Examensarbete inom Industriell ekonomi och produktion, grundnivå, 15hp

Analys av ställ- och stopptider

ANDREAS KÄHÄRÄ LEVÁN

:ockholm, Sverige 2024

Examensarbete TRITA-ITM-EX 2024:382

Analys av ställ- och stopptider

Andreas Kähärä Leván

Godkänt	Examinator KTH	Handledare KTH
2024-06-30	Bertil Wanner	Claes Hansson
	Uppdragsgivare	Företagskontakt/handledare
	Paragon Nordic	Johan Cahling

Sammanfattning

Syftet med denna studie är att identifiera ställ- och stopptider vid en linjebaserad produktion för ett företag som producerar kosmetiska produkter och aerosoler, för att sedan föreslå förbättringar. Studien är begränsad till tre produktionslinjer (9, 10 och 11) vid företaget, med en tilldelning av 400 timmar för att slutföra uppgiften. För datainsamling och bedömning valdes semistrukturerade intervjuer och observationer som metoder. Därefter sammanfattades datan genom tematisk analys varifrån de föreslagna förbättringarna härleddes i samband med SMED-principer.

Resultatet av studien presenterar bl.a förslag på förbättringar som implementering av varmvattenberedare för att effektivare kunna rengöra mellan produktskiften och vid blockage då detta vara en orsak till ställ och stopptider enligt studiens resultat. Ett ytterligare förslag är att införa snabbkopplingar för att effektivare skifta bägare för råmaterial. De föreslagna förbättringarna är anpassade efter problem vid de undersökta produktionslinorna på företaget, men kan också användas som referens för att implementera liknande lösningar på andra produktionslinor på företaget eller utanför företaget.

Bachelor of Science Thesis
TRITA-ITM-EX 2024:382

Analysis of setup and stop time

Andreas Kähärä Leván

Approved 2024-06-30	Examiner KTH Bertil Wanner	Supervisor KTH Claes Hansson
	Commissioner Paragon Nordic	Contact person at company Johan Cahling

Abstract

The scope of this study is to identify setup and stop times at a line-based production for a company producing cosmetic products and aerosols, to then propose improvements. The study is limited to three production lines, 9, 10, and 11, at the company with an allocation of 400 hours to complete the task. For data gathering and assessment, semi-structured interviews and observations were chosen as methods. The data was then summarized through thematic analysis from where the proposed improvements were derived in conjunction with SMED principles.

The result of the study presents suggestions such as the implementation of water heaters for more efficient cleaning between product shifts and during blockages, as these were identified as causes of setup and stop times according to the study's results. An additional suggestion is to introduce quick connectors to more efficiently switch containers for raw materials. The proposed improvements are tailored to issues on production lines 9, 10, and 11 at the company, but could also be used as a reference for implementing similar solutions in other production lines at the company or outside of the company.

Innehåll

1 Introduktion **1**
1.1 Bakgrund 1
1.2 Mål 1
1.3 Avgränsningar 1
1.4 Etiska överväganden 2
2 Aktuellt kunskapsläge **3**
2.1 Semistrukturerade intervjuer 3
2.2 Strukturerade observationer 3
2.3 Tematisk analys 3
2.4 SMED 3
3 Genomförande **5**
3.1 Strukturerade intervjuer 5
3.2 Observationer 5
3.3 Dataanalys 5
3.4 SMED 6
4 Resultat och analys **7**
4.1 Tematisk analys och SMED 7
4.1.1 Rengöring och omställning 8
4.1.2 Tekniska problem och underhåll 8
4.1.3 Effektivisering och verktyg 9
4.1.4 Arbetsfördelning och kommunikation 9
4.2 Validering av lösningsförslag 10
5 Slutsats **11**
5.1 Sammanfattning av resultaten 11
5.1.1 Rengöring och omställning 11
5.1.2 Tekniska problem och underhåll 11
5.1.3 Effektivisering och verktyg 11
5.1.4 Arbetsfördelning och kommunikation 12
5.2 Genomförande och metodval 12
5.3 Validitet 12
5.4 Reliabilitet 12
5.5 Begränsningar och lärdomar 12
5.6 Rekommendationer för framtiden 13
Referenser **15**
Appendix **17**

1 Introduktion

Detta avsnitt beskriver bakgrunden till arbetet, målsättningen med arbetet samt hur arbetet har avgränsats.

1.1 Bakgrund

Examensarbetet genomfördes på ett företag som har specialiserat sig inom tillverkning av kosmetiska produkter och aerosolprodukter. Effektiviteten hos företagets produktionslinjer påverkar direkt företagets ekonomiska resultat, stopp- och ställtider är två faktorer som kan påverka produktiviteten genom minskad kapacitet vilket i sin tur kan orsaka ekonomiska förluster, därför är det viktigt att identifiera möjliga lösningar för att minska dessa tider. Ineffektivitet kan också minska företagets förmåga att leverera varor i tid och uppfylla kundkrav, vilket kan skada företagets rykte och minska marknadsandelar.

För att förbättra produktionslinjens effektivitet och minska ställtider är det viktigt att undersöka de befintliga processerna på produktionslinjen och utveckla strategier och metoder för att effektivisera dem. Detta kan inkludera att optimera processflödet, förbättra underhålls- och reparationsrutiner, införa nya teknik eller implementera bättre planerings- och hanteringsverktyg.

