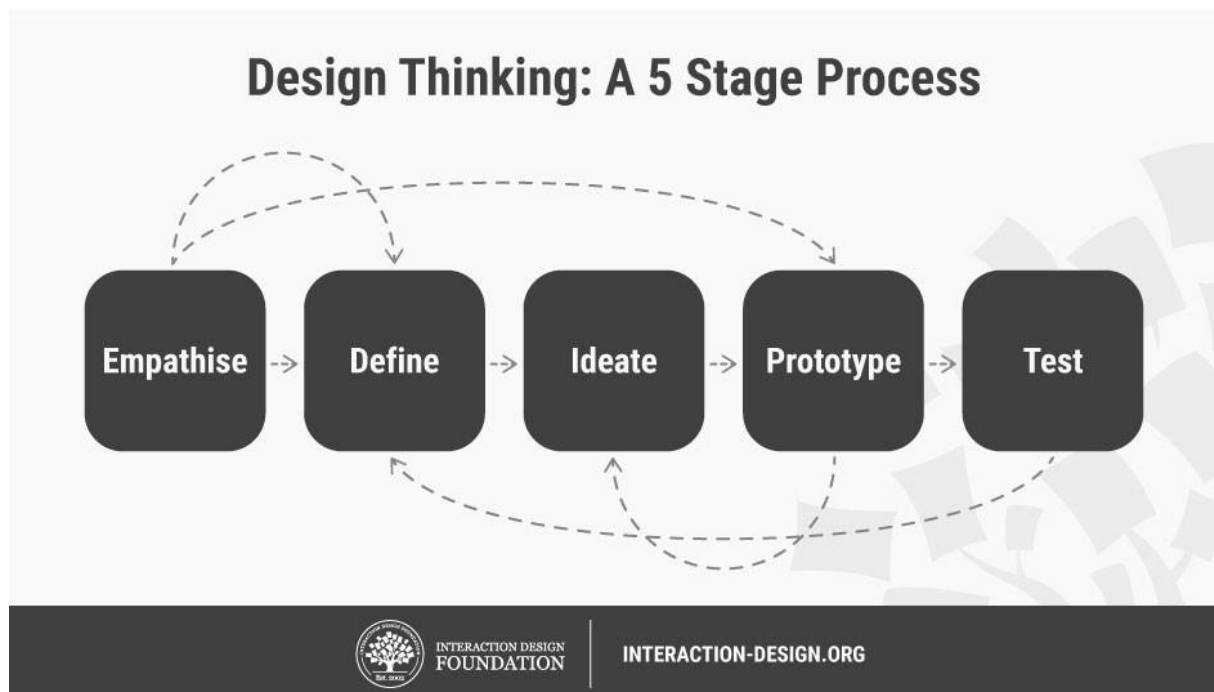


Bilde 22: Bilde av nåværende pakkestasjon ved Lobas. (Foto: Eirik Strømmen Klævold)

11.2 Design thinking

Design thinking bygger på flere prinsipper deriblant «employ rapid iterative learning cycles (prototyper)», “show, don’t tell (visuelle virkemidler over mer abstrakte formidlinger)”, “give questioning an equal or greater status than deciding (det å sette spørsmål ved produktet kan gi større uttelling enn en avgjørelse)» og «apply human factors and ergonomics (sette menneskelige faktorer og ergonomi i senter)». Ved å lage modeller og flytte rundt på dem, kan man utforske flere ulike oppsett og hente inspirasjon fra dem. Når man lager flere ulike modeller og lærer fra de forskjellige, kan man skrive ned positive og negative sider ved hver enkelt å ta med de videre. Ettersom man lærer mer og mer kan dette sees på som en «learning loop». [42]

Et av prinsippene bak design thinking er en evolusjonsbasert framgangsmåte, for å finne en kreativ og nytenkende løsning på et problem. Ved å først forstå et problem gjennom observasjon. Deretter å tenke over utformingen, får man den nødvendige grunnkunnskapen som er nødvendig for å kunne lage første prototype. Deretter blir prototypen laget og testet. Negative og positive sider blir skrevet ned og deler av prosessen starter på ny. På denne måten får man en evolusjon der man kombinerer det beste fra de tidligere modellene, mens man prøver å utbedre svakhetene som ble oppdaget. [43]

