

# Effektivisering av pulverlakeringsanlegget hos Lonevåg Beslagfabrikk AS

Daniel Hansen Bruvik  
Akmalluddin Shah Muhammad

Bacheloroppgave i Produksjonsteknikk  
Bergen, Norge 2021





# Effektivisering av pulverlakkeringsanlegget hos Lonevåg Beslagfabrikk AS

Daniel Hansen Bruvik  
Akmalluddin Shah Muhammad

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 Lümmer

*English title:* *Increasing the efficiency of the powder coating plant at Lonevåg Beslagfabrikk AS*

Forfattere, studentnummer: Daniel Hansen Bruvik 247494  
Akmalluddin Shah Muhammad 578190

Studieprogram: Produksjonsteknikk  
Dato: Mai 2021  
Rapportnummer: IMM 2021-M50  
Veileder ved HVL: Jan Ove Mjånes, HVL ansatt  
Oppdragsgiver: Lonevåg Beslagfabrikk AS  
Oppdragsgivers referanse: Andreas Kollvangsnes

Antall filer levert digitalt: 3

## Forord

Denne bacheloroppgaven ble skrevet i løpet av vårsemesteret 2021 ved Institutt for Maskin- og Marinfag (IMM) ved Høgskulen på Vestlandet (HVL). Hovedtemaet for oppgaven er produksjonsforbedring. Veilederen for oppgaven er Jan Ove Rogde Mjånes ved IMM. Oppgaven er utført i samarbeid med Lonevåg Beslagfabrikk AS avd. Flatevad med Andreas Kollvangsnes som veileder.

Vi ønsker gjerne å takke følgende personer:

- Jan Ove Rogde Mjånes for god veiledning og oppfølging av prosjektet.
- Andreas Kollsvangsnes for en god introduksjon og veiledning i bedriften.
- Frits Kverneland for å korrekturlese oppgaven
- Alle ansatte ved Lonevåg Beslagfabrikk AS som har bidratt med informasjon og data til bacheloroppgaven.



## **Sammendrag**

Denne bacheloroppgaven er utarbeidet for Lonevåg Beslagfabrikk AS, med den hensikt å lage en rapport som belyser hvordan de kan øke effektiviteten i sitt pulverlakkeringsanlegg. I prosessen med å utarbeide tiltak til hvordan effektiviteten kan økes har vi benyttet oss av litteraturgjennomgang, observasjon i bedrift, samtaler med ansatte, innsamling av data og analyse av disse. Ved hjelp av de ulike metodene har vi kommet fram til to ulike tiltak som vi mener kan være med på å øke effektiviteten i pulverlakkeringsanlegget: standardisering av opphengsmønster og å ta i bruk RFID teknologi for innlastning av program. Målet med å innføre disse tiltakene er å frigjøre formennene fra arbeidsoppgaver som de i dag bruker mye tid på. De vil da få bedre tid til å forebygge andre feil som forårsaker stopp på transportbåndet. Resultatet av dette fører til at Lonevåg Beslagfabrikk AS tar enda et steg nærmere Industri 4.0, og at de forhåpentligvis får en mer effektiv produksjon i pulverlakkeringsanlegget.





## **Abstract**

This bachelor thesis has been created in cooperation with Lonevåg Beslagfabrikk AS, with an intention to find possible ways to increase the efficiency of their powder coating plant.

During this process we have gathered information and data by use of literature, observation, and interviews, which were then later analyzed. By use of these methods, we were able to come to terms with two possibilities to increase the efficiency: standardization of the hanging process on the conveyor and the use of RFID technology to automatically load programs.

This will be done to reduce the workers workload, which they will be able to use to prevent other faults that may cause the conveyor belt to come to a halt. This will hopefully secure a higher efficiency in their powder coating plant and Lonevåg Beslagfabrikk AS will then be able to take another step towards Industry 4.0.



## Innhold

<b>FORORD .....</b>	<b>V</b>
<b>SAMMENDRAG.....</b>	<b>VII</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>IX</b>
<b>1. INNLEDNING.....</b>	<b>1</b>
1.1 PROBLEMSTILLING.....	1
1.2 TEMA .....	1
1.3 BEGRENSNINGER .....	2
<b>2. METODE.....</b>	<b>3</b>
2.1 FORSKNINGSDESIGN .....	3
2.2 FORSKNINGSPROSESS .....	3
2.3 VALIDITET OG RELIABILITET .....	4
2.4 METODE FOR DATAINNSAMLING.....	4
2.4.1 Kvalitativ og kvantitativ metode: .....	4
2.4.2 Observasjon.....	5
2.4.3 Intervju .....	5
2.5 METODE FOR ANALYSE AV DATA.....	6
<b>3. INTRODUKSJON.....</b>	<b>7</b>
3.1 HISTORIE .....	7
3.1.1 Hvorfor Lonevåg Beslagfabrikk A/S.....	8
3.2 PRODUKSJONSPROSESS LONEVÅG BESLAGFABRIKK AS.....	8
3.2.1 Råvarer.....	8
3.2.2 Maskinering.....	8
3.2.3 Pulverlakkering .....	9
3.2.4 Pakking og montering .....	9
3.2.5 Ferdigvarelager.....	9
<b>4. PRODUKSJONSPROSESSEN I PULVERLAKKERINGSANLEGGET .....</b>	<b>10</b>
4.1 OPPHENG .....	11
4.2 FORBEHANDLING .....	11
4.3 TØRKEOVN .....	12
4.4 PULVERBOKS .....	12
4.5 HERDEOVN .....	13
4.6 AVPLUKK OG PAKKING .....	13
4.7 BELEGNINGSPLAN OG OMSTILLINGSTID.....	14
<b>5. GRUNNLEGGENDE TEORI.....</b>	<b>15</b>

---

5.1	EFFEKTIVITET .....	15
5.2	LEAN PRODUKSJON .....	16
5.2.1	<i>Jidoka</i> .....	16
5.2.2	<i>SOP</i> .....	17
5.3	AUTOMATISERINGENS INNVIRKNING PÅ EFFEKTIVITETEN .....	17
5.3.1	<i>RFID</i> .....	17
5.3.2	<i>Fremveksten av Industri 4.0</i> .....	19
5.3.3	<i>Fordeler og ulemper med automatisering</i> .....	20
<b>6.</b>	<b>ANALYSE AV NÅSITUASJON</b> .....	<b>21</b>
6.1	TRANSPORTBÅNDHASTIGHET ETTER TID .....	21
6.1.1	<i>Tilpasninger</i> .....	22
6.2	STOPPTID .....	23
6.2.1	<i>Total stopptid</i> .....	24
6.2.2	<i>Stopptid utenom planlagte stopp</i> .....	25
6.2.3	<i>Hva forteller stopptiden oss?</i> .....	26
6.3	KJØRELENGDE .....	27
6.3.1	<i>Total kjørelengde pr uke</i> .....	27
6.3.2	<i>Gjennomsnittlig kjørelengde pr skift</i> .....	28
6.3.3	<i>Kjørelengde pr 3 uker</i> .....	29
6.4	TILGJENGELIGHET .....	30
<b>7.</b>	<b>STANDARDISERING</b> .....	<b>31</b>
7.1	HVA ER STANDARDISERING?.....	31
7.2	STANDARDISERING AV OPPHENGSMØNSTER .....	32
7.2.1	<i>Registrering av opphengsmønster i Excel</i> .....	33
7.2.2	<i>Registrering av opphengsmønster i Dynamics 365 FO</i> .....	34
7.2.3	<i>Overføring av opphengsmønster til PLS</i> .....	35
7.3	HVA LOBAS OPPNÅR MED Å STANDARDISERE.....	36
<b>8.</b>	<b>BRUK AV RFID TEKNOLOGI TIL OVERFØRING AV PROGRAM</b> .....	<b>37</b>
8.1	VALG AV RFID-TEKNOLOGI .....	37
8.2	IMPLEMENTERING AV RFID.....	37
8.2.1	<i>Lakkeringsprosessen etter implementasjon av RFID</i> .....	38
8.3	FORUTSETNINGER FOR Å KUNNE BRUKE RFID TEKNOLOGI I PULVERLAKKERINGSANLEGGET .....	39
8.3.1	<i>Programmering av RF sender</i> .....	39
8.3.2	<i>Samhandling mellom mottaker og dagens systemer</i> .....	39
8.3.3	<i>Temperatur</i> .....	40
8.4	HVA LOBAS OPPNÅR MED Å INNFØRE RFID TEKNOLOGI .....	40
<b>9.</b>	<b>KONKLUSJON</b> .....	<b>41</b>

<b>REFERANSELISTE.....</b>	<b>42</b>
<b>LISTE OVER FIGURER.....</b>	<b>44</b>
<b>LISTE OVER BILDER.....</b>	<b>45</b>
<b>VEDLEGG.....</b>	<b>45</b>



## **1. Innledning**

Som en avslutning på bachelorgraden vår i Produksjonsteknikk ved Høgskulen på Vestlandet, har vi i løpet av våren 2021 skrevet bacheloroppgave. Oppgaven kunne enten baseres på en problemstilling fra en bedrift eller fra høyskolen. Etersom vi hadde en person innad i gruppen som allerede er ansatt hos Lonevåg Beslagfabrikk AS, bestemte vi oss for å kontakte dem om en eventuell oppgave. Lonevåg Beslagfabrikk AS, også kjent som Lobas, virket positive til forslaget og bestemte seg for å gi fra seg en svært praktisk og relevant oppgave for oss produksjonsingeniører. Målet var å skrive en oppgave som Lobas kunne ta i bruk i ettertid, i tillegg til å skrive en vitenskapelig rapport for høyskolen. Å vite at Lobas kunne få bruk for kunnskapen som vi skulle utrede ga oss ekstra motivasjon til å gjøre en god jobb som videre førte til at bacheloroppgaven ble utført meget tilfredsstillende.

I løpet av denne oppgaven har vi samlet inn data fra lakkeringsanlegget på Lobas, analysert disse og deretter kommet med forbedringstiltak.

### **1.1 Problemstilling**

Hvilke tiltak kan Lobas innføre for å øke effektiviteten i sitt pulverlakteringsanlegg?

### **1.2 Tema**

Denne oppgaven setter søkelyset på effektiviseringen av pulverlakteringsanlegget hos Lobas. Hovedfokuset med denne oppgaven var å finne eventuelle tiltak som Lobas kunne innføre for å øke effektiviteten i anlegget. Ved hjelp av effektivitetsmålinger, fikk vi kartlagt nåsituasjonen. Ved å analysere nåsituasjonen fikk vi en videre innsikt i nødvendigheten av å innføre videre tiltak. Tiltakene som blir presentert i denne oppgaven ble foreslått på bakgrunn av både ønsker fra Lobas, samtaler med de ansatte og egne innspill.

### **1.3 Begrensninger**

Lonevåg Beslagfabrikk AS har to forskjellige avdelinger. Den ene avdelingen produserer garasjeporter og ligger i Fotlandsvåg på Osterøy. Den andre avdelingen produserer taksikringsutstyr og bygningsbeslag. Dette er hovedavdelingen til Lobas og den ligger i Flatevad på Osterøy. Det er hovedavdelingen denne oppgaven tar for seg, og omhandler i hovedsak pulverlakkeringsanlegget.

Et av forslagene våre til tiltak er å ta i bruk RFID teknologi til opplasting av programmer. For å kunne ta i bruk det, er det nødvendig å gjøre grundigere analyser på hvordan kommunikasjonen mellom et RFID system og dagens systemer hos Lobas ville fungert i praksis. Siden dette ligger utenfor vårt fagområde, vil dette ikke bli analysert i denne rapporten.



## 2. Metode

I løpet av dette kapittelet så skal vi beskrive hvordan vi har kommet fram til et forskningsresultat som innehar stor reliabilitet og validitet. Her skal vi blant annet presentere vårt valg av forskningsdesign, strategi, og metode for innsamling av data.

### 2.1 Forskningsdesign

Forskningsdesignet skal være en detaljert og strukturert plan for hvordan vi ønsker å utføre forskningsarbeidet for å oppnå målet vårt. Den er derfor avhengig av problemstillingen som vi har valgt. I tillegg til dette er den avhengig av tid og ressurser vi har til rådighet. [1] Forskningsdesignet vårt er ikke en fastsatt plan, det vil endres etter hvert som vi utfører forskningen, som skyldes at vi kommer til å finne alternative løsninger og måter vi kan gjennomføre forskningen på.

Problemstillingen er relativt stor og bred, som fører til at det blir vanskelig å bare holde seg til kvantitativ metode. Vi ønsker derfor å kombinere kvantitativ- og kvalitativmetode. Dette skyldes at det ikke blir nok med å bare samle inn data og omvende om til tallverdi, vi blir nemlig også nødt til å ha noen dybdeintervjuer for å få et helhetlig bilde av hvordan nåsituasjonen er og om hvordan vi kan forbedre den.

Undersøkelsesdesignen som passer problemstillingen vår, blir da et deskriptivt eller et beskrivende forskningsdesign. Dette skyldes at vi allerede har fått tilgang på informasjon fra Lobas. I tillegg til dette så har vi ganske god kontroll på strukturen pulverlakeringsanlegget og hvordan de ulike prosessene i anlegget fungerer. Med andre ord har vi et godt fundament som vi kan fortsette å bygge på med ny informasjon og data. [1]

### 2.2 Forskningsprosess

Forskningsprosessen vår vil basere seg på Ottar Helleviks anbefalte undersøkelsesprosess [1]:

1. Valg og utforming av problemstilling
2. Utvelging av enheter og variabler som skal undersøkes
3. Innsamling av data
4. Behandling av data
5. Analyse av data
6. Tolkning av resultatene av analysen
7. Utarbeiding av forskningsrapporten

Det bør noteres at dette ikke er en ideell framgangsmåte på hvordan en forskningsprosess skal utføres, men det er en god mal som vi ønsker å bruke og etter hvert justere i henhold til problemstillingen vår.