Examensarbetet kommer att bidra till att förbättra produktiviteten och konkurrenskraften för det specifika företaget genom att minska stilleståndstiderna på produktionslinjerna. Det kan också ge viktig kunskap och insikt för andra företag som står inför liknande utmaningar i sin produktion.

1.2 Mål

Målet med detta examensarbete är att ta fram förslag på hur man kan minska stopp- och ställtider för tre specifika produktionslinjer på ett företag. Arbetet syftar till att identifiera faktorer som bidrar till onödiga stopp- och ställtider, samt att ta fram potentiella lösningar för att minska dessa faktorer. Detta för att i slutändan öka företagets kapacitet så att de kan producera på ett mer effektivt sätt och således bli mer lönsamma som företag.

1.3 Avgränsningar

- Examensarbetet är begränsat till tre olika linjer på företaget, linje 9, linje 10 och linje 11. Det är endast dessa specifika linjer som studeras och resultaten är nödvändigtvis inte tillämpbara på andra typer av produktionslinjer eller industrier.

- Ställ eller stopp orsakat av utomstående faktorer såsom brist på råmaterial eller koncentrat kommer inte att tas hänsyn till.

- Examensarbetet är begränsat till 400 timmar vilket motsvarar cirka 10 veckor heltidsarbete, vilket kan påverka omfattningen och djupet på examensarbetet.

1.4 Etiska överväganden

Alla deltagare i studien informerades om syftet med studien, deras deltagande var frivilligt och de kunde välja att avstå från att delta vid vilken tidpunkt som helst. Vi försäkrade också deltagarna om att deras identiteter skulle förbli konfidentiella och att alla data som samlades in skulle hanteras och lagras på ett säkert sätt.

2 Aktuellt kunskapsläge

Detta avsnitt beskriver det aktuella kunskapsläget och de metoder som har använts.

2.1 Semistrukturerade intervjuer

Semistrukturerade intervjuer är en datainsamlingsmetod som innebär att en förutbestämd lista med frågor eller ämnen ställs men har frihet att utforska ytterligare frågor baserat på respondentens svar. Denna flexibilitet gör det möjligt att samla in djupgående och nyanserad information om respondenternas erfarenheter och uppfattningar. Enligt (Jansson, Nordgaard, 2016) möjliggör semistrukturerade intervjuer en balans mellan struktur och flexibilitet, vilket gör dem särskilt användbara för att utforska komplexa problem.

2.2 Strukturerade observationer

Strukturerade observationer är en metod där man observerar och registrerar beteenden, aktiviteter och processer i den naturliga miljön där de sker. Strukturerade observationer erbjuder fördelen att få en direkt förståelse för arbetsprocesser och interaktioner (Fetters, Rubinstein, 2019). Detta kan användas till att identifiera faktorer som påverkar ställ- och stopptider som inte nödvändigtvis framkommer i intervjuer eller är svårbegripliga utan förståelse för arbetsprocessen.

2.3 Tematisk analys

Tematisk analys är en metod för att identifiera, analysera och rapportera mönster eller teman inom dataanalys. (Braun, Clarke, 2012) beskriver tematisk analys som en flexibel metod som kan anpassas till olika forskningsfrågor och teoretiska tillvägagångssätt. Processen innefattar flera steg: (1) bekanta sig med data, (2) generera initiala koder, (3) söka efter teman, (4) granska teman, (5) definiera och namnge teman och (6) rapportera resultaten. Tematisk analys hjälper vid dataanalys att organisera data på ett strukturerat sätt och att identifiera underliggande mönster som kan förklara fenomenet som studeras.

2.4 SMED

Single-Minute Exchange of Die (SMED) metoden, introducerad av Shigeo Shingo i hans arbete "A Revolution in Manufacturing: The SMED System" (1985), har haft stor inverkan på tillverkningsindustrin. Shingo skiljer mellan "internt" arbete, som utförs när maskinen är stoppad, och "externt" arbete, som kan utföras medan maskinen är igång. Genom att ompositionera så mycket arbete som möjligt till den "externa" kategorin, minskas tiden maskinen är inaktiv avsevärt.

En framgångsrik tillämpning av SMED inom Toyota minskade omställningstiden för en stor press från över fyra timmar till under tio minuter, vilket ökade produktionsflexibiliteten och minskade behovet av stora lager (Shingo, 1985).

En annan studie på ett korktillverkande företag visade att användningen av ett "snabb handtag" istället för en skiftnyckel och en omorganisering av verktyg och delar ledde till en nästan halvering av ställtiderna, vilket förbättrade produktionskapaciteten och reducerade kostnaderna (Sousa et al., 2018).

En studie på ett företag specialiserat på att skruva på lock på en produktionslinje visade hur SMED och ergonomiska förbättringar, som att ersätta en traditionell insexnyckel med en T-handtag insexnyckel, kan minska ställtider och förbättra arbetsförhållandena. En organiserad vagn med lådor på olika höjder bidrog också till att minska ställtider genom att förbättra tillgången till verktyg och komponenter (Brito et al., 2017).