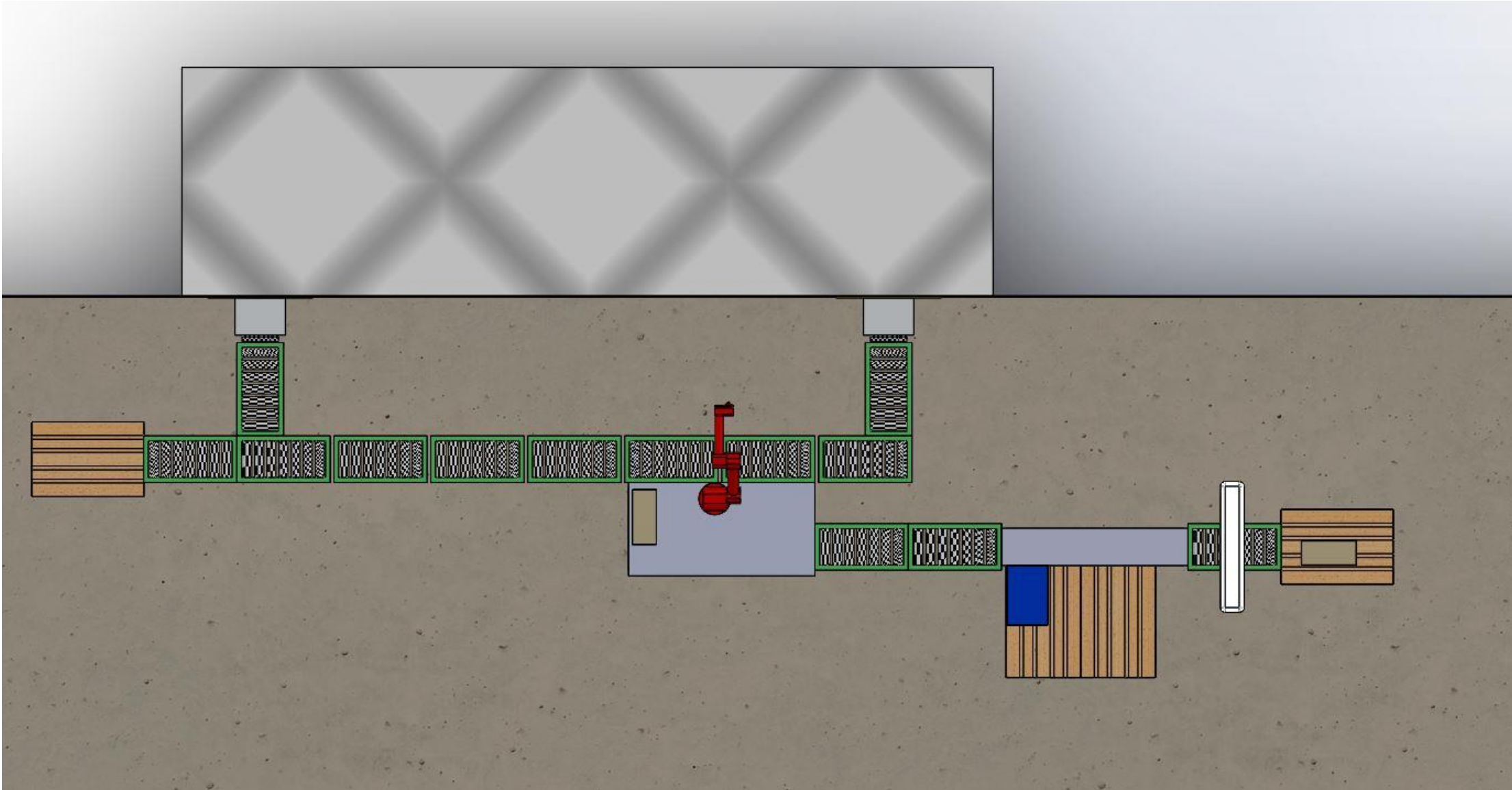


Figur 2: Illustrasjon av en design thinking prosess. [44]

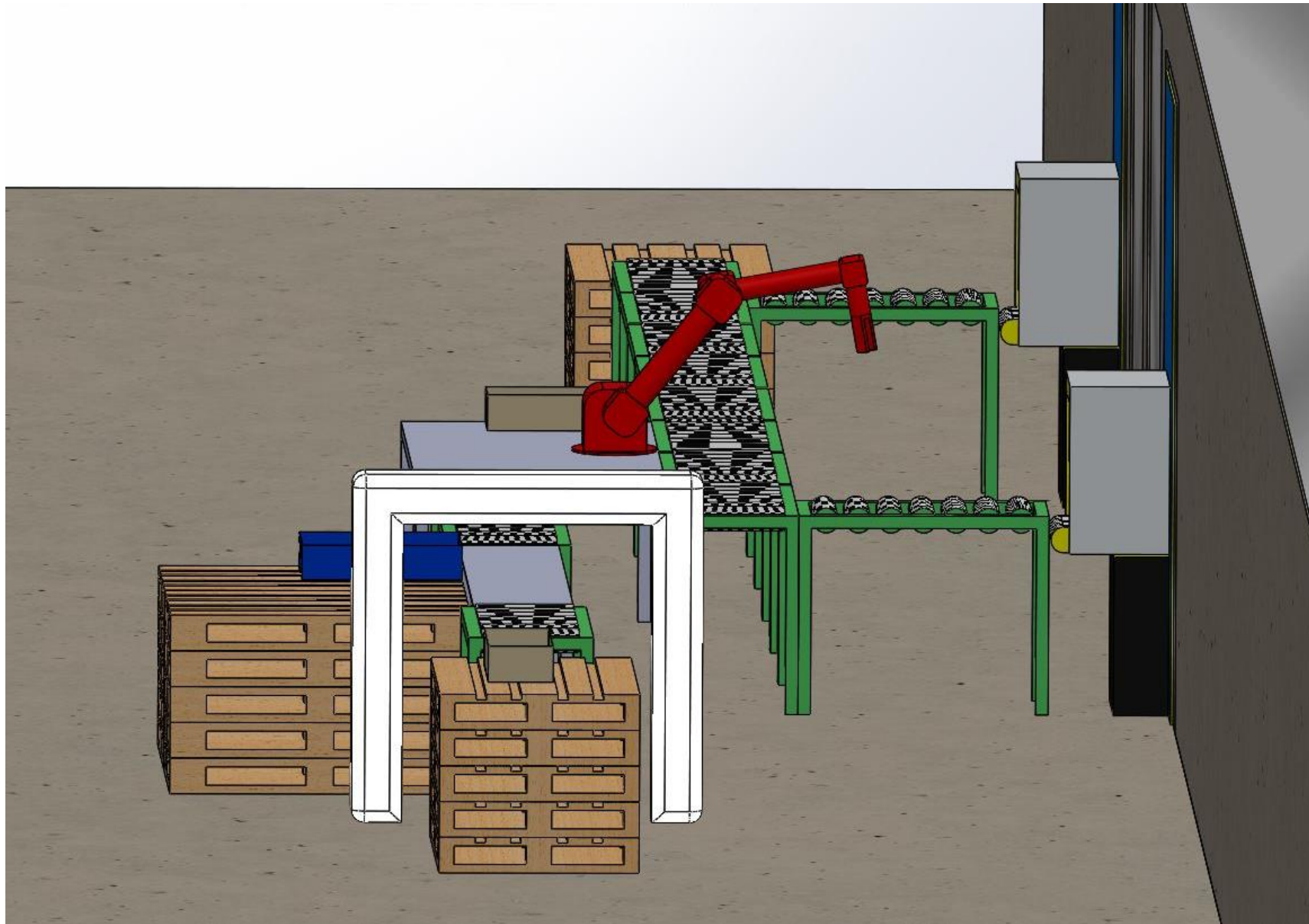
I prosessen med å finne en utforming på lagerløsningen som tilrettelegger for bedre flyt, brukte vi elementer fra design thinking og rapid prototyping. For å få en større visuell romforståelse, brukte vi modeller laget av papp i skala for å få oversikt. Ved hjelp av modellene kunne ulike romløsninger prøves ut og eventuelle svakheter kunne analyseres og utbedres. Etter flere generasjoner med modeller der de positive aspektene ble tatt med videre, kom etter hvert en løsning som var hensiktsmessig.



