Lokalisera felutfall av flöten och vingar för simlinor inom standardmått.

Kandidatarbete inom maskiningenjörsprogrammet

Rahul Kirpalani
Rasmus Hilmersson

INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI OCH MATERIALVETENSKAP
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Kandidatarbete 2021

Lokalisering av felutfall för simlinor inom standardmått.

Författare:
Rahul Kirpalani
Rasmus Hilmersson

Handledare:
Roland Örtengren

Förord

Examensarbetet inleddes genom ett besök hos Malmsten och möte med handledaren på företaget som även är produktionschef samt operatör. Efter mötet med handledaren så inleddes en guidad rundtur genom produktionssystemet. Rundturen involverade även en tur kring fastigheten och dess andra delar. Under rundturen så presenterade handledaren olika problem som de stött på under produktionen. Ett problem valdes ut för fördjupad undersökning.

Examensarbetet är författat av Rahul Kirpalani och Rasmus Hilmersson på Chalmers tekniska högskolas högskoleprogram i maskinteknik vid institutionen industri och materialvetenskap. Examensarbetet i fråga har gjorts i form av en förstudie med fokus på att analysera Malmstens automatiserade produktionssystem och identifiera faktorerna bakom fel utfallen. Analysen bestod av flera fältstudier samt andra metoder för att försöka identifiera de felaktiga utfallet.

Vi skulle vilja tacka vår handledare Mile Mihajlovic på Malmsten som har haft en central roll i uppsatsskrivandet, han har genom ett genuint arbete stöttat oss genom arbetet. Vi skulle även vilja säga tack till vår handledare på Chalmers, Roland Örtengren som har gett oss bra feedback och bidragit med sin erfarenhet kring problemet.

Göteborg, september, 2021

Sammanfattning

Malmsten AB är ett svenskt företag beläget i Åhus, företaget tillverkar flera produkter för simhallar och badanläggningar inklusive nybyggnad av anläggningar samt renoveringar. Det presenterade kandidatarbetet har genomförts på Malmstens huvudkontor i Åhus, där fokus varit på produktionen av simlinan Gold Pro.

Under senare tid har Malmsten påträffat ett oplanerat produktionsfel, som uppkommer då det automatiserade systemet bryter den planerade sekvensen gällande placering av vingar som omsluter flötena. Felet uppstår då en hel vinge ersätter vad som egentligen skall vara en halvvinge. Aktörerna som är involverade är Merplast, som står för produktionen av vingar och flöten vilket innebär att de levereras färdiga till Malmsten för produktion.

Syftet med detta kandidatarbete är att undersöka anledningen till felutfall av flöten och vingar, då den rekommenderade sekvensen inte uppfylls. Följden av detta blir att simlinan inte kan uppfylla sin faktiska funktion men också att simlinan inte är typgodkänd. Följden av detta kan leda till stora extra utgifter samt att företaget går miste om den fulla potentialen inom effektivisering.

Analyser utfördes med hjälp av studier samt observationer av företagets verklighet inom produktionen för att kunna lokalisera vad som är orsaken till de brister som förekommer. Det första som gjordes var att analysera flödeskedjan i form av VSM, Flödesschema, Händelseträdsanalys, Gemba walk samt intervjuer. Detta gav en mycket djupare bild av hela produktionen vilket i sin tur gav upphov till att kunna lokalisera vart flaskhalsen kan befinna sig.

Resultatet identifierar tydligt produktionens flaskhals med avseende på uppgift. De slutsatser som kan tas utifrån detta är tydligt då felet grundar sig i produktionsdel 1, resultatet av detta är felutfall av flöten.

Abstract

Malmsten AB is a Swedish company located in Åhus. The company makes several products for the swimming and bathing facilities including construction of new facilities and renovations. The presented bachelor thesis has been carried out at Malmsten's head office in Åhus, where the focus has been on the production for the Gold Pro swimming line. Recently, Malmsten has encountered an unplanned production error. The problem arises when the automated system breaks the planned sequence regarding the placement of wings that enclose the floats. The error occurs when an entire wing replaces what should be a half wing. The players involved are Merplast, as they are responsible for the production of wings and floats, which deliver ready-made for Malmsten’s production.

The purpose of this bachelor's thesis is to investigate the reason for the failure of floats and wings, when the recommended sequence is not met. The consequence is that the swimming line cannot fulfill its actual function but also that the swimming line is not type-approved. The consequence of this can lead to large extra expenses and that the company loses the full potential which results in inefficiency.

Analyzes were performed with the help of studies and observation of the company's production reality to locate the cause of the shortcomings that occur. The first thing that was done was to analyze the flow chain in the form of VSM, Flow chart, risk analysis, Gemba walk, and interviews. This gave a much wider picture of the entire production, which in turn gave rise to the possibility to locate where the bottleneck might be. The result identifies the production's bottleneck.

Regarding this information, the conclusions that can be drawn based on this are clear as the error is located at production part 1.

Innehållsförteckning

Förord 2
Sammanfattning 2
Abstract 3
1 Inledning 6
1.1 Bakgrund 6
1.2 Syfte 6
1.3 Avgränsningar 6
1.4 Frågeställning 7
2. Bakgrund 7
2.1 Malmsten AB 7
2.1.1 Malmstens produkter 7
2.1.2 Simlina Gold Pro 8
2.1.3 Fabriken 9
2.1.4 Simlinan 9
2.1.5 Komponenter i simlinan 10
2.2 Analyshjälpmedel 12
2.2.1 Flödesschema 12
2.2.2 Värdeflödesanalys 14
2.2.3 PLC 14
2.2.4 Yaskawa Robot 15
2.3 Standardiserat arbete: 15
2.4 Lean production 16
2.5 Gemba: 17
2.6 Händelseträdsanalys 18
3. Metod 19
3.1 Processkarta 19
3.2 Datainsamling 19
3.3 Datainsamling Gemba 19
3.4 Datainsamling Intervjuer 19
3.5 Datainsamling sekundärdata 20
3.6 Flödesschema 20
3.7 Värdeflödesanalys 20

3.8 Specificerad Gemba 20
3.9 Händelseträdsanalys 21
4. Processbeskrivning 21
4.1 Underleverantörer 21
4.2 Produktionssystem i tre delar 21
4.2.1 Del 1 21
4.2.2 Del 2 22
4.2.3 Del 3 23
5. Resultat 25
5.1 Gemba walk 25
5.1.1 Gemba walk del 1 25
5.1.2 Gemba walk del 2 25
5.1.3 Gemba walk del 3 25
5.2 Resultat av intervjuer 25
5.3 Flödesschema 26
5.4 Värdeflödesanalys 26
5.5 Resultat specificerad Gemba 27
5.6 Händelseträdsanalys 27
6 Diskussion 28
6.1 Produktionsdel 1 29
6.2 Produktionsdel 2 29
6.3 Produktionsdel 3 29
6.4 Diskussion om frågeställning samt fortsatta rekommendationer. 29
6.5 Reflektion av metod 30
6.6 Jämförelse av liknande produktion 30
6.7 Validitet och reliabilitet 31
6.8 Intervjutekniker 31
6.9 Slutsats 31
7. Litteraturförteckning 33

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Oplanerade produktionsfel är något som förekommer ofta, detta påverkar givetvis företagets önskade produktivitet och även lönsamhet. (Nwanya et.al, 2017). Konsekvenserna kan ibland vara kostsamma för företaget då linorna måste genomgå omarbete. Malmsten har under senare tid stött på ett återkommande problem vid produktion av deras simlinor. Problemet uppkommer då det automatiserade produktionssystemet bryter sekvensen gällande placering av halvvingar som omsluter flötena. Felet uppstår då en hel vinge ersätter vad som egentligen skall vara en halvvinge i sekvensen. Detta resulterar i en feldimensionering vilket innebär att linorna blir allt för långa och därmed överstiger den tillåtna längden för en godkänd fullt fungerande simlina. En icke godkänd simlina är en extra utgift för företaget och detta är givetvis något som man gärna vill undvika.
Genom att utesluta eventuella fel inom produktionen kan företaget ta del av maximal produktivitet som maskinerna är kapabla till och därmed inte behöva fokusera på fel i sekvensen som resulterar i förluster för företaget i form av tiden som krävs för omarbete.

För att rätta till felet så krävs ett omarbete vilket sker manuellt. När en simlina inte uppfyller kraven på grund av sekvensfel så krävs det att operatören manuellt tar isär simlinan för att fullborda sekvensen vilket företaget uppskattar tar genomsnittligt cirka 15 minuter för en tävlingslina och 10 minuter för en träningslina. De första fel utfallen rapporterades hösten 2020 efter att konfigurationer hade gjorts till produktionssystemet. Felutfallen uppträder osystematiskt enligt handledare men med hjälp av data så har företaget kunnat uppskatta ett genomsnittligt antal felutfall per vecka. Produktionen omfattar åtta till nio 50 meters simlinor på en dag respektive sexton till arton 25 meters simlinor per dag beroende på vad som produceras. Produktion per vecka blir cirka 60 tävlingslinor eller 120 träningslinor. Företaget uppskattar att cirka 5% av produktionen per vecka kräver ett omarbete.

1.2 Syfte

Syftet med detta examensarbete är att kartlägga var i det automatiserade produktionssystemet det blir fel och även sekvensen för val av vingar till flötena, därefter fortsätta utredningen för att förhoppningsvis kunna förhindra problemet för Malmsten.

1.3 Avgränsningar

Arbetet kommer endast att innefatta problemet som uppstår gällande simlinor med standardmått.