### **2.3 Validitet og reliabilitet**

Kvaliteten av en empirisk undersøkelse avhenger av dens reliabilitet og validitet.

Reliabiliteten av en undersøkelse handler om hvor nøyaktig undersøkelsen er utført i henhold til framgangsmåten, mens validiteten handler om hvor stor relevans den utvinnende dataen har i forhold til den formulerte problemstillingen. [1]

### **2.4 Metode for datainnsamling**

I samarbeid med Lobas har vi fått lov til å samle inn data ved å være til stede fysisk i produksjonen deres. Her er det spesielt viktig å ha en god samtale med Lobas om når vi kan ta en tur innom for å observere og intervju de ansatte, spesielt med tanke på koronasituasjonen.

#### **2.4.1 Kvalitativ og kvantitativ metode:**

Kvalitativ metode handler om å gå i dybden på et spesifikt område for å få en helhetsforståelse av situasjonen. [1] Vi kan for eksempel gå i dybden på intervjuer hvor vi kan finne ut om hvordan en person oppfatter en situasjon og hva de ønsker å gjøre ut av det. Informasjonen kan også blant annet bli hentet kvalitativt ut fra observasjoner og bøker.

Kvalitativ metode vil bli brukt dersom vi føler vi ikke har tilstrekkelig informasjon om et spesifikt tema og ønsker å gå i dybden på det. I vårt tilfelle kan dette for eksempel være et direkte intervju med en operatør for å høre hvordan erfaringen deres i maskinen har vært og hva som kan forbedres. Vi ser da at en kvalitativ metode fungerer best når man har et fåtall av mennesker som man ønsker å intervju for å få et dybdeperspektiv i et spesifikt tema. [2]

Kvantitativ metode blir ofte benyttet dersom man har et bredt antall av kilder som man ønsker å hente informasjon i fra. I motsetning til den kvalitative metoden, blir ikke informasjonen som hentes fra hver kilde utdypende, men heller kort og konsis. Informasjonen skal nemlig brukes til å bekrefte en påstand eller en hypotese som vi allerede har spesifisert på forhånd. En vanlig metode som blir brukt i kvantitativ forskning er intervjuer og spørreundersøkelser. Alle informantene vil da få et fåtall av konsise spørsmål som de skal svare på. På denne måten får vi «enkle svar» som vi kan lett legge inn i en database til videre

analyse. Kunnskapen som vi får av å analysere dataene vil enten styrke hypotesen vår om problemstillingen og gjør den mer troverdig og gyldig, eller gjøre den invalid. [1]

#### **2.4.2 Observasjon**

Et verktøy som vi ønsker å ta i bruk for å kartlegge nede-tid i pulverlakeringsanlegget er Power BI. Ved bruk av denne programvaren kan vi få et visuelt bilde over nedetiden i anlegget. Kjøretiden visualiseres i form av bølgefrekvenser. Når bølgen er på topp har den en konstant hastighet og beveger seg framover, men hvis bølgen er på bunn så vil det si at den står stille. På denne måten kan vi samle inn kvantitativ data ved å bryte ned reelle data til håndterbare tallverdier som kartlegger nede-tiden til anlegget.

#### **2.4.3 Intervju**

Vi føler ikke at det er nok med å bare samle inn kvantitativ data. Det vil si at en kvantitativ undersøkelse der vi sender ut spørreskjema ut til arbeiderne vil ikke være godt nok. Vi ønsker at arbeiderne skal kunne uttrykke seg helhetlig og ikke bare krysse under på svar alternativ på spørreskjemaet. Vi ønsker derfor å gå inn i dybden med litt kvalitativforskning. For å oppnå dette så ønsker vi å utføre noen dybdeintervjuer med produksjonsarbeiderne for å få en full forståelse over hvordan de oppfatter arbeidet deres og om hva de synes kan bli gjort bedre. [2]

Fordelene med kvalitativt intervju er:

- Ikke alle klarer å formulere seg skikkelig når de må få det ned på papir.
- Lettere å oppfatte arbeidernes utfordringer og eventuelle andre sider som ikke kommer fram i en kvantitativ undersøkelse.
- Intervjuene blir tilpasset til arbeiderne.

For å oppnå best mulig resultat på intervjuene er det lurt å gjøre klart noen spørsmål forhånd, slik at man klarer å opprettholde en viss struktur på intervjuene. I tillegg til dette så bør man forholde seg så nøytral som mulig for å unngå bias mot en av partene. [2]

## **2.5 Metode for analyse av data**

Data fra de kvantitative observasjonene av pulverlakeringsanlegget skal føres inn på et Excel-ark for å skape en strukturert og ryddig oversikt over de nødvendige nøkkeltallene. I Excel-arket er det muligheter for å lage frekvenstabeller og histogrammer, som vil gjøre analyseringsprosessen mye lettere og mer presentabel. Ut ifra disse nøkkeltallene skal vi kunne klare å kartlegge eventuelle nede tider, pauser og stopp på grunn av feilmeldinger, programfeil osv. Dersom det oppstår en usikkerhet om hvorfor anlegget stoppet opp blir vi nødt til å intervju produksjonsarbeideren som var ansvarlig for det skiftet. Dette vil føre til at vi får fjernet så mye usikkerhet rundt målingene som mulig.

Data fra de kvalitative intervjuene skal noteres ned og analyseres videre på en nøytral måte for å finne nye måter å forbedre produksjonen på. Vi kan tenke oss logisk fram til at gulvarbeiderne som driver med det samme arbeidet dag inn og dag ut, har et annet syn på hva som kan forbedres i produksjonen enn de som sitter i administrasjonen. På denne måten får vi en mulighet til å få se begge sider av produksjonen, både administrasjonen sin og gulvarbeiderne sine. Utfordringen blir da å analysere intervjuene for å prøve å finne tiltak som kan både komme administrasjonen og gulvarbeiderne til nytte.

### 3. Introduksjon

I dette kapittelet vil vi ta for oss litt om historien til Lobas og hvorfor vi valgte å skrive oppgave i samarbeid med Lobas. Deretter tar vi for oss litt om produksjonsprosessen hos Lobas avdeling Flatevad.

#### 3.1 Historie

Lonevåg Beslagfabrikk AS ble stiftet i 1947 og er i dag kjent som Lobas. Grunnlaget for bedriften ble lagt allerede tilbake i 1918, da Andreas Jacobsen startet å produsere spiker av jerntråd. Produksjonen var da lokalisert i en liten smie i Flatevad på Osterøy, noe som også er det samme stedet som bedriften er lokalisert i dag.

Produktene som ble produsert de første årene hos Lobas var enkle deler som rekkebolter, rennekroker, snøfangere og etter hvert komplett utstyr til taksikring. Produksjonen av disse delene foregikk da på enkle manuell opererte maskiner som ble brukt til kapping, bukking, smiing og sveising.

På 60-tallet fikk Lobas kjenne på at det var stor konkurranse når det gjaldt produksjon av bygningsbeslag og taksikringsutstyr. De fikk da etter hvert greie på at det begynte å bli stor etterspørsel etter beslag til garasjeporter. Lobas utviklet derfor sitt eget beslag til vippeporter. Dette ble en stor suksess og har bidratt til at Lobas i dag har en helt egen garasjeportavdeling der de produserer komplette garasjeportløsninger.

Lobas har helt siden oppstarten kunne hatt stort fokus på å investere i både moderne maskiner, produktutvikling og optimalisering av produksjonsprosesser. De har i dag omtrent 55 roboter og 75 effektive ansatte. Dette har bidratt til at de i dag er kjent som en ledende bedrift innenfor sine produktområder.

Lobas har idag tre hovedsatsningsområder som er taksikringsutstyr, utstyr til takrenner og garasjeporter. [3] [4]



Bilde 1 - Lobas avdeling Flatevad



Bilde 2 - Lobas avdeling Fotlandsvåg

### **3.1.1 Hvorfor Lonevåg Beslagfabrikk A/S**

Proessen med å finne en bedrift å skrive bachelor for varte ikke så lenge for gruppens del. Valget falt tidlig på Lobas siden en av forfatterne av denne oppgaven er ansatt i bedriften. I tillegg har begge forfatterne tidligere i studiet skrevet oppgave for Lobas. Dette gjorde prosessen kort, og dette var en stor fordel med tanke på å slippe å gå igjennom en stor søknadsprosess som potensielt kunne tatt veldig lang tid. I tillegg sparte vi mye tid på å sette oss inn i produksjonsprosesser da vi allerede hadde svært god innsikt i dette.

Problemstillingen vi fikk utdelt fra Lobas var at de ville undersøke hvordan de kunne effektivisere sitt pulverlakeringsanlegg. Utover dette stod vi fritt til hvordan og hvilken retning vi ville vinkle oppgaven.

### **3.2 Produksjonsprosess Lonevåg Beslagfabrikk AS**

Dette delkapittelet vil ta for seg hvordan produksjonsprosessen er hos Lobas fra råvarer til ferdig produkt. Produksjonsprosessen kan deles opp i to deler, en maskineringsprosess og en pulverlakerings- og pakkeprosess.

#### **3.2.1 Råvarer**

Det meste av stålet Lobas kjøper inn er varmforsinket stålcoiler. De kjøper da inn coiler i ulike dimensjoner. I tillegg kjøper de også inn coiler i aluminium og kobber. Noe av råvarene til Lobas er også plater i ulike dimensjoner.

#### **3.2.2 Maskinering**

Maskineringsavdelingen hos Lobas består av alt fra enkle manuelle maskiner til helautomatiske maskiner som kan produsere ubemannet. Lobas benytter seg av bearbeidingsmetoder som bokking, kapping, nibbling og sveising.

Et typisk Lobasprodukt, som for eksempel stigetrinn til tak, går igjennom flere av disse prosessene. Stigetrinnet blir da produsert i tre ulike deler før det blir sveiset sammen til et trinn ved hjelp av punktsveising.

### **3.2.3 Pulverlakkering**

De fleste produkter som Lobas produserer skal igjennom en lakkeringsprosess før de skal ferdigstilles og leveres til kunde. Lakkeringsprosessen hos Lobas er en pulverlakkeringsprosess. Pulveret Lobas bruker er et polyesterpulver. Enkelt forklart påføres pulveret ved at det sprøytes som en sky mot objektet. Pulverkornene blir elektronisk ladet i pulverpistolene og vil dermed klamre seg til objektet som skal lakkeres. Deretter går objektet gjennom en herdeovn og danner et homogent belegg. Pulveret smeltes da på objektets overflate før det flyter sammen og danner kjemiske bindinger som herdes til å bli et svært slitesterkt belegg. [5] Selve påføringen av pulveret er bare en liten del av en større prosess som vil bli forklart nærmere i kapittel 4.

### **3.2.4 Pakking og montering**

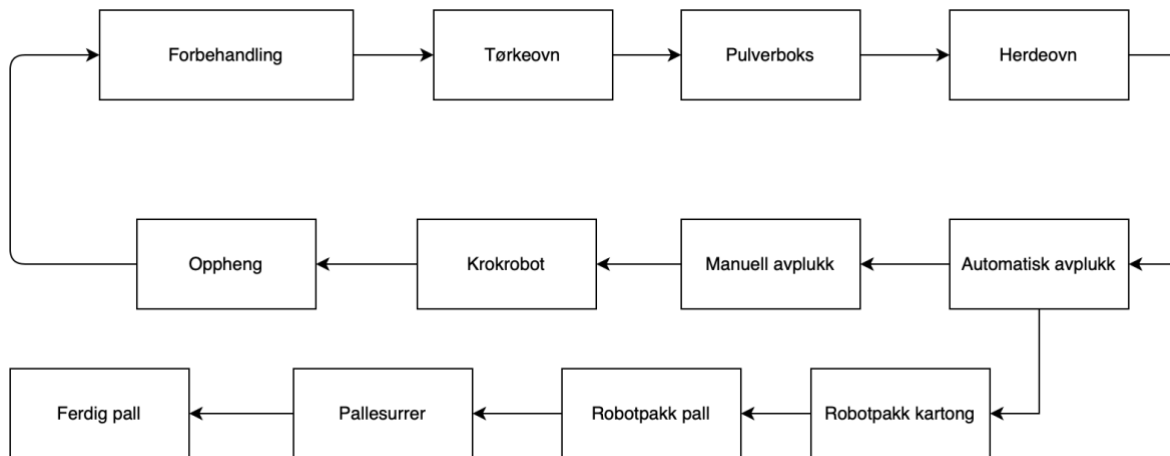
Mange av produktene Lobas produserer blir direkte pakket i kartonger og på pall i pulverlakkeringsanlegget. De produktene som ikke blir pakket i pulverlakkeringsanlegget går videre til en monteringsavdeling. Grunnen er at noen av produktene Lobas produserer er sammensatt av flere komponenter som må lakkeres hver for seg for å få dekt hele overflaten i lakkeringsprosessen.

### **3.2.5 Ferdigvarelager**

For at Lobas skal ha muligheten til å være leveransedyktige til enhver tid er de avhengig av å produsere opp større volum av enkelte varer. Lobas har derfor et ferdigvarelager som de fyller opp med varer i vintermånedene. Da er salget mindre enn i sommerhalvåret, og de bruker derfor kapasiteten til å kunne fylle opp ferdigvarelageret med varer de forventer å selge mye av basert på prognoser fra kunder.

## 4. Produksjonsprosessen i pulverlakeringsanlegget

Pulverlakeringsanlegget til Lobas består av et transportbånd som går kontinuerlig rundt i en konstant hastighet. Hastigheten varierer ut ifra hvilke produkter som skal igjennom anlegget. Transportbåndet frakter da produktene igjennom flere delprosesser før det til slutt plukkes av transportbåndet ferdig lakkert.