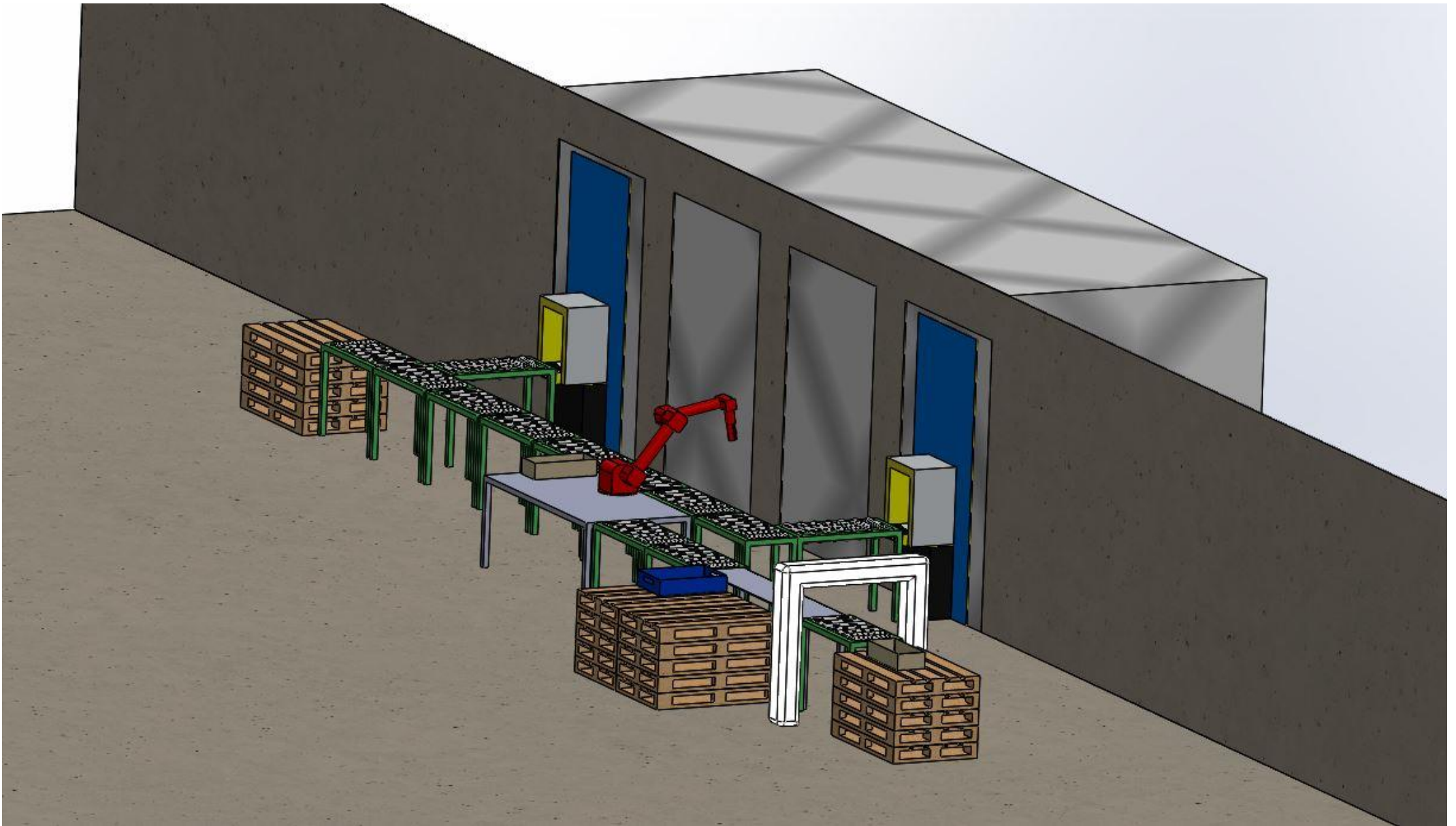
Bilde 23: Første utkast i papp.



Bilde 25: CAD modell av løsningen.



*Bilde 26: CAD
modell av
løsningen.*



Bilde 27: CAD modell av løsningen.

11.3 Begrensinger

Båndlengde er estimert til 9 meter i en U-form. Båndet går fra uttaksautomat til inntaksautomat. Lagerheisen kan levere en eske hvert 24 sekund (basert på 150 pr time), og bruker 24 sekunder på å sette inn igjen boksen etter bruk. [45]

For plukkingen er det regnet en 5 sekunder lang stopp for å tillate roboten å plukke fra båndet. Båndhastigheten er satt til 2.8 meter per sekund (10 km/t), da dette er raskt nok til å være produktiv, men uten noen større enn akseptabel risiko. [46]

Ved å flytte noen artikler ut av lagerheisen kan man spare tid. Dette vil i all hovedsak være de forskjellige posene (fylt med skruer) som skal i hver pakke, bruksanvisningene, vaierne og pappeskene. Totalt 30 artikler.

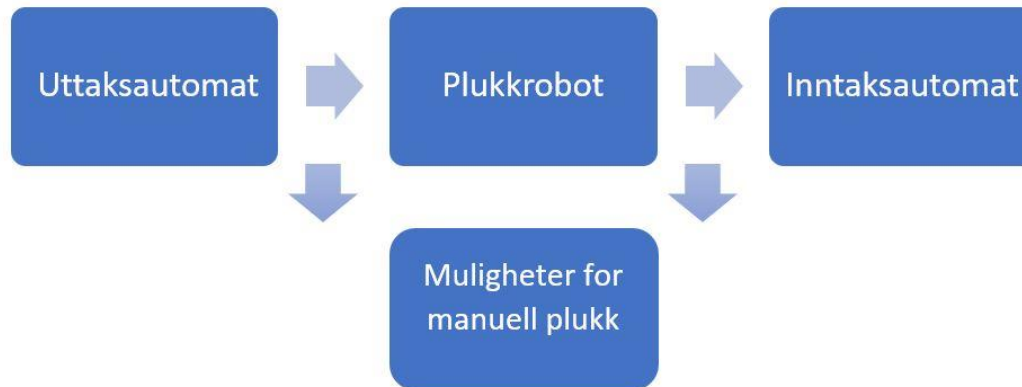
Ved en hastighet på 2,8 m/s og en lengde på 9 meter, vil total transport tid bli 3.2 sekunder. Om man legger til nye 4 sekunder for start og stopp har man en totaltid på 7,2s.

