



CHALMERS



Effekter av införandet av dragande principer i Volvo Cars karosfabrik

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Ekonomi och produktionsteknik

AMANDA RÖNNEFORS

INSTITUTIONEN FÖR TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION HT21
Avdelning för Supply and Operations Management

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2021
www.chalmers.se
Rapportnummer: E2021:144

Rapportnummer E2021:144

Effekter av införandet av dragande principer i Volvo Cars karosfabrik

Amanda Rönnefors

TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
Avdelning för Supply and Operations Management
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2021

Effekter av införandet av dragande principer i Volvo Cars Karosfabrik

AMANDA RÖNNEFORS

© Amanda Rönnefors, 2021

Rapportnummer E2021:144
Teknikens ekonomi och organisation
Chalmers Tekniska Högskola
412 96 Göteborg
Sverige
Telefon: +46 (0)31 – 722 10 00

Omslag: Bild på en del av processen i 141-line.

Göteborg, Sverige 2021

Förord

I den här rapporten ges en redogörelse för resultatet av ett examensarbete omfattande 15 högskolepoäng. Examensarbetet är utfört av två studenter som läser programmet Ekonomi och Produktionsteknik vid institutionen Teknikens Ekonomi och Organisation på Chalmers Tekniska Högskola. Examensarbetet har genomförts på uppdrag av Volvo Cars i Torslanda och syftar till att identifiera effekterna av införandet av ett dragande produktionssystemet i deras karosfabrik. Arbetet har avgränsats till en process i karosfabriken, 141-line. Tillvägagångssättet för att identifiera effekter av införandet av det dragande systemet har varit intervjuer med personal som har berörts av förändringen samt insamling av JPH-värden från 141-line.

Vi vill tacka vår handledare Ninef Yousif på Volvo Cars för hans hjälpsamhet och vägledningen genom arbetet. Vi vill även tacka all personal på Volvo Cars som har ställt upp på våra intervjuer och tillfört viktig information till vårt arbete samt hela avdelningen Shop Engineering i karosfabriken som har varit mycket hjälpsamma och bidragit med viktig information till vårt arbete. Tack vare alla intervjuer, konversationer och data från 141-line så har det varit möjligt att göra en analys av effekterna av införandet av det dragande produktionssystemet.

Slutligen vill vi också tacka vår handledare Patrik Fager och examinator Robin Hansson på Chalmers Tekniska Högskola för deras engagemang, råd och vägledningen under arbetets gång.

Sammanfattning

På Volvo Cars i Torslanda produceras ungefär 1250 personbilar per dag, fabriken är uppdelad i olika fabriksdelar som tillsammans utgör en komplett bilproduktion. De olika delarna är pressverk, karosfabrik, målerifabrik och monteringsfabrik. Det här arbetet har utförts i karosfabriken där man nyligen har övergått från ett tryckande till ett dragande produktionssystem. Det har även valts att fokusera på en process i karosfabriken, 141-line.

Efter att det dragande produktionssystemet infördes i karosfabriken så har ingen konkret utvärdering eller uppföljning gjorts, därför har vi i detta arbete tilldelats uppgiften att identifierat effekter som har genererats av införandet av det dragande systemet.

För att kunna besvara projektets frågeställningar ”*Hur har införandet av det dragande systemet påverkat förutsättningarna för processtekniker, underhållstekniker och produktionspersonal att hantera produktionsstörningar?*” och ”*Hur har införandet av det dragande systemet påverkat produktionsflödet/produktionsstörningar i 141-line?*” så har två huvudsakliga metoder använts.

För att besvara den första frågeställningen har processtekniker, underhållstekniker och lagledare i produktion intervjuats. Det mest väsentliga resultatet ifrån intervjuerna var att de allra flesta respondenter upplevde att de hade fått för lite information till sig vid implementeringen av det dragande systemet och på grund av det ännu idag har svårt att veta hur de på bästa sätt ska hantera det nya produktionssystemet. Informationsbristen gällande förändringen av produktionssystemet har även bidragit till en del frustration och irritation hos personal som arbetar i produktionen.

För att besvara arbetets andra frågeställning har det gjorts en datainsamling av JPH-värden (Jobs Per Hour) från 141-line. Värden från innan införandet av det dragande systemet har jämförts med värden efter att det dragande systemets har införts. Det som har konstaterats utifrån analys av de värdena är att Volvo är på god väg till att skapa ett produktionsflöde där problem lyfts till ytan och elimineras för att på sikt uppnå ett jämnare produktionsflöde med möjlighet att vi ändrad produktionstakt kunna få ett större utfall.

Då resultatet från intervjuerna och den kvantitativa datainsamlingen ställs mot varandra har det också klargjorts att en stor del av personalen tror att man efter införandet av det dragande systemet producerar mindre karosser än vad man gjorde tidigare. Detta har vi genom vår kvantitativa datainsamling kunna motbevisa, Volvo producerar ungefär lika mycket karosser nu som innan införandet av det dragande systemet.

För att öka motivationen hos de som arbetar i produktion och även säkerställa att personalen utnyttjar det nya produktionssystemet på bästa sätt så är en del av arbetets slutsats att Volvo bör sprida mer information kring det nya produktionssystemet för att det ska kunna uppnå sin fulla potential och för att man på sikt ska lyckas uppnå de långsiktiga målen med införandet av ett dragande produktionssystem, vilket är att få ett jämnare produktionsflöde som har möjlighet att kunna leverera ett större utfall.

Summary

Volvo Cars in Torslanda produce around 1250 passenger cars a day, the factory is divided into different parts that together form a complete car production. The different parts are stamping factory, body shop, paint shop and final assembly. This project has been carried out in the body shop, where there has recently been a transition from a push to a pull production system. It has also been chosen to focus on one process in the body factory, 141-line.

After the pull system was introduced in the body shop, no concrete evaluation or follow-up has been made. Therefore, in this project we have been assigned the task of identifying effects that have been generated by the introduction of the pull system.

In order to be able to answer the project's questions "*How has the introduction of the pull system affected the conditions for process technicians, maintenance technicians and production staff to handle production disruptions?*" and "*How has the introduction of the pull system affected the production flow/production disruptions in 141-line?*" two main methods have been used.

In order to answer the first question, process technicians, maintenance technicians and production leaders were interviewed. The most significant result from the interviews was that the majority of the respondents felt that they had received too little information during the implementation of the pull system and because of that it is still difficult for them to know how to handle the new production system in the best possible way. The lack of information regarding the change in the production system has also contributed to some frustration and irritation among staff working in production.

In order to answer the project's second question, a data collection of JPH (Jobs Per Hour) values from 141-line has been made. Values from before the introduction of the pull system have been compared with values after the introduction of the pull system. What has been ascertained based on an analysis of those values is that Volvo is on its way to create a production flow where problems are lifted to the surface and eliminated in order to achieve a more even production flow with a greater output.

As the results from the interviews and the quantitative data collection are set against each other, it has also been clarified that a large part of the staff that work in production believe that they produce less bodies now than before the pull system was introduced. Through our quantitative data collection and analysis, we have been able to disprove this. Volvo produces about as many bodies now as before the introduction of the pull system.

In order to increase the motivation of those who work in production and also ensure that the staff make the best use of the new production system, part of the project's conclusion is that Volvo should disseminate more information about the new production system in order to reach its full potential, and by that in the long run be able to succeed in achieving the long-term goals set when introducing the pull system. Which is to have a more even production flow that has the capability to deliver a greater output.

Innehållsförteckning

1. INLEDNING	1
1.1 BAKGRUND	1
1.1.1 <i>Generell problembeskrivning</i>	1
1.1.2 <i>Företagspresentation</i>	1
1.2 SYFTE.....	2
1.3 PRECISERING AV FRÅGESTÄLLNINGEN	3
1.4 OMFATTNING.....	4
1.5 RAPPORTENS DISPOSITION	4
2. PROBLEMBAKGRUND.....	5
2.1 SYSTEMET I VOLVO CARS KAROSSFABRIK.....	5
2.1.1 <i>Förändringar vid införandet av det dragande systemet</i>	5
2.1.2 <i>Företagets mål med förändringen</i>	8
2.1.3 <i>Yrkesroller som i huvudsak har påverkats av förändringen</i>	11
3. REFERENSRAM.....	14
3.1 LEAN PRODUKTION	14
3.1.1 <i>7 + 1 slöserier</i>	17
3.1.2 <i>Debatten kring Lean</i>	18
3.1.3 <i>Lean produktion kopplat till arbetsmiljö och hälsa</i>	19
3.1.4 <i>Fallgropar vid transformation av Lean</i>	20
3.2 TRYCKANDE- OCH DRAGANDEPRODUKTIONSSYSTEM.....	21
3.3 UNDERHÅLL AV MASKINER	22
3.4 VISUALISERING AV PRODUKTIONSSTATUS	22
3.4.1 <i>PLC</i>	22
3.4.2 <i>Scada</i>	23
3.4.3 <i>HMI</i>	23
3.4.4 <i>Andon</i>	23
3.4.5 <i>Axxos OEE</i>	23
3.5 BENÄMNINGAR OCH FÖRKLARINGAR	24
3.5.1 <i>Cykeltid (C/T)</i>	24
3.5.2 <i>Genomloppstid</i>	24
3.5.3 <i>Processtid (P/T)</i>	24
3.5.4 <i>Linespeed</i>	24
3.5.5 <i>Takttid</i>	24
3.5.6 <i>Ledtid</i>	24
3.5.7 <i>Flödeseffektivitet</i>	25
3.5.8 <i>Buffertlager</i>	25
3.5.9 <i>Flaskhals</i>	25
4. METOD.....	26
4.1 PROJEKTETS GENOMFÖRANDE	26
4.2 BESKRIVNING AV HUR METODERNA HAR TILLÄMPATS	29
4.2.1 <i>Intervjuer</i>	29
4.2.2 <i>Datainsamling av JPH-värden från 141-line</i>	32
4.3 UTVÄRDERING OCH VALIDERING AV METOD	34
4.4 VILKA SAMHÄLLELIGA, ETISKA OCH EKOLOGISKA ASPEKTER BEHÖVER BEAKTAS I ARBETET	37
5. RESULTAT	38
5.1 SAMMANSTÄLLNING AV INTERVJUER	38
5.1.1 <i>Lagledare i produktion</i>	38
5.1.2 <i>Underhållstekniker</i>	39
5.1.3 <i>Processtekniker</i>	41
5.2 RESULTAT AV KVANTITATIV DATAINSAMLING.....	42
5.2.1 <i>Spridningen av JPH-värden visualiserat i låddiagram</i>	42

5.2.2 Spridning av JPH-värden visualiserat i linjediagram	45
5.2.3 Linjediagram av JPH-värden innan sållning jämfört med efter sållning	51
6. ANALYS OCH DISKUSSION AV RESULTAT	53
6.1 HUR HAR INFÖRANDET AV DET DRAGANDE SYSTEMET PÅVERKAT FÖRUTSÄTTNINGARNA FÖR PROCESSTEKNIKER, UNDERHÅLLSTEKNIKER OCH PRODUKTIONSPERSONAL ATT HANTERA PRODUKTIONSSTÖRNINGAR?	53
6.1.1 Lagledare i produktion.....	53
6.1.2 Underhållstekniker	55
6.1.3 Processtekniker.....	56
6.1.4 Svar till frågeställning 1.....	57
6.2 HUR HAR INFÖRANDET AV DET DRAGANDE SYSTEMET PÅVERKAT PRODUKTIONSFLÖDET/PRODUKTIONSSTÖRNINGAR I 141-LINE?	58
6.2.1 Diskussion om fluktuationer, "jämnhet" och spridning av JPH-värden.....	58
6.2.2 Diskussion om medelutfall.....	59
6.2.3 Svar på fråga 2	60
6.3 EFFEKTER AV ETT FÖRÄNDRAT PRODUKTIONSSYSTEM I VOLVO CARS KAROSSFABRIK	62
6.4 ETIK OCH HÅLLBARHET	63
6.5 FRAMTIDA FORSKNING	64
7. SLUTSATS	66
7.1 SLUTSATSER UTIFRÅN ARBETETS VIKTIGASTE RESULTAT	66
7.1.1 Praktiska och teoretiska bidrag.....	67
7.2 TROVÄRDIGHETSANALYS.....	68

1. Inledning

I rapportens första kapitel presenteras bakgrunden till arbetet. Först en generell problembeskrivning i delavsnitt 1.1.1 följd av en företagspresentation i delavsnitt 1.1.2. Vidare i kapitlet beskrivs syftet med rapporten i avsnitt 1.2 samt de frågeställningar som rapporten behandlar i avsnitt 1.3, vidare beskrivs rapportens omfattning (1.4). Slutligen beskrivs även rapportens disposition i avsnitt 1.5.

1.1 Bakgrund

I bakgrundsavsnittet presenteras en generell problembeskrivning samt en företagspresentation av Volvo Cars.