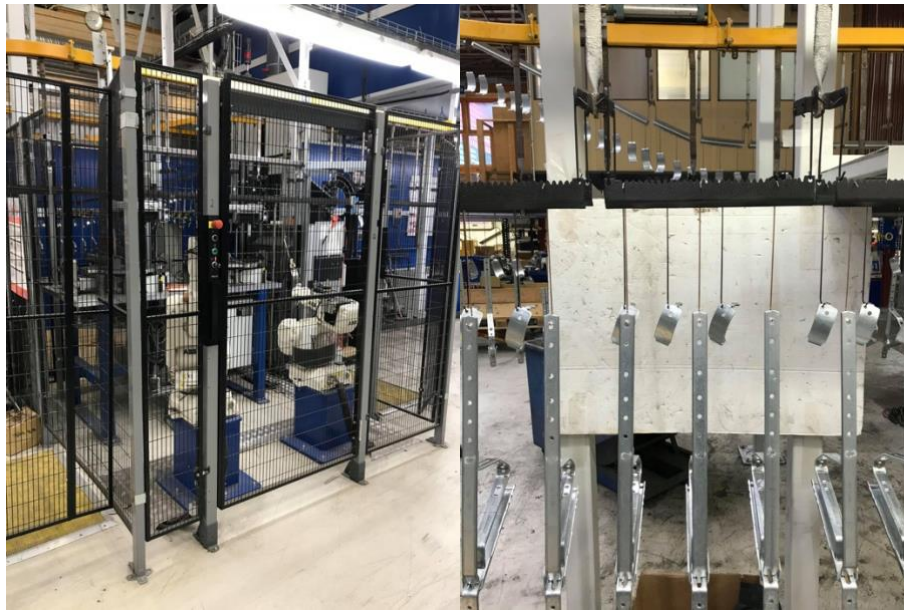
Figur 1 - Prosesskart pulverlakeringsanlegg

For å gi en bedre forståelse av hver enkelt delprosess vil vi forklare de ulike prosessene nærmere.



## 4.1 Oppheng

Produktene som skal henges opp på transportbåndet henges opp i et bestemt mønster for det gitte produktet. Dette mønsteret legges manuelt inn på en PLS skjerm som overfører denne informasjonen til to krokroboter. Disse krokrobotene henger da opp opphengskroker i det gitte mønsteret. Deretter står det to arbeidere og henger produktene i disse opphengskrokene.

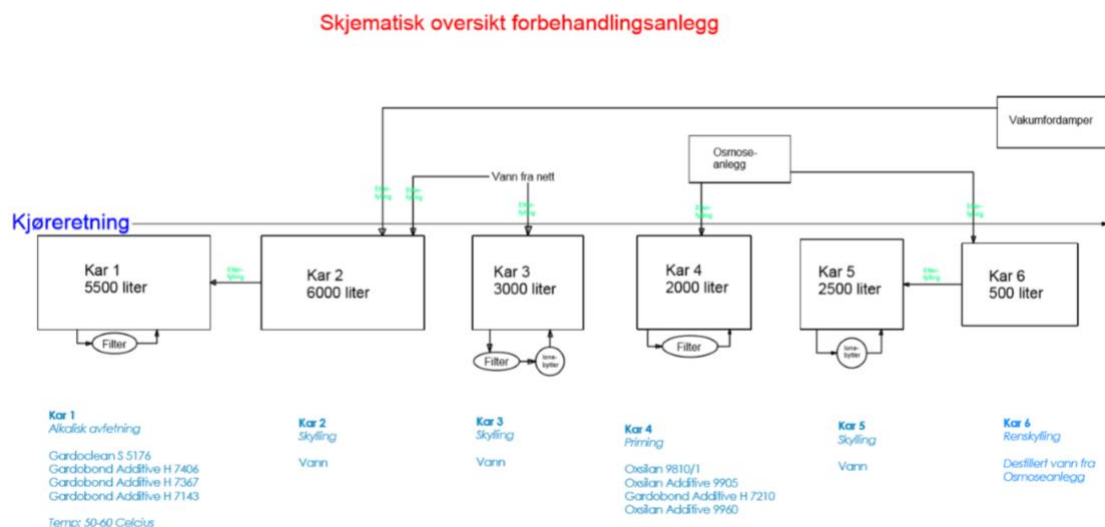


Bilde 3 – Krokroboter

Bilde 4 – Opphengsmønster

## 4.2 Forbehandling

Første delprosess produktene skal igjennom er en forbehandling. Hele forbehandlingen er et lukket system bestående av seks ulike kar som produktene skal igjennom.



Figur 2 - Forbehandlingsanlegg

### 4.3 Tørkeovn

Neste prosess er en tørkeovn. Funksjonen til denne tørkeovnen er bare å gjøre produktene helt tørre før de skal påføres pulver.

### 4.4 Pulverboks

Dette er hvor selve påføringen skjer. Produktene føres da gjennom en boks hvor de blir sprayet med pulver. Produktene som henger på transportbåndet er jordnet og trekker derfor til seg pulveret som blir positivt ladet i pistolene.

Når delene kommer fram til pulverboksen må formannen på anlegget stille inn pulverprogram manuelt i forhold til hvilke deler som skal lakeres. De fleste produktene Lobas lakerer har egne pulverprogram, men det er som oftest nødvendig å finstille på disse for hver gang man kjører et produkt.



Bilde 5 - Pulverlakeringsboks

#### 4.5 Herdeovn

I herdeovnen går produktene gjennom en ovn som er varmet til ca. 200 grader celsius. I herdeovnen smeltes pulveret sammen slik at det fordeles uniformt utover hele produktet. Det dannes da kjemiske bindinger slik at når produktet kommer ut av herdeovnen har det fått en glatt, fin og slitesterk overflate.

#### 4.6 Avplukk og pakking

Siste delprosess er av plukking og pakking. Dette er noe som kan gjøres både manuelt og automatisk. Noen av produktene som lakkeres skal videre til ettermontering, og de må derfor plukkes av transportbåndet manuelt av arbeiderene. De produktene som er ferdig etter de har gått igjennom lakkeringsprosessen pakkes automatisk av roboter.

Pakkeanlegget til Lobas består av 4 robotceller som plukker av produktene og pakker de i kartonger. Herfra sendes de videre til en celle som lukker og taper kartongene før en robot plukker opp kartongen og plasserer den på en pall. Når pallen er full blir den automatisk sendt videre til en surremaskin som surrer pallen i plast.

I dag er det formennene som må stille inn pakkeprogram på alle robotcellene når de skal pakke et produkt. Robot programmene må stilles inn hver for seg på de fire ulike cellene.



Bilde 6 – Pakkeanlegg

#### 4.7 Belegningsplan og omstillingstid

Lobas har 12 ulike standardfarger som de kan lakkere produktene sine i. For å unngå mest mulig omstillingstid så legger de en belegningsplan i starten av året, der de bestemmer hvilke uker de skal kjøre hvilken farge. LB9005 som er vanlig svart farge, er den mest populære fargen i sortimentet. Derfor vil denne fargen bli kjørt hver uke. Selv om det ikke vises i figur 3, så har Lobas informert om at LB9005 også blir kjørt i de ukene den ikke er med i belegningsplanen.

### BELEGNINGSPLAN 2021

UKE	2021
6	LB0070 – LB9002 – LB9006
7	LB9005 – LB8017 – LB7043 – LB9007 – LB3009 – LB3011 – LB7016S – LB9007M
8	LB9005 – LB8004
9	LB0070 – LB9002 – LB9006
10	LB9005 – LB8017 – LB7043 – LB9007 – LB3009 – LB3011 – LB7016S – LB9007M
11	LB9005 – LB8004

Figur 3 – Belegningsplan

Vi har fått opplyst at et fargeskift tar omtrent 20 minutter. Ut ifra belegningsplanen kan man derfor se at tiden som går med til fargeskift i løpet av en uke vil variere siden det er ulikt antall farger som skal skiftes mellom for hver uke. Dette er noe vi vil ta hensyn til når vi senere skal analysere stopptiden.

## 5. Grunnleggende teori

I dette kapitlet skal vi gå inn på grunnleggende teori på temaer som er relevant for denne oppgaven.

### 5.1 Effektivitet

Effektivitet avhenger av to variabler; kundeverdi og produktivitet. Kundeverdi handler om hvordan kunden oppfatter et produkt med tanke på kvalitet og pris, mens produktivitet handler om hvor mange deler vi klarer å produsere i forhold til arbeidsinnsats. [6]

Kundeverdi handler om hvordan kunden erfarer produsenten. Dette gjelder fra når kunden bestiller varen og frem til de mottar den. God kundeverdi vil si at kunden er svært fornøyd med kjøpsopplevelsen og føler seg tilfreds med sluttproduktet. Kunden bryr seg med andre ord ikke om produktiviteten hos produsenten, men de bryr seg om hvordan de har blitt behandlet av produsenten fra ordren ble lagt inn og fram til de får sluttproduktet.

Sluttproduktet må da være tilfredsstillende i forhold til kundenes krav om produktet. [6] [7]

Produktiviteten handler om hvor mye en ressurs klarer å produsere i forhold til innsats. Det vil si at dersom en maskin klarer å øke antallet produserte varer til den samme innsatsmengden som før, så har man klart å øke produktiviteten til maskinen. [6]

Vi ser da at, hvis vi ønsker å ha høy effektivitet i en produksjonsprosess, så må man sikre høy produktivitet i tillegg til at man kan tilfredsstille kundebehovene. [6] [8]



Figur 4 - Høy effektivitet i en produksjonsprosess

For å oppnå høyere produktivitet og kundeverdi anbefaler Bengt Karlöf å fokusere på kvalitetsutvikling innad i bedriften. [8] Videre presenterer han viktige kriterier som både ledelsen og gulvarbeidere bør fokusere på for å kunne produsere varer til høy kvalitet på en effektiv måte: [8]



Figur 5 - Viktige kriterier for å oppnå høy effektivitet

## 5.2 Lean produksjon

Lean produksjon er et produksjonssystem som baserer seg på kontinuerlige forbedringer ved å konstant identifisere og redusere sløsing i organisasjonen. Produksjonssystemet stammer fra Toyota Production System i Japan. Ved å benytte seg av Lean kan man fjerne sløsing i form av gjentakende arbeid, unødvendige arbeidstrinn, transporttid av materialer og personell, ventetid, høye lagerbeholdninger, og overproduksjon. Lean tankegangen skal bli implementert fra startfasen i produksjonsprosessen til kunden mottar det bestilte produktet. Bruk av Lean vil sørge for at flytenhetene som produseres innehar høy kvalitet, lav produksjonskostnad og kort ledetid. [9] [10]

De mest relevante Lean virkemidlene blir da:

- Jidoka - Automatisering av pakkeprosessen ved bruk av RFID-brikker for å redusere sløsing.
- SOP - Standardisering av opphengingsprosessen

### 5.2.1 Jidoka

Jidoka er et japansk begrep som handler om å automatisere produksjonsprosesser for å redusere sjansen for menneskelige feil. [9] I tillegg til å redusere defekte varer så skal vi ved å automatisere prosessen redusere takttiden. Ved å automatisere pakkeprosessen ved bruk av RFID-brikker kan vi slippe det ekstra leddet i produksjonsprosessen der formennene må inn i hver og én pakkecelle for å stille inn til det riktige programmet. Vi vil da klare å fjerne en ikke-verdiskapende aktivitet. Dette vil videre føre til at man klarer å redusere arbeidsmengden til formennene, som videre fører til at de kan benytte den arbeidstiden som blir frigjort på arbeid som er verdiskapende.

## **5.2.2 SOP**

SOP står for standard operasjons prosedyre. Dette er et sett med skriftlige instruksjoner som forteller deg hvordan man skal utføre rutinemessig arbeid i en organisasjon. [9] Vi ønsker at disse instruksjonene skal fortelle arbeiderne om hvordan de skal utføre opphengingsprosessen på de ulike delene med tanke på mønster og fart. Problemet vi har her nå er at alle utfører arbeidet forskjellig, så ved å skape en standard som arbeiderne klarer å følge ønsker vi å sikre lav variasjon og øke kvaliteten på produktene som skal igjennom pulverlakeringen. Det vil i tillegg redusere sjansen for misforståelser blant de ansatte og redusere antall defekte deler produsert. [9]

## **5.3 Automatiseringens innvirkning på effektiviteten**

Hjørnesteinsbedriften Lobas, som allerede har et veldig høyt nivå av automatiserte prosesser, ønsker å se på muligheter for å gjøre pulverlakeringsprosessen mer automatisert for å redusere unødvendig arbeidsoppgaver og samtidig øke effektiviteten. [11] [12]

Vi har tidligere i oppgaven presisert at effektiviteten avhenger av to faktorer; at vi klarer å produsere mest mulig med minst arbeidsinnsats og at vi klarer å tilfredsstille kundebehovene. Ettersom det i utgangspunktet bare blir utført batchproduksjon i lakeringsanlegget og ofte i svært store kvantum, så vil en helautomatisert lakeringsprosess lønne seg dersom vi klarer å øke produktiviteten i tillegg til å holde på den høye kvaliteten på produktene. En av mulighetene de har vurdert er å automatisere plukke og pakkeprosessen ved bruk av RFID brikker.

### **5.3.1 RFID**

RFID står for radio frequency identification. I dagens industri blir det brukt som et verktøy til objekt sporing, men vi ønsker å bruke det som et verktøy for å effektivisere lakeringsprosessen ved å redusere arbeidsmengden til formennene. Ved å implementere RFID i lakeringsprosessen vil formennene slippe å endre programmet til delene som skal kjøres i anlegget. Veien for å kunne implementere RFID byr på utfordringer, men implementasjonen vil gi oss fordeler i form av økt effektivitet og produktivitet.