Total tidsbruk pr plukk er da gitt ved formelen:

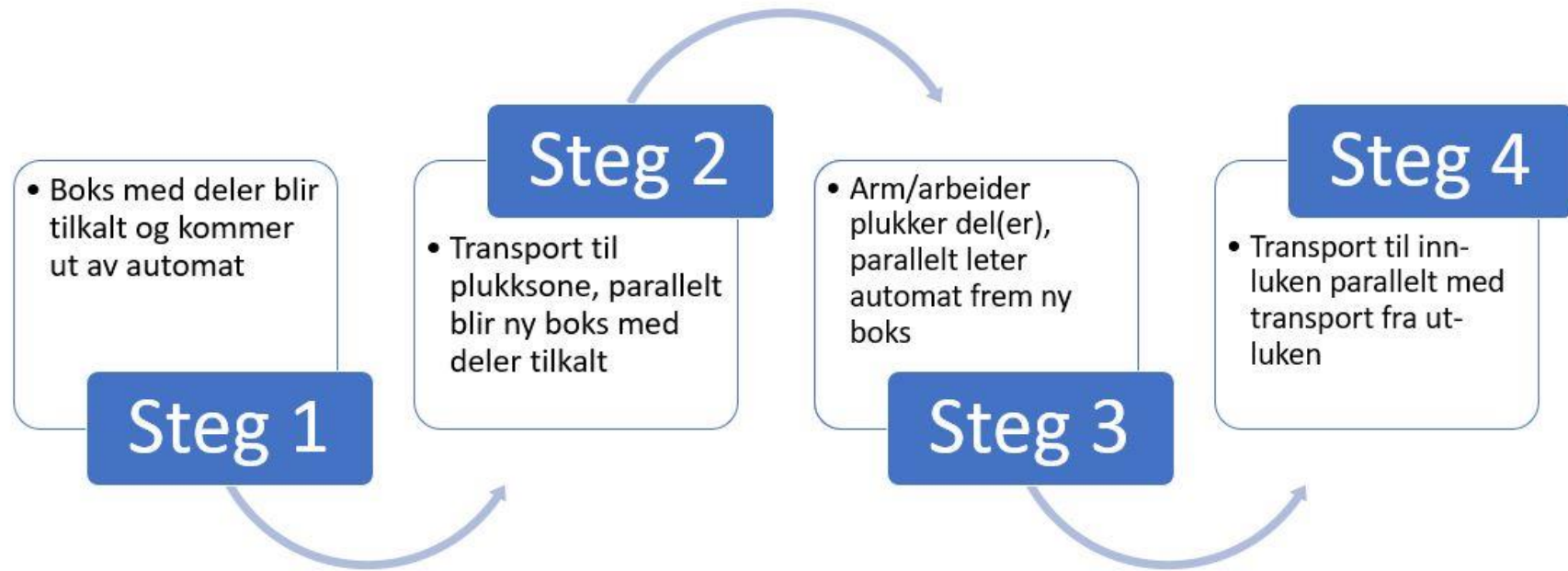
$$\begin{aligned} & 24 \text{ sekunder (utakk fra automat)} + 24 \text{ sekunder (innsetting i automat)} + 3.2 \text{ sekunder} + 4 \text{ sekunder} + 5 * \\ & X \text{ sekunder (der X er antallet artikler som skal plukkes)} = 55.2 \text{ sekunder} + 5 * \\ & X \text{ sekunder (der X er antallet artikler som skal plukkes)}. \end{aligned}$$

Tenkt prosess er en 4 stegs prosess.

1. Delen blir «tilkalt» og kommer ut
2. Transport til plukksonen, parallelt med dette blir neste artikkel tilkalt
3. Arm plukker artikkel(artiklene)
4. Transport til inn-luken parallelt med transport fra ut-luken.



Figur 3: Modell for matriellflyt.



Figur 4: Prosessrekkefølge.

Tidsformel anvendt for plukking av Major TF, her er kun artikler som vi foreslått inn i lagerautomaten brukt i beregningene. Formel er $55.2 \text{ sekunder} + 5 * X \text{ sekunder}$.

	Hvis 1 Major TF		Hvis 2		Hvis 4		Hvis 6	
	60,2	1	65,2	2	75,2	4	85,2	6
	60,2	1	65,2	2	75,2	4	85,2	6
	60,2	1	65,2	2	75,2	4	85,2	6
	65,2	2	75,2	4	95,2	8	115,2	12
	60,2	1	65,2	2	75,2	4	85,2	6
	70,2	3	85,2	6	115,2	12	145,2	18
	70,2	3	85,2	6	115,2	12	145,2	18
	70,2	3	85,2	6	115,2	12	145,2	18
	60,2	1	65,2	2	75,2	4	85,2	6
	65,2	2	75,2	4	95,2	8	115,2	12
	85,2	6	115,2	12	175,2	24	235,2	36
	60,2	1	65,2	2	75,2	4	85,2	6
	60,2	1	65,2	2	75,2	4	85,2	6
	60,2	1	65,2	2	75,2	4	85,2	6
	60,2	1	65,2	2	75,2	4	85,2	6
	60,2	1	65,2	2	75,2	4	85,2	6
	65,2	2	75,2	4	95,2	8	115,2	12
	65,2	2	75,2	4	95,2	8	115,2	12
	60,2	1	65,2	2	75,2	4	85,2	6
	60,2	1	65,2	2	75,2	4	85,2	6
	60,2	1	65,2	2	75,2	4	85,2	6
	65,2	2	75,2	4	95,2	8	115,2	12
	65,2	2	75,2	4	95,2	8	115,2	12
	65,2	2	75,2	4	95,2	8	115,2	12
	65,2	2	75,2	4	95,2	8	115,2	12
	60,2	1	65,2	2	75,2	4	85,2	6
	60,2	1	65,2	2	75,2	4	85,2	6
Total sekund	1720,4		1950,4		2410,4		2870,4	
Total minutt	29		33		40		48	
Tid per pakke	29		16		10		8	

Tabell 2: Tidstabell for pakking.



Figur 5: Graf for tidsbruk ved pakking av flere ordre.

I grafen over ser vi at ved større kvantum øker plukk hastigheten, begrensningen her er gitt ved robotens rekkevidde. Vår anbefaling er den roboten med størst rekkevidde som UR tilbyr, da det ikke er mulig å velge en større robotarm uten vesentlig større investering. Om man sammenligner plukk hastigheten til delautomatisert løsning med dagens løsning, finner man at ved like ordrer vil hastigheten til delautomatiseringen være litt raskere og med høyere presisjon enn dagens løsning. Ergonomien er bedre ved delautomatisert løsning, da alt er i samme høyde som er tilpasset arbeiderens behov. Beregningene tar utgangspunkt i 7.5 timers arbeidsdag, men roboten kan også plukke i matpausene og utenfor vanlig arbeidstid. Roboten kan også plukke et sett etter arbeidsdagen er over, slik at det står klart til neste morgen.