Specialbeställda simlinor kommer därför inte att studeras. Underleverantörer av de olika delarna kommer inte undersökas då handledaren på Malmsten anser att problemet ligger i produktionen som företaget står för. Därför kommer endast produktionen på företaget att studeras.

1.4 Frågeställning

-Under vilka omständigheter uppkommer problemet?

-Vad är anledningen till att detta inträffar?

-Är det möjligt att åtgärda problemet?

2. Bakgrund

2.1 Malmsten AB

Malmsten AB är ett svenskt företag som arbetar inom bad-anläggningsindustrin. Företaget täcker flera aspekter inom badanläggningsindustrin som nybyggnad av anläggningar, renovering samt vad som krävs i drift av en anläggning. Malmsten AB är beläget i Åhus, som ligger i östra Skåne län. Företaget står för både produktion och handel av dess produkter vilket utgår ifrån deras huvudkontor i Åhus. (Malmsten,2021).

Företaget Malmsten AB grundades av Tommy och Margareta Malmsten 1974. Tommy Malmsten har erfarenhet inom sim industrin både som simmare samt som landslagstränare. Erfarenheten gav ett unikt perspektiv kring efterfrågan på produkter i marknaden. Företaget startade som ett familjeföretag och drivs fortfarande av Tommy och Margareta Malmsten. Något som utmärker Malmsten är att företaget är den officiella leverantören av simlinor till internationella tävlingar. Sim-linorna som Malmsten producerar är utvalda för FINA:s (internationella simförbundet) och LEN:s (europeiska simförbundet) tävlingar och används bland annat i OS. (Malmsten,2021).

2.1.1 Malmstens produkter

Malmsten tillverkar ett brett sortiment av produkter. Företaget delar själv in produkterna i följande kategorier.
-Simlinor
-Simglasögon
-Träning
-Startpallar
-Simskola och babysim
-Badkläder/skor
-Kassatillbehör
-Aquaglide
-Flytlek
-Vattenpolo
-Vattensport
-Simhalls inredning
-Hjälpmedel
-Entré

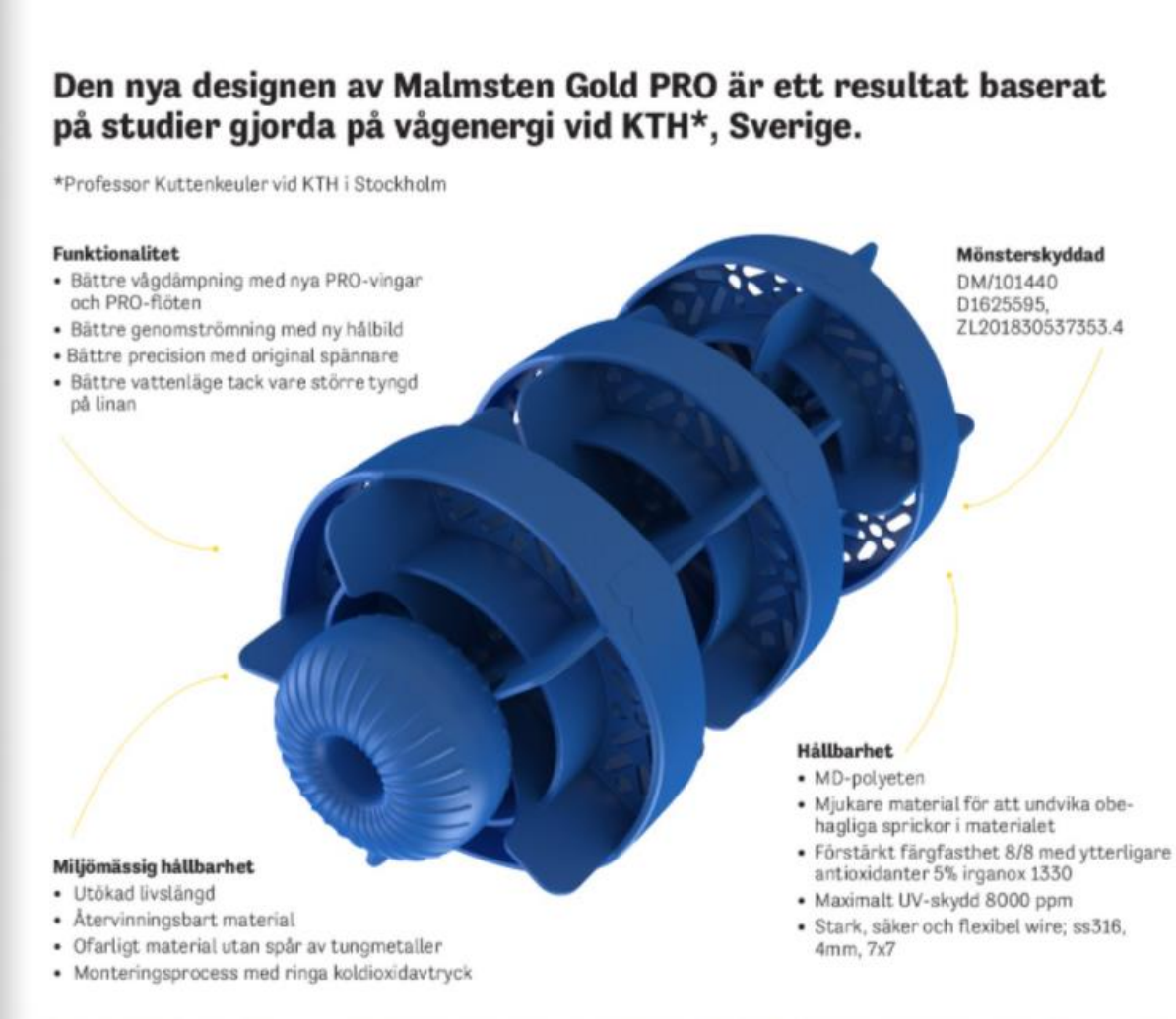
-Rostfritt
-Höj-och sänkbar mellanbotten
-Bassänger
-Sviktar
-Tidtagning
-Renhållning
(Malmsten,2021)

2.1.2 Simlina Gold Pro

Malmstens internationella simlina som nu används vid de internationella stora tävlingarna introducerades först 1976. Sedan dess så har företagets simlinor används vid majoriteten av de stora internationella tävlingarna och är enligt Malmsten en simlina i världsklass. Det finns två funktioner när det kommer till simlinor. En av funktionerna är att funktionera som en avdelare. Det görs genom att linan delar upp de olika simfälten. Den andra funktionen är att simlinan ska fungera som en sorts vågbrytare. Malmsten har själva utvecklat designen för simlinorna och har även patent på designen.

Tanken bakom designen är att varje vinge ska rotera oberoende av de andra vingarna vilket då resulterar i att vågor bryts inne i simlinorna. Densiteten på linan är viktig för att få en optimal vågbrytning. Malmstens har här testat sig fram för att få en optimal densitet.

Företaget bedriver hela tiden utvecklingsarbete på sina simlinor. År 2014 testade företaget materialet på sim-linorna mot påverkan av klor, vind och sol. Efter flera tester vidareutvecklade företaget linorna i form av UV-stabilisator och antioxidanter för att garantera högsta färgäkthet. Linorna idag har 100 mm eller 150 mm vingar monterade med flöten på en 4 mm rostfri stålwire. (Malmsten,2021).



Figur 1.

2.1.3 Fabriken

Majoriteten av Malmstens tillverkning sker i Åhus, där färdiga flöten och vingar monteras på den rostfria stålwiren. Detta sker genom ett helautomatiserat produktionssystem. Malmsten är de första i världen när det kommer till att tillämpa automatisering på produktion av simlinor. Det automatiserade systemet består av flera orienterings stationer som tilldelar flöten och sorterar olika typer av vingar till en 6-axlig PLC robot som sedan monterar dessa på stålwiren i olika sekvenser. Den färdiga simlinan går sedan på ett conveyor band som ansluter till en packningsstation där simlinan packas i en kartong för leverans till kund. (Fellman, 2021)