Radiofrekvensidentifikasjon ble først tatt i bruk under andre verdenskrig som transpondere i fly. For å kunne ta i bruk RFID-teknologien blir vi nødt til å ha en RF-sender, også kjent som



en tag, som sender identifikasjonen sin over til mottakeren. Mottakeren, også kjent som en leser, er den som mottar informasjon sendt fra tagen. [13] [14] RF-senderen kan deles opp i to kategorier, aktiv og passiv. Den aktive RF-senderen har en sender og i tillegg en egen strømkilde, ofte i form av et batteri, mens en passiv-sender ikke krever noe strømforsyning. Dette gjør at de passive-senderne blir relativt små, som videre fører til at de er billige og holder ut lengre på grunn av at de ikke har noe batteri. Et eksempel på en passiv-sender kan være et ID-kort som du skanner i en mottaker for å komme deg inn i et lukket rom. I tillegg til aktive og passive sendere så finnes det lav, høy og ultra høyfrekvens RFIDer. [15]

<b>RFID-typer</b>	<b>Bruksområder</b>	<b>Fordeler og ulemper</b>
Lav frekvens (LF)	Ressurssporing	Veldig kort leselengde (10cm) Lav lesehastighet Lav følsomhet for frekvensforstyrrelser
Høy frekvens (HF)	Sporing av metallgjenstander	Lengre leselengde (10 cm – 1 m) Middels følsomhet for frekvensforstyrrelser Må overholde de spesifiserte HF standardene.
Ultra høy frekvens (UHF)	Brukes når man trenger å lese flere produkter samtidig.	Veldig lang leselengde (opptil 12 m) Må overholde UHF Gen2 standarden Korte bølgelengder, som fører til at den er veldig utsatt for frekvensforstyrrelser. Vann og metall kan for eksempel forstyrre signalet.

Figur 6 Ulike typer RFID



### 5.3.2 Fremveksten av Industri 4.0

I løpet av de 300 siste årene har vi gått igjennom tre ulike industrielle revolusjoner. **Den første industrielle revolusjonen** startet i England på 1770-tallet og spredde seg til Frankrike, Belgia, Tyskland og USA på 1800-tallet. Dette kom som en konsekvens av en økning i etterspørselen av produserte varer i England og at det ble satt mer fokus på markedsøkonomi i stedet for selvbergingsøkonomi. For å oppfylle den høye etterspørselen ble fabrikker bygget og industrielle samfunn. [16]

**Den andre industrielle revolusjonen** kom ca. 100 år senere, men denne gangen startet revolusjonen i bilindustrien i USA. Dette kom som en konsekvens av et økonomiskskifte som endret seg fra en økonomi som baserte seg på frikonkurranse mellom mange bedrifter til et marked til en økonomi som ble i stor grad styrt av bedriftenes egne interesser. I tillegg til dette ble det etablert bedre kommunikasjon mellom landene på grunn av de nye toglinjene som ble opprettet i hele verden. I bilindustrien fikk man se en introduksjon av samlebåndet, som førte til en økning av effektivitet i masseproduksjonene. Dette førte da til at salgsprisene til de produserte varene ble redusert, som videre gjorde det billigere for de alminnelige innbyggerne å konsumere produktene. [16]

**Den tredje industrielle revolusjonen** kom på grunn av framveksten av ny teknologi innenfor informasjon- og kommunikasjons bransjen etter andre verdenskrig på 1970-tallet. I tillegg til dette ble det økende liberalisering og globalisering i bedriftene som gjorde det enda lettere for dem å kommunisere sammen, som videre sørget for en økning av effektivitet i produksjon og transport. [16]

Den fjerde industrielle revolusjonen, eller **Industri 4.0** som det også er kjent som, kommer i framtiden som følge av et paradigmeskift. Paradigmeskiftet kommer som følge av en økende etterspørsel for kundefokusert produksjon i tillegg til kortere utviklingsperiode for de produserte produktene. Fabrikkene fokuserer derfor mer og mer på digitalisering ved hjelp av informasjonsteknologi og automatisering, kombinert med et veldig stort fokus på smarte løsninger som kan bidra til økt effektivitet innen industriell produksjon. Et av de viktigste konseptene innenfor begrepet Industri 4.0 er å utstyre produksjonsprosessene med sendere, mottakere og autonome systemer for å kunne skape en «smart fabrikk» som vil sørge for en kortere utviklingsperiode for produktene, mulighet til å lettere tilpasse produkter til kundenes krav, økende fleksibilitet i produksjonen, flere selvstendige produksjonsprosesser, og et større fokus på ressurseffektivitet. [17] [18]

### 5.3.3 Fordeler og ulemper med automatisering

Man kan definere automasjon som en aktivitet som erstatter menneskelig aktivitet med arbeid som blir utført av maskiner med hensikt om å øke kvaliteten og redusere enhetskostnadene i en bedrift. [19] Automatisering av produksjonsprosesser gir bedriften flere store fordeler.

Disse består blant annet av økning i effektivitet i produksjonen, som kommer av at roboter klarer å utføre spesifikke oppgaver i høyere tempo enn det arbeidere klarer og i tillegg ikke blir fysisk og psykisk utslitte. Implementering av roboter vil også fjerne farlige arbeidsoppgaver som en vanlig arbeider vil bli utsatt for. [20] [19]

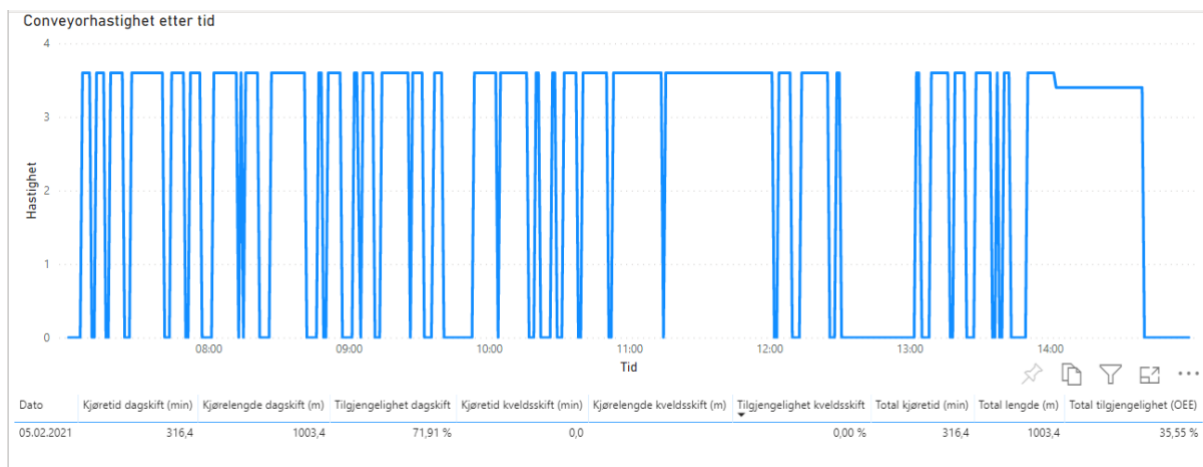
Selv om automatisering av produksjonen vil gi store økonomiske fordeler for bedriften, frykter mange at det vil føre til negative konsekvenser i form av økende arbeidsledighet og store ulikheter i samfunnet. [20] Ifølge organisasjonen OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development), vil 14% av de nåværende stillingene forsvinne, mens 35% av de vil bli kraftig påvirket av økende automatisering i 2019. [19] Dette er en viktig faktor å ta hensyn til med tanke på at det vil føre til et etisk dilemma. Ut ifra forskning viser det seg at yrker med lavt-utdannede personell vil forsvinne, mens yrker med høyt-utdannede vil øke. [20] Man ser da at utfordringen blir å kunne redusere denne ulikheten og prøve å omskolere de utsatte arbeiderne. Tiltakene som kan motvirke dette er f.eks. borgerlønn som vil sikre et sikkerhetsnett for alle, og bidra til en redusert ulikhet. I tillegg til dette er det også en mulighet for å innføre robotskatt som kan redusere farten på automatiseringen av bedrifter og kunne bruke disse midlene til å omskolere de utsatte arbeiderne. [20]

## 6. Analyse av nåsituasjon

Lobas har som mål å være en bedrift som leverer god kvalitet på både produkter og leveringsdyktighet. De ønsker å opprettholde sitt gode omdømme, og det er da viktig at kunden er fornøyd med produktene og servicen Lobas leverer. Siden de aller fleste produktene Lobas produserer skal gjennom pulverlakeringsanlegget kan man si at dette er en slags flaskehals hos bedriften. Det er derfor ekstremt viktig for Lobas at de har så lite nede-tid som mulig i dette anlegget. Vi vil i dette kapittelet analysere nåsituasjonen i pulverlakeringsanlegget ved hjelp av ulike data vi har fått tilgang til hos Lobas.

### 6.1 Transportbåndhastighet etter tid

De siste årene har Lobas investert mye penger i pulverlakeringsanlegget. De har blant annet investert i et helautomatisk pakkeanlegg, samt automatisk opphenging av opphengskroker. På bakgrunn av dette har de hatt mistanke om at dette har ført til at transportbåndet har mer nede-tid på grunn av all automatikken. De fikk derfor opprettet en rapport som viser kjøretiden og hastigheten etter tid på transportbåndet

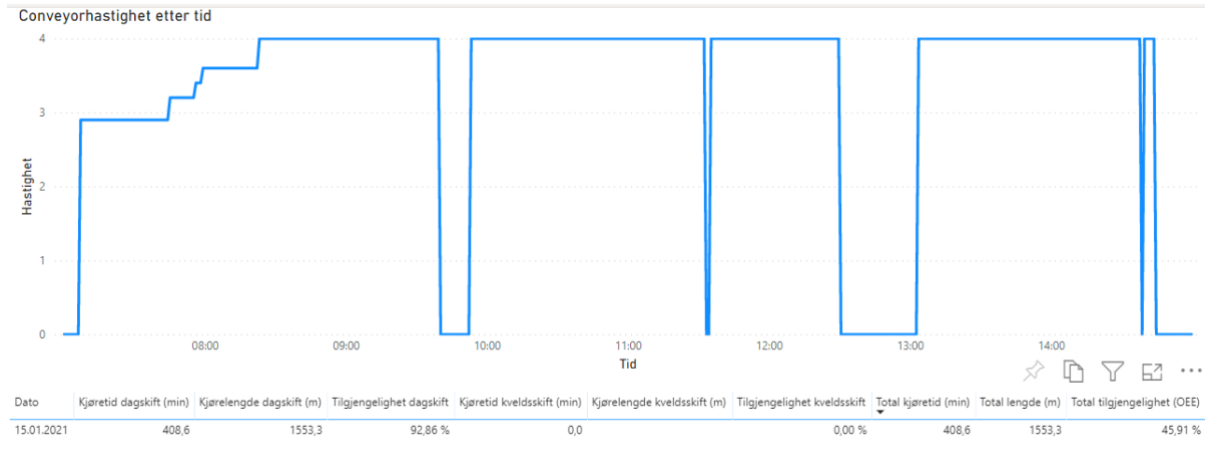


Figur 7 - Transportbåndhastighet etter tid

Det grafen viser er hastigheten på transportbåndet etter tid. På denne måten kan vi kartlegge hvor mye stopptid det er på anlegget. På y-aksen har man hvilken hastighet man kjører på, og så har man tiden på x-aksen. Grafen som er presentert her er en tilfeldig valgt dag. Man ser da at det er en del stopp og at kjøretiden denne dagen er 316,4 min. Dette vil da si at transportbåndet har kjørt 316,4 av 440 mulige minutter på det aktuelle skiftet. Dette gir da en tilgjengelighet på 71,91%. Grunnen til at det er 440 minutter som blir regnet som mulig kjøretid er fordi det er tatt hensyn til at arbeiderene har matpause i 40 minutter pr skift.

I tillegg får vi også ut informasjon om hvor mange meter transportbåndet er blitt kjørt i løpet av skiftet.

### 6.1.1 Tilpasninger



Figur 8 - Rapport PowerBI

Her ser man en rapport der det er få stopp på transportbåndet. Man ser likevel at tilgjengeligheten «bare» er 92,86%. Grunnen til at den ikke er enda nærmere 100% er fordi transportbåndet ble startet kl. 07:05, og ble stoppet kl. 14:45. Dette er da planlagte stopp fra Lobas sin side. Denne rapporten er hentet fra en fredag, og da stoppes transportbåndet 15 minutter på slutten av skiftet for å rydde arbeidsplassen før helgen. I tillegg har de alltid morgenmøte som varer i 5 minutter på hvert skift. Tar man da hensyn til pausene og planlagt oppstart og avslutning, så vil ønsket kjøretid være på 410 minutter. Man ser da at man på dette skiftet har kjørt transportbåndet 408,6 av 410 mulige minutter. Dette gir da en tilgjengelighet på 99%.

På bakgrunn av den informasjonen vi har blitt gitt av Lobas om forsinket oppstart og tidlig avslutning av enkelte skift, så har vi tatt dette med i betraktningen når vi har laget nye rapporter senere i denne oppgaven.

## 6.2 Stopptid

For å analysere nåsituasjonen er det relevant å finne ut hvor mye stopptid det er på anlegget i dag. For å gjøre dette har vi utviklet et regneark på Excel der vi kan legge inn all tilgjengelig data fra rapporten Lobas benytter i dag. Vi har fått tilgang på data som strekker seg tilbake til uke 38 i 2020.