1.1.1 Generell problembeskrivning

Att förbättra produktionsflöden är något som alla tillverkande företag bör arbeta med (Pettersson et al., 2015). Produktionsflöden kan se väldigt olika ut, men har ofta även många likheter. De arbetar efter en takt, de binder material och det är viktigt att i möjligaste mån undvika störningar för att tillverkningen ska vara lönsam. En av de största likheterna mellan produktionsflöden är sannolikt att de ständigt måste förbättras för att lyckas tillverka produkter på ett sätt som är effektivt och vinstgivande i dagens samhälle. Produkters livslängd minskar och det blir därför allt viktigare att ha förmågan att kunna få ut produkter snabbt på marknaden (Jonsson & Mattsson, 2016).

Ett vanligt tillvägagångssätt vid förbättring av produktionsflöden är att använda sig av olika typer av Lean koncept (Liker, 2004). Lean produktion är ett välkänt produktionskoncept som ger vägledning vid förbättring av produktionsflöden.

Ett dragande produktionssystem, alltså att endast producera då efterliggande process behöver tillförsel är en central del inom Lean produktion. Dragande system anses ofta eftersträvansvärt i teorin, men i praktiken är det inte alltid självklart hur det kan implementeras på ett bra vis, i synnerhet i redan väletablerade produktionssystem (Emiliani & Stec, 2005). Detta är också situationen i Volvo Cars Karosfabrik.

1.1.2 Företagspresentation

Volvo Cars är ett företag som under flera decennier har producerat och sålt personbilar (Volvo Cars, 2021). Fabriken i Torslanda öppnade år 1964 och har i dagsläget ca 6500 medarbetare. Volvo Cars i Torslanda producerar främst personbilar, men även vissa specialfordon som exempelvis polisbilar. I nuläget har de kapacitet att producera ca 1250 bilar per dag. Fabriken är uppdelad i olika fabriksdelar som tillsammans gör fabriken till en komplett bilproduktion. De olika delarna i fabriken är pressverk, karosfabrik, måleri och monteringsfabrik.

I Torslandafabriken tillverkas fyra av Volvo Cars bilmodeller. De olika bilmodellerna är V60, XC60, V90 och XC90. Dessa modeller delas upp i två olika cluster: *cluster 60* och *cluster 90*, I cluster 60 byggs

XC60- och V60-modellerna, medan i *cluster 90* byggs XC90- och V90-modellerna. Dessa bilmodeller byggs på två parallella produktionsflöden beroende på vilket cluster de tillhör.

I karosfabriken svetsas och byggs plåtdetaljer samman till en komplett kaross. Plåtdetaljerna importeras från underleverantörer eller pressas i Torslandafabrikens egna pressverk. I karosfabriken bemannas de olika processområdena av automatiserade svetsrobotar. Det finns även arbetsstationer där personal står och laddar plåtdetaljer som sedan svetsas samman av robotar. Förutom att ladda plåtdetaljer finns det även personal som monterar detaljkomponenter som är en tillhörande del till karossen. I karosfabriken har man länge använt sig av Lean-koncept som exempelvis Andon.

År 2014 invigdes Torslandafabrikens nya karosfabrik TA3 som har ökat produktionskapaciteten från 155 000 till 300 000 karosser om året. Innan TA3 fanns kördes endast två arbetsskift per dygn och numera byggs det karosser på tre skift per dygn.

Vid årsskiftet mellan år 2020 och 2021 övergick karosfabriken i Torslanda från ett tryckande till ett dragande produktionssystem. Bakgrunden till denna övergång var att Volvo ville skapa ett produktionsflöde som går att styra i så hög grad som möjligt för att på sikt få ett jämnare flöde som kan producera fler karosser. Olika förändringarna som har gjorts i karosfabriken i samband med införandet av dragande flödes principer är:

- Transportbuffertar och processer med mininivå av antal karosser
- Bestämd processtid för varje enskild process
- Infört nytt mätetal

1.2 Syfte

Efter att det dragande systemet infördes har det inte gjorts någon konkret utvärdering av vilken effekt denna förändring har genererat. Syftet med detta arbete är därför att...

... identifiera effekterna av införandet av dragande flödesprinciper i karosfabriken på Volvo Cars i Torslanda.

Detta syfte adresseras med en mixad metodansats bestående av en kvalitativ och en kvantitativ del. Den kvalitativa delen består av intervjuer med processtekniker, underhållstekniker och produktionspersonal. Denna metod syftar till att resultera i ett svar på hur det dragande systemet har påverkat dessa yrkesgruppers arbete i samband med införandet av det dragande produktionssystemet. Det genomförs även en kvantitativ analys av produktionsutfallet vid en av processerna i karosfabriken (141-line). Detta i syfte att möjliggöra en jämförelse av utfall från det dragande systemet med utfall från det tryckande systemet för att sedan ha möjlighet att utvärdera och dra en slutsats kring vilka kvantitativa effekter förändringen har lett till.

1.3 Precisering av frågeställningen

De frågor som denna rapport kommer att besvara är formulerade utifrån de mål som Volvo har satt i samband med införandet av det dragande systemet som framkommer i avsnitt 2.1.1. Detta för att möjliggöra en utvärdering gällande huruvida dessa mål har uppnåtts.

Några av Volvos mål med införandet av det dragande systemet är starkt kopplade till förmågan att kunna hantera produktionsstörningar. Då det infördes det nya systemet ville de att det skulle bli enklare att identifiera flaskhalsar, visualiseringen av stopp skulle förbättras samt att de ville känna att de hade bättre kontroll över flödet. Tre yrkesroller som har påverkats av införandet av det dragande systemet är processtekniker, underhållstekniker och lagledare i produktion. Därför blir arbetets första frågeställning:

Fråga 1: Hur har införandet av det dragande systemet påverkat förutsättningarna för processtekniker, underhållstekniker och produktionspersonal att hantera produktionsstörningar?

Ett svar på denna frågeställning gör att Volvo får insikt i hur personalen har påverkats av införandet av det dragande systemet. De får reda på om dessa yrkesgrupper upplever att de har lyckats uppnå målen gällande produktionsstörningar samt vad som upplevs vara positivt respektive negativt med förändringen. De får även reda på om det finns fler åtgärder eller korrigeringar som skulle kunna implementeras för att som företag kunna förbättras ytterligare.

Volvo strävar på sikt efter att uppnå ett jämnare produktionsflöde med större utfall och har använt ett dragande system som verktyg för att uppnå det. Därför har det undersökts ifall produktionsflödet har blivit jämnare samt hur utfallet har förändrats efter implementeringen av det dragande systemet. Ett jämnare flöde i detta fall syftar på att minska fluktuationer i processen, som exempelvis minska antalet stopp och tiden för stilleståndet. Ett jämnare flöde kommer på sikt leda till att det blir möjligt att få ett större utfall vid ändrad produktionstakt. Den process i karossfabriken där man har kommit längst med införandet av det dragande systemet, samt där det finns mest registrerade data att tillgå är 141-line. Arbetets andra frågeställning blir därför:

Fråga 2: Hur har införandet av det dragande systemet påverkat produktionsflödet i 141-line?

Ett svar på denna frågeställning genererar ett värde i form av att Volvo rent konkret får svar på vilken effekt det dragande systemet har genererat. Resultatet visar ifall flödet har blivit jämnare och ifall utfallet från 141-line har ändrats eller håller samma nivå som innan implementeringen av det dragande systemet. Har Volvo lyckats med detta så får de bekräftat att de arbetar med rätt saker och bör fortsätta i samma riktning för att utvecklas ytterligare.

1.4 Omfattning

Första delen av arbetet består av en kvalitativ metod som omfattar en datainsamling i form av intervjusvar gällande upplevd effekt av införandet av det dragande system. De respondenter som intervjuas är processtekniker, underhållstekniker och lagledare i produktion som arbetar i karosfabriken på Volvo Cars i Torslanda. Andra roller som hade varit intressanta att intervjua, men som exkluderas i detta arbete är underhållsingenjörer och produktionsledare. De exkluderas i detta arbete för att en bedömning gjorts att deras arbetsuppgifter inte direkt relaterar till processen på det sätt att det skulle kunna besvara rapportens frågeställning.

Andra delen av arbetet består av en kvantitativ metod som omfattar en datainsamling av utfallet från 141-line. 141-line är den process i Volvo Cars karosfabrik där man har kommit längst med införandet av dragande systemet samt den process där det finns mest registrerade data, därav har det beslutats att fokusera på den processen i detta arbete. Datainsamlingen från 141-line omfattar utfallet från en månad innan det dragande systemet hade införts, utfallet från en månad precis efter att det dragande systemet har införts samt utfallet från en månad då det har arbetats med det dragande systemet ett tag.

1.5 Rapportens disposition

Denna rapport består sju kapitel. Rapporten börjar med kapitel ett som innehåller en inledning och bakgrund om företaget, vidare beskrivs de frågeställningar som rapporten behandlar samt syftet med arbetet och rapportens omfattning. I kapitel två beskrivs problembakgrund. Kapitel tre innehåller rapportens referensram som beskriver den teori som är relevant för rapporten. Teoriavsnittet behandlar bland annat Lean produktion, underhåll av maskiner, visualiseringsmetoder och olika förklaringar av begrepp som framkommer i rapporten. I kapitel fyra presenteras de metoder som har använts för att ta fram data och underlag till analys. I kapitel fem redovisas sammanställningar och diagram över de intervjuer och data som tagits fram ifrån datainsamlingen. Vidare används detta som underlag i kapitel sex där rapportens diskussion redogörs. I analys- och diskussion kapitlet, kapitel sex besvaras rapportens frågeställningar. Vidare presenteras analys och diskussion kring de effekter av det förändrade produktionssystemet på Volvo Cars karosfabrik. Slutligen analyseras rapporten ur ett etisk och hållbart perspektiv samt hur denna rapport kan användas i framtida forskningar. I det sista kapitlet, kapitel sju presenteras rapportens viktigaste slutsatser. I ett delavsnitt till kapitel sju kan man läsa de rekommendationer som baserats på slutsatserna. Som avslut på kapitel sju presenteras rapportens trovärdighetsanalys.

2. Problembakgrund

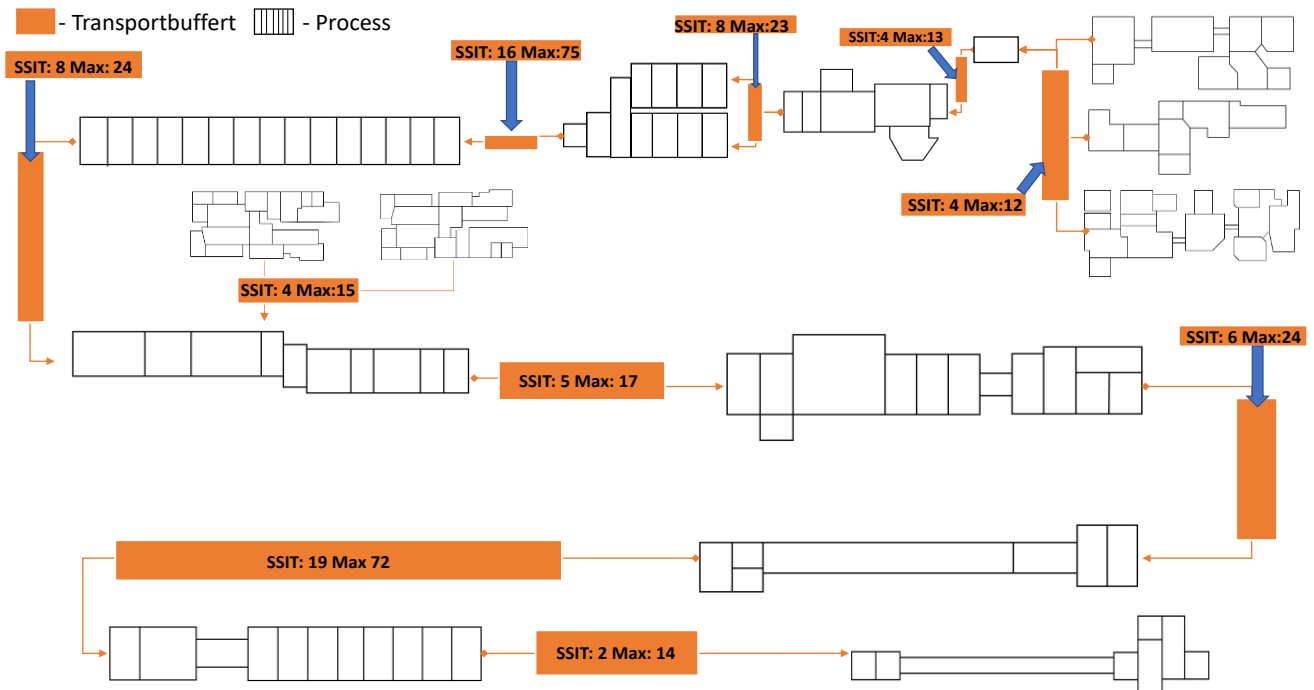
I detta kapitel ges en genomgång över systemet i karosfabriken på Volvo Cars i Torslanda (2.1). Vidare beskrivs de förändringar som gjorts i samband med att det tryckande produktionssystem ändrades till ett dragande produktionssystem (2.1.1). I avsnitt 2.1.2 beskrivs vilka mål företaget vill uppnå med det dragande systemet och i avsnitt 2.1.3 ges en beskrivning av vilka yrkesroller som har påverkats av förändringen.