2.1.4 Simlinan

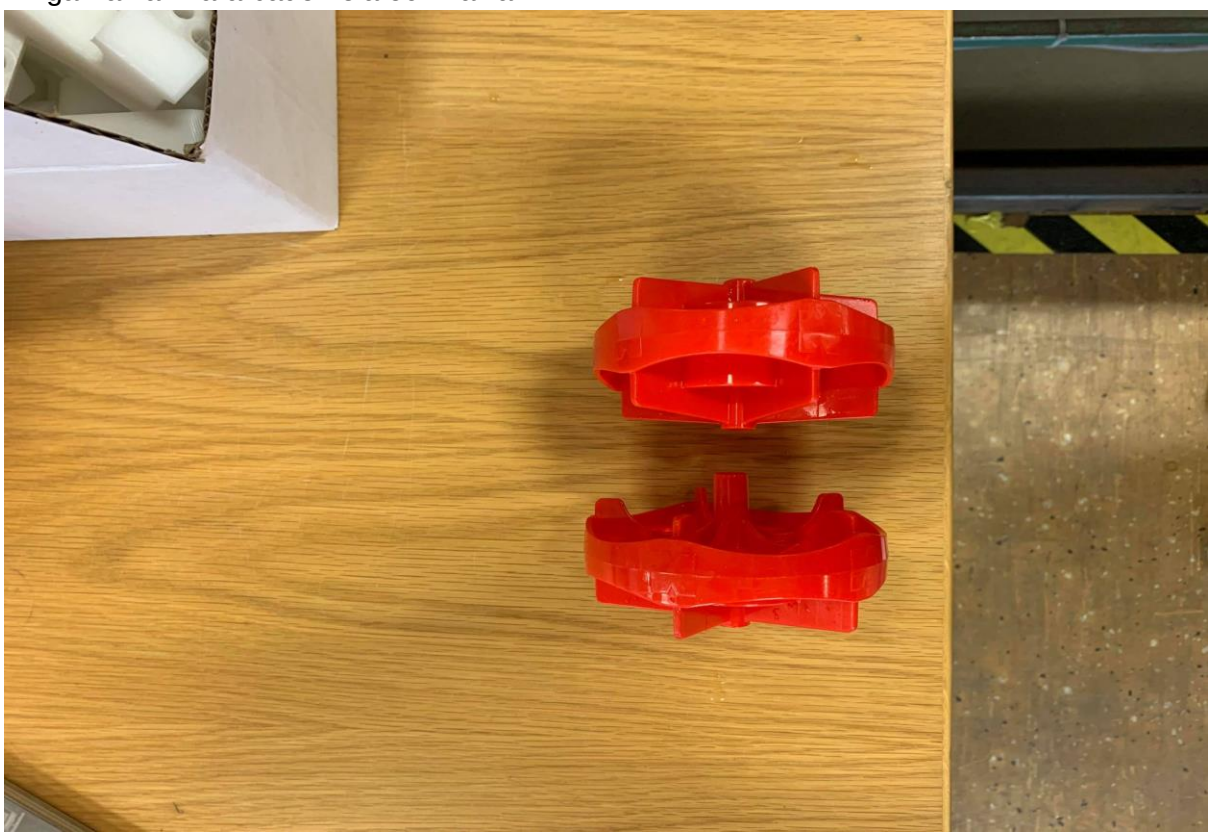
De två standard simlinorna som Malmsten producerar benämns träningslinor respektive tävlingslinor. Cirka 40% av produktionen är tävlings linor och 60 % är tränings-linor. Tävlings-linorna har en diameter på 150 mm och tränings linorna har en diameter på 100 mm. Linorna tillverkas till största delen i två längder 25 meter och 50 meter. Linor på 50 meter består av 287 flöten och 1148 vingar och linor på 25 meter består av 142 flöten och 568 vingar i en sekvens av vingar och flöten. Sekvensen är följande: helvinge, följt av en

halvvinge, följt av flöte, följt av en halv vinge och sedan en helvinge för att avsluta sekvensen.

Figur 2, Simlina Malmsten

2.1.5 Komponenter i simlinan

Malmstens simlina består av tre olika komponenter, flöten, vingar och en stålwire. Vingarna kan vara både hela och halva.



Figur 3, vingar

Vingarna som är halva kan vara höger eller vänsterorienterade beroende på hur dom matas i orienterings maskinen.

Den andra komponenten som finns med i simlinan är flöten. Flöten kommer endast i olika färger och storlekar men uppbyggnaden av dessa är densamma.

Figur 4, flöte

Sista komponenten i en simlina är stålwiren. Stålwiren fungerar som själva “bandet” som binder ihop de olika komponenterna.

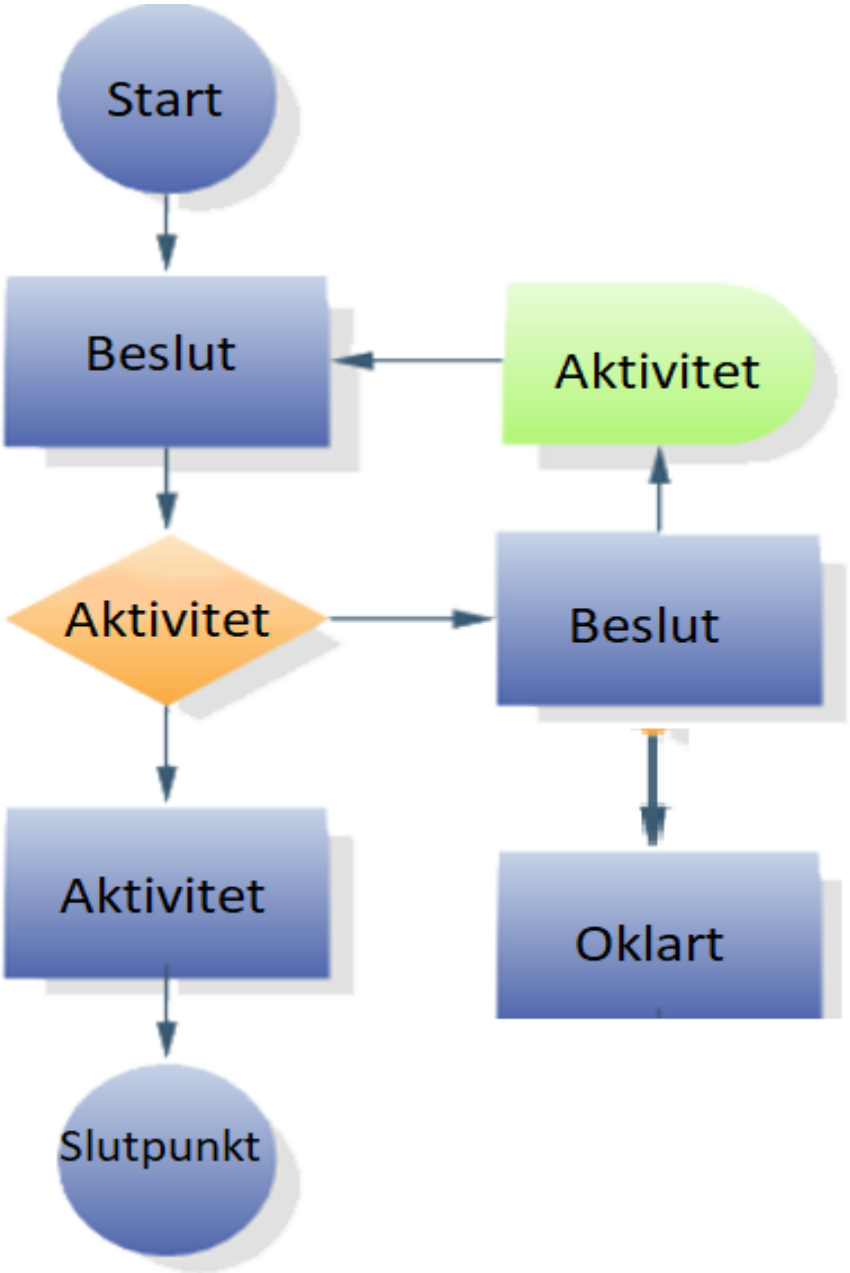
Figur 5, Stålwire

2.2 Analyshjälpmedel

2.2.1 Flödesschema

Flödesschema är ett användbart verktyg för att analysera en process eller en process kedja. Schemat bildar en grafisk bild av hur en process utförs. Verktyget kan användas inom flera olika områden. Exempel på områden där det kan vara relevant att använda ett flödesschema är förbättringsarbete, problemlösning och andra former av processanalyser.

Ett flödesschema är en grafisk illustration och består av symboler vilka har som funktion att representera olika arbetsmoment, operatörer, stationer etc. För att visa flödet mellan dessa olika symboler så används pilar (Sörqvist,2013).



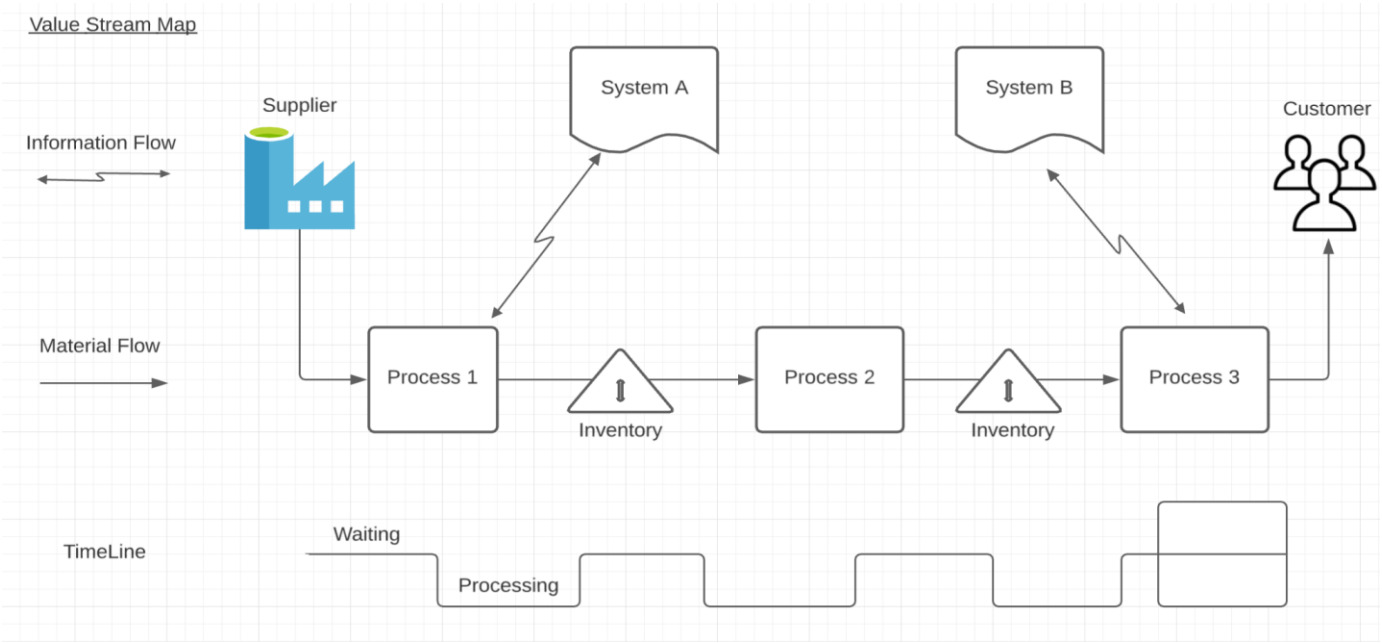
Figur 6. Exempel på ett flödesschema

2.2.2 Värdeflödesanalys

Värdeflödesanalys (Value Stream Mapping, VSM) är en viktig del av Lean. Metoden används inom produktionsindustrin där man analyserar alla enskilda delprocesser i en produktionsprocess, allt från en idé till råmaterial och sedan tills att det faktiskt finns en färdig funktionell produkt.