3 Genomförande

Detta avsnitt beskriver hur metoderna har genomförts.

3.1 Strukturerade intervjuer

Intervjuerna genomfördes genom att intervjua tre anställda som jobbar nära respektive produktionslinje då de antas ha en helhetsbild av processen vid respektive produktionslinje. Intervjuerna strukturerades genom att ta fram specifika frågor kring produktionen som ger inblick i problematiken kring produktionslinorna. (Se appendix 3 för intervjuresultat).

Vid varje intervju användes dessa specifika frågor för att minska variation:

- Vilka processer är mest benägna att orsaka ställ- och stopptider?
- Vilka faktorer påverkar tiden det tar att ställa om en maskin?
- Vilken typ av utrustning eller verktyg skulle göra det enklare och snabbare att ställa om maskiner?
- Vilka förbättringar har tidigare föreslagits för att minska ställ- och stopptider?

3.2 Observationer

Produktionen på företaget pågick dygnet runt men endast dagspasset(kl 9-16) observerades. Produktionslinje 9, 10 och 11 observerades i tre dagspass vardera vilket gav 21 timmar av observationer för respektive linje. Vid genomförandet av observationerna användes ett observationsprotokoll, se appendix 2, metodresultatet presenteras i appendix 4.

3.3 Dataanalys

Vid genomförandet av den tematiska dataanalysen analyserades först den insamlade datan från intervjuerna och observationerna, detta genom att datan lästes igenom flera gånger för att inte missa viktiga detaljer. Därefter noterades initiala koder genom att större segment från datan markerades som ansågs bidra till ställ och stopptider för att sedan korta ner dessa till korta meningar eller ord som “blockage” t ex. Därefter sökte vi efter teman i de koder vi tagit fram för att gruppera dem, t ex genom att gruppera koder från samma produktionslina. Sedan granskades de teman vi tagit fram och grupperat mot originaldatan för att säkerställa att de

var korrekta. Sedan definierar vi de framtagna teman genom att ge de en mer beskrivande titel av problemet med en kort mening eller ordföljd som presenteras i *(Figur 1).* Utifrån dessa teman rapporteras sedan ett resultat (se kapitel 5). Datan från analysen validerades sedan genom att rådfråga handledaren på företaget kring dess rimlighet.

3.4 SMED

Från den sammanställda intervju och observationsdatan i den tematiska analysen identifierades ställ och stopptider på produktionslina 9, 10 och 11, därefter analyserades respektive aktivitet och orsak till ställ och stopptider för att identifiera inre och yttre ställtider enligt SMED. När inre och yttre ställtider för en viss aktivitet hade identifierats analyserades processen för att hitta sätt att omvandla inre ställtider till yttre eller korta ner tiden för inre ställtider om de inte gick att omvandla eller eliminera helt. Detta genom att säkerställa att förberedande aktiviteter genomfördes medan produktionen var igång där möjligt och se till att de aktiviteter som krävde stillastående produktion effektiviseras och standardiseras för kortare stillaståenden. Utifrån detta presenteras sedan lösningsförslag som kan korta ner omställningstiden för aktiviteten.

4 Resultat och analys

I detta avsnitt presenteras resultat och analys.

Målet med arbetet var att identifiera faktorer som påverkar stopp och ställtider i produktionen, och ta fram potentiella lösningar för att minska dessa ställtider i tre specifika produktionslinjer (9, 10 och 11).

De faktorer som påverkar stopp och ställtider har i arbetet identifierats genom datainsamling i form av intervjuer och observationer enligt föregående kapitel, datan har sedan behandlats med hjälp av en tematisk analys för identifiering av påverkande faktorer som gav följande resultat(*Figur 1.*).

Produktionslinje:	**9**	**10**	**11**
Rengöring och omställning	**Rengöring mellan produktbyten**		
Tekniska problem och underhåll	**Blockerade munstycken**	**Blockerade munstycken** **Sensor- och kalibreringsproblem**	**Blockerade munstycken** **Sensor- och kalibreringsproblem**
Effektivisering och verktyg	**Omkoppling mellan behållare**	**Omkoppling mellan behållare** **Maskinkalibrering**	**Maskinkalibrering**
Arbetsfördelning och kommunikation	**Bristande kommunikation, Obalanserade arbetsbelastningar**		

Figur 1. Visar tematisk analys

4.1 Tematisk analys och SMED

Utifrån tabellen kan vi avläsa resultatet från den tematiska analysen i form av meningar eller ord som kort ska sammanfatta problem vid respektive lina utifrån datan i den tematiska analysen. Syftet med dessa meningar och ord är att sammanställa datan från intervjuerna och

observationerna för att lättare kunna analysera eventuella samband eller orsaker till ställ och stopptider.

4.1.1 Rengöring och omställning

Rengöring påverkade endast ställ och stopptider för lina 9 då det förekom hårvax som produkt vilket innebar att rengöring av munstycken tog längre tid vilket i sin tur orsakade stopptid.