2.1 Systemet i Volvo Cars karosfabrik

Arbetet genomförs i karosfabriken på Volvo Cars i Torslanda. Vid årsskiftet från år 2020 till år 2021 övergick karosfabriken från ett tryckande system i produktionsflödet till ett dragande system med ett taktat-flöde. Bakgrunden till att det dragande systemet infördes var strävan efter att i så hög grad som möjligt kunna styra processerna så mycket möjligt. Att implementera ett dragande system i detta fall skulle enligt nuvarande fabrikschef skapa den möjligheten eftersom en förutsättning för att kunna förbättras är att ha ett standardiserat arbetssätt där det går att identifiera avvikelser. Han ansåg att införandet av ett dragande produktionssystem var nödvändigt för att kunna fortsätta att effektivisera förbättringsarbeten och kunna nå bättre produktionsresultat.

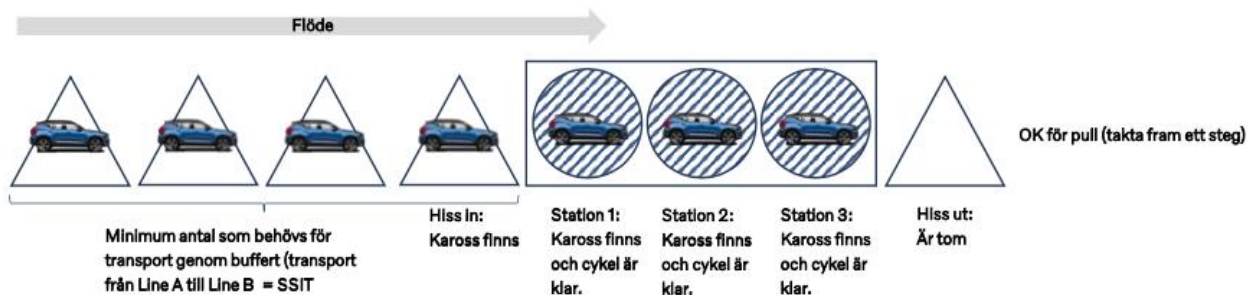
2.1.1 Förändringar vid införandet av det dragande systemet

De ändringar som gjordes i fabriken i samband med implementeringen av det dragande systemet har inneburit förändringar i processen där transporterna mellan processer har haft en central roll. Med det dragande systemet har man infört ett minimikrav i transporterna mellan processerna som även används som buffertar (transportbuffertar), se figur 1. Förändringen benämns som *standard stock in transfer (SSIT)*.



Figur 1. Flödeskarta över cluster 60. Orangea boxar visar bufferterna i flödet. SSIT beskriver vad minimikravet är och max beskriver hur många karosser som får plats. Författarens egen bild.

Det har också införts ett minimikrav på antalet karosser i processen för att processen ska leverera vidare, detta kallar man för *standard stock in process (SSIP)* se figur 2. I detta fall är syftet med minimikrav på antalet produkter i transporten och processen en indikator på att transporten eller processen inte kommer att leverera mer produkter framåt i flödet om minimiantalet är nått på grund av ett problem eller en störning i processerna uppströms.



Figur 2. Visualisering och förklaring av standard stock in process (SSIP)(Volvo, 2020).

Det dragande systemet är ett system där det numera krävs att det finns minst X antal produkter i transporten eller processen för att flödet inte ska stanna upp. Om det går mot minimikravet av produkter så kommer flödet att stanna för att påbörja ett behovs rop till bakom liggande process och i detta fall skapas det ett dragande behov av produkter för att kunna återstarta produktionsflödet. Till skillnad från tidigare system som användes i flödet så kunde alla processer med produkter i arbete fortsätta att trycka fram karosser tills de inte längre hade karosser att leverera då man producerat slut på produkterna som finns i arbete. En stor del av syftet med att införa SSIT och SSIP är att skapa ett flöde som är mer känsligt för störningar. Detta för att snabbare få upp problem till ytan och ha möjlighet att i tidigt skede hitta

grundorsak till varför störningen uppstår. Det gör även att man efter stillestånd kan starta upp processen direkt då det alltid finns material bundet i processen. Det blir alltså inga luckor i flödet, vilket tidigare kunde uppstå.

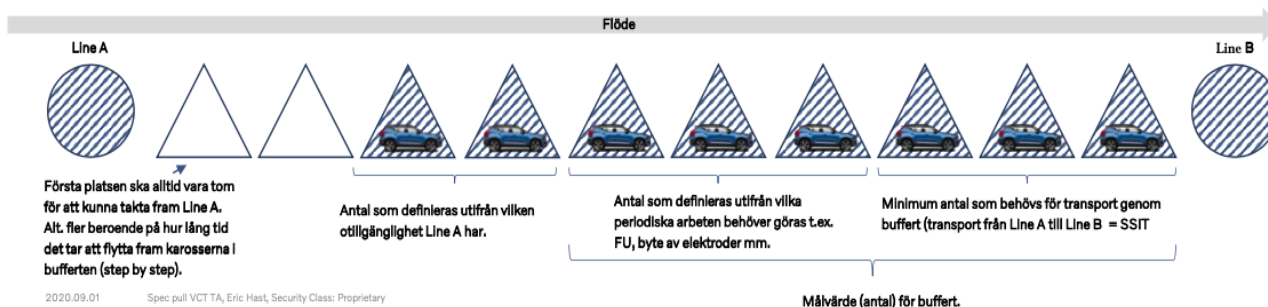
Ekvationen till uträkningen för det minimiantal produkter i buffert är en form av Little's law som är vanligt framkommande och används inom Lean. Ekvationen är allmän och används likadant för alla branscher.

Uträkningen för buffertens minimiantal har tagits fram på följande sätt, se ekvation 1.

$$\frac{\text{Ledtid för transporten}}{\text{Takttid}} = \text{Minimiantal produkter i buffert}$$

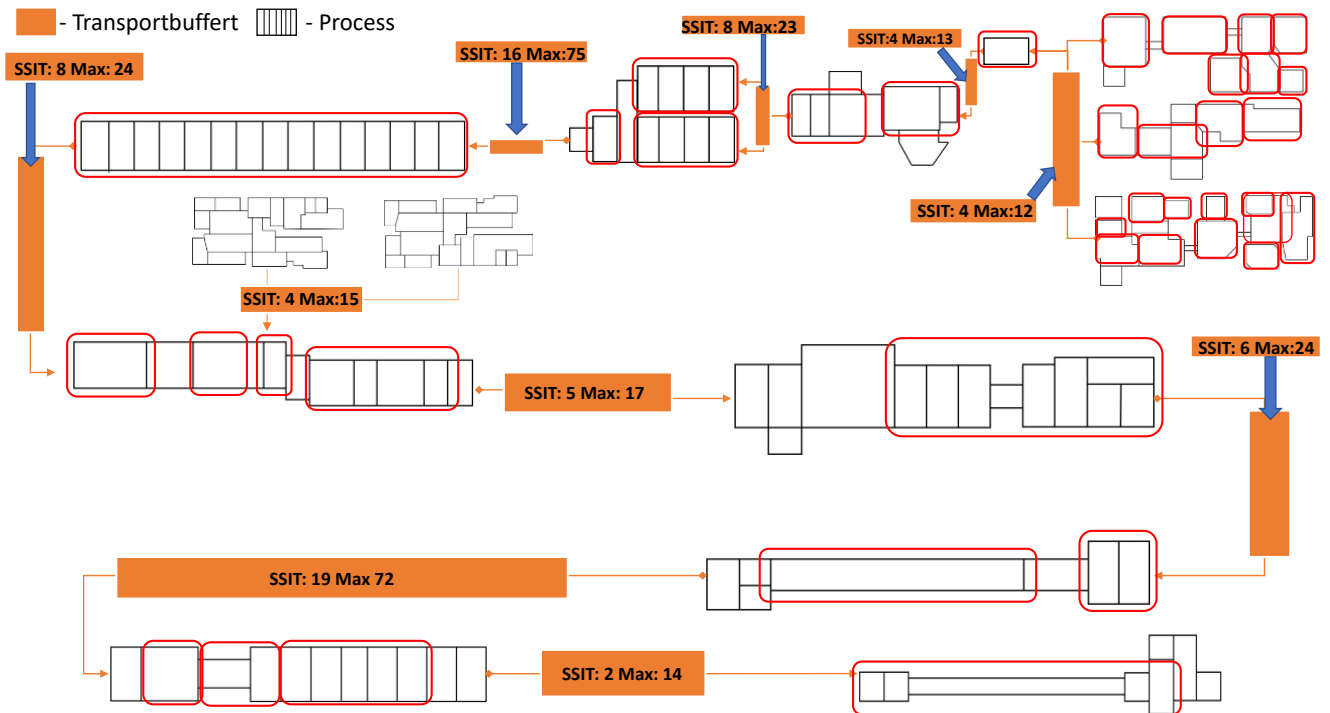
Ekvation 1: Volvos uträkning för minimiantal i buffert.

De transportbuffertar som finns i flödet är olika stora. De platser som finns i de olika transportbuffertarna är disponerade på så vis att de grundas till att första platsen behöver alltid vara tom för att kunna takta fram från föregående process. Hur många platser som behöver vara tomma beror på hur lång tid det tar för karossen att förflytta sig steg för steg i transportbufferten. Därefter är det platser som är reserverade utifrån föregående process otillgänglighet. Vidare är det platser som definierats utifrån olika periodiska arbeten som behöver utföras i kommande process, till exempel förebyggande underhåll, elektrodbyten med flera. Sedan är det platser som definierats som det antal som behövs för transporten genom transportbufferten. Det vill säga *standard stock in transfer*. Se figur 3.



Figur 3. Visualisering och förklaring till standard stock in transfer (SSIT)(Volvo, 2020).

Förutom minimiantalet i transport och processer har processerna även delats in i zoner som illustreras som röda markeringar i figur 4. Detta är för att det har varit svårt att implementera det dragande system i processer som inte är helt raka i sin utformning. Vissa processer i karosfabriken använder interna buffertar på processområdet alternativt förflyttas materialet i nivåskillnad (hängs upp i en konveyer) alternativt att materialet byter riktning vilket har varit till regel i implementeringen att det i dessa fall ger ett nytt pull-område (en ny zon). Det finns vissa processer där zonindelningarna inte är färdiga ännu och dessa saknar därför markering i figur 4.



Figur 4. En flödeskarta över Cluster 60, röda markering i figuren visar de olika zonindelningarna. Författarens egen bild.

I samband med implementeringen av det dragande systemet har det även tagits fram ett nytt verktyg som mäter hur mycket processerna står stilla i väntan på att få leverera framåt respektive väntat på inkommande material. Det benämns som waiting output och waiting input. I det nya mätsystemet baseras mätningarna på fastställd takttid. Detta benämns som OPR-mätningar som står för Operational Rate. Där mätningen beräknar hur effektivt processerna driver resurserna och hundra procent är det maximala.

Uträkningen för OPR tas fram på följande sätt, se ekvation 2:

$$\text{Operational Rate} = \frac{\text{Actually producing}}{\text{Needed to produce}}$$

Ekvation 2: Formeln för hur OPR tas fram. Faktiskt producerade dividerat på önskvärd produktionsplan.

2.1.2 Företagets mål med förändringen

Det övergripande målet med implementeringen av det dragande systemet har varit att i så hög grad som möjligt kunna styra så mycket det går i processerna. Enligt ledningen ansågs det vara nödvändigt för att kunna fortsätta arbeta med att effektivisera förbättringsarbete och för att nå ett bättre produktionsresultat.

Implementeringen av det dragande systemet i karossfabriken syftar även till att det ska bli enklare att visualisera störningar i processen och att det på sikt skapar bättre förutsättningar för att kunna eliminera flaskhalsar som bromsar upp flödet och med detta sedan kunna få en jämnare flödesprocess som har ett

bättre utfall. Det nya dragande flödessystemet är ett koncept som har byggts upp och programmerats in-house, vilket har varit en del av utmaningarna med implementeringen.