12. Diskusjon

Målet til Lobas var å få en utredning som fokuserer på potensiell plassbesparelse, tidsbesparelse og høyere plukkvalitet. Gjennom vår utredning ønsker vi å komme med et alternativ til dagens pakkeprosess. I utredningen oppfyller den alternative prosessen de målene som Lobas har satt, samt gir en potensiell kostnadsbesparelse over tid. Ved hjelp av litteraturgjennomgang, samtaler med ansatte, faglige rettleidere og kunnskaper fra tidligere emner i studieløpet har vi kommet frem til en løsning som vi ønsker å anbefale.

Første steget var å snakke med Lobas v/ teknisk leder og høre om de hadde innspill eller preferanser til prosjektet. I denne samtalen kom det frem et ønske om å bruke lagerrobot av merket Kardex Remstar, da det er et merke de har flere modeller av og har dermed har opparbeidet en forståelse for internt i bedriften. Vi fikk også en budsjetttramme på rundt 3 000 000 NOK, sett vekk ifra installasjonskostnader og integrering. Videre fikk vi omvisning på bedriften og en oversikt over arealet og romløsningen som var disponibelt for prosjektet. I løpet av omvisningen tok vi flere bilder og mål av lokalet, samt snakket med nøkkelpersoner som ga innsikt i problemstillingen.

Neste steg i prosessen var å sette seg ned å komme med ideer, innspill og tanker til prosjektets utforming. I denne fasen vurderte vi flere ulike alternativer og tilnærminger som kunne løse problemstillingen på en hensiktsmessig måte. Under idemyldringen kom vi frem til at vi manglet oversikt på artikler og ordrene. For å få oversikt over dette, ble det tatt mål (dimensjoner og vekt) av de ulike artiklene, samt skaffet oversikt over de ulike ordrene. For å lettere ha oversikt på de ulike artiklene ble de ført inn i et regneark der de ble kategorisert etter hvilke produktpakker de er en del av.

Etter at vi hadde fått en grov oversikt over problemstillingen og noen pekepinner på hvordan prosjektet kan gjennomføres, begynte gjennomgang av litteratur, kontakt med bedrifter og leverandører for de ulike komponentene som kan være aktuell. I denne prosessen fikk vi tilgang på et tidligere pristilbud til Lobas fra Kardex Remstar på en lagerheis. Etter å ha sammenlignet denne lagerheisen med lignende produkter, konkluderte vi med at det ikke var vesentlige forskjeller i ytelse eller pris på de andre produktene. Etter samtale med Lobas v/ teknisk sjef kommer vi til å anbefale en lagerautomat av merket Kardex Remstar LR35.

Videre gjennomgikk vi en lignende prosess for å velge en robotarm som skal plukke deler fra et transportbånd. Her falt valget på en arm fra Universal Robots (UR10). Dette er det i hovedsak fire grunner til:

- Pris, da denne er relativt kostnadseffektiv i forhold til lignende produkter.
- Brukervennlighet, den kan programmeres uten de store dybde kunnskapene som vanligvis assosieres med robotikk og programmering.
- Integrering, enheten kan integreres i produksjonslinjen sammen med mennesker uten å kompromittere sikkerheten til arbeiderne.
- Samspill, det er gjort studier som viser at et samspill mellom robot og mennesker kan i noen tilfeller være mer effektivt enn ren automatisering eller manuell plukking.[35]

For å oppbevare de forskjellige artiklene ønsket vi en standardisert løsning slik at plukkene ble likest mulig, da dette gjør automatiseringen mer effektiv. Etter å ha sett nærmere på løsningene som er tilgjengelig på markedet, konkluderte vi med at eurokasser (440*640*139 mm) var beste løsningen. I tillegg til å være den beste løsningen, tilbyr Kardex Remstar å selge kassene med lagerheisen. Dette gir mindre antall leverandører å forholde seg til.

For å transportere kassene til og fra plukksonene, har vi anbefalt bruk av et transportbånd. Vi har innhentet et pristilbud fra en leverandør på et transportbånd, men kommer til å anbefale at båndet som brukes i dag blir adaptert til vår anbefaling. Dette gir en kostnadsbesparelse og vil en av de første komponentene som må på plass i oppstarten av integreringen.

Etter å ha evaluert de forskjellige elementene og konkludert med leverandør og produkt, begynte vi på utformingen av lokalet. Her var målet å være mer arealeffektiv enn den nåværende løsningen, samt mer presis på plukking. Som et uoffisielt sekundærmål ville vi skape bedre ergonomiske arbeidsforhold. Dette for å unngå både kort- og langsiktige skader som plukkarbeidet kan medføre. Ved hjelp av vår erfaring fra arbeidslivet og relevant litteratur, kom vi frem til at arbeidshøyden bør være rundt 94–117 cm. [47]

For å oppnå god arealeffektivitet brukte vi konsepter fra «design thinking», der vi eksperimenterte med flere ulike planløsninger. For å kunne visualisere rommet og de forskjellige elementene, ble det laget en modell i papp. Modellen var i målestokk og hadde til hensikt å demonstrere ulike løsninger. Det positive med slike modeller er at man kan flytte rundt og prøve ut forskjellige tilnærminger, de forskjellige tilnærmingene blir sett på som steg

i en evolusjon der man tar med det positive til neste forsøk. Ved å kjøre mange ulike utforminger får man se ulike måter å løse et problem på, og etter hvert blir utformingene bedre og mer hensiktsmessig. Modellen i papp tar liten tid å lage, og gir en stor forståelse. Når man nærmer seg en løsning, kan man lage en bedre modell som tar lenger tid å lage. Dette ble gjort i form av en tegning, da det der kan det være lettere å se svakheter som ikke kommer så klart frem på modellen. Etter at det er gjort analyse av modellen og tegningen kan en siste modell lages. Denne modellen tar mye lenger tid å lage, både fordi den skal være estetisk, men og fordi alle detaljer som man har utelatt fra de tidligere modellene skal med. Om man hadde hoppet rett til siste steget, hadde endringer tatt mye lenger tid da denne modellen har et mye høyre detaljnivå. Ved å lage modeller som viser konseptet sparte vi tid, fordi vi kunne lage nye løsninger på få minutter og vi kunne eksperimentere på en helt annen måte enn hvis hver del tok lang tid å lage. Til slutt kom vi frem til en løsning som vi var fornøyde med, den var både mulig å gjennomføre og mer arealeffektiv enn de andre løsningene.