V??	Dagskift			Kveldskift			Dag + Kveld			Antall min med fargeskift	
	Teoretisk kjøretid	Ønsket kjøretid	Faktisk kjøretid	Teoretisk kjøretid	Ønsket kjøretid	Faktisk kjøretid	Teoretisk kjøretid	Ønsket kjøretid	Faktisk kjøretid	Dagskift	Kveldskift
Mandag	440	430		450	430		890	860	0		
Tirsdag	440	430		450	430		890	860	0		
Onsdag	440	430		450	430		890	860	0		
Torsdag	440	430		450	430		890	860	0		
Fredag	440	410					440	410	0		
Total i min	2200	2130	0	1800	1720	0	4000	3850	0	0	0
Total i timer	36,7	35,5	0,0	30,0	28,7	0,0	67	64	0,0		

V??	Stopptid utenom pauser		Stopptid utenom oppstart og fargeskift		V??	Ønsket tilgjengelighet	
	Dagskift	Kveldskift	Dagskift	Kveldskift		Dagskift	Kveldskift
Mandag	440	450	430	430	Mandag	0 %	0 %
Tirsdag	440	450	430	430	Tirsdag	0 %	0 %
Onsdag	440	450	430	430	Onsdag	0 %	0 %
Torsdag	440	450	430	430	Torsdag	0 %	0 %
Fredag	440	0	410	0	Fredag	0 %	
Total i min	2200	1800	2130	1720	Totalt	0 %	0 %
Total i timer	36,67	30,00	35,50	28,67	Totalt dag+kveld	0 %	

Total stopptid		Stopptid utenom oppstart og fargeskift
66,7 timer		64,2 timer

V??	Kjørelengde		Total kjørelengde	V??	Teoretisk tilgjengelighet	
	Dagskift	Kveldskift			Dagskift	Kveldskift
Mandag			0 meter	Mandag	0 %	0 %
Tirsdag				Tirsdag	0 %	0 %
Onsdag				Onsdag	0 %	0 %
Torsdag				Torsdag	0 %	0 %
Fredag				Fredag	0 %	
Total	0	0		Totalt	0 %	0 %
				Totalt dag+kveld	0 %	

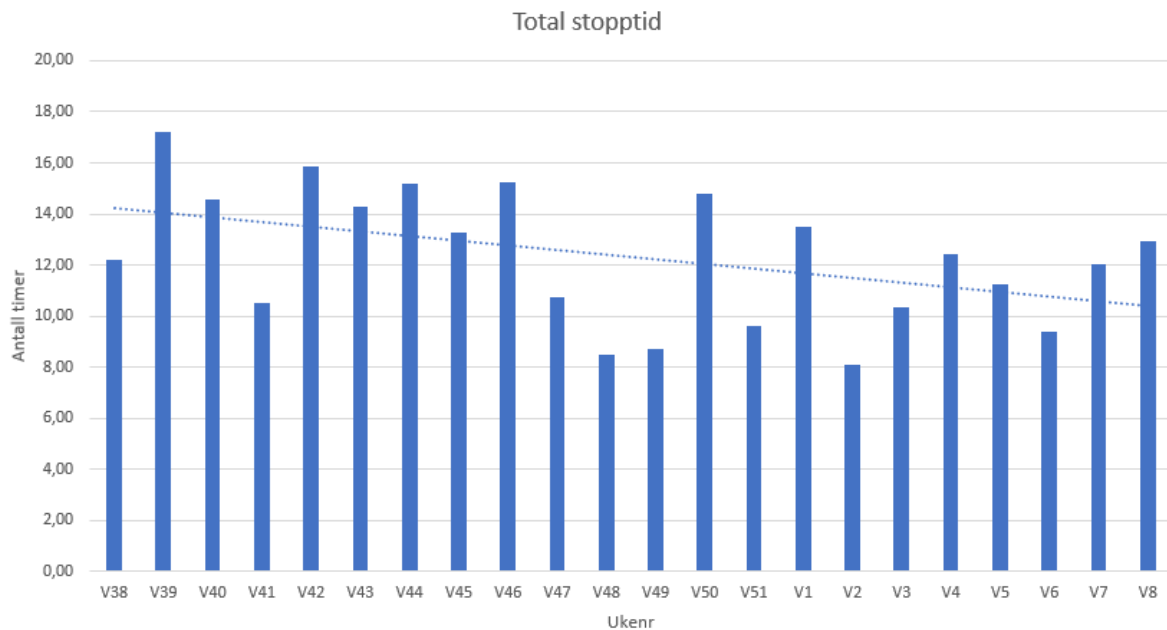
V??	Kjørelengde		Total kjørelengde	Gjennomsnittlig kjørelengde	Antall skift
	Dagskift	Kveldskift			
Mandag			0 meter	#DIV/0!	0
Tirsdag					
Onsdag					
Torsdag					
Fredag					
Total	0	0			

Figur 9 – Excel ark mal for utrekning av stopptid

Her er det blitt lagt inn på ønsket og teoretisk kjøretid. Teoretisk kjøretid vil være den kjøretiden anlegget kan kjøre utenom matpausene. Dette er den samme kjøretiden som blir brukt i rapporten Lobas bruker i dag.

Ønsket kjøretid vil være den kjøretiden det er realistisk å kunne oppnå, og vi har da her som tidligere nevnt tatt hensyn til oppstart og avslutning av anlegget. I tillegg har vi også tatt hensyn til antall minutter brukt på fargeskift. Grunnen til at vi ikke tar med tiden som har gått med til fargeskift er for å få en mer rettferdig sammenligning av stopptiden pr uke. Vi får da ut den stopptiden som er forårsaket av andre ting enn de planlagte og nødvendige stoppene.

## 6.2.1 Total stopptid

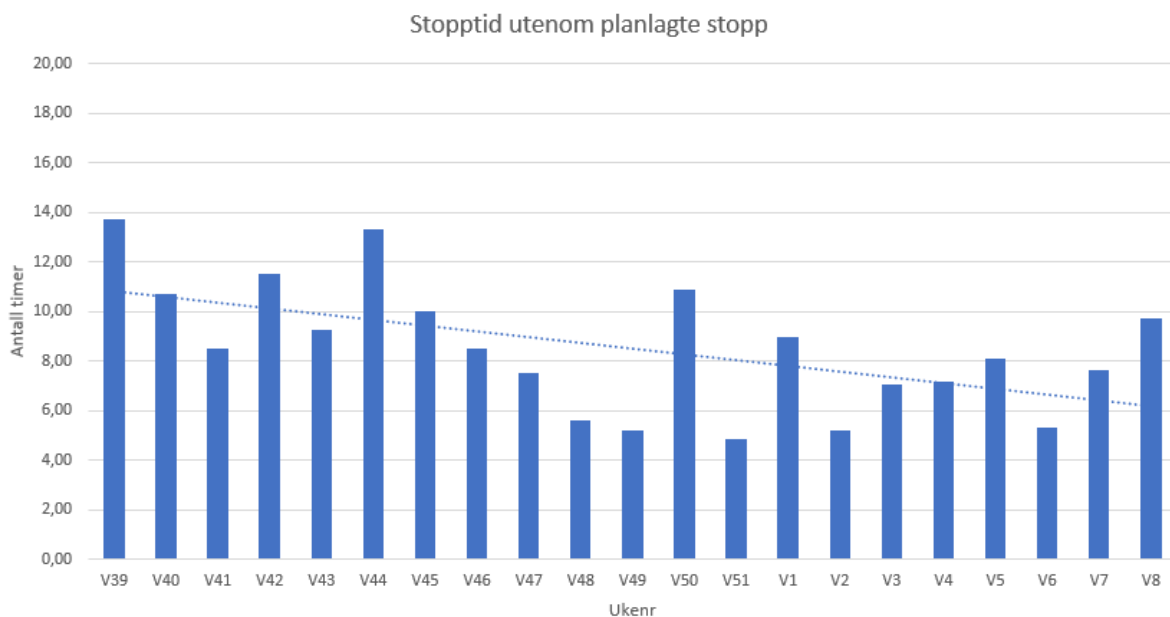


Figur 10 - Total stopptid

Denne grafen viser den totale stopptiden anlegget har hatt pr uke. Den eneste stopptiden som ikke er tatt med her er matpausene. Man ser at det er snakk om ganske mange timer med stopp i løpet av en uke. Noe av stopptiden er stopp som ikke kan unngås. Dette er for eksempel stopptiden som går med til fargeskift. Som tidligere nevnt varierer det hvor mange fargeskift det er pr uke, derfor er det lite rettferdig å sammenligne stopptiden uke for uke uten å ta hensyn til dette. Ved å legge inn antall minutter brukt på fargeskift på hvert enkelt skift, så får man også ut stopptiden utenom planlagte stopp som fargeskift og oppstartsmøter.

## 6.2.2 Stopptid utenom planlagte stopp

Denne grafen viser stopptiden utenom de planlagte stoppene. Det vil si stopptiden utenom tiden som går med til fargeskift og oppstartsmøter hver morgen. Man kan tydelig se at antall timer med stopp er mindre på denne grafen sammenlignet med grafen i kapittel 6.2.1. Det man derimot ser er at det ikke gir noe utslag på hvilke uker som har mest stopp selv om man fjerner tiden som går med til fargeskift. Det vil uansett være mest hensynsmektig å se på denne grafen som ikke inkluderer fargeskift dersom man vil få et bilde over hvor mange timer med stopp det er hver uke. Dette fordi at man da ser på stopptiden som er forårsaket av problemer på pulverlakeringsanlegget.



Figur 11 - Stopptid utenom planlagte stopp

Man ser at den uken med mest stopp er uke 39. Det var da i underkant av 14 timer med stopp. Sammenligner man med grafen i kapittel 6.2.1, så ser man at det er ca. 3 timer med stopp som skiller de to grafene. Det vil si at dersom pulverlakeringsanlegget hadde blitt kjørt helt uten problemer den uken, så ville man allikevel hatt 3 timer med stopp. Dette fordi det er den tiden som er brukt til oppstartsmøter om morgenen og fargeskift i den aktuelle uken.

Man kan også se at den uken med minst stopptid var i uke 51. Det var da ca. 5 timer med stopp. Sammenligner man denne uken med grafen i kapittel 6.2.1 så ser man at det skiller 4,5 timer med stopp. Det vil da være den stopptiden som hadde stått igjen selv om man hadde kjørt anlegget uten problemer den uken.

### 6.2.3 Hva forteller stopptiden oss?

Man kan lese utfra grafene i kapittel 6.2.1 og 6.2.2 at det er relativt mye stopptid på pulverlakeringsanlegget. I de ukene det har vært minst stopptid er man allikevel oppe i hele 5 timer med stopp. For å forklare nærmere hva stopptiden kan fortelle oss tar vi utgangspunkt i tidligere nevnte uke 51.

V51 2020	Dagskift			Kveldskift			Dag + Kveld			Antall min med fargeskift	
	Teoretisk kjøretid	Ønsket kjøretid	Faktisk kjøretid	Teoretisk kjøretid	Ønsket kjøretid	Faktisk kjøretid	Teoretisk kjøretid	Ønsket kjøretid	Faktisk kjøretid	Dagskift	Kveldskift
Mandag	440	430	392	450	430	360,5	890	860	752,5		
Tirsdag	440	430	426,5	450	430	381,2	890	860	807,7		20
Onsdag	440	430	349,2	450	430	397,6	890	860	746,8	18	20
Torsdag	440	430	336,6	450	430	419,5	890	860	756,1	35	
Fredag	440	370	361,7				440	370	361,7		
Total i min	2200	2090	1866	1800	1720	1558,8	4000	3810	3424,8	53	40
Total i timer	36,7	34,8	31,1	30,0	28,7	26,0	67	64	57,1		

V51 2020	Stopptid utenom pauser		Stopptid utenom oppstart og fargeskift		V51 2020	Ønsket tilgjengelighet	
	Dagskift	Kveldskift	Dagskift	Kveldskift		Dagskift	Kveldskift
Mandag	48	89,5	38	69,5	Mandag	91 %	84 %
Tirsdag	14	68,8	3,5	28,8	Tirsdag	99 %	93 %
Onsdag	91	52,4	62,8	12,4	Onsdag	85 %	97 %
Torsdag	103	30,5	58,4	10,5	Torsdag	86 %	98 %
Fredag	78	0	8,3	0	Fredag	98 %	
Total i min	334	241,2	171	121,2	Totalt	92 %	93 %
Total i timer	5,57	4,02	2,85	2,02	Totalt dag+kveld	92 %	

V51 2020	Total stopptid		Total stopptid	V51 2020	Teoretisk tilgjengelighet	
	Dagskift	Kveldskift			Dagskift	Kveldskift
	9,6 timer		4,9 timer	Mandag	89 %	80 %
				Tirsdag	97 %	85 %
				Onsdag	79 %	88 %
				Torsdag	77 %	93 %
				Fredag	82 %	
				Totalt	85 %	87 %
				Totalt dag+kveld	86 %	

V51 2020	Kjørelengde		Total kjørelengde	Gjennomsnittlig kjørelengde	Antall skift
	Dagskift	Kveldskift			
Mandag	1012	981	9556 meter	1062 meter	9
Tirsdag	1147	968			
Onsdag	949	1311			
Torsdag	841	1313			
Fredag	1035				
Total	4983	4573			

Figur 12 - Stopptid uke 51

Man kan se at i uke 51 var det som nevnt totalt 9,6 timer med stopp. Trekker man vekk den tiden som gikk med til fargeskift og oppstartsmøter står man igjen med 4,9 timer med stopp.

Dette er noe som totalt sett kan høres ut som mye for å være den uken med minst stopp.

Som man kan se i regnearket over, så ble det totalt kjørt 9 skift i den aktuelle uken.

Gjennomsnittlig stopptid pr dag i den uken vil da være:

$$\text{Gjennomsnittlig stopptid pr dag} = \frac{4,9 \text{ timer}}{9 \text{ skift}} \approx 32 \text{ min/skift.}$$

I tillegg kan man lese utfra regnearket at tilgjengeligheten i den aktuelle uken er på 92%.

Dette er da tilgjengeligheten utenom de nevnte planlagte stoppene.

Dette vil si at selv om det var nesten 5 timer stopp i den aktuelle uken, så er tilgjengeligheten veldig god. I tillegg så ser man at dersom man regner på gjennomsnittlig stopptid pr dag i den aktuelle uken, så kommer man i ca. 32 minutter stopptid pr skift.