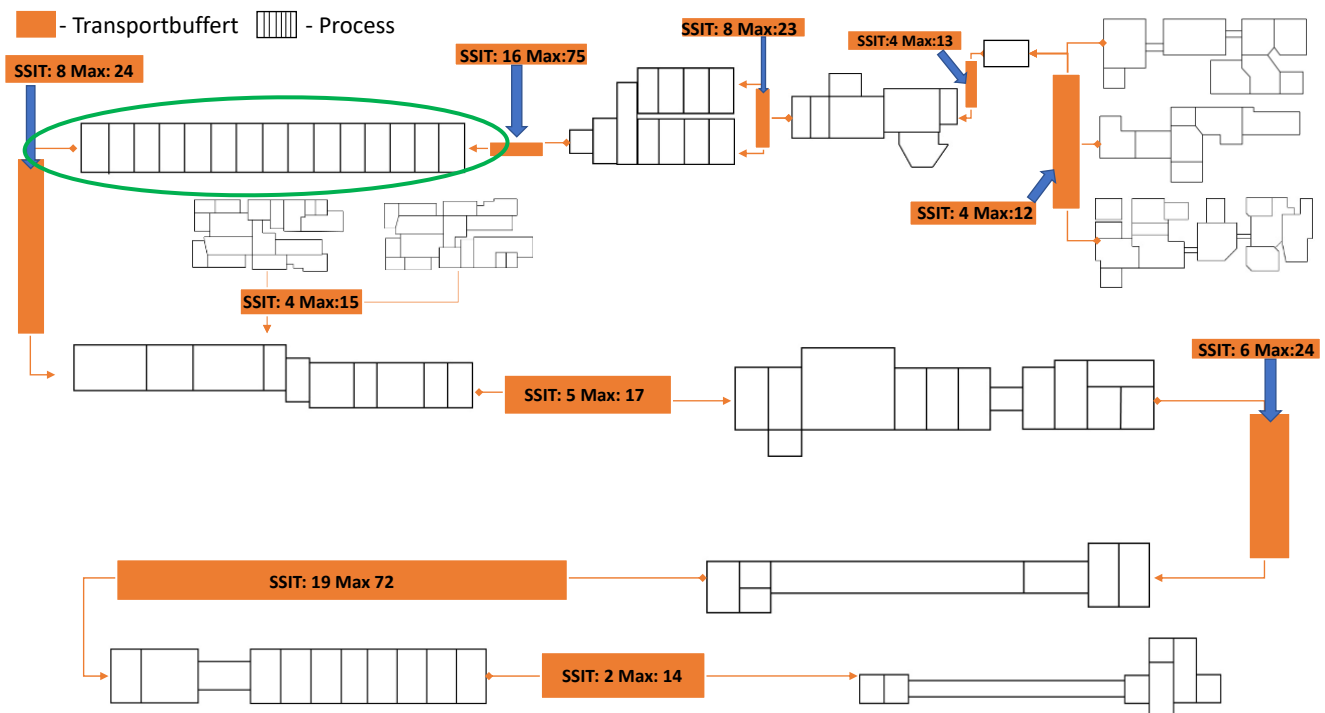
Volvos (2020) specificerade mål med att införa ett dragande system var att:

Tabell 1. Volvos mål med att implementera ett dragande system i karosfabriken, samt förklaring till varje mål.

Mål:	Förklaring:
Behålla rätt antal karosser i flödet.	<p>Att med hjälp av det dragande systemet kunna styra antal produkter i arbete, i karosfabrikens fall KIA (Karosser i arbete) genom att inte tillåta luckor i processerna. Samt att inte tillåta att antalet produkter i en buffert (benämnt som transporter i beskrivningen) går under det antalet som krävs för att täcka transporttiden genom bufferten. Vilket gör att om en process står stilla för att föreliggande process inte levererar så kommer processen som blivit stillastående få en kaross så fort den föregående processen startar igång igen. Eftersom det finns karosser i bufferten som täcker upp för transporttiden i bufferten.</p> <p>Säkerställa att det är rätt antal karosser i produktionsflödet. Det tillåts inga luckor, för att vid stopp kunna köra i gång snabbare vid återstart. Tidigare fanns mycket väntan i processen för att man vid stopp i någon process kunde tömma ut flödet nedströms.</p>
Visualisera de stopp som sker.	Om det råder stopp i processen stannar hela processen, vilket gör det enklare att visualisera stopp i processen. Det ska inte gå att tömma ut flödet. När det sker ett stopp så ska det lyftas till ytan och tas itu med på en gång. Genom att karosser inte fortsätter fram i flödet så kommer buffertar och processer att uppnå sitt minimikrav av antal karosser vilket indikerar att det råder ett problem i processen som behöver åtgärdas.
Göra det enklare att förstå vilken station som är en flaskhals.	Med en bestämd takt som processen ska arbeta i blir förutsättningarna enklare att mäta till förhållandet som är bestämt. Genom ett dragande system ska det enklare gå att kunna se vilken station det är som har problem och bildar flaskhals i processen. I och med att allt är synkroniserat och går efter en viss takt så ska det bli enklare att urskilja ifall exempelvis en robot är långsammare än de andra för då går det att se att alla väntar på den.

<p>Vi styr flödet och vad som ska ske i stället för att flödet styr oss.</p>	<p>Genom införandet av det dragande systemet så har det blivit förutbestämt hur flödet ska bete sig, förutsägbarheten förenklar att se avvikelser. Vilket ger möjlighet till att experimentera med processerna för att göra dem bättre.</p> <p>Ingen process eller transportbana skall rulla på utan någon form av styrande. Med hjälp av implementeringen ska varje process eller transportbana styras med hjälp av att ett bestämt minimalt antal detaljer i flödet får flödet att stanna upp. Det gör att man inte ska kunna tömma ut flödet nedströms om det råder ett pågående stopp uppströms i flödet.</p>
<p>Isolera stoppen till den line där det händer och inte köra in luckor som slår mot utfall senare. T.ex ett längre stopp i UnderBody (<i>UB - produktionsavsnitt där det byggs golvdelar som svetsas ihop till komplettgolv</i>) slår ut ur flödet nästa skift.</p>	<p>Genom att motverka luckor i processen som leder till att nästkommande skift får inleda arbetsdagen med att fylla upp flödet med karosser efter att tidigare skift tömt ut flödet på karosser på grund av stopp.</p> <p>Det skift som orsakar stoppet får stå för den förlusten.</p>

Den process i karosfabriken där man har kommit längst med implementeringen av det dragande systemet är 141-line som är en automatiserad process, se figur 5 med grön markering. Till 141-line transporteras kaross-golvet som består av tre olika golvdelar främre-, mittre- och bakre-golv. Dessa golvdelar har sammansvetsats i tidigare process på 138-, 15-38- och 15-39-line. Processen i 141-line består av 30st svetsrobotar som svetsar samman golvet för en säkrare hållfasthet och 4 robotar så kallad Zeiss-robotar som kontrollerar golvets geometri innan den sedan skickas vidare till 154-line där den får sidor och tak-bågar för att sedan rulla vidare till 155-line där den får bland annat taket till karossen. Processen på 141-line tas hand om av underhållstekniker som ser till att hantera störningar i processen samt utföra förebyggande underhållsarbete. För att öka effektiviseringen har det investerats i och installerats automatiserade elektrodbytare. Innan investeringen av automatiserade elektrodbytare gjordes elektrodbyte på svetsrobotarna manuellt av en då maskinskötare innan man gjorde en omorganisering och underhållsorganisationen tog över processen.



Figur 5. En flödeskarta över Cluster 60, den gröna markeringen visar positionen av 141-line. Författarens egen bild.

2.1.3 Yrkesroller som i huvudsak har påverkats av förändringen

Implementeringen av det dragande systemet har haft en stor påverkan på personalens arbete. De yrkesroller som har påverkats mest av implementeringen är bland annat lagledare i produktion, underhållstekniker och processtekniker. Nedan i tabell 2 beskrivs de olika yrkesrollerna.

Tabell 2. Beskrivning av olika yrkesroller i karosfabriken, dessa är generella och tagna från Volvos intranät, Volvo Business Management System.

<p>Produktions-lagledare</p>	<p>Syftet för en lagledare är att stödja och koordinera lagets arbete för att leverera produkter och tjänster i rätt tid enligt beskrivna standarder.</p> <p>En lagledare är en del av en definierad produktionsprocess inom produktionsenheterna.</p> <p>Lagledaren skall inom sitt lag coacha, fördela arbetsuppgifter samt eskalera större avvikelser till stödfunktioner eller produktionsledare för att säkerställa lagets uppdrag.</p> <p>Lagledaren ansvarar för att:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Träna och coacha lagmedlemmar.
-------------------------------------	---

	<ul style="list-style-type: none"> - Stödja lagmedlemmar i standardiserat arbetssätt, avlösning, åtgärder och avvikelshantering. - Lagledaren är första support vid andon-larm. - Koordinera och stödja lagets processförbättringar och standardiserat arbetssätt. - Coacha lagets utveckling och stödja Volvo Cars företagskultur.
<p>Produktionsledare</p>	<p>Personen som leder det dagliga arbetet och som ansvarar för leveranser, förbättringar och coaching av sitt team mot bestämda prioriteringar.</p> <p>Produktionsledaren coachar teamet dagligen och koordinerar all utbildning och teammedlemmarnas utveckling.</p> <p>Samt att de arbetar med att vara drivande inom ständiga förbättringar för säkerhet, kvalitet och leverans.</p> <p>Operatörens närmsta chef. En produktionsledare besitter fullt personalansvar, arbetsmiljöansvar och processansvar.</p>
<p>Underhållstekniker</p>	<p>Utför underhållsuppdrag som kräver mer än grundläggande teknisk kunskap. Arbetar med att felsöka och reparera komplexa utrustningsstopp (så kallad haveri) samt analyserar repetitiva fel eller andra orsaker till de tekniska utrustningsförlusterna.</p> <p>Underhållstekniker ansvarar för att samarbeta med kollegor och arbetsgrupper.</p> <p>Utföra underhållsaktiviteter som relateras till hens anvisade arbetsområde:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Utföra planerade arbetsuppgifter med avseende på förutsägbara och förebyggande underhåll. - Åtgärda akuta tekniska störningar i syfte att minska konsekvenser av fel. - Ta initiativ och aktivt delta i analyser av störningar i syfte att identifiera rotorsaker och passande permanenta lösningar. - Skapa förbättringsförslag och utföra uppdrag som ett resultat av dessa.

	<ul style="list-style-type: none"> - Utföra administrativa uppdrag avseende arbetsorderhantering och återkoppling. - Stödja i träning för operatörsunderhåll. - Ansvara för att tillämpa sin verkstads-erfarenhet och kompetens inom underhåll. - Ansvara för att i rätt tid och rätt kvalitet utföra underhållsuppdrag.
<p>Processtekniker</p>	<p>Processtekniker arbetar med att driva elimineringsresurser som inte skapar värde i processerna. Slöseri i form av tid, pengar, material, mantimmar, maskintid, kvalitetsförluster och andra resurser.</p> <p>Processteknikerna är med och stöttar i förbättringsarbeten. Andra arbetsuppgifter som processtekniker har är att stödja och hjälpa lagen ute i produktionen med balansering av till exempel cykelförändringar, stationsändringar och också introducering av nya produkt/material eller process.</p> <p>Processteknikerna bedriver även Lean-transformationen framåt.</p>

3. Referensram

Detta kapitel innehåller arbetets referensram. I avsnitt 3.1 till 3.5 återges viktigt teori för arbetet, i form av Lean produktion (3.1), skillnader mellan dragande och tryckande produktionssystem (3.2), underhåll av maskiner (3.3), samt visualiseringsmetoder för produktionsstatus (3.4). Slutligen i avsnitt 3.5 ges en beskrivning av olika begrepp som kommer att tas upp i rapporten.

3.1 Lean produktion

Alla typer av verksamheter har förbättringspotential, det finns ingen verksamhet som är så bra att den inte kan förbättras (Pettersson et al., 2015). Lean Produktion, även kallat Toyota Production System (TPS) som utvecklades av Toyoda familjen i Japan under sent 1900-tal (Liker, 2004) är enligt Bergman & Klefsjö (2020) känt för att generera stora framgångar vid utveckling av verksamheter.

Det finns det ett antal olika verktyg som företag kan använda sig av för att utveckla sin verksamhet, men Liker (2004) förklarar att Lean är mycket mer en ett sett med konkreta verktyg, Lean är även en filosofi som hela verksamheten måste förstå och arbeta efter för att nå framgång. Grunden till Lean filosofin och TPS beskrivs i *The Toyota Way* (Liker, 2004) av följande 14 principer: Inom Lean produktion så

Tabell 3. De 14 grundprinciperna inom Lean produktion.