För att rengöra maskinen på lina 9 krävs högtempererat vatten vilket inte var tillgängligt i samma rum som produktionen, detta resulterar i ett inre ställ när maskinoperatören vid produktskifte behöver hämta och förbereda högtempererat vatten. För att omvandla detta till en yttre ställtid presenteras lösningsförslaget att ha en varmvattenberedare i samma rum som produktionen. Detta skulle innebära att vattnet kan förberedas innan produktskifte och finnas nära tillgängligt vilket i sin tur kan leda till minskad stillastående.

4.1.2 Tekniska problem och underhåll

Blockerade munstycken var en orsak till ställ och stopptider på samtliga linor. Detta skedde enligt maskinoperatören på grund av varierande konsistens i produkterna på linan. Detta innebar att när produktens konsistens förändrades, kunde vissa tjockare eller klumpigare produkter blockera munstycket, vilket krävde att maskinen stängdes av och rengjordes för att återuppta produktionen.

Sensorproblem observerades som orsak till stopp på lina 10 och 11, detta innebar att en sensor inte känt av en burk eller flaska vilket ledde till att de fastnade på bandet eller vid produktfyllning. Detta ledde till att linan behövde stoppas för att åtgärda blockaget vilket innebar stillastående för linan.
Kalibreringsproblem innebar mjukvaruproblem vid kalibrering för en viss burk eller flaskas dimensioner. Kalibreringsproblem uppstår när maskinens mjukvara inte korrekt justerar inställningarna för att hantera olika storlekar och former av burkar eller flaskor. Detta ledde till felaktig positionering av produkterna, vilket i sin tur orsakade stopp. Ett vanligt problem enligt maskinoperatören kan vara att maskinen inte justerar tillräckligt för att hantera en burk som är något bredare eller smalare än standard, vilket resulterar i att burkarna fastnar eller inte bearbetas korrekt.

För att avblockera munstycken på samtliga linor krävdes högtempererat vatten som vid rengöring på lina 9. Detta innebar att när ett blockerat munstycke observerades på en lina så uppstod ett inre ställ då vatten behövde förberedas och hämtas. Lösningsförslaget som presenteras för samtliga linor gällande blockerade munstycken är att ha en varmvattenberedare vid varje produktionslina, detta skulle minska ställtiden genom att eliminera ställtiden för förberedelse och hämtning av vatten.

Lösningar för sensor och kalibreringsproblemen skulle kräva en djupare undersökning för att kunna ge lösningsförslag. Med den befintliga datan är det svårt att avgöra om dessa problem orsakas av hårdvarufel eller operatörsfel där operatören inte ställt in maskinen rätt. En djupare undersökning skulle kunna inkludera att granska sensorerna och kalibreringsprocesserna, samt att utbilda operatörerna för att säkerställa att de följer en standardprocedur. Dessutom kan en analys av maskinens mjukvara och eventuella uppdateringar från tillverkaren vara nödvändig för att säkerställa att alla parametrar och inställningar är korrekta. En sådan omfattande utvärdering skulle ge en tydligare bild av orsakerna och möjliga lösningar, vilket i sin tur skulle bidra till att minska driftstopp och öka effektivitetet på produktionslina 10 och 11.

4.1.3 Effektivisering och verktyg

På lina 9 och 10 observerades omkoppling mellan behållare för råmaterial som en orsak till ställtider samt på lina 10 och 11 observerades kalibrering av maskin som en orsak till ställ och stopptider.

Potentiella förbättringar på lina 9 och 10 för behållarna skulle vara att implementera snabbkopplingar mellan maskin och behållare för en effektivare process. För kalibrering av maskiner skulle enligt maskinoperatören implementering av maskininlärning kunna förbättra effektiviteten. Genom att tillämpa maskininlärning kan roboten potentiellt lära sig av sina tidigare misstag och förbättra sin prestation över tid, vilket skulle minska behovet av ständig manuell kalibrering.

4.1.4 Arbetsfördelning och kommunikation

På linje 9 observerades en brist på realtidsinformation och tillräcklig kommunikation mellan olika avdelningar då maskinoperatören vid lina 9 vid observerat tillfälle väntade på råmaterial för att påbörja produktionen, när maskinoperatören efter ca 1 timme kontaktar berörd avdelning för en status så har de ställt in den batchen utan att meddela maskinoperatören. Detta ledde till onödig stopptid då maskinoperatören hade kunnat påbörja en annan produktserie istället om man hade kommunicerat bättre. Enligt maskinoperatören förekom detta vid flera tillfällen.

En obalans i arbetsbelastningen mellan olika stationer på produktionslina 9 observerades. Vissa stationer, som fyllningsstationen och kylstationen, verkade vara överutnyttjade. På fyllningsstationen ledde den höga arbetsbelastningen till frekventa driftstopp på grund av produkter som fastnade i kylrummet och behov av kontinuerlig underhåll. Kylstationen hade en liknande situation, där den höga frekvensen av produkter som behövde kylas orsakade flaskhalsar, vilket resulterade i fördröjningar i hela produktionskedjan.

På andra sidan, stationer som platsen för manuell påskruvning av lock, underutnyttjades. Där observerades ofta operatörer som väntade på att produkter skulle anlända från de föregående överutnyttjade stationerna, vilket ledde till ineffektiv användning av arbetskraft och maskiner. Denna obalans i arbetsbelastningen skapade en ineffektivitet i hela produktionsprocessen, vilket påverkade produktionshastigheten negativt.