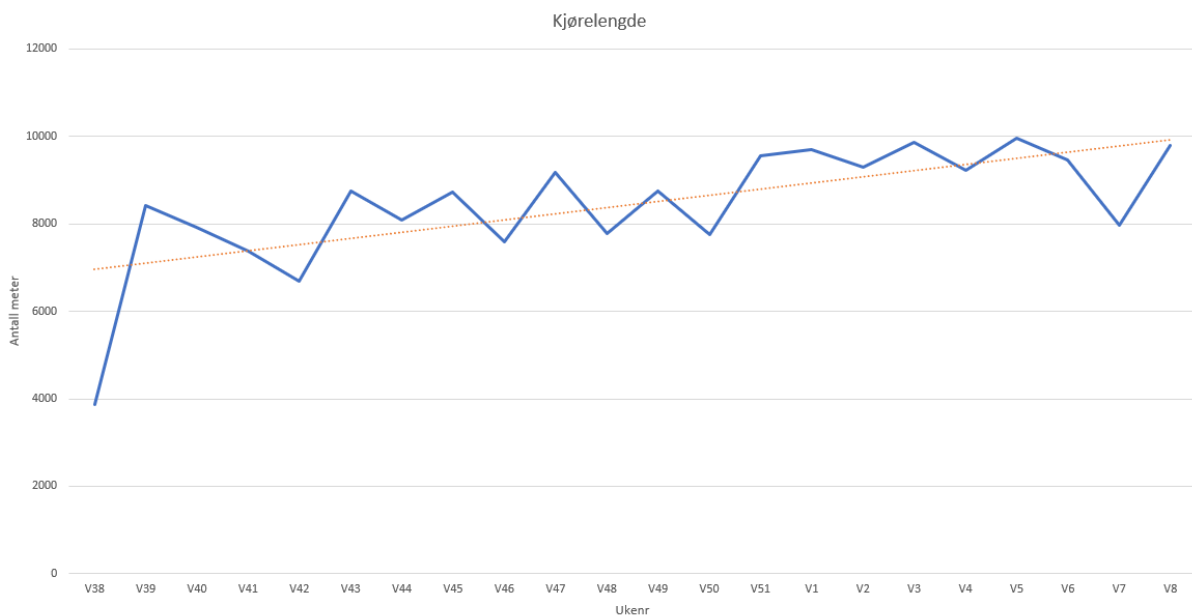
Mye av denne stopptiden kan være nødvendig stopptid, da det i enkelte uker vil bli kjørt mye forskjellige produkter i små serier. Dette vil si at det er mye produktbytter, noe som ofte fører med seg stopp i forhold til omstillingstid. Vi vil allikevel senere i denne rapporten komme med løsninger på hvordan denne tiden også kan reduseres.



## 6.3 Kjørelegde

Noe som også er interessant å se på er kjørelegden pr uke. Det vil si hvor mange meter transportbåndet har kjørt pr uke. Ved hjelp av data samlet inn i Microsoft Power BI, så har vi fått laget noen grafer som viser kjørelegden.

### 6.3.1 Total kjørelegde pr uke

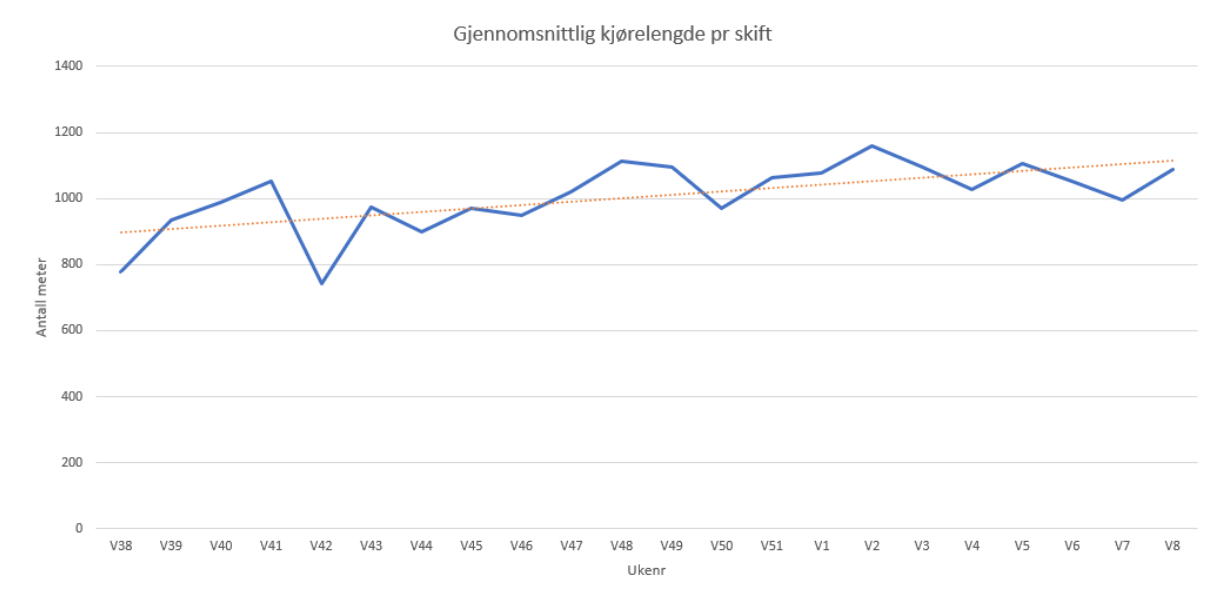


Figur 13 - Total kjørelegde pr uke

Denne grafen viser den totale kjørelegden på transportbåndet pr uke. Y-aksen viser antall meter transportbåndet har kjørt. Det man kan se på denne grafen er at kjørelegden varierer veldig fra uke til uke. Jo høyere hastighet på transportbåndet, dess flere meter vil transportbåndet kjøre i løpet av et skift. I tillegg så vil det variere hvor mange skift det er i løpet av en uke. Dette fordi det hender at pulverlakeringsanlegget ikke blir kjørt et skift av forskjellige grunner. Noe som også spiller inn er hvor mange fargeskift det er i løpet av en uke.

På grunn av alle nevnte faktorer er det naturlig at kjørelegden pr uke varierer. Men det man kan lese ut ifra denne grafen er at det er tydelige tegn på at kjørelegden pr uke er gått opp siden Lobas startet å samle inn data.

### 6.3.2 Gjennomsnittlig kjørelengde pr skift

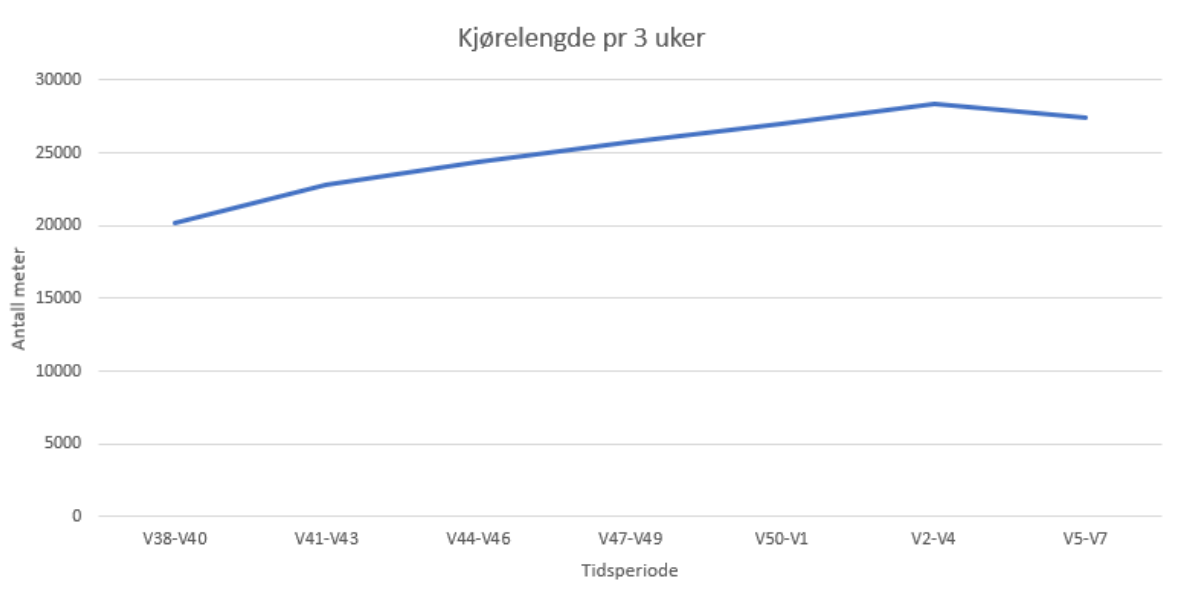


Figur 14 - Gjennomsnittlig kjørelengde pr skift

For å gjøre det mer rettferdig å sammenligne kjørelengden uke for uke, har vi laget til en graf som viser gjennomsnittlig kjørelengde pr skift i løpet av en uke. Det vil da være tatt hensyn til at det varierer hvor mange skift det blir kjørt i løpet av en uke.

Man kan her se at grafen er noe jevnere. Det er også her tydelige tegn på at den gjennomsnittlige kjørelengden er økt siden Lobas startet med datainnsamling.

### 6.3.3 Kjørelenge pr 3 uker



Figur 15 - Kjørelenge pr 3 uker

For å ta hensyn til så mange faktorer som mulig har vi også laget til en graf som viser kjørelenge i et intervall på 3 uker av gangen. Intervallene er her bestemt utfra belegningsplanen til Lobas på de ulike fargene. Som man kan se i kapittel 4.7, vil antall farger Lobas kjører i løpet av en uke variere. Men dersom man ser på 3 uker om gangen, vil man ta hensyn til alle fargene og fargeskiftene. I tillegg kan det tenkes at i løpet av en 3 ukers periode vil gjennomsnittshastigheten på transportbåndet utjevnes i henhold til hvilke produkter som blir kjørt.

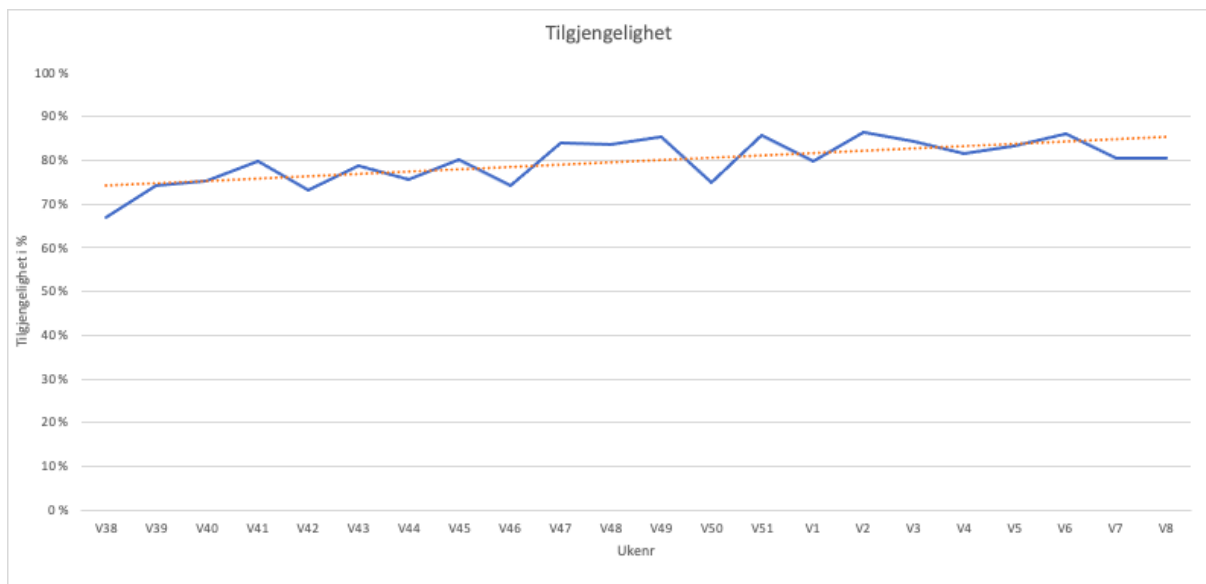
Som man ser på denne grafen er det tydelige tegn på at kjørelenge har økt, men med en liten nedgang i det siste intervallet. Uansett vil det være mer interessant å se på denne grafen når man har fått flere uker å sammenligne med.

## 6.4 Tilgjengelighet

Ved hjelp av data Lobas har samlet inn i Power BI har vi også fått laget en graf som viser hvordan tilgjengeligheten har utviklet seg over tid. Tilgjengelighet er forholdet mellom oppnådd kjøretid, og teoretisk kjøretid. Tilgjengeligheten tar for seg alle hendelser som forårsaker stopp i produksjonen. [21]

Tilgjengeligheten er beregnet utfra følgende formel:

$$\text{Tilgjengelighet} = \frac{\text{Oppnådd kjøretid}}{\text{Teoretisk kjøretid}}$$



Figur 16 - Tilgjengelighet

Som man leser utfra grafen over, så varierer tilgjengeligheten fra uke til uke. Det man uansett kan si er at tilgjengeligheten har økt jevnt, noe den oransje trendlinjen viser. Man kan se at det er uke 51 som har høyest tilgjengelighet med ca. 86%. Dette stemmer da overens med analysen av stopptiden i kapittel 6.2.

## 7. Standardisering

I dag legges det et stort ansvar på formennene i pulverlakeringsanlegget hos Lobas. Mye av arbeidsoppgavene består av å rettlede arbeiderene i hvordan de skal utføre sine arbeidsoppgaver. Dette innebærer blant annet hvordan de ulike produktene til Lobas skal henges opp på transportbåndet. I tillegg har formennene ansvar for å stille inn pulverprogram på pulverboksen og samtidig følge opp at alle delene får nok pulver på seg. De har også ansvar for å stille inn programmer til de fire robotcellene som skal pakke produktene. I tillegg så skal de også ha all oppfølging i pulverlakeringsanlegget og sørge for å fylle på blant annet kartonger til robotene som skal pakke.

Det har i samtaler vi har hatt med formennene komt fram at de føler de har en veldig stressende arbeidshverdag. De føler at produktbyttene tar mye av tiden deres, og at de derfor får liten tid til å drive med oppfølging og forebygging av stopp i anlegget. På bakgrunn av dette vil vi se på muligheten til hvordan vi kan hjelpe formennene til å få bedre tid til oppfølging og forebygging. Forhåpentligvis vil dette slå positivt ut på stopptiden på anlegget og gi en høyere tilgjengelighet over tid.