VSM ger en mycket konkret övergripande bild av nuvarande tillstånd av processen men också kommande tid, då det läggs stort fokus på förbättringsmöjligheter.

Anledningen till att denna metod är funktionell är främst för att detta görs baserat på en verklighetsuppfattning av hur produktionsprocessen faktiskt funktionerar idag. Genom att ifrågasätta huruvida det genereras värde eller inte kan företaget överväga vissa beslut.



Figur 7, exempel på en värdeflödesanalys

2.2.3 PLC

PLC står för programmerbart logiskt styrsystem (Programmable Logic Controller). Dess syfte är att styra maskiner, motorer eller olika typer av funktioner. Denna typ av system används främst inom automatiserade produktionssystem. PLC system är indelade i tre olika typer: ‘’Soft PLC’’, Modulära och Kompakta system.

Soft PLC är ett sammansatt system som inkluderar HMI och PLC-system och används, vid design av enklare och mindre maskiner.

Modulära PLC system inkluderar en stor variation av moduler som även kan sammankopplas så att de tillsammans kan anpassa en styrenhet. Decentralisering av I/O modulerna används för minimering av kablage genom att koppla samman anslutningar till en basmodul som därefter har kontakt med ytterligare moduler som tar hand om centrala funktioner som exempelvis elektricitet och andra anslutningar.

Kompakta system har hand om strömförsörjningen för CPU och I/O moduler. (Ekered,2015)

2.2.4 Yaskawa Robot

Yaskawa är en av de största tillverkarna av applikations-baserade industrirobotar som är avsedd för svetsning, palletering, målning och hantering.
Yaskawa roboten är en industrirobot som främst används inom automatiserade system. Industrirobotar består av följande enheter.

Manipulator: Är en mekanisk sammansättning positionerar delar/komponenter inom arbetsområdet. Roboten är uppbyggt med kartesiska rörelser inom X, Y och Z, en roterande och två linjära länkar.

Styrsystem: Är en speciell dator som även är korrigerbar med hjälp av programmering. Den typen av dator används för att manipulera motorer som drivs med hjälp av pneumatik, hydraulik eller elektricitet

Pendant: Är en enhet som är kopplad till styrsystemet till roboten. Där kan operatören ta fram program men också skapa egna nya program och styra roboten manuellt.

2.3 Standardiserat arbete:

För att kunna uppnå ett visst arbetssätt inom produktion använder man sig av standardiserade arbetssätt som härstammar från Lean. Fördelarna som framförs av standardiserat arbete är dokumentationen av den aktuella processen vilket leder till enklare utbildningar, minskad risk för skador, ökad kvalitet och ett större engagemang hos medarbetare. För att kunna fastställa korrekta förfaranden av operatörsarbete i en produktionsprocess kräver det att man följer de tre viktiga elementen. (Lean Enterprise Institute, Inc. 2014)

1, Takttid, vilket är cykeltiden som produkterna måste förhålla sig till för att kunna tillverkas i omtanke av kundens behov.

2, Exakta arbetssekvenser där en operatör utför sitt arbete inom takttiden.

3, För att en process ska fungera smidigt krävs det att en standard inventering blivit genomförd- Detta ger upphov till identifiering av tillgångar.

Med hänsyn till ovanstående tre punkter kan man därefter fundera på vilka grundformer som verkligen bygger upp ett konkret välfungerat standardiserat arbetssätt.
Implementering av standardiserat arbetssätt görs i form av datainsamling med hjälp av ingående analyser som genomförs av ingenjörer samt högre uppsatta. Efter datainsamlingen kan ett standardiserat arbetssätt uppnås med hjälp av tre punkter.

1.Processkapacitet
För att kunna identifiera kapaciteten hos flera maskiner i en länkad uppsättning krävs det en verklighetsbaserad uppfattning och detta kan framtas med hjälp av ett processkapacitet diagram, diagrammet ger upphov till identifiering av samtliga flaskhalsar inom produktionen.

2.Standardiserade arbetskombinationer
Som rubriken lyder så är detta en arbetskombination mellan arbetstid, gångtid men också maskinens bearbetningstid. Med hjälp av ett arbetskombinations schema kan man enkelt identifiera arbetskombinationen mellan en operatör och maskin samt dess samspel som ger upphov till att kunna analysera och bearbeta operatörens arbetsuppgifter för maximal effektivitet mellan maskin och operatör.

3.Standardiserat arbetsschema
Denna punkt visar operatörens handlingar relaterat till maskinen och generell processlayout. Arbetsschemat har som huvuduppgift att specifikt visa processtegen och arbets-instruktionerna genom att ange processtid samt dess krav på utförande av arbetet. Detta är en prioritering för att säkerhetsställa smidig drift för framtida anställda.

2.4 Lean production

Lean production har sitt ursprung från det japanska bilföretaget Toyota. Lean production använder sig av en mycket speciell utvecklingsstrategi genom att tydligt identifiera och eliminera alla onödiga faktorer i en produktionsprocess som inte lönar kunden men samtidigt kunna erbjuda högkvalitativa produkter med lägre materialkostnader. Lean production bygger på 14 principer. Enligt Liker utgör punkterna förbättrings-principer (Liker, 2004)

- **Filosofi**

1, Ledningsbeslut baserat på långsiktigt tänkande även om det påverkar ekonomin kortsiktigt, då långsiktigt filosofiskt mål gäller hela organisationen.

- **Process** (Verktyg och metoder tillsammans i ett system)

2, Skapa ett effektivt processflöde där ingen tid går till spillo genom att eliminera dödtid och istället göra problemen synliga som förbättringsmöjligheter.

3, Undvik överproduktion genom att låta efterfrågan styra mängden produkter

4, En jämn arbetsbelastning leder till en bättre arbetsmiljö men också högre effektivitet inom produktionen.

5, Kvalitet är en prioritering. Därför bör det finnas möjlighet till stopp ifall det upptäcks ett fel i produktionen så att felet sedan kan åtgärdas omgående.

6, Ett standardiserat arbetssätt är grunden för ständig förbättring som även ökar medarbetarnas delaktighet.

7, Tydlig redovisning av verksamheten så att inget döljs och alla medarbetare kan känna sig delaktiga.

8, Användning av beprövad och tillförlitlig teknik som faktiskt kommer till användning inom det specifika området

- **Medarbetare och partners**

9, Utveckla ledare med erfarenhet inom företagets uppgifter och verksamhet men som även följer företagets Filosofi som därefter kan sprida informationen till medarbetarna.

10, Implementera filosofin gemensamt med medarbetarna för att kunna uppnå högsta möjliga effektivitet inom produktionen. Detta kräver givetvis kompetens om filosofin.

11, Ständigt fokus kring förbättring tillsammans med företagets nätverk av partners och leverantörer.

- **Problemlösning**

12, För att kunna förstå något är det viktigt att man ser det ur olika perspektiv

13, Beslut bör fattas med hänsyn till samtliga alternativ men också snabbt.

14, Genom konstant reflektering och förbättring blir man en lärande organisation, vilket minimerar oplanerade problem.