För att balansera arbetsflödet behöver flaskhalsarna minskas då de bestämmer tempot för hela linan. Den primärt observerade flaskhalsen var kylrummet som också havererade i snitt var tredje produktserie till följd av att produkter fastnar enligt maskinoperatören, vilket i sin tur orsakade stopptid för linan. Ett lösningsförslag för att minska flaskhalsen och minska stopptiden är att införa ett extra band med produkter in i kylrummet då kapacitet var tillgänglig framför och efter flaskhalsen, detta skulle innebära att produktionslinan får fördubblad kapacitet och chansen för stopptider minskar då risken för att två band fastnar samtidigt är låg.

4.2 Validering av lösningsförslag

Vid rådfrågning av handledare på företaget kunde de observerade problemen verifieras som sanna och något som bör adresseras, vissa problem var redan kända av företaget sedan innan och förslag som maskininlärning för kalibrering av maskiner var något som planeras att införas i framtiden.

5 Slutsats

Detta avsnitt presenterar en sammanfattning av studien.

5.1 Sammanfattning av resultaten

Detta arbete syftade till att minska stopp och ställtider på tre specifika produktionslinjer inom ett företag specialiserat på kosmetiska produkter och aerosoler. Målet var att identifiera de faktorer som bidrar till onödiga stopp och ställtider samt utveckla potentiella lösningar. De specifika produktionslinjer som studerades var linje 9, linje 10, och linje 11. Arbetet fokuserade på att analysera och förstå de befintliga processerna genom intervjuer och observationer, för att sedan utveckla strategier och metoder för att effektivisera dessa processer. Inom ramen av arbetet lyckades ett resultat presenteras för identifiering av problematiska faktorer samt lösningsförslag till dessa.

5.1.1 Rengöring och omställning

Rengöring påverkade ställ och stopptider för lina 9 på grund av hårvaxprodukter som krävde längre rengöringstid av munstycken. Maskinen behövde högtempererat vatten, vilket inte fanns i produktionsrummet. Lösningsförslaget är att installera en varmvattenberedare i produktionsrummet för att minska stilleånd genom att förbereda vatten i förväg.

5.1.2 Tekniska problem och underhåll

Blockerade munstycken på alla linor orsakades av varierande produktkonsistens, vilket ledde till att maskinerna behövde stängas av för rengöring. Sensorproblem på lina 10 och 11 orsakade stopp när sensorer inte kände av burkar eller flaskor. Kalibreringsproblem vid olika burk och flaskdimensioner ledde till felaktig positionering och stopp. För att minska ställtiden föreslås varmvattenberedare vid varje lina. Sensor och kalibreringsproblem kräver djupare undersökning.

5.1.3 Effektivisering och verktyg

Omkoppling av råmaterialbehållare på linje 9 och 10 orsakade ställtider, och kalibrerings behov på linje 10 och 11 ledde till stopp. Implementering av snabbkopplingar för behållare och maskininlärning för kalibrering föreslås som lösningar för att förbättra effektiviteten.

5.1.4 Arbetsfördelning och kommunikation

På linje 9 observerades brist på realtidsinformation och kommunikation, vilket ledde till onödiga stopp. En bättre kommunikation hade kunnat förebygga väntetider på råmaterial. Arbetsbelastningen var ojämnt fördelad mellan stationer, med överutnyttjade fyllning och kylstationer och underutnyttjad manuell påskruvning. För att balansera arbetsflödet föreslås ett extra band i kylrummet för att minska flaskhalsar och stopptider.

5.2 Genomförande och metodval

Arbetet genomfördes genom en kombination av semistrukturerade intervjuer och observationer. Valet av dessa metoder var effektiva för att samla in data om de faktorer som påverkar stopp och ställtider på företaget då de semistrukturerade intervjuerna gav insikter i operatörernas perspektiv och erfarenheter kring problem i produktionslinan. Sedan bidrog observationerna till att bättre förstå problemen de intervjuade beskrev samt till att identifiera ytterligare problem i produktionen.

5.3 Validitet

Vid rådfrågningen av handledaren på företaget bekräftades att de observerade problemen var kända inom organisationen. Denna triangulering av data ökade studiens validitet.

5.4 Reliabilitet

Studien begränsades till tre specifika produktionslinjer och omfattade endast observationer på dagspasset, vilket kan ha påverkat generaliserbarheten av resultaten. En längre observationsperiod och inkludering av nattpass skulle kunna ge en mer omfattande bild. Trots detta är de identifierade problemen och föreslagna lösningarna relevanta för de studerade produktionslinjerna och kan fungera som en modell för liknande linjer inom företaget.

5.5 Begränsningar och lärdomar

Några områden och punkter som hade kunnat förbättras är följande;

Tidsramen, en längre tidsram skulle ha underlättat för en djupare analys och möjligheten att implementera och mäta effekterna av de föreslagna lösningarna. Det hade dock varit möjligt att genomföra förbättringar och mäta effekterna inom den givna tidsramen om timmarna för

arbetet hade planerats desto mer från start. Till exempel genom att planera närmare inpå hur varje minut väl på företagets spenderas då de i sammanhanget är dyrbara.