### 7.1 Hva er standardisering?

FN's økonomiske kommisjon for Europa har utarbeidet følgende definisjon av hva en standard er:

«En teknisk spesifikasjon eller annet dokument tilgjengelig for allmenheten utarbeidet i samarbeid med og tilslutning eller alminnelig godkjenning av alle berørte parter. En standard er basert på befestede resultater fra vitenskap, teknologi og erfaring, og tar sikte på å oppnå samfunnsmessige fordeler og er godkjent av et organ som er anerkjent på nasjonalt, regionalt eller internasjonalt plan.» [22]

Vi har tre hovedtyper av standarder: [22]

- Informasjons- eller systemstandard
- Produktstandard
- Egenskaps- eller kvalitetsstandard

I vårt tilfelle vil det være informasjons- og systemstandard som vil være gjeldende.

Man kan også dele standarder inn i 5 ulike grupper: [22]

- Internasjonal standard
- Regional standard
- Nasjonal standard
- Bransjestandard
- Bedriftsstandard

Man kan innad i en bedrift danne egne retningslinjer for hvordan man utfører en prosess innad i bedriften. Denne kan være annerledes enn hvordan standarden er i en annen bedrift innenfor samme område. Standardisering på dette nivået er det som kalles for bedriftsstandardisering. Det er på dette nivået vi vil utføre vår standardisering. [22]

## **7.2 Standardisering av opphengsmønster**

Lobas har i dag tre ulike formenn som går skiftordning på pulverlakkeringsanlegget. I samtaler med disse formennene kom det fram at de har ulik praksis på enkelte produkter når det gjelder hvordan de henger de opp på transportbåndet. I utgangspunktet er ikke det et veldig stort problem i seg selv, men det får ulike konsekvenser som:

- Arbeiderene blir forvirret når formennene har ulik praksis.
- Pulverprogrammene må hele tiden stilles på dersom produktene henges opp i ulikt mønster.
- Det kan variere fra gang til gang hvordan produktene henges opp da formennene må huske hvilket mønster de skal henge i.

## 7.2.1 Registrering av opphengsmønster i Excel

For å løse disse problemene har vi i samarbeid med formennene kommet fram til standard opphengingsmønster for alle produkter. Disse har vi registrert inn i et Excel-ark.

Varenr	Varenavn	Framme				Samme produkt framme/bak?	Bak			
		Avstand	Start	Maks pr.opph	Vridning		Avstand	Start	Maks pr.opph	Vridning
100059	100mm Underdel mlabb til pakk	120	10	3	0	NEI				
102185	100mm Underdel m/stift til pakk	120	10	3	0	NEI				
102186	100mm Overdel til pakk	NA	NA	NA	NA	NEI	80	10	3	0
100390	75mm m/labbb	120	10	3	-30	JA	140	90	2	0
100570	SN GG-11	200	90	2	0	JA	200	10	2	0
109637	SN BGG-11	200	90	2	0	JA	200	10	2	0
102083	SN Forlenger P-113 A til pakk	180	90	2	0	JA	180	10	2	0
102084	SN Forlenger P-113 B til pakk	180	90	2	0	JA	180	10	2	0
102762	TT Bøyle R-utv-inv, til pakk	70	10	5	0	JA	70	10	5	0
102765	TT Plate R-utv, til pakk	180	90	2	0	JA	180	10	2	0
105400	SN S-606	120	10	3	0	NEI				
105838	TLS R/3 Vange Høyre, til skru	180	90	2	0	JA	180	10	2	0
105839	TLS R/3 Vange Venstre, til skru	180	90	2	0	JA	180	10	2	0
105840	TR/TLS Trinn Rasp Reg. til pakk	120	10	3	0	JA	120	60	2	0
106420	KOKL 125/135	70	10	5	0	NEI				
107681	Rennejern nr. 10 Kort, til pakk	70	10	5	0	NEI				
107684	Rennejern nr. 11 Lang, til pakk	70	10	5	0	NEI				

Figur 17 - Excel ark for registrering av opphengsmønster

Det vi har registrert inn i Excel arket samsvarer med den informasjonen formennene må legge inn på PLS til krokrobotene i dag. Når vi hadde registrert inn et visst antall av produktene til Lobas, fikk vi alle tre formenn til å godkjenne mønsteret. Vi gjorde deretter korrigeringer der det var nødvendig. Denne jobben i seg selv vil ikke hjelpe formennene noe særlig, men senere i kapittel 7 kommer vi tilbake til hvordan vi skal bruke dette Excel-arket videre.



Bilde 7 - Opphengsmønster

Det som menes med fremme og bak kan man se på bildet ovenfor. Det henger da et produkt fremme, og et produkt bak. Lobas har to krokroboter. Den ene henger opp kroker fremme, og den andre henger opp kroker bak. Man må derfor legge inn ønsket mønster på begge robotene.

## 7.2.2 Registrering av opphengsmønstre i Dynamics 365 FO

Lobas bruker i dag Dynamics 365 FO som sitt ERP-system. ERP står for «enterprise resource planning», og er en programvare som benyttes for administrasjon av en forretningsprosess. Programvaren integrerer selskapets økonomi, forsyningskjede, operasjoner, rapportering, produksjon og HR-aktiviteter. [23]

Informasjonen vi har registrert inn i Excel-arket har vi overført til Lobas sitt ERP-system. Grunnen til dette er fordi at når det er registrert inn i dette systemet, blir det også tilgjengelig for arbeiderene ute i produksjonen. I tillegg gir det oss flere muligheter til automatisk overføring, noe som vi kommer inn på i kapittel 7.2.3.

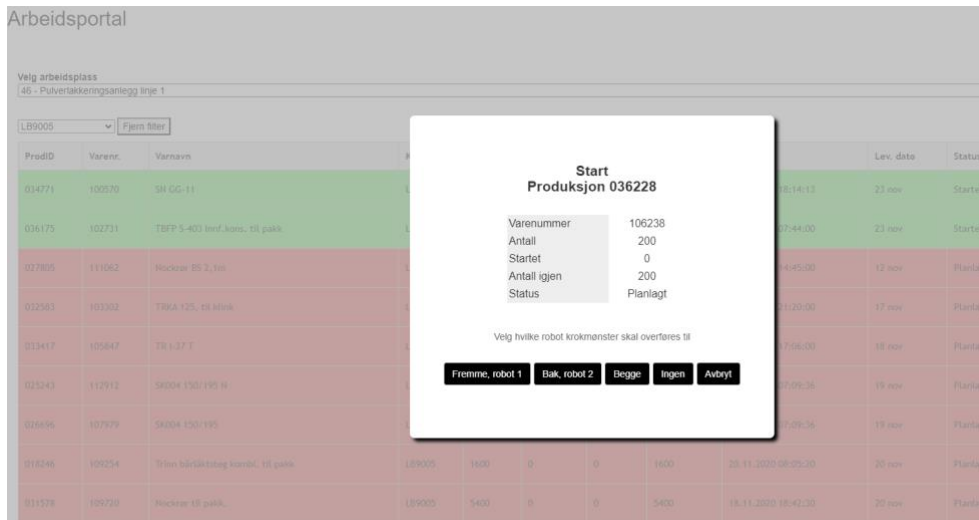
GENERELT	KROKROBOT 1	KROKROBOT 2	PLS / ETIKETT
Intern vareinformasjon	Krokavstand	Krokavstand	Er dette en kartong?
_____	200	200	<input checked="" type="radio"/> Nei
Etikettmal	Startforskyvning kroker	Startforskyvning kroker	Stor etikett kartong
1	90	10	<input checked="" type="radio"/> Nei
Monteringsanvisning	Krokvridding	Krokvridding	Monteringsanvisning
_____	0	0	<input checked="" type="radio"/> Nei
	Max antall kroker på skinne	Max antall kroker på skinne	Pose
	2	2	<input checked="" type="radio"/> Nei
	Antall kroker per produkt	Antall kroker per produkt	
	1	1	

Figur 18 - Dynamics 365 FO



### 7.2.3 Overføring av opphengsmønster til PLS

Etter hvert som vi hadde fått overført all dataen om opphengsmønster til Dynamics, måtte vi begynne å tenke på hvordan denne informasjonen kunne brukes ute i produksjonen. I samarbeid med bedriftens IT-sjef fikk vi utviklet en løsning som gjorde at informasjonen fra Dynamics automatisk blir overført til PLS, programmerbar logisk styring, til krokrobotene når arbeiderene starter produksjonen i arbeidsportalen.



Figur 19 - Overføring av opphengsmønster til PLS

Når arbeiderene starter en ny produksjon i arbeidsportalen, får de opp et vindu med valg om hvilke robot de vil overføre informasjon til. Det vil variere utfra hvilke produkt som skal henges opp, om man skal overføre til framme, bak eller begge robotene. Man har også mulighet til å starte en produksjon uten å overføre til robotene.

### **7.3 Hva Lobas oppnår med å standardisere**

Hovedmålet med standardiseringen vi har gjort for Lobas er at formennene skal få bedre tid til å følge opp og forebygge feil i pakkeanlegget i pulverlakkeringsavdelingen. Når vi i tillegg til å standardisere har laget et enkelt system for overføring av opphengsmønstre til krokrobotene, er det åpnet seg muligheter for at alle arbeiderene skal klare å gjøre dette selv. Tidligere har det stort sett vært formennene, eller de mest erfarne arbeiderene som har lagt inn denne informasjonen manuelt på PLS.

I uke 9 fikk vi tillatelse av Lobas til å implementere standardiseringen. Vi fikk da testet ut at overføringen til krokrobotene gikk som den skal, og fikk sammen med IT-ansvarlig gjort de justeringene som måtte til for at det skulle fungere. Det vil nok ta noen uker før Lobas ser effekten av standardiseringen. Det at arbeiderene må starte en produksjon i arbeidsportalen for å få i gang krokrobotene er en endring i arbeidsrutinene deres, og det vil derfor tenkelig ta noen uker før dette er blitt en naturlig del av rutinene.

I tillegg åpner det seg flere muligheter for Lobas når produktene deres alltid blir hengt opp i samme standard opphengsmønstre. Det vil da være lettere å optimalisere pulverprogrammene på forhånd, slik at formennene ikke behøver å fininnstille disse for hver gang man kjører et produkt. Hvilke muligheter dette dreier seg om kommer vi inn på i kapittel 8.

## **8. Bruk av RFID teknologi til overføring av program**

Som tidligere nevnt i kapittel 6, har formennene i dag et veldig stort ansvar. For å redusere arbeidsbelastningen deres, både psykisk og fysisk, ønsker vi å automatisere flere av deres arbeidsoppgaver ved å ta i bruk RFID teknologi. Mye av tiden til formennene går med til å laste inn programmer til både pulverpistolene og til pakkeanlegget. Ved å automatisere denne innlastingen av programmer vil formennene få bedre tid til å forebygge feil i pulverlakeringsanlegget.

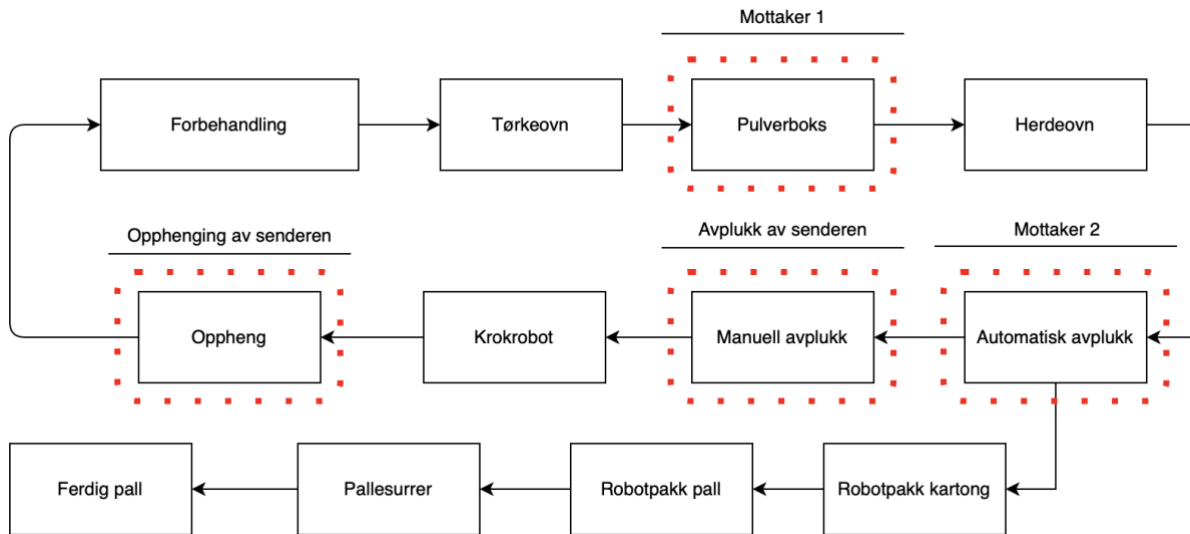
### **8.1 Valg av RFID-teknologi**

Vi har allerede spesifisert hvilke RFID-teknologi vi kan velge mellom i kapittel 5.3.1 og i Lobas sitt tilfelle vil en passiv-sender være den mest interessante. De er relativt små og krever ikke batteri, som videre fører til at de blir litt mer robuste. [15] [24] Vi ønsker også å benytte oss av høy frekvens RFID for å få en rimelig leselengde [15] [24], som i tillegg ikke er altfor følsom for støyfrekvenser som kommer av vann og smuss. I tillegg til dette så må også RF-senderen tåle opp mot 230 grader celsius i minst 30 minutter, men dette vil variere ut fra hastigheten som transportbåndet er stilt inn på. I tillegg til å velge riktig RF-sender og mottaker, må det også implementeres i systemet slik at robotene og pulverpistolene stiller seg inn på riktig program når RFID brikken blir skannet.