2.5 Gemba:

Gemba är en japansk term som betyder ‘’ Den faktiska platsen’’, termen uppkommer vanligast inom ämnet tillverkning. Gemba är en strategi som används vid förbättringsarbeten, fokuset som Gemba tillhandahåller sig till är främst den faktiska platsen där observationer görs i form av uppmärksam iakttagande från kundbesök och högt uppsatta med hjälp av

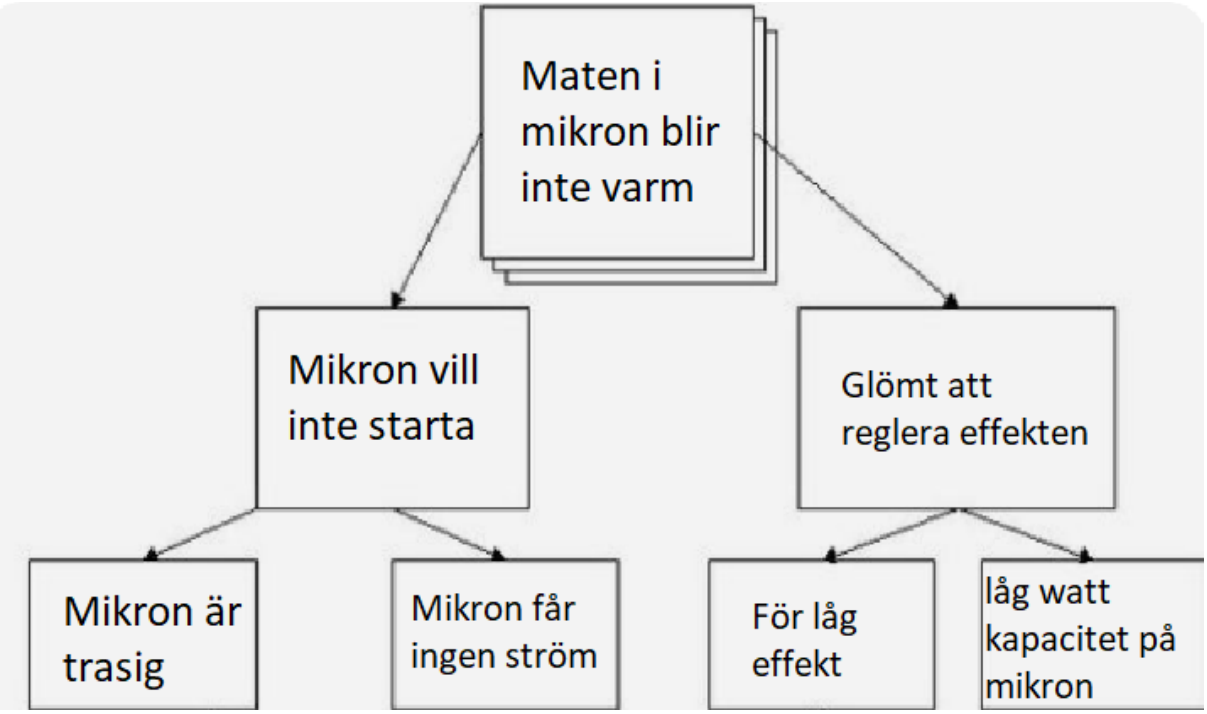
Gemba Walk, metoden underlättar för företag genom att ge en bredare övergripande bild av nuläget. (Sörqvist,2013).
Gemba Walk bygger på 5 punkter.
1, Se det faktiska arbetet
2, Förstå arbetet
3, Upptäcka former av rester
4, Ställa frågor och ta lärdom av dem som gör jobbet (visa respekt)
5, Analysera och sammanställ data

2.6 Händelseträdsanalys

Händelseträdsanalys används av att följa händelseförlopp av ett fel och dess framtida möjliga konsekvenser. Istället för att analysera problemet efter att det har skett så analyserar man problemet under problemets gång för att kunna identifiera förbättringsmöjligheter. (Davidsson,2013)

Metoden grundas på ett system av punkter med bestämd rangordning från 1-6.

1, Förstå uppgiften som skall genomföras.
2, Målet och kraven för uppgiften ska uppenbaras.
3, Beroende på ändamål så byggs händelse trädet av olika delmål med start från en huvuduppgift.
4, Bryta ned delmål till ytterligare deluppgifter för bättre förståelse
5, Analysera händelse trädet
6, Redogöra händelserna och delmål samt deluppgifter.



Figur 8, Exempel på händelseträdsanalys.

3. Metod

3.1 Processkarta

För att bygga en nulägeskartläggning över företagets produktion så inleddes undersökningen av problemet genom att göra en processkarta. Processkartan utformades med syftet att kartlägga produktionen, dess olika stationer och komponenter. Kartläggningen hanterar vad som händer från att vingar och flöten levereras av underleverantörerna tills att simlinan som färdig produkt är redo att levereras till kund. Processkartan ger en förståelse för hur produktionssystemet är uppbyggt och det resulterande flödet. Kunskapen som processkartan bidrog med hjälpte till att lokalisera var i produktionen som fel-utfallen orsakades samt, utesluta vissa delar av produktionen.

3.2 Datainsamling

Data kring fel utfallen var väsentligt för att ge kunskap kring problemet och den samlades in genom olika typer av datainsamling. Insamling skedde genom att tillämpa metoder som Gemba, intervjuer och sekundärdata. En annan metod som användes i viss utsträckning var litteratursökningar. Det som gjorde att teknologerna inte kunde använda denna typ av insamling var bristen på tillämpningar inom automatiserad produktion av simlinor. Litteratur-sökningarna användes istället som ett sätt att använda erfarenheter från andra automatiserade system.

3.3 Datainsamling Gemba

Gemba Walk även kallad observations rond är en metod som teknologerna använde för att samla in data kring produktionen. Metoden var användbar för att få en förståelse kring hur det automatiserade produktionssystemet arbetar samt vad operatörens roll i produktionen är.

Observationerna började från att materialet kom in från underleverantörerna. Här observerades det hur operatörerna matade material till orienterings- och matnings stationerna som sedan levererar vingar och flöten till roboten. Observationer gjordes på hur roboten arbetar samt hur det fungerar när roboten jobbar enligt den bestämda sekvensen för respektive simlina. Sedan följdes simlinans väg till packningsmaskinerna samt hur operatören transporterar bort de färdiga simlinorna.

Observationsronderna upprepas med fokus på olika delar av produktionen. Teknologerna kunde här observera hur varje del individuellt arbetade i produktionen samt förstå hur olika stationer arbetar med varandra.

3.4 Datainsamling Intervjuer

Datainsamling med hjälp av intervjuer var väsentligt för att få en noggrann bild kring produktionen. Endast en operatör blev intervjuad då det endast är denna person som ansvarar och arbetar med produktionen. Frågorna som ställdes var förutbestämda och

öppna för att skapa diskussion så att teknologerna kunde bilda sig en korrekt bild av vad operatören upplever. Frågor till operatören kunde vara följande:

-Hur var tanken när ni konstruerade produktionen?
-Finns det historiska problem likt det du upplever idag?
- Har det gjorts några åtgärder för att lösa problemet, alternativt vilka?
- Var tror du att fel utfallen inträffar och varför?

Intervjuerna och observations ronderna utfördes under tiden som produktionen var igång vilket gjorde att operatören i realtid kunde visa vad som hände när det blev fel. Under intervjuns gång så inträffade ett felutfall vilket varpå operatören kunde visa i realtid vad som inträffar när det uppstår ett felutfall. Att kunna studera fel utfallet i realtid gav teknologerna en noggrann analys av problemet vilket var viktigt för att lokalisera det. Operatören som intervjuades framförde att han inte ville vara anonym då operatören även är produktionsansvarig samt kontinuerligt jobbar med att effektivisera produktionen. Teknologerna tog beslutet att inte intervjua operatören anonymt då i detta specialfall det inte skulle påverka data trovärdigheten.

3.5 Datainsamling sekundärdata

Efter Intervjuerna och Gemba Walk så besatt teknologerna en övergripande bild över produktionen. För att bidra till en ännu mer nyanserad bild så fick teknologerna ta del av företagets kvantitativa data kring problemet.

3.6 Flödesschema

Teknologerna utformade flödesschema för respektive del av produktionen på Malmsten.

3.7 Värdeflödesanalys

Värdeflödesanalys (VSM) var en metod som teknologerna tillämpade med målet att ge ett till perspektiv på helheten av Malmstens produktion. Metoden bidrog till att teknologerna kunde få ett ytterligare perspektiv vilket bidrog till en detaljerad helhetsuppfattning kring hur produktionen opererar i nuläget.

3.8 Specificerad Gemba

Teknologerna beslutade att utföra en specificerad Gemba med fokus på orienterings stationerna efter att de föregående metoderna gav resultat som påvisade att problemet i produktionen kunde ha med dessa att göra. Teknologerna utförde orienterings ronder tillsammans med operatör för att få en kunskap kring hur stationen utför dess orientering. Under observation så kunde teknologerna bevittna hur orienteringen av vingar bidrog till sekvensfel.

3.9 Händelseträdsanalys

Metoden händelseträdsanalys tillämpades på första delen av Malmstens produktion med fokus på orienterings stationerna. Analysen tillämpades framförallt med fokus på orienteringen och vilken roll den spelade i problemet som Malmsten upplevde. Här analyserade de olika verktygen som används för att utvärdera och orientera vingar.

4. Processbeskrivning

Produktionen Malmsten

4.1 Underleverantörer

Merplast är en underleverantör som Malmsten använder sig av för flöten och vingar. Underleverantören är ett företag som producerar olika typer av plastprodukter. Företaget startade 1953 med deras första produkt som var en kabelklammer till elkablar.
Merplast står för produktionen av vingar och flöten och levererar dessa i färdig form till Malmsten. Merplast utgår ifrån Ängelholm där deras produktion är lokaliserad (Merplast,2021).

4.2 Produktionssystem i tre delar

Det automatiserade produktionssystemet kan delas upp i tre olika delar. Första delen består av tre orienterings maskiner som orienterar och matar vingar fram till den 6-axlade roboten. Det finns även sju stationer som matar flöten konstant till roboten. Del 2 i produktionssystemet består av den del där roboten sätter ihop allting. Här fästs vingar och flöten i korrekt sekvens på stålwiren som sedan rullar vidare på ett conveyor band. Del 3 i produktionen är själva packstationen. Här kommer färdiga simlinor som packas med hjälp av en packstation i kartonger redo för leverans.