For å øke presisjonen på plukkingen vil vi anbefale en veing av alle pakkene som ferdigstilles. Ved hjelp av målingene vi tok av delene, vet vi vekten og dermed hva en pakke skal veie dersom den er korrekt plukket. [48, 49] Robotarmen vil plukke mer presist enn et menneske, og i kombinasjon med dobbelsjekking ved hjelp av vekt vil store deler av feilplukk elimineres eller oppdages før utsending.

Prosjektet vil ha en prislapp i underkant av 2 500 000 NOK. Dette er i utgangspunktet en stor investering. Dersom vi antar at feilplukkingen ved dagens løsning er konstant, vil dette prosjektet være innspart innen 13 år ($2\,500\,000\text{ NOK} / 207\,000\text{ NOK pr år} = 12.1\text{ år}$). Denne utregningen tar ikke høyde for alternative investeringer på kapitalen eller inflasjon, og antar at feil blir eliminert. I tillegg vil løsningen frigjøre arealer til alternativ bruk, dette kan spare kostnader på eventuelle utbygginger som blir unngått.

Dersom budsjettet hadde vært større ville vi trolig ha foreslått en større grad av automatisering, muligens et annet merke robotarm som krever en fysisk sikkerhetsbarriere. Denne løsningen ville muligens redusere behovet for ansatte i pakkeavdelingen, men da dette ikke var blant målene eller ønskene til Lobas har vi sett bort ifra dette i prosjektet. Flere av studiene vi har gjennomgått har konkludert med at en høyere grad av automatisering ikke nødvendigvis er entydig med større effektivitetsgrad.[35]

Det er ulike ulemper ved den alternative løsningen. En automatisert linje har mindre tilpassingsdyktighet til endrede eller uventede situasjoner. Linjen er avhengig av strøm og

kontinuerlig kommunikasjon mellom de forskjellige enhetene, dersom et strømbrydd oppstår midt i en ordre vil oppstarten ta lengre tid enn ved manuell pakking. I tillegg er linjen avhengig av at alle de forskjellige komponentene er operative, dersom en av komponentene svikter vil dette påvirke hele linjen. Dette er også tilfelle i dagens løsning, men er her er produksjonen kun avhengig av en komponent kontra tre. Kardex opplyste at lagerautomaten kan åpnes og plukk kan utføres manuelt ved eventuelle strømbrydd eller uforutsette hendinger som fører til nedetid, dette vil negativt påvirke effektiviteten.

Hvis den alternative løsningen blir implementert, vil det medfølge monterings- og tid- og ressursbruk til opplæring og en overgangsfase der det kan tenkes at produktivitet går ned. Plasseringen som blir anbefalt gjør det imidlertid mulig å gjennomføre montasje av de ulike komponentene uten å påvirke pakkingen på en betydelig måte. Dette gir mulighet til testing av nytt oppsett mens dagens oppsett fortsatt er operativt, dette gjør at eventuelle feil kan utbedres før overgangen fullføres. Ettersom monteringen ikke vil påvirke pakkingen kan denne gjennomføres parallelt med vanlig drift. Innføringen av nytt system kan være aktuelt å innføre i perioder med mindre etterspørsel enn vanlig, fordi det vil føre til en mindre forstyrrelse i flyten. Dette skjer på grunn av at deler må legges inn i den nye heisen, i stedet for den nåværende lagringsenheten. Vi vil derfor anbefale at dette skjer over en helg, perioder med mindre salg eller helligdag, der det ikke er normal drift. Dette gir tid til å rette ut eventuelle småfeil og andre uforutsette situasjoner. Deretter må lagerpersonalet få tilstrekkelig opplæring i hvordan å operere de nye komponentene.

I vår løsning går transportbåndet lengste veien mulig mellom åpningene i veggen, dette fører til 2 meter lenger transportbånd enn hva som kunne vært mulig. Dette tilsvarer 0.7 sekunder forskjell på transporttiden. Vi har vurdert det til at enkel tilgang for reparasjoner, vedlikehold og utbedringer i fremtiden vil veie opp for dette.

På grunn av Covid-19 har vi ikke hatt tilgang til robotklubben ved HVL i den grad som hadde vært ønskelig. Dette kombinert med at prosjektet har hovedfokus på logistikkprosessen, har ført til at Lobas selv må stå for all programmering og samkjøring av komponentene. Prosjektet gir en foreslått løsning til hvordan de forskjellige komponentene kan samhandle. Hvis løsningen skal være hensiktsmessig og gi resultatene som blir kalkulert i dette prosjektet, må komponentene samhandle som et system.

13. Resultat

Den anbefalte løsningen vil øke kvaliteten på plukkingen samtidig som den opprettholder eller forbedrer plukketiden. Dette vil kunne spare Lobas for opptil 200 000 NOK i året, som følge av den reduserte feilplukkingen. I tillegg vil arealet som blir frigjort spare bedriften for eventuelle utbygginger i fremtiden.

13.1 Arealbesparende resultater

Anbefalt løsning reduserer arealbruken fra 703 kvadratmeter i dagens løsning (da regner man at hele rommet blir brukt til lagring og pakking, og at eventuelle tomrom er for små til å kunne effektivt utnyttes til andre formål), til 82 kvadratmeter. Dette utgjør en forbedring på 621 kvadratmeter i tilgjengelig plass (dette er uten å regne med rommet der lagerheisen skal stå, da dette ikke blir benyttet til noe i dag på grunn av rommets utforming og plassering).

13.2 HMS resultater

I anbefalt løsning vil arbeidernes helse og sikkerhet bli ivaretatt, det er lagt opp til at arbeiderne har skal arbeide i anbefalt høyde for å unngå slitasje på nakke, rygg og skuldre. I tillegg vil alle artiklene bli lagt i samme høyde, dette gjør fallskader eller faren for fallende objekter meget lav. De fleste varene vil bli flyttet inn i lagerheisen og plukket av robotarmen slik at arbeiderne slipper dette. Transportbåndene gjør at alle kasser og deler kan transporteres, i stedet for å bli løftet. Ved at arbeiderne står i samme området hele dagen kan det kjøpes inn gummimatter som reduserer belastning på knær ved lange dager på hardt gulv.