Princip 1: Långtidsfilosofi	Företag bör fatta beslut som gynnar dem och samhället i längden, även om det är på bekostnad av kortsiktiga finansiella mål. Samtliga medarbetare på företaget ska arbeta och växa mot ett gemensamt mål som genererar värde i längden. Denna filosofiska utgångspunkt lägger grunden för de övriga principerna.
Princip 2: Skapa ett kontinuerligt flöde för att få upp problem till ytan	Organisera processerna i ett kontinuerligt enstycksflöde och eliminera så mycket slöserier, alltså icke värdeadderande steg i processen som möjligt. I ett kontinuerligt enstycksflöde är det enkelt att "bygga in" kvalitet då operatörerna har möjlighet att granska varje detalj som passerar dem och kan då stoppa processen ifall något är fel. Ett kontinuerligt enstycks flöde ökar även produktivitet och hastighet.
Princip 3: Använd ett dragande system för att undvika överproduktion	Grunden vid ett dragande system är att du endast ska producera det som kunden efterfrågar, när den efterfrågar det. Detta kallas även för Just-In-Time (JIT) och bidrar till att företag inte överproducerar och har onödigt mycket material och produkter bundet i lager.
Princip 4: Balansera ut arbetsbelastningen	Den fjärde principen handlar om att jämna ut arbetsbördan i flödet för att skapa rättvisa samt öka

	<p>kvalitet och säkerhet. Man vill exempelvis inte trötta ut operatörer för mycket, då det vid trötthet finns risk för att man slarvar och det kan leda till både säkerhets- och kvalitetsbrister.</p>
<p>Princip 5: Skapa en kultur där man stannar upp för att åtgärda problem, för att få rätt kvalitet första gången</p>	<p>Bygg in kvalitet genom att stoppa processen direkt när en avvikelse identifieras, detta kan göras dels med hjälp av inbyggda tekniska hjälpmedel som signalerar då något är fel eller av operatörer. Se även till att ha en organisation som vid problem snabbt analyserar situationen och sedan åtgärdar ärendet. Genom att följa denna princip upptäcks och åtgärds problem på ett snabbt och effektivt sätt för att undvika onödigt överarbete.</p>
<p>Princip 6: Standardiserade uppgifter och processer är grunden för kontinuerlig förbättring och anställdas egenmakt</p>	<p>Standardisering är grunden för kontinuerlig förbättring och kvalitet. Det är först vid ett standardiserat arbetsätt som avvikelser kan upptäckas. Ett standardiserat arbetsätt underlättar även för samtliga medarbetare att göra rätt saker och ger dem förutsättningar att kunna arbeta så effektivt som möjligt. Det standardiserade arbetsättet bör precis som allt annat ständigt förbättras, anställda bör vara involverade i utvecklingen av det standardiserade arbetsättet och komma med förslag på hur det kan förbättras.</p>
<p>Princip 7: Använd visuell styrning så att inga problem förblir dolda</p>	<p>Styrk verksamheten med hjälp av enkla visuella och transparenta metoder för att skapa en kultur med högt engagemang bland medarbetarna. En tydlig visuell styrning bidrar även till att avvikelser synliggörs, kan diskuteras och åtgärdas.</p>
<p>Princip 8: Använd endast pålitlig och väl utprövad teknologi som tjänar personalen och processerna</p>	<p>Uppmuntra ny teknologi, men med försiktighet då ny teknik ibland kan vara opålitlig och riskera att äventyra produktionens flöde. Ny teknologi kan generera förbättringar om den implementeras rätt, använd teknologin för att hjälpa människorna.</p>
<p>Princip 9: Uppfostra ledare som verkligen förstår arbetet, lever efter filosofin och lär andra göra det samma.</p>	<p>Ledarna förväntas förstå, sprida och försäkra Lean-kulturen. Ledarna ska vara förebilder som är synliga i verksamheten och skapar en lärande organisation där man strävar efter att uppnå gemensamma mål.</p>

Princip 10: Utveckla enastående personer och grupper som följer organisationens filosofi	Skapa en stabil kultur med en distinkt värdegrund där anställda kan frodas och arbeta för att nå bra resultat. Lagarbete är mycket viktigt, då man i grupp ska motivera varandra och gemensamt lösa problem, men lägg också ett stort ansvar på individen som gör det värdeskapande arbetet.
Princip 11: Respektera partners och leverantörer genom att utmana dem och hjälpa dem att bli bättre	Behandla leverantörer, både interna och externa som en förlängning av företaget, ställ höga krav och förvänta dig hög kvalitet. Om leverantörerna inte levererar enligt dina önskningar, hjälp dem då att utvecklas.
Princip 12: Gå och se med egna ögon för att förstå situationen ordentligt	För att få full förståelse för ett problem är det viktigt att personligen observera problemet med egna ögon och fatta beslut efter observation och inte endast efter vad man har hört ifrån andra. Det bidrar till att rätt beslut fattas då alla får bilda sig sin egen uppfattning istället för att förlita sig på någon annans rapporter.
Princip 13: Fatta beslut långsamt och i samförstånd, implementera dem snabbt	Innan man inför en förbättringsåtgärd bör man beakta samtliga alternativ och utvärdera dessa innan beslut fattas. Alternativen bör även diskuteras med så många medarbetare som möjligt som kommer att beröras av förändringen. När beslut om förbättringsåtgärd har fattats bör de implementeras snabbt.
Princip 14: Bli en lärande organisation genom reflektion och ständig förbättring	Arbeta för att samtliga medarbetare ska vara en del av den långsiktigt lärande organisationen där man ständigt reflekterar över det standardiserade arbetssätt man nu har för att kunna eliminera slöserier och förbättra arbetssättet och processerna ytterligare.

Detta arbete handlar om en förändring som har för avsikt att gynna företag på lång sikt. Volvo har gått från ett tryckande till dragande produktionssystem för att ha möjlighet att standardisera sina processer och få upp problem till ytan för att kunna eliminera dem och på sikt få en produktion med högre prestanda. De principer som är extra viktiga att beakta i denna rapport är därför princip 1, 2, 3, 5 och 6. Även andra principer som exempelvis princip 9, 10, 13 och 14 blir viktiga att beakta då de mer organisatoriska aspekterna, som exempelvis hur informationsflödet vid implementeringen har gått till uppmärksammas i rapportens analys.

3.1.1 7 + 1 slöserier

En av filosofierna som tillhör Lean produktion är att eliminera slöserier i olika delar av processer i produktionen som inte ger slutvärde till kunden (Liker, 2009). Detta gäller både den interna kunden i de efterföljande processerna som den slutgiltiga kunden. Det finns sju identifierade huvudtyper av de icke värdeadderande slöserierna, de beskrivs i tabell 4 nedan.

Tabell 4. De 7+1 slöserierna med tillhörande förklaring.

1. Överproduktion:	Produktion av komponenter som medför stora lager eller stora buffertar som sedan leder till att det blir överbemanning och onödiga kostnader för lagerhållning och transporter på grund av att ingen gjort beställning för dessa komponenter.
2. Väntan:	Medarbetare står och väntar på nästa steg i processen. Det kan exempelvis handla om att man väntar på något verktyg eller reservdel eller att det helt enkelt inte finns något att göra som kan relatera till materialbrist, produktions förseningar eller maskinstillestånd.
3. Onödig transport eller förflyttning:	Handlar om att förflytta produkter i arbete (PIA) oavsett om det är långa eller korta vägar samt att flytta material, komponenter eller annan gods ut och in från lagret eller mellan olika processer.
4. Överarbetning eller felaktig bearbetning:	Att ta till onödiga insatser för att bearbeta enheter, eller på grund av dåliga verktyg och produktutformning behöva arbeta ineffektivt som sedan leder till att det skapas onödiga arbetsmoment och felaktigheter. Det är bra att hitta rätt mängd av arbete och kvalitet som kunden är villig att betala för, annars finns det risk för slöseri.
5. Lager/buffertlager:	Onödiga lager med råvaror, PIA, eller material i färdigvarulager som bidrar till längre genomloppstider, föråldrat material, skadat gods samt onödiga transport- och lagringskostnader. Att ha stora lager eller buffertlager kan även bidra till att problem döljs så som dålig produktionsplanering, sena leveranser, felaktiga produkter eller maskinella problem.

6. Onödiga arbetsmoment:	En form av slöserier som handlar om att alla rörelser personalen gör under arbetsmomenten räknas som slöseri. Det kan till exempel vara att sträcka sig efter verktyg eller lägga ifrån sig verktyg.
7. Defekter:	När det förekommer defekta komponenter och det behöver tillämpas någon form av justering eller reparation är en form av slöseri. Detta för att det kan leda till kassation som sedan leder till att komponenten behöver ersättas. Defekter är slöseri med hantering, tid och energi.
8 (7+1). Outnyttjad kreativitet hos medarbetarna:	Att inte engagera sig i eller lyssna på personalen är en form av tidsförlust. Det går till spillo med idéer, kompetens, förbättringar och tillfällen att lära sig.

De slöserier som är mest relevanta att beakta i denna rapport är buffertlager som är en central del av förändringarna som gjorts vid implementeringen av det dragande systemet. Ett annat slöseri som förblir relevant är transportererna i processerna då beräkningar av minimiantal i buffertlager baseras på ledtid i transportererna som transportens sträcka. Med det dragande systemet är processerna synkade med varandra, vilket innebär att ingen process kan producera till nästkommande process utan att ha det minsta kravet på minimibufferten vilket leder till att väntan är ett relevant slöseri att beakta.

3.1.2 Debatten kring Lean

Lean är ett produktionssystem som under en längre tid har varit relativt omdebatterat (Planet Together, 2021). Enligt många har Lean både för och nackdelar. Några av de främsta fördelarna med Lean anses vara minimeringen av slöserier, reduceringen av produktionstid, mer värdeadderande tid och mindre icke värdeadderande tid samt de kostnadsbesparingar som på sikt kan uppstå i samband med att produktionen i sig blir mer effektiv.

Trots dessa fördelar så menar många att Lean inte är ett optimalt produktionssystem då det inom Lean produktion finns ytterst lite utrymme för fel. Om det exempelvis skulle uppstå ett fel i någon av maskinerna i ett Lean produktionsflöde så leder det ofta till att hela produktionen stannar upp och man hamnar efter i tidsplaneringen. I ett mer traditionellt produktionssystem brukar man kunna förflytta sig och kunna arbeta på en annan maskin tills att problemet är åtgärdat, men ett Lean system är ofta inte så pass flexibelt då man har eliminerat allt som inte anses vara värdeadderade, vilket då leder till att hela flödet och produktionen står still vid exempelvis ett maskinhaveri.

Att ha få leverantörer och en nära relation till dem är en annan viktig princip inom Lean (Liker, 2004). Detta anser många kan leda till problem (Planet Together, 2021). Om de få leverantörer man har byggt

relationer med exempelvis inte har förmåga att leverera tillräckligt med råmaterial så har man ingen “back-up” och kan då inte möta kundens efterfrågan på grund av materialbrist.

En annan kritisk och riskabel del av att inför Lean är att de anställda kan avvisa de nya metoderna om de inte trivs med det nya arbetssättet. Många menar å andra sidan att man kan komma runt detta genom att ha bra och tillmötesgående ledare som förklara den nya teknik och fördelarna med den.

I den kvalitativa datainsamlingen i detta arbete så kommer det att ställas frågor till personalen kring hur de upplever de nya arbetssättet samt ifall de känner att de har fått tillräckligt med information och getts bra förutsättningar för att kunna anpassa sig till det nya systemet. Detta för att kunna utvärdera ifall Volvo har lyckats undvika denna vanligt förekommande konflikt vid implementeringen av det dragande systemet.

3.1.3 Lean produktion kopplat till arbetsmiljö och hälsa

Inom den vetenskapliga litteraturen har det diskuterats hur Lean produktion är kopplat till arbetsmiljö och hälsa. Angelis m.fl. (2006) studerade sambandet mellan implementering av Lean produktion och stress hos arbetstagare. Slutsatserna som dras av denna utredning är att Lean produktion inte är stressande i sig, utan mycket verkar ha att göra med ledningsbeslut gällande design av produktionssystem och hur man väljer att gå till väga vid implementering av Lean produktion (Conti, Angelis, Cooper, Faragher & Gill, 2006). Deras undersökning visar på att implementering av Lean produktion i majoriteten av fallen leder till ökad prestanda inom kvalitet, produktivitet och leveranstider. Studierna visar inte på några signifikanta kopplingar mellan dessa prestandaförbättringar och ökade stressnivåer hos arbetstagare.

Arbetsmiljöverket har utfört en studie kring konsekvenser av Lean produktion kopplat till arbetsmiljö och hälsa. Även den studien resulterade i slutsatser kring att det inte finns några självklara samband mellan Lean produktion och arbetstagares hälsa (Arbetsmiljöverket, 2016). De nämner dock att det finns en risk för att reduktion av slöserier och standardiseringen av arbetsuppgifter kan minska resurserna i arbetet i form av minskad tid för sociala interaktioner och återhämtning. Samt att arbetstagarna inte får möjlighet att använda sina färdigheter kring att fatta beslut som rör det egna arbetet. Detta kan i längden resultera i ökad stress och ohälsa. Å andra sidan är en stor del av Lean filosofin att arbeta med ständiga förbättringar och problemlösning, vilket i en del fall kan förbättra både den fysiska arbetsmiljön och öka de psykosociala resurserna. Återigen så visar även denna studie på att ledningens tillvägagångssätt och fokus vid implementering av Lean produktion och Lean principer verkar vara det som har störst påverkan på både den fysiska och psykosociala arbetsmiljön som är kopplad till Lean produktion.

Aspekten arbetsmiljö och hälsa kommer att beaktas i denna rapport genom att respondenterna under intervjuerna kommer få svara på ifall de upplever någon skillnad gällande olika arbetsmiljöaspekter, främst stress efter att det dragande systemet har implementerats i karosfabriken. Detta hjälper Volvo att få en bild av hur deras personal mår på arbetsplatsen och skulle kunna användas som underlag för eventuella åtgärder.

3.1.4 Fallgropar vid transformation av Lean

Emiliani och Stec (2005) skriver att det förekommer att ledningen blir mer intresserade av att implementera Lean principer och andra praxis eftersom Lean har visat sig resultera i en mängd olika fördelar. De resultat som förekommit är bland annat högre produktivitet, högre kvalitet på produkterna, bättre kundfokus och högre tillgångseffektivitet. Vidare skriver Emiliani och Stec (2005) att företag med åren anammar Lean-principer och praxis efter att de övergett det gamla tankesättet ”Batch-and-queue” (B&Q) som innebär att produkter bearbetades i stora partier och resulterade i långa kötider mellan operationerna.