Det förekom några moment som hade kunnat förberedas bättre, ett mindre exempel är intervjuerna där det hade varit effektivt att sätta upp en lista med handledaren i förväg på lämpliga kandidater istället för att själv söka upp personer på måfå där det blev många små för-intervjuer för att försöka förstå personens roll. Detta tog onödig tid från arbetet och är ett exempel på vikten av planering.

För vissa tekniska problem, såsom sensor och kalibreringsproblem, hade en mer detaljerad förstudie varit till nytta då det är komplexa problem som kräver expertis för att lösas. De presenterade förslagen för dessa problem bör i bästa fall ses som en fingervisning och kan därför heller inte ses som en lösning för andra företag som eventuellt har liknande symptom i sin egen produktion då orsaken till dessa kan vara väldigt mångsidig vilket arbetet inte behandlade.

5.6 Rekommendationer för framtiden

Arbetet kring dessa tre produktionslinor har varit väldigt lärorikt och givande, även fast målen inte fullföljdes enligt förhoppningarna vid starten. Studien i sig kan ses som en grund för fortsatt arbete kring förbättringar och effektivisering vid produktionslinorna på företaget men även för andra företag som önskar att öka effektiviteten kring sin egen produktion. Det som anses mest intressant för framtiden är implementering av maskininlärning och artificiell intelligens i sin helhet vid produktionslinor då det har visat sig vara något väldigt kraftfullt med stor potential för förbättringar. Inte minst på företaget där studien genomfördes är maskininlärning för maskinerna det som hypotetiskt kan medföra störst förbättring på ställ och stopptider, därför är det också där arbetet kring effektivisering bör fortsätta.

Referenser

Bicheno, John; Holweg, Matthias; Anhede, Pia och Hillberg, Joakim. 2011. *Ny Verktygslåda För Lean.* 4. uppl. Göteborg: Revere.

Sahin, R. & Kologlu, A. 2017. *A Case Study on Reducing Setup Time using SMED on a Turning Line*. [Artikel]https://www.researchgate.net/publication/351474253_A_Case_Study_on_Reducing_Setup_Time_using_SMED_on_a_Turning_Line (Hämtad 4 April 2023)

Ramiz Assaf, Tamer Haddad, uå. *Performance Improvement Using the Single Minute Exchange of Die (SMED) Methodology in an Aluminum Profiles Extrusion Production System* [PDF]https://staff.najah.edu/media/sites/default/files/Performance_Improvement_Using_the_Single_

Minute_Exchange_of_Die_(SMED)_Methodology_in_an_Aluminum_Profiles_Extrusion_Production_System.pdf (Hämtad 4 Apirl 2023)

Rother, M., & Shook, J. 2003. *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda. Lean Enterprise Institute.* [PDF] https://books.google.se/books?hl=sv&lr=&id=mrNIH6Oo87wC&oi=fnd&pg=PP2&dq=Learning+to+See:+Value+Stream+Mapping+to+Add+Value+and+Eliminate+Muda.+Lean+Enterprise+Institute.&ots=24kz766KJC&sig=AIcrALLVUaii9nAdUqZqGFXIWNo&redir_esc=y#v=onepage&q=Learning%20to%20See%3A%20Value%20Stream%20Mapping%20to%20Add%20Value%20and%20Eliminate%20Muda.%20Lean%20Enterprise%20Institute.&f=false (Hämtad 28 Maj)

Shingo, S. 1985. *A Revolution in Manufacturing: The SMED System. Productivity Press.* [PDF] https://books.google.se/books?hl=sv&lr=&id=ooXVVIfqEQwC&oi=fnd&pg=PR13&dq=A+Revolution+in+Manufacturing:+The+SMED+System.+Productivity+Press.&ots=Xv9TCu73HF&sig=daUt8w4u3hrP5jLUFQjMZ1m3BGg&redir_esc=y#v=onepage&q=A%20Revolution%20in%20Manufacturing%3A%20The%20SMED%20System.%20Productivity%20Press.&f=false (Hämtad 20 April 2023)

E. Sousaa , F. J. G. Silvaa , L. P. Ferreiraa , M. T. Pereiraa , R. Gouveiaa , R. P. Silvab. 2018. *Applying SMED methodology in cork stoppers productio* [PDF] https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978918312204?ref=pdf_download&fr=RR-2&rr=7d3cdb0e9a799938 (Hämtad 28 Maj)

Kang, Z., Catal, C., & Tekinerdogan, B. 2020. *Machine learning applications in production lines: A systematic literature review.* [PDF] https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036083522030485X (Hämtad: 25 Maj 2023)

M. Brito a, A.L. Ramos b, P. Carneiro c, M.A. Gonçalves. 2017. *Combining SMED methodology and ergonomics for reduction of setup in a turning production area* [PDF] https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978917308107 (Hämtad 28 Maj)

Jannson, L, Nordgaard, J., 2016. *The Psychiatric Interview for Differential Diagnosis* [PDF] https://link-springer-com.focus.lib.kth.se/book/10.1007/978-3-319-33249-9 (Hämtad 13 Juni)

Fetters, Michael. D., Rubinstein, Ellen, B., 2019. *The 3 Cs of Content, Context, and Concepts: A Practical Approach to Recording Unstructured Field Observations* [Artikel] https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6846267/ (Hämtad 13 Juni)

Braun, Virginia, Clarke, Victoria. 2012. *Thematic Analaysis* [PDF] https://kmctlw.edu.np/wp-content/uploads/2020/09/Braun12PsychHandbook.pdf (Hämtad 13 juni)

Appendix

1 Intervjuprotokoll

- Vilka processer är mest benägna att orsaka ställ- och stopptider?
- Vilka faktorer påverkar tiden det tar att ställa om en maskin?
- Vilken typ av utrustning eller verktyg skulle göra det enklare och snabbare att ställa om maskiner?
- Vilka förbättringar har tidigare föreslagits för att minska ställ- och stopptider?