14. Konklusjon

I denne rapporten medfølger plantegninger og beregninger som gir grunnlaget for påstandene. Problemstillingen Lonevåg Beslagfabrikk AS framstiller, vil løses ved innføring av denne anbefalingen. Alle kravene er oppfylt på en gjennomførbar måte, som bygger opp under Lobas sine mål om å være en konkurransedyktig og innovativ bedrift.

Etter gjennomgang og en helhetsvurdering av problemet, er konklusjonen en følgende anbefaling til Lobas. Anbefalingen innebærer en delautomatisering av plukkeprosessen, det forutsetter innkjøp av en lagerheis og en robotarm som kan samarbeide med mennesker (cobot). Ved gjennomgang av litteratur og kontakt med fagpersonell, er konklusjonen at denne løsningen er optimal med tanke på feilplukk, budsjetttrammer, arealbesparelse og effektivitet. På grunn av budsjetttrammene er helautomatisering utelukket, da dette vil føre til store kostnader og vil dermed overgå budsjettet.

Ved å delautomatisere plukkestatjonen hos Lobas kan man nær eliminere plukkfeil, i tillegg til å opprettholde plukktid. Kostnaden på en slik investering vil være i underkant av 3 000 000 NOK, og vil være innspart i løpet av 13 år. Innsparingen skjer ved at Lobas unngår kostnader ved feilsending og oppretting av disse. I tillegg til kostnadsbesparelsen vil omdømmet ivaretas og bygges på en bedre måte, når pakkene inneholder det de skal, når de skal.

Referanser

- [1] O. Dalland, *Metode og oppgaveskriving*, 6. utg. ed. (Metode og oppgaveskriving for studenter). Oslo: Gyldendal akademisk, 2017.
- [2] A. Lerdal, "Metodekapitlet,"
- [3] K. 8031, "Barn og unge som brukermedvirkere," ed. <http://hdl.handle.net/11250/2622584>: VID vitenskapelige høgskole. Diakonhjemmet Oslo., 2019.
- [4] L. Vik-Haugen, "Å skrive bachelor- eller masteroppgave : høgskolestudenters opplevelse av arbeidet med oppgaveskriving, informasjonssøking og høgskolebibliotekets bidrag i denne prosessen," ed: Høgskolen i Oslo og Akershus. Institutt for arkiv, bibliotek- og info.fag, 2013.
- [5] S. Drageset and S. Ellingsen, "Å skape data fra kvalitativt forskningsintervju," *Sykepleien forskning*, vol. 5, no. 4, pp. 332-335, 2010.
- [6] *Skriv gode oppgaver!* (no. 2. utg.). [Oslo]: Cappelen Damm akademisk (in Norsk (Bokmål)), 2013, p. 82 s. ill.
- [7] J. Jacobsen, "Historien og utviklingen til Lobas," J. Jacobsen, Ed., ed, 2020.
- [8] J. Jacobsen, M. Riple, and M. Gjøvåg, "Semesteroppgave Produksjon og Logistikk," Høyskolen på Vestlandet, 2017.
- [9] Lobas. "Om oss." Lobas. <http://www.lobas.no/Om-oss/default.aspx> (accessed 23.mars 2020).
- [10] Lobas. "Lobas Garasjeporter." Lobas. <https://www.lobasgarasjeporter.no/> (accessed 02. februar 2020).
- [11] Lobas. "Lobas Eksklusiv Trend." Lobas. <https://www.lobasgarasjeporter.no/lobas-eksklusiv-trend/> (accessed 11. februar 2020).
- [12] Lobas. "Lobas Eksklusiv Kasset." Lobas. <https://www.lobasgarasjeporter.no/lobas-eksklusiv-kasset/> (accessed).
- [13] Lobas. "Lobas Eksklusiv Modern." Lobas. <https://www.lobasgarasjeporter.no/lobas-eksklusiv-modern/> (accessed 11. februar 2020).
- [14] Igland. "Trend Hvit." Igland. <https://www.igarasjen.no/produkt/garasjeport-stalport-lobas-460x212-cm-trend-hvit-vk2-eksklusive/> (accessed 02. februar 2020).
- [15] Kingspan Group. "Kingspan, About us." Kingspan Group. <https://www.kingspan.com/gb/en-gb/about-us-1> (accessed 02. februar 2020).
- [16] Liftmaster. "Liftmaster, About us." Liftmaster. <https://www.liftmaster.com.au/about.html> (accessed 02. februar 2020).
- [17] Lobas. "Garasjeportåpner." Lobas. <http://www.lobas.no/viewfile.aspx?id=414> (accessed 02. februar 2020).
- [18] I. Garasjen. "Igland." Igland Garasjen. <https://www.garasjer.no/> (accessed 06.februar 2020).
- [19] Salhus Garasjeporter. "Salhus Garasjeporter, Om oss." Salhus Garasjeporter. <https://salhusgarasjeporter.no/omoss/> (accessed 06.februar 2020).
- [20] Fasadeprodukter. "Om Oss." Fasadeprodukter. <https://www.fasadeprodukter.no/om-oss/> (accessed 06.februar 2020).
- [21] HD Solskjerming. "Om HD Solskjerming." HD Solskjerming. <https://hdsolskjerming.no/> (accessed 06. februar 2020).
- [22] T. Sjölin. "Hvorfor feilplukking koster penger." Consafe Logistics. <https://www.consafelogistics.com/no/hvorfor-feilplukking-koster-penger/> (accessed 03. mars 2020).
- [23] S. Aasheim, "Plukkfeil og kostnader," J. Jacobsen, Ed., ed, 2020.
- [24] T. Jacobsen, "Plukkfeil-scenario," J. Jacobsen, Ed., ed, 2020.
- [25] N. Modig and P. Åhlström, *Dette er Lean*. Sverige: Rheologica publ., 2012.
- [26] Toyota Material Handling Norway AS. "Toyota Produksjonssystem." Toyota Material Handling Norway AS. <https://toyota-forklifts.no/om-toyota/toyota-production-system/> (accessed 25.mars 2020).
- [27] S. Skerlic and R. Muha. "Reducing errors in the company's warehouse process." https://www.researchgate.net/publication/315935037_Reducing_errors_in_the_company's_warehouse_process (accessed 06.04.2020).
- [28] H. Lasi, P. Fettke, H.-G. Kemper, T. Feld, and M. Hoffmann, "Industry 4.0," *Business & information systems engineering*, vol. 6, no. 4, pp. 239-242, 2014.
- [29] M. Peruzzini, F. Grandi, and M. Pellicciari, "Benchmarking of tools for user experience analysis in industry 4.0," *Procedia Manufacturing*, vol. 11, pp. 806-813, 2017.
- [30] V. Alcácer and V. Cruz-Machado, "Scanning the industry 4.0: A literature review on technologies for manufacturing systems," *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 2019.
- [31] U. Robots. "The UR10e Collaborative Industrial Robot." (accessed 19.03, 2020).
- [32] D. Pradeep. "Cobots - A Helping Hand to the Healthcare Industry." (accessed 16.03, 2020).
- [33] S. B. Niku, *Introduction to Robotics*. 2011.
- [34] F. Gil-Vilda, A. Sune, J. A. Yagüe-Fabra, C. Crespo, and H. Serrano, "Integration of a collaborative robot in a U-shaped production line: a real case study," *Procedia Manufacturing*, vol. 13, pp. 109-115, 2017.
- [35] A. A. Malik and A. Bilberg, "Framework to implement collaborative robots in manual assembly: a lean automation approach," in *Proceedings of the 28th DAAAM International Symposium, B. Katalinic (Ed.), Published by DAAAM International, ISSN, 2017*, pp. 1726-9679.
- [36] D. Kulic and E. Croft, "Strategies for safety in human robot interaction," in *International Conference on Advanced Robotics (ICAR) 2003*, 2003.
- [37] A. Kverneland, "RobotNorge: Optimalisere og robotisere pakkelinje," University of Stavanger, Norway, 2018.
- [38] T. Hessman, "Robots for the Masses," *Industry Week*, vol. 1, 2012.
- [39] R. Flydal, "Tilbud Lonevåg Beslagfabrikk AS, Kardex Vertical Buffer module LR35," ed, 2017.
- [40] U. Robots. "The UR10e Collaborative Industrial Robot." (accessed 19.03.2020).
- [41] A. Döllinger and T. Larsson, "Selection of Automated Order Picking Systems-Automated Storage and Retrieval Systems within Contract Logistics," 2016.