En grundvärdering inom Lean är ett ledningssystem som är utformat för att vara lyhört för människors behov. Respekt för människor är en av nyckelprinciperna. Det ger uttryck i att ledarskapsbeteendet och organisationspraxis behöver överensstämma i ansträngningarna för att eliminera bort slöserier och sedan skapa värde till slutkunden. Respekt för människor inkluderar alla intressenter så som exempelvis kund, leverantör och medarbetare.

Företagen som gått mot ett mer Lean-tankesätt befinner sig i en ”Lean-transformation” och även om det är företag som varit inom denna transformation i mer än 5–10 år så finns det företag som endast uppnått små förbättringsnivåer, oftast har det varit i en del av ett företag eller process. Trots att efter så många år, är det endast ett fåtal företag som lyckats med framgång beskriver Emiliani och Stec (2005). Detta beror på att ledningen på företag utövar och förstår Lean som ett uppsättning verktyg. Detta i sin tur kan vara anledning till att produktionspersonal på företagen ofta ser Lean likbetydande med dåligt resultat.

Under en transformation ställs företaget många gånger inför utmaningar. I rapporten av Emiliani och Stec redogörs en tidigare undersökning gällande Lean transformation där vanliga hinder som förekommer under en transformation tas upp, några av dessa är:

- Att man faller tillbaka till det gamla arbetssättet
- Brist på vetskap kring hur implementation bör genomföras
- Brist på kris för att skapa en känsla av brådska
- Beakta Lean som ”månadens projekt”
- Motstånd från ledning och personal
- Eliminering av motståndstare till förändring
- Tidigare misslyckanden av Lean-projekt

På grund av olika hinder så har företag svårt att implementera Lean principerna och praxis. Detta i sin tur leder till att implementeringsprocessen begränsar Lean omvandlingen över hela företaget. Förutom dessa hinder som beskrivs i rapporten av Emiliani och Stec (2005) skriver författarna om andra identifierade misstag som ofta förekommer av ledningen under Lean implementering. Några av de identifierade misstagen redovisas i tabell 5.

Tabell 5. Vanligt förekommande identifierade misstag vid Lean implementation.

Ledningssystem	Ledningen ser Lean som en ”tillverknings-grej” och inget som ska täckas upp till ledningssystem-nivå.
Ledarskapsbeteende	Man är inlärd till det gamla tankesättet vilket skapar konflikt med att anstränga sig vid implementeringen av Lean principer. Exempel: det förekommer ofta slöseri-beteenden av ledningen.

Ledarskapsdeltagande	Många högre uppsatta personer sägs stödja Lean men i praktiken är det brist på personligt deltagande i förbättringsaktiviteter, vilket ger budskapet om att Lean implementeringen är jobb som utförs av arbetstagare på lägre nivå.
Personalomsättning på ledningsnivå	Med en hög omsättning på ledningen är det svårt att uppnå en Lean-transformation. Ledningspersonal som kommer och går med några års mellanrum lär sig inte Lean implementeringens effektivitet om inte annat introduceras nya verktyg och metoder eller mått som sedan strider mot Lean principer.
Tidsplan	Utan att tappa korta- och mellanlångsiktiga mål så krävs det ett långsiktigt fokus för Lean transformation från ledningens håll.
Leveranskedja	Det är många företag som tillämpar Lean principer som dock innehåller brister. Utbildningsmetoden för att implementera Lean på företagen är ofta ineffektiva.

Vidare i rapporten beskriver Emiliani och Stec (2005) att det i en tidigare artikel har konstaterats att fler Lean implementeringar som gjorts också innehåller en del fel. Det beror bland annat på bristen av medverkan i förbättringsaktiviteter på ledningsnivå. Det kan signalera att intresset av Lean är bristfällig och att inte vilja förstå Lean som ett ledningssystem. Ett annat fel som beskrivs i rapporten är bristen på tvärfunktionellt deltagande. Om Teamet som arbetade med Lean är litet, vilket kan indikera på att det bara är människor med kvalificering för området som kan arbeta med det men åsikter från personer utanför gruppen är också viktiga.

3.2 Tryckande- och dragandeproduktionssystem

Liker (2004) beskriver ett tryckande system som en produktion där man producerar utefter en beräknad prognos och sedan pressar dessa produkter på återförsäljarna oavsett om de har möjlighet att sälja produkterna direkt eller inte. Sedan försöker återförsäljaren att pressa dessa produkter på kunderna oavsett om de behöver dem nu eller inte. Resultatet av ett tryckande produktionssystem blir ofta mycket stora lager. Vid ett tryckande system finns en relativt stor risk för överproduktion och att producera fel saker, alltså saker som kunden inte efterfrågar.

Till skillnad från ett tryckande system så beskriver Liker (2004) ett dragande system som ett system där kunden endast erbjuds produkter när de behöver dem och återförsäljaren får produkter levererade till sig utefter den faktiska kundefterfrågan. Att använda sig av ett dragande produktionssystem är en central del inom Lean produktion och bidrar till att risken för överproduktion eller produktion av fel artiklar minskar då man aldrig tillverkar mer än vad kunden efterfrågar (reLean, 2017). Principen vid ett dragande produktionssystem är att endast producera då nästkommande station i flödet behöver tillförsel.

3.3 Underhåll av maskiner

För att en utrustning skall förbli tillförlitlig är dess driftsäkerhet en viktig aspekt att tänka på beskriver Bergman & Klefsjö (2012). Vidare förklarar författarna att enligt Svensk Standard SS 4410505 beskrivs tillförlighet enligt följande: ”Driftsäkerhet är en förmåga hos en enhet att kunna utföra en krävd funktion under givna förhållanden vid en given tidpunkt eller under ett givet tidsintervall under antagandet att erforderliga externa underhållsresurser tillhandahållas.” (Bergman & Klefsjö, sida 143).

De faktorer som bestämmer driftsäkerhetsegenskaper är funktionssäkerheten, underhållsmässigheten och underhållssäkerheten. Dessa tre faktorer handlar om:

- 1) Förmågan att utföra krävd funktion under givna förhållanden.
- 2) Underhållsmässigheten är ett mått på hur lätt det är att upptäcka, lokalisera och reparera fel.
- 3) Förmågan att tillhandahålla de resurser som krävs för underhållet.

Underhåll kan delas upp i tre olika delar: avhjälpande underhåll, förebyggande underhåll och förbättrande underhåll (Arbetsmiljöupplysningen, u.d.) För arbeten som är akuta, till exempel att en maskindel gått sönder och inte går att reparera eller där ett utbyte av maskindelen behövs räknas som ett avhjälpande underhåll. När man sedan pratar om förebyggande underhåll kan det till exempel vara att man inspekterar maskiner som i sin tur vid inspektionen leder till att det upptäcks att någon maskindel börjar bli gammal och behöver bytas ut för att inte göra slut på maskindelen som istället leder till ett behov av avhjälpande underhåll under produktionstid. Exempel på förbättrande underhåll är att göra maskinerna bättre och mer hållbara. Detta genom att enkelt bygga bort framtida fel beskriver Arbetsmiljöupplysningen (u.d.).

Maskiner med hög tillgänglighet behöver inte lika mycket förebyggande underhåll som en maskin med låg tillgänglighet enligt Ljungberg (2000). Vidare skriver Ljungberg (2000) att underhåll är en egenskap hos maskiner och att underhålla maskinerna är även ett sätt att eliminera arbetsolyckor (Arbetsmiljöupplysningen, u.d.). Förutom att eliminera olyckor minskar störningar och avbrott i produktionen vilket kan skapa förutsättningar till en jämnare produktion.

3.4 Visualisering av produktionsstatus

I detta avsnitt presenteras de visualiseringsmetoder som används i karossfabriken.

3.4.1 PLC

PLC som står för Programmable Logic Controller eller som på svenska kallas för programmerbart styrsystem är en säregen form av mikroprocessorbaserad styrenhet beskriver Bolton & Bolton (2009). Vidare beskriver författaren att PLC använder ett minne som är programmerbart för att lagra instruktioner samt för att implementera olika funktioner som logik, sekvensering, räkning och timing. Till exempel, för att sedan kunna styra maskiner och processer.

Systemet är utformat för att drivas av ingenjörer med möjligtvis begränsad kunskap om datorer och datorspråk. Styrsystemet PLC är inte utformat för att endast datorprogrammerare ska kunna ställa in och ändra i programmen. Alltså har konstruktörerna av PLC skapat styrprogrammet så att det enkelt kan

matas in med ett språk som är grundat på intuition. Logik är en term som används för att programmeringen främst handlar om att implementera logik och omkopplingsoperationer.

Bolton & Bolton (2009) beskriver sedan att personer som arbetar med programmeringen i PLC sedan matar in en sekvens av olika instruktioner till PLC:ns minne. Sedan övervakar styrenheten in- och utgångar enligt programmet och utför de regler som har programmerats.

3.4.2 Scada

Inom de industriella processerna används det alltmer system som både kan styra och övervaka processer (Bolton & Bolton, 2009). Detta ger möjligheten till kontroll och insamling av data. SCADA är en sådan term som förekommer inom industrin. Scada är en förkortning som står för *Supervisory Control And Data Acquisition System*.

Macaulay & Singer (2011) beskriver att Scada är centralt kopplade till systemet som styr infrastrukturen i produktionen. Systemet för Scada bedöms stödja samordningen av infrastrukturen snabbare än vad den kan kontrollera över de diskreta detaljerna av dessa infrastrukturer.

3.4.3 HMI

HMI, som står för Human – Machine Interface kan används i olika former beskriver Macaulay & Singer (2011). Vidare beskriver författarna att HMI kan vara en pekbaserad videoskärm eller en datorterminal. HMI kan även vara tryckknappar auditiv återkoppling, blinkade ljus och displayer med mera, som visualiserar mätdata eller loggar. HMI kan vara kopplade till scada-databaser som är till för att tillhandahålla visualiseringar och mätvärden som är relaterade till prestandatrender och diagnostisk information och andra parametrar som är relevanta för systemet och dess mätningar.

3.4.4 Andon

Andon är ett system som används som en styrutrustning med ljus- eller ljudsignaler för ett processområde (Liker, 2009). När produktionspersonal upptäcker felaktigheter eller avvikelser i processen kan produktionspersonalen med hjälp av utrustningen slå larm till berörd resurs som kan hjälpa till att åtgärda de upptäckta avvikelserna och felaktigheterna.

3.4.5 Axxos OEE

Ett alternativ för att visualisera produktionen är att använda sig av Axxos OEE som är ett produktionsuppföljningssystem med fokus på förbättring och optimering av produktionen. Genom att använda sig av Axxos OEE samlas produktionsdata ihop för att underlätta kontrollering och styrning över produktionsprocessen (Optiware, 2021).

I programmet Axxos OEE finns ett verktyg som heter Axxos OEE Analyze som ger produktionspersonalen en enkel och tydlig bild av den insamlade produktionsdata. Verktyget är lättanvänt och ger möjligheten till att få rapporter som är utvalda för en period som sedan visar tydliga resultat över händelser i produktionen så som tillverkning, produktionsstörningar etc. Genom att använda sig av Axxos har företag tillgång till att få olika sammanställda rapporter som berör produktionen.

3.5 Benämningar och förklaringar

I detta avsnitt beskrivs olika begrepp som rapporten hanterar.

3.5.1 Cykeltid (C/T)

Cykeltid är den tid som varje artikel infinner sig vid en viss arbetsstation. Alltså den tid det tar för en operatör eller maskin att genomföra arbetet vid stationen innan artikel skickas vidare till nästa station och samma moment repeteras för nästa artikel (Medbo, 2021).

3.5.2 Genomloppstid

Genomloppstid är den tid det tar att färdigställa en artikel (Silf Compentence AB,2021), alltså tiden från den första operationen tills det att artikeln är helt färdig och kvalitetsgodkänd.

3.5.3 Processtid (P/T)

Processtid är den tid som går åt för att färdigställa en process. Vid en monteringsstation med enstycksflöde så blir processtiden den samma som cykeltiden. Vid en process med ett line-flöde så blir processtiden den samma som genomloppstiden (Medbo, 2021).

3.5.4 Linespeed

Den bestämda takten för varje enskild process att slutföra sitt arbete. I rapportens fall är process detsamma som line (Volvo, 2020).

3.5.5 Takttid

Takttid är den produktionstakt som kunden efterfrågar. Takttiden beräknas på följande sätt:

$$\text{Takttid} = \frac{\text{Den tillgängliga arbetstiden under en viss tidsperiod}}{\text{Efterfrågan under samma tidsperiod}}$$

Ekvation 3: Takttid där den tillgängliga arbetstiden under en viss tidsperiod dividerat med efterfrågan under samma tidsperiod.

Takttid blir i praktiken den optimala tiden mellan färdigställande av två produkter efter varandra i produktionsflödet för att få ett så jämnt och balanserat flöde som möjligt. Det är viktigt att anpassa produktionen till takttiden för att undvika över- eller underproduktion (Olsson, 2021).