2 Observationsprotokoll

Arbetsstationen.
Datum:
Produktionslinje:
Tid för observationer:

1.Operatörens interaktion med maskiner och verktyg.
Använder operatören maskiner och verktyg korrekt och effektivt? (Ja/Nej)
Noteringar om svårigheter eller ineffektivitet:
Eventuella kommentarer från operatören:

2.Ergonomi och arbetsmiljö
Är arbetsstationen ergonomiskt utformad? (Ja/Nej)
Noteringar om potentiella förbättringar:
Finns det distraktioner eller andra faktorer som påverkar operatörens koncentration?

3.Materialflöde
Finns det brister i materialhanteringssystemet? (Ja/Nej)
Identifiera eventuella flaskhalsar eller stopp i flöde:
Noteringar om materialets tillgänglighet och lagring:
Noteringar om väntetider och orsaker till fördröjningar:

4.Maskinprestanda
Notera maskinens drifttid och eventuella stopp:
Orsaker till maskinstopp:
Tid för maskinstart efter stopp:

5.Underhåll
Finns det regelbundna underhållsprocedurer? (Ja/Nej)
Noteringar om tekniska problem och frekvens:

6.Kommunikation och Koordination
Finns det tydliga och effektiva kommunikationskanaler? (Ja/Nej)
Noteringar om missförstånd eller informationsbrister:

3 Intervjutranskribering

Maskinoperatör linje 9:

Fråga: Vilka processer är mest benägna att orsaka ställ- och stopptider?
Svar: Det som orsaker mest ställ och stopp just nu är rengöringen som krävs mellan byte av producerad produkt,
Fråga: Vilka faktorer påverkar tiden det tar att ställa om en maskin?
Svar: Den faktor som påverkar ställtider mest är vilken typ av produkt vi har producerat och vilken produkt vi ska producera, då detta påverkar i vilken grad vi behöver rengöra maskinen. Tex om vi har tillverkat något med glitter tar det extra lång tid att rengöra.
Fråga: Vilken typ av utrustning eller verktyg skulle göra det enklare och snabbare att ställa om maskiner?
Svar: Vi har en varmvattenberedare som kopplas till tanken för råmaterial för rengöring med varmvatten, kopplingen är lite bökig och en snabbkoppling skulle definitivt underlätta.
Fråga: Vilka förbättringar har tidigare föreslagits för att minska ställ- och stopptider?
Svar: Det har pratats om att införa ett protokoll med standardiserade åtgärder för olika moment.

Maskinoperatör linje 10:
Fråga: Vilka processer är mest benägna att orsaka ställ- och stopptider?
Svar: Till följd av dåliga sensorer eller felkalibrering kan ibland vissa schampoflaskor fastna i linan eller inte bli fyllda med korrekt mängd, detta är den vanligaste orsaken till stopp.
Fråga: Vilka faktorer påverkar tiden det tar att ställa om en maskin?
Svar: Ibland kan vi behöva en reservdel för att laga linan som vi behöver vänta på för att köra igång produktionen igen,
Fråga: Vilken typ av utrustning eller verktyg skulle göra det enklare och snabbare att ställa om maskiner?
Svar: Snabbare tillgång till reservdelar, kanske bättre framförhållning på lagerföring av reservdelar.
Fråga: Vilka förbättringar har tidigare föreslagits för att minska ställ- och stopptider?
Svar: En förbättring som har föreslagits är att genomföra regelbundna maskinrevisioner och underhåll för att förebygga fel och minska risken för oplanerade stopptider. Att införa en förebyggande underhållsplan har också varit på tal.

Maskinoperatör linje 11
Fråga: Vilka processer är mest benägna att orsaka ställ- och stopptider?
Svar: Ett stadie i linjen involverar att skruva fast spraymunstycken på flaskor, detta stadie havererar ofta då roboten inte är tillräckligt optimerad
Fråga: Vilka faktorer påverkar tiden det tar att ställa om en maskin?

Svar: Hur fort vi kan nollställa och kalibrera om skruv fasen av linjen påverkar främst hur långt stoppet blir.
Fråga: Vilken typ av utrustning eller verktyg skulle göra det enklare och snabbare att ställa om maskiner?
Svar: Någon form av maskininlärningsteknik skulle underlätta på skruvfasen då vi skulle slippa kalibrera om den lika ofta.
Fråga: Vilka förbättringar har tidigare föreslagits för att minska ställ- och stopptider?
Svar: Det har diskuterats att eventuellt byta ut maskinen som skruvar mot en mer effektiv om ingen lösning för den nuvarande tas fram.