4.2.1 Del 1

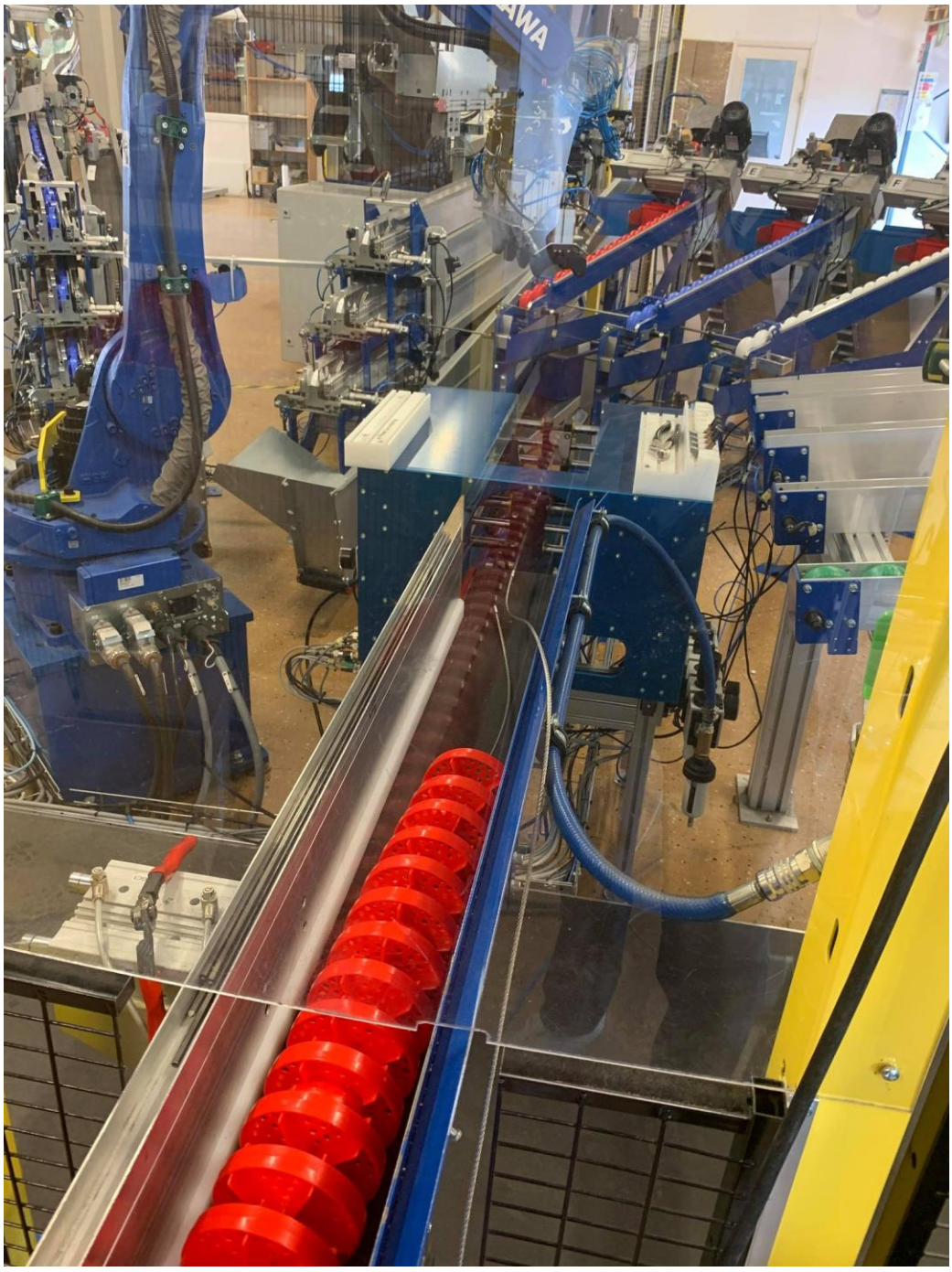
Första delen av produktionen kan även kallas för orienterings-station. Här matas flöten och vingar fram till en robot som sedan monterar dem på en stålwire. En orienterings-station för vingar har som uppgift att sortera halva och hela vingar. Orienteringen sker genom att en givare känner ifall vingen är hel eller halv och därefter sorterar en hiss. Hissen sorterar hela vingar, högerorienterade halvvingar och vänsterorienterade halvvingar. Roboten får då tre olika val av former på vingar vilket behövs för att fullända sekvensen. Det finns totalt tre stationer för orientering av vingar, detta beror på att de flesta simlinorna består av olika färgkombinationer. Varje orientering station hanterar en färg. Första delen av produktionen består även av sju olika matare för flöten. Tre av sju är automatiserade matningsstationer och fyra är manuella. Precis som orientering stationerna så hanterar varje matningsstation en färg.

Figur 9, Yaskawa Robotens uppgift för val av vingar samt flöten

4.2.2 Del 2

Andra delen av produktionen är stationen där vingar och flöten monteras på stålwiren. Stationen inleds genom att operatör fäster den rostfria stålwiren vid roboten. Roboten plockar sedan en speciell sekvens av flöten och vingar beroende på vilken typ av simlina som ska produceras så väljs ett recept. Vingarna och flötena monteras på stålwiren som

sedan åker vidare på ett conveyor band. Det är när simlinan ligger på conveyor banden som operatören genomför en visuell kontroll av simlinans kvalité.



Figur 10 , Yaskawa Roboten monterar flötena i ordning

4.2.3 Del 3

Sista delen av produktionen är packstationen av simlinorna. Simlinorna åker färdiga från andra delen av produktionen på ett conveyor band till en packningsstation. Packningsstationen matas med simlinan från conveyor bandet som sedan packas i en kartong genom att gör en oval cirkulär rörelse tills hela simlinan är packad i kartongen. Efter att simlinan har blivit packad så stänger operatören kartongen och transporterar den med hjälp av en lagertruck till lagret för färdiga produkter redo för leverans.

Figur 11, Simlinan packas för att sedan kunna levereras till kund

5. Resultat

I följande kapitel så kommer resultaten att presenteras.

5.1 Gemba walk

5.1.1 Gemba walk del 1

Metoden Gemba walk utfördes på del 1 av produktionen för att kartlägga hur produktionen opererar. Här följer teknologerna hur orienterings stationerna matas med vingar samt hur flöten matas till matnings stationerna. Efter orienteringen så kunde teknologerna observera hur roboten plockar de orienterade flötena i en bestämd sekvens för att sedan sätta ihop simlinor på ett korrekt sätt. Det noterades att orienteringen av vingar var viktigt då detta gav förutsättningar för att roboten skall kunna montera vingar och flöten i en korrekt sekvens. Med hjälp av observations rundan kunde teknologerna bevittna i realtid hur orienteringen av sekvensen blev inkorrekt.

5.1.2 Gemba walk del 2

Gemba walk utfördes på del 2 av produktionen. Här kunde teknologerna observera på vilket sätt roboten monterade vingar och flöten på stålwiren. När teknologerna observerade monteringen av flöten och vingarna på stålwiren så kunde teknologerna se att orienteringen av vingar och flöten var vad som bestämde hur sekvensen skulle se ut. Det kunde alltså konstateras att problemet inte uppstår vid monteringen då roboten redan hade plockat flöten och vingar vilket på så sätt indikerar på att monteringen inte är någon bidragande faktor vid sekvensfel.

5.1.3 Gemba walk del 3

Gemba walk utfördes på del 3 av produktionen, vilket är den sista produktions delen nämligen packningsstationen. Här kunde teknologerna iaktta hur den färdiga simlinan fördes vidare från andra delen till den sista via ett transportband ned mot en kartong för att sedan packas och levereras till kund. Teknologerna kunde genom Gemba utesluta att problemet ligger i denna del av produktionen då simlinorna redan är monterade vid detta slutsteg.

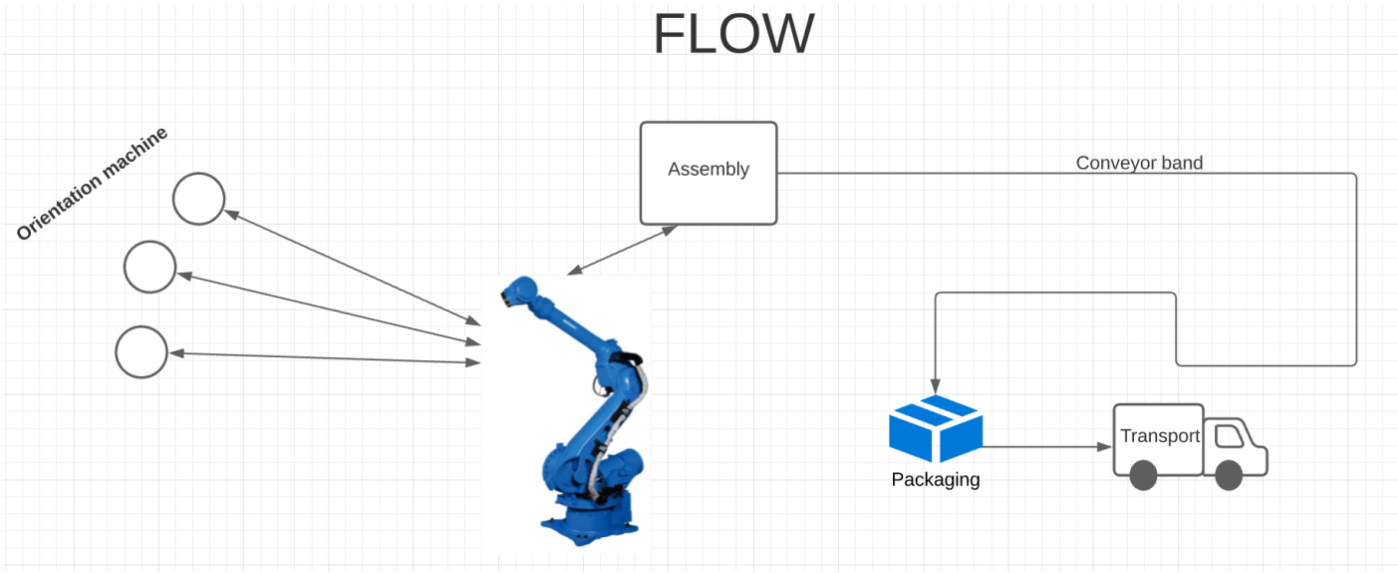
5.2 Resultat av intervjuer

Datainsamlingen som gjordes med hjälp av intervjuer var mycket betydelsefull då detta gav en fördjupad bild kring produktionen. Svaren på frågorna som ställdes var följande.
1.-Hur var tanken när ni konstruerade produktionen?
Tanken bakom produktionen var att få en effektiv och automatiserad produktion med mål att leverera både kvantitet och kvalitet. Konstruktionen hade som mål att vara så autonom som möjligt utan att kompromissa på kvalité.
-Finns det historiska problem likt det du upplever idag?