3.5.6 Ledtid

Ledtid definieras som tiden från att en process initieras tills den är slutförd och en färdig produkt eller tjänst kan överlämnas till kund (Björn Lunden 2021). Alltså är ledtiden det samma som den tid kunden får vänta från att de gör en beställning tills de har fått produkten eller tjänsten levererad till sig.

3.5.7 Flödeseffektivitet

Flödeseffektivitet är ett mått på hur effektivt ett flöde är, man sätter den totala värdeadderande tiden i relation till genomloppstiden (Elvenite AB, 2021). Desto högre flödeseffektivitet, desto bättre ur resursutnyttjande synpunkt.

Ekvation för att beräkna flödeseffektivitet (Medbo, 2021):

$$\text{Flödeseffektivitet} = \frac{\text{Värdeadderande tid}}{\text{Genomloppstid}}$$

Ekvation 4: Flödeseffektiviteten där värdeadderande tid dividerat med genomloppstiden.

3.5.8 Buffertlager

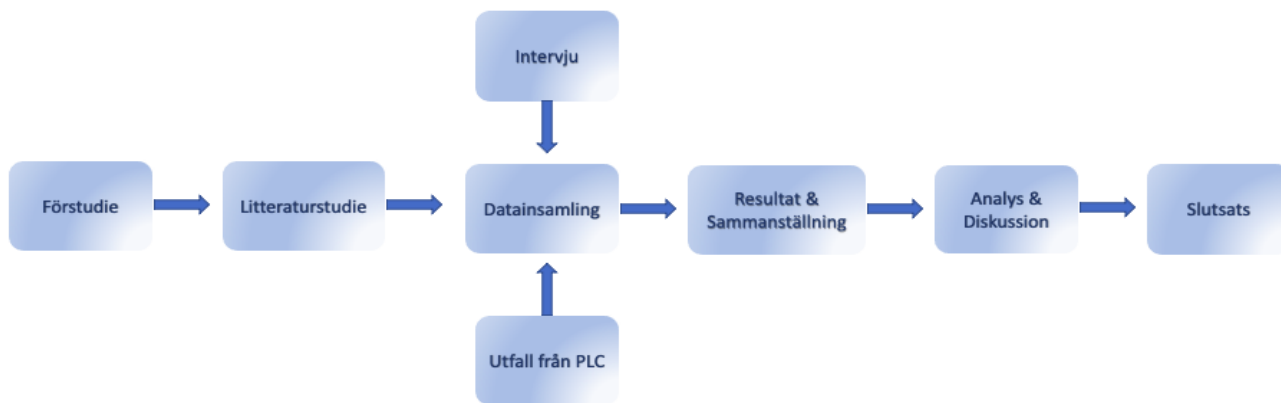
Buffertlager är lager som i ett produktionsflöde ofta finns mellan de olika stationerna för att jämna ut flödet och kunna hantera tillfälliga ordertoppar eller försenade leveranser (LogTrade Technology AB, 2020). Nivån på buffertlagren beror till stor del på hur stor risk ett företag är villigt att ta. Desto lägre buffertnivå, desto större risk för produktionsstopp på grund av diverse olika fluktuationer. Höga buffertnivåer bidrar till mindre risk för produktionsstopp, men ökar däremot kapitalbindningen.

3.5.9 Flaskhals

Flaskhals används som begrepp för de produktionsresurser som är överutnyttjade (Silf Competence AB, 2021). Då en flaskhals ständigt blir överbelagd blir detta en begränsande faktor för det totala produktionssystemets utfall.

4. Metod

I det här kapitlet ges en beskrivning av projektarbetets tillvägagångssätt och de huvudsakliga metoder som har använts samt varför dessa metoder har ansetts vara lämpliga för att få fram den information som krävs för att kunna besvara projektets frågeställningar.



Figur 6: En metodkarta som ger en överblick av de tillvägagångssätt som har använts under projektets gång.

4.1 Projektets genomförande

Projektet startades upp i slutet av augusti 2021, Volvo Cars i Torslanda hade sedan ett drygt halvår tillbaka implementerat ett dragande system i sin karosfabrik och önskade en analys av vilken effekt det har genererat. Det hölls möten med handledare från Volvo samt handledare och examinator från Chalmers för att fatta beslut gällande omfattning av arbetet samt definiera mål och syfte med projektet. Frågeställningar togs fram och i det här stadiet av projektet var tanken att göra värdeflödesanalyser på flödet innan implementeringen och efter implementeringen av det dragande systemet för att sedan jämföra flödeseffektiviteten mellan dessa.

Vidare gjordes ett flertal besök i karosfabriken för att bekantas med flödet, det hölls även möten med processtekniker för att ta reda på vilka ändringar som har gjorts i fabriken i samband med implementeringen av det dragande systemet. Efter dessa besök och möten beslutades det att lämna idén kring värdeflödesanalyser då det efter diskussion med processtekniker i karosfabriken gjordes klart att det är betydligt fler faktorer än enbart det dragande systemet som har en påverkan på flödeseffektiviteten, det hade därför blivit missvisande att generalisera och dra slutsatser kring det dragande systemets påverkan på flödeseffektiviteten genom att göra värdeflödesanalyser eftersom det inte nödvändigtvis behöver vara endast det dragande systemet som påverkar resultatet av dem.

Det gjordes en del ändringar i projektets omfattning och frågeställningar kunde därefter formuleras, det valdes även ut lämpliga metoder för att kunna besvara dessa. Det beslutades att använda en kvalitativ metod i form av semistrukturerade intervjuer för att kunna besvara den första frågeställningen *“Hur har införandet av det dragande systemet påverkat förutsättningarna för processtekniker, underhållstekniker och produktionspersonal att hantera produktionsstörningar?”*. Motiv till att en semistrukturerad intervjuform valdes för att besvara den första frågeställningen är att det bedömdes vara viktigt att få fram

respondenternas unika upplevelse och åsikt för att få ett så rättvisande resultat och underlag till analys som möjligt. Därför valdes semistrukturerade intervjuer som metod då den typen av intervju tillåter respondenten att tala fritt och inte begränsar hen till bestämda svarsalternativ (Davidsson & Patel, 2019).

För att kunna besvara projektets andra frågeställning *“Hur har införandet av det dragande systemet påverkat produktionsflödet i 141-line?”* beslutades det att använda en kvantitativ metod där data i form av JPH (Jobs Per Hour) för en tidsperiod innan respektive efter implementering av det dragande systemet samlades in. Bakgrunden till val av metod för att besvara den andra frågeställningen var att det bedömdes vara mest lämpligt med en kvantitativ metod där konkreta siffror kunde jämföras. En kvalitativ metod hade i detta fall varit för vag för att kunna dra några direkta slutsatser. Att det beslutades att analysera JPH-värden var för att det var det enda KPI-värdet som Volvo har använt sig av både innan och efter införandet av det dragande systemet och att analysera JPH-värden möjliggjorde därför en jämförelse av det gamla och nya flödessystemet.

Efter att specificering av frågeställningar och val av metoder var klara så skapades en planeringsrapport där bakgrund, syfte, omfattning, precisering av frågeställning och metod presenterades. Det gjordes även en planering i form av ett Gantt-schema där en tidsram för de mest väsentliga delarna av projektet specificeras.

Efter att planering av arbetet samt tidsplan var färdig så påbörjades en litteraturstudie. De litteratursökningar som har gjorts har skett digitalt via läroböcker och relevanta artiklar samt internet i form av tidigare forskning inom liknande områden. Enligt Davidson och Patel (2019) är det ett gynnsamt sätt att samla kunskap på. Litteraturstudien i rapporten beaktar följande ämnesområden:

- Lean Produktion
- Tryckande- och dragandeproduktionssystem
- Underhåll av maskiner
- Visualisering av produktionsstatus
- Benämningar och förklaringar

Efter att litteraturstudien hade slutförts så formulerades intervjufrågor, dessa testades på “test respondenter” som arbetade i karosfabriken och sedan genomfördes de riktiga intervjuerna med processtekniker, underhållstekniker och lagledare i produktion. Intervjuerna genomfördes i karosfabriken i Torslanda, det gjordes en ljudupptagning i samtycke med respondenterna och slutligen transkriberades även intervjuerna. Efter att intervjuerna var transkriberade och klarar påbörjades den kvantitativa datainsamlingen. All data, både kvalitativ och kvantitativ sammanställdes och presenterades i rapportens resultat del.

Efter att resultatet hade presenterats i form av tabeller, grafer och diagram så påbörjades en analys av resultatet. Det analyserades hur väl Volvo hade uppnått sina specificerade mål med implementeringen efter vad respondenterna hade svarat under intervjuerna. Det analyserades även kring ifall flödet hade blivit jämnare och mer kontrollerbart genom att jämföra kvantitativa data från innan implementeringen av det dragande systemet med data efter implementeringen.

Vidare fördes en diskussion där resultatet kopplades till den teori som tagits fram under litteraturstudien. En utvärdering gjordes av hur långt Volvo har kommit med sina mål gällande implementeringen av det dragande systemet. Rapportens frågeställningar besvarades och det resonerades även kring vad som har varit bra med implementeringen av det dragande systemet, vad som hade kunnat göras annorlunda och vad Volvo skulle kunna göra i framtiden för att fortsätta sträva efter att uppnå sina mål. Slutligen sammanfattades de mest väsentliga delarna från analysen och diskussionen och en slutsats kunde därmed formuleras.

Då samtliga delar av projektet var färdigställda så redovisades de i form av en skriftlig projektrapport samt en muntlig presentation. I den skriftliga rapporten redovisades samtliga delar i detalj. Efter att den skriftliga rapporten var färdigställd påbörjades förberedelser inför den muntliga presentationen. Förberedelserna bestod av att välja ut det mest relevanta innehållet att lyfta i presentationen, detta bedömdes vara bakgrund till projektet, tillvägagångssätt samt resultat, besvarande av frågeställningarna samt slutsats. En Powerpointpresentation skapades och den muntliga presentationen redovisades för berörda aktörer på Volvo, handledare, examinator och studenter på Chalmers.

4.2 Beskrivning av hur metoderna har tillämpats

I detta avsnitt ges en genomgång av hur rapportens metoder har tillämpats. Kapitlet beskriver den kvalitativa metoden (4.2.1) och den kvantitativa metoden (4.2.2) som sedan följs av en utvärdering och validering av vald metodsats (4.3). Slutligen i avsnitt 4.4 beskrivs samhällreliga, etiska och ekologiska aspekter som kommer att beaktas i arbetet.

4.2.1 Intervjuer

Rapportens kvalitativa metod består av semistrukturerade intervjuer. Hur metoden har utförts beskrivs i kommande avsnitt.

4.2.1.1 Urval av respondenter, frågeformulering och datainsamling

Intervjuerna syftade till att besvara den första frågeställningen *“Hur har införandet av det dragande systemet påverkat förutsättningarna för processtekniker, underhållstekniker och produktionspersonal att hantera produktionsstörningar?”* samt ta reda på ifall de förändringar som har gjorts i samband med implementeringen av det dragande systemet har haft någon påverkan på arbetsmiljö, främst i form av upplevd stressnivå.

Anledningen till att både processtekniker, underhållstekniker och produktionspersonal intervjuades var dels för att det är de arbetsroller som har påverkats mest av implementeringen av det dragande systemet, men även för att få med olika synvinklar och åsikter då dessa arbetsrollers uppgifter skiljer sig ganska mycket åt. Implementeringen har påverkat de olika arbetsrollerna på olika sätt, vilket kändes ytterst relevant att ta hänsyn till.

Det beslutades att inte bestämma ett specifikt antal personer att intervjuas inom varje yrkesroll, utan det beslutades att intervjuer skulle hållas till dess att mättade svar kunde identifieras. Det resulterade i att fyra stycken slumpmässigt utvalda underhållstekniker och fem stycken slumpmässigt utvalda processtekniker intervjuades. Vid intervjuerna med lagledare i produktion var det en större spridning på svaren, där beslutades det därför att inte försätta intervjuerna tills ett mättat resultat nåddes, en sådan generalisering bedömdes vara missvisande för denna yrkesroll. Man nöjde sig därför efter att ha intervjuat sju olika slumpmässigt utvalda lagledare i produktion, trots att mättade svar ej hade uppnåtts. Det som samtliga respondenter hade gemensamt var att de arbetar i det produktionsområde som är i närheten av 141-line, denna avgränsning gjordes då 141-line är det område som främst har beslutats att fokusera på i detta arbete.

Enligt Bryman (2018) så är skillnaden på semi-strukturerad och en strukturerad intervju att respondenten ges möjlighet att utforma sina svar på sitt eget sätt i en semi-strukturerad intervju, medan respondenten inte ges den möjligheten i en strukturerad intervju, där finns det exempelvis förutbestämda svarsalternativ. I en semi-strukturerad intervju ges även möjlighet till att ställa frågor som inte stod med i intervjufrågorna från början, vilket ger möjlighet till en djupare dialog. För att inte isolera respondenterna till förutbestämda svarsalternativ, utan lyckas lyfta fram deras verkliga åsikter så konstruerades en semi-strukturerad intervju. Innan intervjuerna hölls så testades frågorna på två olika medarbetare i karosfabriken. Några få justeringar gjordes innan de riktiga intervjuerna hölls.