- [42] L. J. Leifer and M. Steinert, "Dancing with ambiguity: Causality behavior, design thinking, and triple-loop-learning," *Information Knowledge Systems Management*, vol. 10, no. 1-4, pp. 151-173, 2011.
- [43] K. Thoring and R. M. Müller, "Understanding the creative mechanisms of design thinking: an evolutionary approach," presented at the Proceedings of the Second Conference on Creativity and Innovation in Design, Eindhoven, Netherlands, 2011. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/2079216.2079236>.
- [44] "Design thinking." (accessed.
- [45] Å. Kristoffersen, "informasjon om samlebånd/rullebane," M. Erstad, Ed., ed. Gmail, 2020.
- [46] A. K. Madsen, "Universal Robots, LOBAS," E. S. Klævold, Ed., ed, 2020.
- [47] G. Garrett, M. Benden, R. Mehta, A. Pickens, S. C. Peres, and H. Zhao, "Call Center Productivity Over 6 Months Following a Standing Desk Intervention," *IIE Transactions on Occupational Ergonomics and Human Factors*, vol. 4, no. 2-3, pp. 188-195, 2016/07/02 2016, doi: 10.1080/21577323.2016.1183534.
- [48] E. Jersin, *Kvalitetsstyring, kvalitetssikring, kvalitetskontroll*. [Trondheim]: Tapir (in Norsk (Bokmål)), 1984, pp. VIII, 323 s. ill. 25 cm.
- [49] *Statistisk kvalitetskontroll, informasjonskurs*. Oslo: Universitetsforl. (in Norsk (Bokmål)), 1976, pp. 31 s. ill., diagr. 4°.

Liste over Figurer

- Figur 1: *Utgifter i lager*, Sees på side 22
Figur 2: *Illustrasjon av design thinking prosess*, Sees på side 36
Figur 3: *Modell for materialflyt*, Sees på side 44
Figur 4: *Prosessrekkefølge*, Sees på side 45
Figur 5: *Graf for tidsbruk ved pakking av flere ordre*, Sees på side 47

Liste over Tabeller

- Tabell 1: *Konsekvenstabell*. Sees på side 17
Tabell 2: *Tidstabell for pakking*, Sees på side 46

Liste over Bilder

- Bilde 1: *Produksjon av stigetrinn*. Foto av Jøran Jacobsen, Sees på side 8
Bilde 2: *Smien fra 60 tallet*. Foto Jøran Jacobsen, Sees på side 8
Bilde 3: *Flyfoto av Lobas, Lonevåg*, Sees på side 8
Bilde 4: *Flyfoto av garasjeportavdelingen, Fotlandsvåg*, Sees på side 9
Bilde 5: *Illustrasjon av Vippeport*, Sees på side 9
Bilde 6: *Illustrasjon av Leddport*, Sees på side 9
Bilde 7: *Trend*, Sees på side 10
Bilde 8: *Kassett*, Sees på side 10
Bilde 9: *Modern*, Sees på side 11
Bilde 10: *Motor og tilleggsutstyr*, Sees på side 12
Bilde 11-17: *Produksjonslokale og arbeidsprosess*. Foto av Jøran Jacobsen, Sees på side 13-15
Bilde 18: *Bilde av Universal Robot i Produksjonsavdelingen ved Lobas*. Foto av Magnus Erstad, Sees på side 29
Bilde 19: *Illustrasjon av en Kardex Remstar LR 35*, Sees på side 30
Bilde 20: *Bilde av rommet der Kardex LR 35 skal stå*. Foto av Eirik Strømmen Klævold, Sees på side 33
Bilde 21: *Bilde av nåværende lagerløsning ved Lobas*. Foto av Eirik Strømmen Klævold, Sees på side 34
Bilde 22: *Bilde av nåværende pakkestasjon ved Lobas*. Foto av Eirik Strømmen Klævold, Sees på side 35

Bilde 23: *Første utkast i papp*. Foto av Magnus Erstad, Sees på side 38

Bilde 24: *tegning av papp modell*, Sees på side 39

Bilde 25-27: *CAD modell av løsningen*, Sees på side 40-42

Vedlegg 1

Vedlegg 1: *Pristilbud fra Kardex Remstar*

Vedlegg 2: *Oversiktsliste med vekt på deler*