Det finns problem som har varit liknande innan. Åtgärderna på dessa problem har varit att byta givare samt att bidra med en så bra miljö för givarna som möjligt. Målet med att konstruera en så bra miljö som möjligt för givarna var att minska eventuella felkällor.
- Har det gjorts några åtgärder för att lösa problemet, alternativt vilka?
Åtgärder som redan har implementerats har varit felsökning av koden för att försäkra sig om att felet endast är ett resultat av fel orientering och inte ett fel i PLC koden.
- Var tror du att fel utfallen inträffar och varför?
Fel utfallen har med stor säkerhet att göra med orienterings processen där givarna fyller en central funktion. Operatören påpekade att det möjligtvis finns bättre givare som kan bli tillämpade i produktionen. Felkällor som vibrationer ansågs vara en bidragande del till problemet därav det osystematiska utfallet. Något som även kan påverka enligt operatören är själva “hissen” som orienterar vingarna i olika “våningar”. Det finns tre olika våningar där hissen beroende på givarens data orienterar vingar beroende på helvinge, högerorienterad halvvinge och vänsterorienterad halvvinge. Operatören ansåg att hissen har för hög hastighet och på så sätt orienterar den i vissa specialfall vingarna fel.

5.3 Flödesschema

Produktionen är uppdelat i tre stora sektioner, orienteringsstationen, montering och packning.



Figur 12, Flödesschema

5.4 Värdeflödesanalys

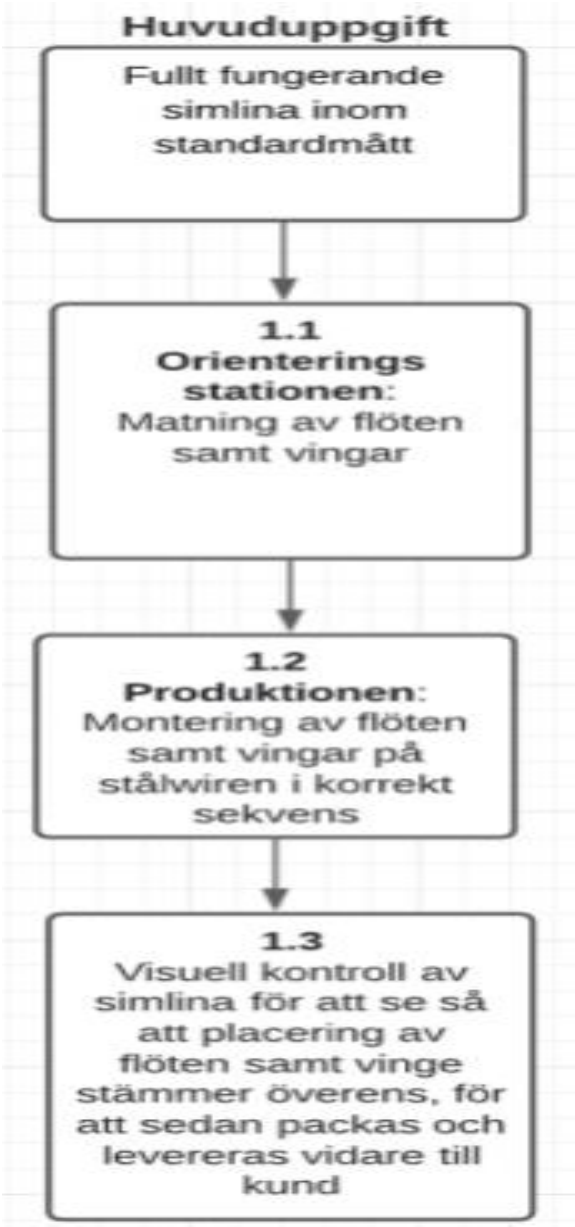
Med hjälp av värdeflödesanalys (VSM) kunde teknologerna snabbt konstatera vad i produktionen som möjligtvis kunde leda till felutfall då detta gav en konkret helhetsbild av hela processen, allt från råmaterial till en färdig produkt. Något som snabbt kunde konstateras var att felet kom från del 1 av produktionen nämligen matningen som utförs av orienterings stationen.

5.5 Resultat specificerad Gemba

Den specificerade Gemba Walk gjordes med fokus på orienterings stationerna då tidigare metoder pekade mot att felet ligger vid orienteringen av vingar. Observations ronder visade att det finns flera faktorer som påverkar orienteringen. Faktorerna är framförallt givare och hissen. Givaren mäter innerdiametern och avgör med hjälp av avstånd vilken sorts vinge det är. Vingen orienteras sedan med hjälp av hissen. Första felkällan som teknologerna kunde identifiera var när en givare uppgav en falsk mätning av avståndet och på så sätt antog att vingen var av fel natur. Givarens information var på så sätt grunden för hissens orientering och kunde på så sätt påverka orienteringen. Teknologerna kunde även observera att givaren gav rätt mätvärden varpå hissen orienterade fel. Felet uppstod till majoritet när hissen orienterade vingar på den lägsta våningen, en faktor kan vara wait-time i koden vilket inte gav hissen rätt möjlighet att leverera vingen på dess korrekta våning.

5.6 Händelseträdsanalys

Metoden tillämpades i första delen av produktionen med fokus på orienterings stationer som matar ut flöten samt vingar till roboten. Det som kunde konstateras är att roboten alltid är beroende av vad orienterings stationen beslutar att mata fram vare sig det handlar om en högerorienterad vinge, vänsterorienterad vinge, flöte eller halvvinge. Med hjälp av analysen kunde teknologerna säkerhetsställa att problemet till felutfall riktades mot givarna hos monteringsstationerna, då givaren uppgav inkorrekt information vilket i sin tur påverkade hissen som då orienterar vingar vidare till roboten för att sedan monteras samman i en stålwire.



Figur 13. Händelseträdsanalys

6 Diskussion

I följande kapitel diskuteras resultaten från föregående kapitel.

6.1 Produktionsdel 1

Metoden Gemba walk visade tydligt att den första delen i produktionen är flaskhalsen nämligen givarna och hissen hos orienterings stationen.
Givaren som mäter innerdiametern är vad som avgör vilken sorts vinge som skall matas ut med hjälp av hissen. Det som blir fel är att givaren uppger fel information till hissen vilket resulterar i felutfall.
Som tidigare nämnt så handlar det inte bara om givaren utan också hissen.
Hissen har under vissa scenario mottagit rätt information från givaren men att hissen orienterade felaktigt, följden av detta resulterade i felutfall, med detta sagt kunde vi besluta att felet är lokaliserat i första delen av produktionen. En lösning till detta fenomen kan vara att införa en längre wait-time så att hissen hinner leverera rätt vinge till rätt våning.

6.2 Produktionsdel 2

Gemba walk gav oss en mycket bredare förståelse om produktionen. Efter en tids observation kunde vi teknologer konstatera att problemet faktiskt inte lutade åt monterings-stationen utan istället tidigare i produktionen, nämligen orienterings stationen, följden av detta leder till att vi teknologer kan konstatera att detta är ett tekniskt maskinellt fel och att operatören inte har någon större betydelse i detta förutom att göra visuella kontroller.

6.3 Produktionsdel 3

Detta är den sista stationen av produktionen det vill säga paketeringen, här kunde vi observera hur den färdiga simlinan transporterades med hjälp av ett transportband vidare i en kartong för att sedan levereras till kund. De slutsatser som kunde dras var att det inte fanns några indikationer på att paketeringen kunde bidra till avvikelserna som förekommit i produktionen.

6.4 Diskussion om frågeställning samt fortsatta rekommendationer.

Denna studie bygger på tre frågeställningar centrerade kring felutfall av vinge och flöte. Därför har en fördjupad undersökning gjorts för Malmsten AB gällande dess produktion av simlinor.
Granskningen gav upphov till en mycket övergripande bild av det automatiserade systemet, det som tydligt kunde konstateras var att koden inte var anledningen till felutfall, då roboten gjorde precis som den blivit programmerad för.