4 Observationsresultat

Lina 9
1. Operatörens interaktion med maskiner och verktyg

Använder operatören maskiner och verktyg korrekt och effektivt? Nej
Noteringar om svårigheter eller ineffektivitet: Oregelbunden placering av tomma burkar på transportbandet.
Eventuella kommentarer från operatören: Ingen kommentar angiven.
2. Ergonomi och arbetsmiljö

Är arbetsstationen ergonomiskt utformad? Nej
Noteringar om potentiella förbättringar: Ingen specifik ergonomisk förbättring noterad.
Finns det distraktioner eller andra faktorer som påverkar operatörens koncentration? Nej, men brist på realtidsinformation påverkar arbetsflödet.
3. Materialflöde

Finns det brister i materialhanteringssystemet? Ja
Identifiera eventuella flaskhalsar eller stopp i flöde: Oregelbunden takt i placering av burkar, blockeringar i fyllningsfasen.
Noteringar om materialets tillgänglighet och lagring: Väntetider på råmaterial på grund av bristande kommunikation.
Noteringar om väntetider och orsaker till fördröjningar: Väntetider på grund av blockeringar i kylfasen.
4. Maskinprestanda

Notera maskinens drifttid och eventuella stopp: Stopp vid blockering av munstycken.
Orsaker till maskinstopp: Blockerade munstycken och kylfasproblem.
Tid för maskinstart efter stopp: Ej specificerat.
5. Underhåll

Finns det regelbundna underhållsprocedurer? Ja
Noteringar om tekniska problem och frekvens: Frekventa blockeringar av munstycken, kylskåpet upprätthåller inte optimal temperatur.
6. Kommunikation och Koordination

Finns det tydliga och effektiva kommunikationskanaler? Nej
Noteringar om missförstånd eller informationsbrister: Brist på realtidsinformation och ineffektiv kommunikation om produktionsstatus.
Lina 10
1. Operatörens interaktion med maskiner och verktyg

Använder operatören maskiner och verktyg korrekt och effektivt? Nej
Noteringar om svårigheter eller ineffektivitet: Oregelbunden placering av tomma flaskor.
Eventuella kommentarer från operatören: Ingen kommentar angiven.
2. Ergonomi och arbetsmiljö

Är arbetsstationen ergonomiskt utformad? Nej
Noteringar om potentiella förbättringar: Ingen specifik ergonomisk förbättring noterad.
Finns det distraktioner eller andra faktorer som påverkar operatörens koncentration? Nej
3. Materialflöde

Finns det brister i materialhanteringssystemet? Ja
Identifiera eventuella flaskhalsar eller stopp i flöde: Blockeringar vid fyllningsfasen.
Noteringar om materialets tillgänglighet och lagring: Ej specificerat.
Noteringar om väntetider och orsaker till fördröjningar: Väntetider på grund av blockeringar i fyllningsfasen.
4. Maskinprestanda

Notera maskinens drifttid och eventuella stopp: Stopp vid blockering av fyllningsmunstycken.
Orsaker till maskinstopp: Blockerade munstycken.
Tid för maskinstart efter stopp: Ej specificerat.
5. Underhåll

Finns det regelbundna underhållsprocedurer? Ja
Noteringar om tekniska problem och frekvens: Frekventa blockeringar av fyllningsmunstycken.
6. Kommunikation och Koordination

Finns det tydliga och effektiva kommunikationskanaler? Nej
Noteringar om missförstånd eller informationsbrister: Ej specificerat.
Lina 11
1. Operatörens interaktion med maskiner och verktyg

Använder operatören maskiner och verktyg korrekt och effektivt? Ja
Noteringar om svårigheter eller ineffektivitet: Automatisering minskar manuellt arbete, men problem med roboten som skruvar på lock.
Eventuella kommentarer från operatören: Ingen kommentar angiven.
2. Ergonomi och arbetsmiljö

Är arbetsstationen ergonomiskt utformad? Ja
Noteringar om potentiella förbättringar: Ingen specifik ergonomisk förbättring noterad.
Finns det distraktioner eller andra faktorer som påverkar operatörens koncentration? Nej
3. Materialflöde

Finns det brister i materialhanteringssystemet? Ja
Identifiera eventuella flaskhalsar eller stopp i flöde: Oregelbunden placering av flaskor, problem med fyllningsfasen.
Noteringar om materialets tillgänglighet och lagring: Ej specificerat.
Noteringar om väntetider och orsaker till fördröjningar: Väntetider på grund av fyllningsvariationer.
4. Maskinprestanda

Notera maskinens drifttid och eventuella stopp: Färre stopp jämfört med linje 10.
Orsaker till maskinstopp: Variabel fyllning, problem med automatiserad påskruvning av lock.
Tid för maskinstart efter stopp: Ej specificerat.
5. Underhåll

Finns det regelbundna underhållsprocedurer? Ja
Noteringar om tekniska problem och frekvens: Problem med automatiserad påskruvning av lock.
6. Kommunikation och Koordination

Finns det tydliga och effektiva kommunikationskanaler? Nej
Noteringar om missförstånd eller informationsbrister: Ej specificerat.