### **8.2 Implementering av RFID**

Når det er bestemt hvilken RFID teknologi som kan benyttes må dette programmeres inn i systemene til Lobas. Tanken er at arbeiderene skal programmere inn et varenummer på en RF-sender. Deretter kan mottakeren lese av informasjon om hvilke produkter som kommer til enhver tid. Mottakeren vil så sende informasjonen videre til serveren, slik at riktig program blir lastet inn.

### 8.2.1 Lakkeringsprosessen etter implementasjon av RFID



Figur 20 - Prosesskart etter implementasjon av RFID

Prosessen skal gå som følgende:

1. En av arbeiderene skanner inn varenummeret på RF-senderen og sørger for at denne henges opp først slik at programmene i pulverlakkeringen og pakkingen blir valgt før delene går igjennom prosessen. Dette gjøres på opphengsstasjonen som er ringet ut i figur 20.
2. Senderen vil bli skannet av den første mottakeren rett før pulverboksen, som vil sørge for at riktig lakkeringsprogram blir valgt. Dette er vist med røde prikker rundt pulverboksen i figur 20.
3. Senderen vil deretter bli skannet av den andre mottakeren rett før pakkeprosessen, som vil sørge for at riktig pakkeprogram blir valgt. Dette er vist med røde prikker rundt automatisk avplukk i figur 20.
4. Senderen skal plukkes av manuelt etter at den har passert det automatiske avplukket. Dette er vist med røde prikker rundt manuell avplukk i figur 20.
5. En ny RF-sender blir hengt opp når man ønsker å lakkere og pakke andre type varer.

### **8.3 Forutsetninger for å kunne bruke RFID teknologi i pulverlakkeringsanlegget**

For at Lobas skal kunne benytte seg av RFID teknologi er det flere ting som må fungere. RF senderen må være enkel og rask å programmere. Dette fordi at det ikke skal gå ut over effektiviteten i produksjonen. Når det gjelder mottakeren, må den kunne kommunisere både med systemet for pulverboksen og systemet for pakkeanlegget. I tillegg må også RF senderen tåle høy varme over lengre tid.

#### **8.3.1 Programmering av RF sender**

For at det skal lønne seg for Lobas å benytte seg av RFID er det helt avgjørende at programmeringen av RF senderen går så raskt og effektivt som mulig. Ved å plassere en PC lett tilgjengelig på opphengs stasjonen, vil man via denne enkelt kunne programmere RF senderen. Ved å koble opp en RFID programmerer til denne datamaskinen, kan man via et program laste opp varenummeret til det produktet man skal sende igjennom lakkeringsanlegget. [25]

Tanken er at dette bør være så enkelt å gjennomføre at det for arbeiderene bare er til å søke opp det produktet de skal sende igjennom, og deretter legger RF senderen på programmereren slik at denne raskt blir programmert med riktig varenummer.

#### **8.3.2 Samhandling mellom mottaker og dagens systemer**

For at RFID systemet skal fungere må det kunne samhandle med dagens systemer både i pulverboksen og i pakkeanlegget. Siden vi ønsker å programmere inn varenummer på RF senderen, må mottakeren kunne sende denne informasjonen videre til systemene slik at riktig program blir lastet opp. For å gjøre dette mulig anbefaler vi at Lobas kontakter leverandørene av pulverboksen og pakkeanlegget. Dette er henholdsvis Gema for pulverlakkeringsanlegget og SVIA/ABB for pakkeanlegget.

### **8.3.3 Temperatur**

For at det skal lønne seg for Lobas å ta i bruk RFID teknologi er det viktig at dette blir en helautomatisert prosess fra RF senderen henges på, til den tas av når den har gått hele veien rundt anlegget. Det vil da si at RF senderen må henge på transportbåndet gjennom alle delprosessene i pulverlakteringsanlegget.

Det må da stilles krav til at RF senderen tåler temperaturen i herdeovnen. De fleste produktene til Lobas klarer seg med en temperatur på ca. 200 grader celsius, men noen av produktene trenger opp mot 230 grader celsius. Hvor lenge produktene er i herdeovnen avhenger av hastigheten på transportbåndet. For å være helt sikker på at RF senderen skal tåle temperaturen bør Lobas stille krav til at den skal tåle minst 230 grader celsius i 30-40 minutter av gangen. Dette ser ikke ut til å bli noe problem ut ifra det vi kan finne på nettsidene til enkelte leverandører av RFID systemer. RFID, Inc skal ifølge deres nettsider ha RF sendere som tåler opp mot 400 grader celsius. [26]

Vi vil uansett anbefale Lobas å ta kontakt med en leverandør for å finne den optimale RF senderen til sitt bruk.

### **8.4 Hva Lobas oppnår med å innføre RFID teknologi**

I likhet med standardiseringen, er også hovedmålet med innføring av RFID teknologi å gi formennene bedre tid til å følge opp og forebygge feil i pakkeanlegget i pulverlakteringsavdelingen. I tillegg vil man enklere kunne optimalisere både pulverprogram og pakkeprogram til hvert enkelt produkt.

I dag blir enkelte av programmene brukt på flere produkter. Grunnen til at de blir brukt på flere produkter er fordi formennene ofte har dårlig tid, og dermed ikke kan lage programmer til alle produkter. De velger derfor et program som hører til et lignende produkt. Dette fører til at de hele tiden må justere og optimalisere programmene for hver gang et produkt skal bli lakkert. Ved å innføre RFID teknologi og automatisk innlastning av program kan Lobas lage program til hvert enkelt produkt, og samtidig optimalisere disse. Systemet vil da alltid velge det programmet som hører til det produktet som blir kjørt.

## 9. Konklusjon

Hovedmålet til Lobas var at vi med denne oppgaven skulle gjøre en analyse på hvordan de kan få en mer effektiv produksjon i sitt pulverlakeringsanlegg. På bakgrunn av dette gjorde vi en analyse av nåsituasjonen før vi kom med forslag til tiltak de kan innføre for å få en mer effektiv produksjon.

Analysen av nåsituasjonen i kapittel 6 viser at effektiviteten i pulverlakeringsanlegget har forbedringspotensial. Det varierer fra uke til uke hvor effektiv produksjonen har vært, men trenden tyder på at effektiviteten allerede er på vei oppover allerede før Lobas har innført noen nye tiltak. Grunnen til dette tror vi at er det faktum at de har begynt med målinger på effektiviteten. De ansatte i pulverlakeringsanlegget har på bakgrunn av dette fått mer fokus på å være effektive og vi tror derfor at de mest unødvendige stoppene på transportbåndet er luket bort bare på grunn av det.

Vi mener allikevel at det kan være smart å innføre et par andre tiltak. Et av tiltakene vi har foreslått er standardisering av opphengsmønster. Dette fikk vi etter hvert tillatelse av Lobas til å implementere. Det vil være interessant å se om dette på sikt vil føre til økt effektivitet. Det andre tiltaket er å ta i bruk RFID teknologi. Dette er noe vi har veldig tro på at kan føre til mer effektiv produksjon. Ved å frigjøre formennene fra arbeidsoppgavene med å laste inn program, vil de få bedre tid til å forebygge feil på anlegget som forårsaker stopp på transportbåndet. Før Lobas kan innføre RFID teknologi anbefaler vi at de må gjøre grundigere analyser på om det finnes RF sendere som tåler temperaturen i herdeovnen. I tillegg anbefaler vi de også å undersøke med leverandørene på pulveranlegget og pakkeanlegget om det er mulig å få dagens systemer til å kommunisere med et RFID system.

## Referanseliste

- [1] T. Grenness, Innføring i vitenskapsteori og metode, Otta: Tano Aschehaug, 1997, pp. 73-92, 110-115, 153-156.
- [2] S. Mellin-Olsen, Samtalen som forskningsmetode : tekster om kvalitativ forskningsmetode som del av pedagogisk virksomhet, N. Lindén, Red., Landås: Caspar Forlag, 1996, pp. 1-48.
- [3] Lobas, «Om oss,» [Internett]. Available: <http://www.lobas.no/Om-oss/default.aspx>. [Funnet Januar 2021].
- [4] G. Kleiveland, "75 år med beslag" Lonevåg Beslagfabrikk A/S 1918-1993, Lonevåg: Lonevåg Beslagfabrikk AS, 1993.
- [5] Norsk Pulverlakkteknisk Forening, «Om pulverlakk,» [Internett]. Available: <https://www.nplf.no/om-nplf/>. [Funnet 2021 Januar].
- [6] B. Karlöf, Effektivitet: balansen mellom kunde verdi og produktivitet, Oslo: TI-forlaget, 1999, pp. 7-73.
- [7] V. Hagen, Total kvalitetsledelse (TKL): kompendium for lederutvikling innen Total kvalitetsledelse, Stavanger: Høgskolen i Stavanger, Senter for atferdsforskning, 1995, pp. 1-58.
- [8] B. Karlöf, Benchmarking: veiviser til forbedret produktivitet og kvalitet, Oslo: Ad Notam Gyldendal, 1993, pp. 15-25, 57-92.
- [9] J. Nicholas, Lean production for competitive advantage: a comprehensive guide to lean methodologies and management practices, Boca Raton: CRC Press, 2018, pp. 61-92, 347-355.
- [10] P. Ahlström og N. Modig, Dette er lean, Stockholm: Rheologica Publishing, 2012, pp. 102-112.
- [11] Bergens Tidende, «Dette kan være Norges mest lønnsomme industribedrift,» pp. 8-9, 18. August 2015.
- [12] Bygdanytt, «Osterøy fikk skryt av næringsministeren,» p. 6, 5 Juli 2017.
- [13] J. Brusey og D. McFarlane, «Effective RFID-based object tracking for manufacturing,» *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 22, nr. 7, pp. 638-647, 2011.



- [14] W. Zhou, S. Piramithu, F. Chu og C. Chu, «RFID-enabled flexible warehousing,» *Decision Support Systems Volume 98, June 2017, Pages 99-112*, vol. 98, pp. 99-112, 2017.
- [15] «Terso Solutions,» Terso Solutions, [Internett]. Available: <https://www.tersosolutions.com/what-is-rfid/>. [Funnet Mars 2021].
- [16] Bedriften BI, «Del 2 – Bedriften og de tre industrielle revolusjonene,» Bedriften BI, [Internett]. Available: <http://www.bedriftenbi.no/de-tre-industrielle-revolusjonene/>. [Funnet April 2021].
- [17] H. Lasi, P. Fettke og F. Thomas, «Industry 4.0,» Springer Fachmedien Wiesbaden, 2014.
- [18] D. A. Rossit, F. Tohmé og M. Frutos, «Industry 4.0: Smart Scheduling,» *International Journal of Production Research*, vol. 57, nr. 12, pp. 3802-3813, 2019.
- [19] M. T. Ballestar, Á. Días-Chao, J. Sainz og J. Torrens-Sellens, «Impact of robotics on manufacturing: A longitudinal machine learning perspective,» *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 162, 2021.
- [20] D. D. Øye, «Robotene er allerede her. En empirisk vurdering av automatisering og endringer i yrkessammensetningen i det norske arbeidsmarkedet,» *Søkelys på arbeidslivet*, vol. 36, pp. 21-35, 2019.
- [21] J. E. Salomonsen, «Main Tech,» [Internett]. Available: <https://www.maintech.no/fileshare/filarkivroot/Fagartikler/OEE/OEE%20A3.pdf>. [Funnet Mars 2021].
- [22] J. Støyva, Standardisering i teori og praksis, Rud: NKI-forlaget ; Oslo : Norges standardiseringsforbund, 1980, pp. 11-15.
- [23] Microsoft, «Microsoft Dynamics 365,» [Internett]. Available: <https://dynamics.microsoft.com/nb-no/erp/what-is-erp/>. [Funnet Mars 2021].
- [24] AtlasRFIDstore, «AtlasRFIDstore,» AtlasRFIDstore, [Internett]. Available: <https://www.atlasrfidstore.com/rfid-tags/>. [Funnet Mars 2021].
- [25] R. Colella, A. Esposito og L. Catarinucci, «Programming UHF RFID Systems for the Internet of Things [EM Programmer's Notebook],» *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, vol. 58, nr. 2, pp. 109-119, 2016.

[26] RFIDINC, «HIGH TEMPERATURE RFID TAGS,» [Internett]. Available: <https://www.rfidinc.com/applications/extreme-temperature-rfid-tags/>. [Funnet April 2021].

## Liste over figurer

Figur 1 - Prosesskart pulverlakkeringsanlegg	10
Figur 2 - Forbehandlingsanlegg	11
Figur 3 – Belegningsplan	14
Figur 4 - Høy effektivitet i en produksjonsprosess	15
Figur 5 - Viktige kriterier for å oppnå høy effektivitet	16
Figur 6 Ulike typer RFID	18
Figur 7 - Transportbåndhastighet etter tid	21
Figur 8 - Rapport PowerBI	22
Figur 9 – Excel ark mal for utrekning av stopptid	23
Figur 10 - Total stopptid	24
Figur 11 - Stopptid utenom planlagte stopp	25
Figur 12 - Stopptid uke 51	26
Figur 13 - Total kjørelengde pr uke	27
Figur 14 - Gjennomsnittlig kjørelengde pr skift	28
Figur 15 - Kjørelengde pr 3 uker	29
Figur 16 - Tilgjengelighet	30
Figur 17 - Excel ark for registrering av opphengsmønster	33
Figur 18 - Dynamics 365 FO	34
Figur 19 - Overføring av opphengsmønster til PLS	35
Figur 20 - Prosesskart etter implementasjon av RFID	38

## **Liste over bilder**

Bilde 1 - Lobas avdeling Flatevad 7

Bilde 2 - Lobas avdeling Fotlandsvåg 7

Bilde 3 – Krokroboter 11

Bilde 4 – Opphengsmønster 11

Bilde 5 - Pulverlakkeringsboks 12

Bilde 6 – Pakkeanlegg 13

Bilde 7 - Opphengsmønster 33

## **Vedlegg**

Vedlegg 1 – Standardisering pulverlakkeringsanlegg

Vedlegg 2 – Regneark stopptid linje 1