En av frågeställningarna skulle behandla vad anledningen till det återkommande problem var, efter mycket genomsökning i systemet och produktionen kunde teknologerna snabbt upptäcka att problemet faktiskt lutade åt orienterings stationen. Detta gav upphov till en mycket självklar bild av det hela vilket resulterade till att det lades närmare fokus på just den stationen.
En åtgärd som föreslogs tillsammans med handledaren på Malmsten var att felet låg hos givaren som skannar av innerdiametern för att sedan avgöra vad för slags vinge som skall lämna orientering stationen. Efter vidare undersökning kunde teknologerna konstatera att

givaren under vissa omständigheter analyserat korrekt men på grund av för kort wait-time i koden kunde hissen som levererar fram vingar/flöten till roboten inte riktigt samarbeta i samma tempo med den programmerade utmatnings tiden.

En ytterligare frågeställning som studien skulle behandla är ifall det är möjligt att åtgärda problemet. Eftersom problemet identifierats så är det väldigt sannolikt att problemet kan åtgärdas. Efter många diskussioner kunde vi dra slutsatsen om att nya givare samt en omjustering av kod gällande hissen kunde lösa detta problem. Givarna som sitter monterat i orienterings stationen är induktiva givare, vilket är en ideal givare då den beröringsfritt kan identifiera närvaro, räkna detaljer samt positionering utan att störas av någon sorts vibration. Något som Malmsten saknar hos deras orientering station är induktiva givare med inbyggd förstärkare för extra noggrann avkänning av innerdiameter.
(Acumo,2021)
En ytterligare lösning är att förlänga Wait-time intervaller så att hissen hinner genomföra de planerade uppgifterna korrekt alltså leverera vingar vidare ut till Yaskawa roboten för vidare montering.

Sista frågeställning behandlar under vilka omständigheter felutfall uppstår, då utfallen sker oplanerat kan inga konkreta slutsatser dras däremot kan ett förbättringsförslag tas fram mot detta nämligen Cognex vision pro för utökad kvalitetssäkring. Det Vision Pro kan erbjuda är ett automatiskt system med inspektions uppgifter i ett brett spektrum av funktioner. Genom att implementera vision pro kan inspektionen ske automatiskt utan en operatörs uppsikt, fördelen med detta är utökad effektivisering då operatören kan fokusera på annat samtidigt som produktionen av simlinor tar hand om sig självt.
(Cognex,2021)

6.5 Reflektion av metod

De metoder som valts är baserade på Malmstens produktionskedja, anpassat till problemformuleringen som tilldelats samt ytterligare frågeställningar. Metoderna har studerats vid tidigare skede och därför kunde kopplingar med hjälp av relevans göras. Syftet med studien var att kunna lokalisera vart i produktionen flaskhalsen befann sig och för att detta skall kunna identifieras så krävdes en bred kartläggning av hela produktionen i form av olika sorters analyser. Därför har metoderna som valts genomförts då de anses vara mest väsentliga.

6.6 Jämförelse av liknande produktion

industri automation

- Solar Sverige AB. www.solar.se. ...
- AIRTEC Pneumatic Sweden AB. www.airtec.se. ...
- Råda Elektriska AB. www.radael.se. ...
- Produal Sverige AB. www.produal.com. ...
- Phoenix Contact AB. www.phoenixcontact.se. ...
- El o Data Installatören AB. www.elodata.nu. ...
- Automationsteknik i Hässleholm AB. ...
- Automationsprojekt Sverige AB.

6.7 Validitet och reliabilitet

Validitet förutsätter hög reliabilitet, alltså handlar validitet om att ‘’använda rätt sak vid rätt tillfälle’’ medan reliabilitet avser hur pålitligt något är.
Validitet är uppdelat i två delar extern och intern, där den interna validiteten står för trovärdighet medan extern validitet kännetecknar generaliserbarheten av information och hur den har blivit presenterad.
Reliabilitet avser hur trovärdig en studie är, enligt Gunnarsson så är deltagarkontroll och triangulering kvalitativa tekniker som används för ökad tillförlitlighet.

- Deltagarkontroll

Innebär att den som blir intervjuad kan korrigera de felaktiga uppfattningarna som görs, antingen under intervjuns gång verbalt eller i efterhand via en utskrift av intervjun.

- Triangulering

Innebär att man ser problemet ur olika perspektiv. Ett annorlunda perspektiv kan vara att intervjua någon som inte har en direkt relation till samtalsämnet och därmed få en annan typ av överblick.

6.8 Intervjutekniker

Intervjuerna bidrog till att teknologerna fick en nyanserad bild av problemet. Denna metod bidrog mycket till resultatet och en eventuell lösning då teknologerna kunde ställa väldigt detaljinriktade frågor samt hela tiden för vidare diskussionen vilket gjorde att teknologerna kunde få flera olika inputs kring problemet.

Det som kunde varit bättre vid intervjuerna hade varit ifall intervjuerna hade kunnat ske anonymt. Anonymitet hade gett de anställda ett mer öppet samtal då de anställda inte behöver tänka på vad de säger och hur det ska tolkas. Anonymiteten hade därför kunnat bidra till ett öppnare samtal där teknologerna hade kunnat få ta del av fler detaljer. Problematiken på Malmsten var att den enda som intervjuades var en operatör då detta var samma person som produktionsansvariga och handledare.

6.9 Slutsats

Kandidatarbetet som genomförts handlade i stort sett om att förstå processflödet i fabriken hos Malmsten. För att kunna få en djupare förståelse var handledaren i detta till mycket stor hjälp. All information som presenterats i arbetet är av egna erfarenheter med hjälp av studier samt besök i fabriken.

Då felet blivit identifierat kunde slutsatser dras om att det är produktionsdel 1 som är i behov av finjustering med hjälp av bättre givare samt omprogrammering gällande hissen i orienterings stationen.

Felet i sekvensen uppkommer sällan och frågan som kan ställas är ifall det är optimalt för Malmsten att byta givare? Något som diskuterats mycket är om det är lönsamt i längden eller om en installation av Vision Control hade varit en bättre lösning. Med tanke på att

operatören redan har utfört givarbyte för att få ner felkällorna anser teknologerna att en kvalitetskontroll kan vara lämpligt. Vid byte av givare så finns det risk för att felkällorna blir färre men ändå kvarstår. Tanken bakom att installera en kvalitetskontroll är att kontrollen skall ha som uppgift att direkt stoppa produktionen vid en felaktig kvalité av sekvens. Detta möjliggör att operatören snabbt kan åtgärda den felaktiga sekvensen manuellt. Omarbetet som tidigare nämnts innefattar att operatören manuellt vid upptäckt av sekvensfel manuellt bär över simlinan till ett manuellt conveyor band för att sedan för hand plocka av flöten och vingar åtgärda problemet och sedan montera på förhand igen. Lösningen med kvalitetskontroll i form av Vision Control gör det enkelt att snabbt manuellt lösa den felaktiga sekvensen och sedan låta produktionen återgå till det automatiserade läget. Vision Control minskar omarbete som operatören får göra förhand och på så sätt ökar produktiviteten i produktionssystemet.

En viktig faktor att tänka på är att operatören är ensam på plats vilket betyder att arbetsuppgifter måste utföras en åt gången. Ett eventuellt stopp i produktionen är därför enklare för operatören att åtgärda än att manuellt rätta till en simlina som är felaktig. Detta med tanke på att det kan komma upp andra stopp i produktionen medan operatören manuellt bearbetar en simlina vilket då tvingar operatören att prioritera vad som är viktigast. Vision Control löser dessa problem då omarbetet kan ske snabbt i produktionen, vilket gör att produktionen lätt kan fortlöpa.

7. Litteraturförteckning

Acumo, (2021). *Induktiva givare*. Hämtad 2021-07-20
https://www.acumo.se/produkter/sensorer-givare-och-fotoceller

Cognex, (2021). *Vision pro*. Hämtad 2021-07-20
https://www.cognex.com/what-is/machine-vision/system-types/vision-controllers

Davidsson, G. (2013) *Handbok för riskanalys*. Hämtad 2021-06-16
https://www.msb.se/siteassets/dokument/utbildning-och-ovning/utbildningsmaterial/sevesogrundutbildning/10-riskhantering/10.1-handbok-for-riskanalys.pdf

Ekered, S, (2015*). PLC (Programmable Logic Controller).* Hämtad 2021-07-06, från
https://chalmers.instructure.com/courses/12434/files/1136848?module_item_id=151541

Ekered, S, (2021*). Grundläggande robotteknik*, Hämtad 2021-07-06, från
https://chalmers.instructure.com/courses/12434/files/1184654?module_item_id=157283

Fellman, P, (2021). *Malmsten i Åhus gör storsatsning mot USA.* Hämtad 2021-06-16 från
https://www.di.se/ditv/entreprenor/malmsten-i-ahus-gor-storsatsning-mot-usa/

Gunnarsson, R, (2021*) "Validitet och reliabilitet" [på INFOVOICE.SE]* hämtad juli 26, 2021.
https://infovoice.se/validitet-och-reliabilitet/.

Lean Enterprise Institute. *STANDARDIZED WORK*. (2014) hämtad 2021-06-25
Standardized Work in the Lean Lexicon ©

Liker, J. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World´s Greatest Manufacturer. McGraw-Hill*. Hämtad 2021-06-15.

Malmsten AB (2021) Hämtad 2021-06-15 från https://malmsten.com/sv

Nwanya, S.C., Udofia, J.I., & Ajayi, O.O. (2017*). Optimization of machine downtime in the plastic manufacturing. Cogent Engineering, 4(1), 1–13*. Hämtad 2021-06-15, från
https://doi.org/10.1080/23311916.2017.1335444

Schonberger, J. R (2007*) Best practices in Lean – six sigma process improvement*

Sörqvist, L (2013) *Lean, processutveckling med fokus på kundvärde och effektiva flöden*