Gemensamt för samtliga intervjuer var att de inleddes med att vi presenterade oss och förklarade vad vårt arbete gick ut på. Respondenten försäkrades sedan om att intervjun var anonym, detta ansågs vara viktigt för att de skulle våga svara så ärligt som möjligt på frågorna. Det ställdes även en fråga gällande om respondenten tillät att det gjordes en ljudupptagning för att inte gå minste om någon viktig information som delades vid intervjutillfället, dessa ljudupptagningar raderades efter att intervjuerna hade transkriberats. Sedan ställdes några enklare relativt öppna frågor, vilket enligt Blomkvist & Hallin (2015) är ett bra sätt att lära känna respondenten samt få hen att känna sig bekväm. De inledande frågorna var samma för samtliga yrkesroller och presenteras i tabell 6 nedan:

Tabell 6. Inledande frågor som ställdes till samtliga respondenter vid intervjutillfällena.

Vad har du för arbetsroll?
Hur länge har du arbetat på företaget?
Hur mycket information om implementeringen av det dragande systemet fick du innan det implementerades?
Känner du till målen och syftet med implementeringen av det dragande systemet?
Vad upplever du är den största skillnaden i ditt arbete efter implementeringen av det dragande systemet?

Sedan, när respondenten hade fått svara på de öppna inledande frågorna så formulerades några mer specifika intervjufrågorna utifrån målen med implementeringen av det dragande systemet, detta för att få svar på hur väl Volvo har lyckats uppnå dessa mål gällande hantering av produktionsstörningar.

I tabell 7 nedan presenteras Volvos mål med implementeringen av det dragande systemet till vänster och i kolumnen till höger presenteras de frågor som har ställts och formulerats utefter respektive mål.

Tabell 7. Volvos mål med implementeringen av det dragande systemet och intervjufrågor formulerade utefter målen.

Mål	Frågor
<ul style="list-style-type: none"> Behålla rätt antal karosser i flödet. Isolera stoppen till den line där det händer och inte köra in luckor som slår mot utfall senare. 	Vilka för- och nackdelar ser du med att det binds material i flödet vid stopp?
<ul style="list-style-type: none"> Visualisera de stopp som sker. Göra det enklare att förstå vilken 	Upplever du att det har blivit enklare att visualisera vart i flödet stopp sker samt identifiera flaskhalsar efter införandet av det dragande systemet?

station som är en flaskhals.	
<ul style="list-style-type: none"> • Vi styr flödet och vad som ska ske istället för att flödet styr oss. 	Upplever du någon skillnad gällande styrning av flödet efter införandet av det dragande systemet?

Förebyggande underhåll (FU) är något som har påverkats mycket av implementeringen av det dragande systemet, därför var även detta en relevant och intressant aspekt att få med i intervjuerna. Följande frågor formulerades gällande förebyggande underhåll till de olika yrkesgrupperna.

Tabell 8. Frågor gällande förebyggande underhåll (FU) som ställdes till respektive yrkesroll.

Processtekniker	Underhållstekniker & Lagledare i produktion
När tänker ni att man ska finna tid för det FU efter implementeringen av det dragande systemet? Hur ska den styrningen ske?	Hur upplever ni möjligheten till att göra FU idag? Kan ni, och hur styr ni när FU ska göras idag?

Sedan ställdes frågor kopplade till arbetsmiljö och hälsa i syfte att få reda på hur implementeringen av det dragande systemet har påverkat dessa etiska aspekter. Det ställdes även en avslutande fråga gällande vad respondenten själv hade velat göra annorlunda med implementeringen, detta med avsikt att i allmänhet lyckas få fram vad de har tyckt varit bra respektive mindre bra med implementeringen av det dragande systemet. Dessa frågor formulerades på samma sätt för samtliga yrkesroller och presenteras i tabell 9 nedan.

Tabell 9. Frågor kopplade till de etiska aspekterna arbetsmiljö och hälsa i form av upplevd stressnivå på arbetsplatsen, samt en avslutande fråga som ställdes till samtliga respondenter.

Är det någon skillnad på din upplevda stressnivå innan jämfört med efter införandet av det dragande systemet?
Finns det andra arbetsmiljöaspekter förutom stress där du upplever en skillnad efter implementeringen?
Om det finns något med implementeringen du hade velat göra annorlunda, vad skulle det vara?

4.2.1.2 Analys

Efter att intervjuerna hade slutförts transkriberades dem och sammanställdes sedan i tre olika tabeller, en för respektive yrkesroll där de viktigaste och mest relevanta innehållet från intervjuerna lyftes fram. Denna sammanställning utgjorde en bra grund för att kunna analysera resultatet. De sammanställda svaren som intervjuerna genererade analyserades genom att identifiera de mest förekommande svaren på intervjufrågorna, detta för att lyfta fram de mest frekventa och väsentliga åsikterna gällande det nya flödessystemet. De åsikter som var vanligt förekommande bedömdes vara mest relevanta att lyfta fram då de speglar majoritetens upplevelse, vilket är det som har störst påverkan på attityd och känslor mot

det nya flödessystemet. De mest frekventa svaren diskuterades sedan och ställdes mot den teori som tagits fram under litteraturstudien. Den första frågeställningen *“Hur har införandet av det dragande systemet påverkat förutsättningarna för processtekniker, underhållstekniker och produktionspersonal att hantera produktionsstörningar?”* kunde där efter besvaras. I yrkesgrupperna underhållstekniker och processtekniker där mättade svar hade uppnåtts kunde generella slutsatser dras utifrån de svar som var mest förekommande. För lagledare i produktion kunde ingen generell slutsats dras i och med att de svaren var mer spridda, där granskades och analyseras istället varje enskilt svar och det fördes en diskussion kring varför denna yrkeskategori hade svarat så olika på frågorna.

4.2.2 Datainsamling av JPH-värden från 141-line

Rapportens kvalitativa metod består av datainsamling från 141-line insamlat från processens PLC.

4.2.2.1 Datainsamling

För att kunna besvara projektets andra frågeställning *“Hur har införandet av det dragande systemet påverkat produktionsflödet i 141-line?”* efterfrågades data på JPH, Jobs Per Hour, alltså hur många karosser som har levererats ut under en timma från 141-line. Det efterfrågades JPH-värden både från innan och efter implementeringen av det dragande systemet. Detta för att kunna göra en jämförelse och analysera effekten av implementeringen av det dragande systemet. Rådata tillhandahölls i form av ett Excel dokument med JPH-värden från och med augusti år 2020 till och med april år 2021.

Efter att all data hade granskats beslutades det att fokusera på tre månader: oktober 2020, vilket var innan implementeringen av det dragande systemet hade ägt rum, januari 2021, vilket var precis efter att implanteringen av det dragande systemet hade ägt rum samt mars 2021 då man hade arbetat med det dragande systemet i ungefär tre månader. Detta urval av data gjordes för att se utvecklingen av produktionsflödet från tryckande till dragande system.

Den rådata som vi tillhandahöll innefattade JPH-värden från en 24 timmars period för respektive dygn. Produktionstiden på Volvo är 21,7 timmar per dygn då man räknar bort raster och andra tillfällen då man av olika anledningar inte producerar. Vidare rensades därför data ifrån helgdagar och raster bort, då man vid dessa tillfällen inte arbetar utefter produktionsplan, utan helger och raster utnyttjas främst för att arbeta ikapp det som inte hunnits med under ordinarie produktionstid. Det gjordes därför en bedömning av att den data som fanns registrerad från helgen och raster skulle bidra till ett missvisande resultat och därför sällades den bort.

Det fanns även en del data som visade på JPH-värden över 45 i oktober respektive 47 i januari och mars, dessa data rensades också bort då 45 respektive 47 JPH är den maximala kapaciteten för 141-line. Alla värden över 45 respektive 47 är därför tekniskt omöjliga och en slutats kring att något har gått fel vid mättillfället av dessa värden kan dras. Anledningen till att den maximala kapaciteten ökade efter implementeringen var för att man med det nya flödessystemet upptäckte en del förluster i 141-line som gick att eliminera. Förbättringar som gjordes för att eliminera de förluster som upptäcktes efter att det dragande systemet hade implementerats har dels varit synkronisering av transportererna i processen som orsakade förluster som inte upptäcktes med det gamla tryckande systemet. En annan förändring som gjorts för att eliminera de identifierade förlusterna som tidigare vid det tryckande systemet var dolda är

att distribuera svetspunkterna mellan robotarna så att de är mer jämnt fördelade i den mån det går utifrån rörelser och framkomlighet. Dessa förbättringar har möjliggjort en kapacitetsökning i 141-line från 45JPH till 47JPH. En orsak till att det finns värden över 45 respektive 47 kan vara att man exempelvis har stängt av pull-systemet och kört processen även på rasterna och därmed producerat mer än vad som enligt plan ska vara möjligt. Alla värden över 45 respektive 47 JPH rensades därför bort för att undvika ett vilseledande resultat. Maxkapaciteten på 45 respektive 47 JPH beräknades på följande sätt:

$$\text{Maxkapacitet innan optimeringar: } \frac{\text{Antal sekunder per timma}}{\text{Cykeltid}} = \frac{3600s}{81,9s} \cong 45jph$$

Ekvation 5: Maximal kapacitet innan optimeringar gjorts i processen.

$$\text{Maxkapacitet efter optimeringar: } \frac{\text{Antal sekunder per timma}}{\text{Cykeltid}} = \frac{3600s}{76,5s} \cong 47jph$$

Ekvation 6: Den nya maximala kapaciteten efter att det gjorts optimeringar i processen.

Efter att data från helger, raster samt JPH-värden över 45 respektive 47 hade rensats bort så plottades de värden som var kvar, alltså veckodagar då man har producerat enligt produktionsplan i låddiagram. Ett låddiagram för oktober 2020, ett för januari 2021 och ett för mars 2021. Låddiagrammen visar hur spridningen av JPH-värden ser ut för 141-line och möjliggjorde att en jämförelse över hur jämnt produktionsflödet har varit i form av antal utlevererade karosser per timma under dessa tre månader kunde göras.

Vidare plottades det även linjediagram för respektive månad, detta för att det var önskvärt att kunna studera skillnad i fluktuationer i produktionsflödet under dessa perioder. Det togs även ut ett medelvärde och standardavvikelse för respektive månad, vilket möjliggjorde en jämförelse av medelutfallet och spridning av JPH-värden. I och med att det var en så pass stor mängd data som plottades i respektive linjediagram så var det svårt att kunna urskilja några större skillnader i fluktuationer och föra diskussion kring det. Därför valdes en slumpmässig vecka ut ur varje månad, JPH-värden från den 21:e till och med 28:e oktober, januari och mars plottades i tre separata linjediagram. Medelvärde och standardavvikelse för respektive vecka togs ut, men precis som när en månads JPH-värden plottades så var det även under en vecka alldeles för mycket datapunkter för att man skulle kunna läsa av någon större skillnad i graferna. Därför beslutades det att slutligen gå ner på skiftnivå, ett slumpmässigt nattskift (den 8:e), ett slumpmässigt dagskift (den 22:e) och ett slumpmässigt kvällsskift (den 26:e) plottades i olika linjediagram för respektive månad. Först på denna detaljnivå var det möjligt att påvisa en skillnad i fluktuationer rent visuellt mellan de olika månaderna. Det togs även ut ett medelvärde och en medelstandardavvikelse för de tre slumpmässiga utvalda skiften i respektive månad.

4.2.2.2 Analys

Efter att de ovannämnda diagrammen och graferna hade plottats granskades och analyserades dem. Det som analyserades var främst skillnad i fluktuation samt spridning av JPH-värden mellan de olika månaderna. Fluktuationerna och spridningen i produktionsflödet urskildes genom att dels studera graferna visuellt för att se hur mycket ”svängningar” de innehöll, men även genom att jämföra

standardavvikelsen. En lägre standardavvikelse visar på en lägre fluktuation (låg spridning av JPH-värden) och en högre standardavvikelse visar på en högre fluktuation (hög spridning av JPH-värden). Att jämföra mängden spridning, fluktuationer och ”jämnhet” på flödet var önskvärt i och med att Volvos långsiktiga mål med implementeringen av det dragande systemet var att få ett jämnare produktionsflöde. De vill åstadkomma ett så jämnt och kontrollerat flöde som möjligt med så lite fluktuationer som möjligt för att på lång sikt ha möjlighet att leverera ut fler karosser. I dagsläget har det inte gjorts någon ändring av produktionstakt, vilket betyder att det inte förväntas någon skillnad i utfall. Det gjordes även en jämförelse av JPH-medelvärdena för respektive månad, detta för att få svar på om Volvo efter införandet av det dragande systemet fortfarande levererar ut lika mycket karosser. Resultatet av datainsamlingen och analys av diagrammen som visar på spridningen och medelvärde av JPH-värdena möjliggjorde att projektets andra frågeställning *Hur har införandet av det dragande systemet påverkat produktionsflödet i 141-line?* kunde besvaras och slutsatser gällande hur införandet av det dragande systemet har påverkat produktionsflödet i form av jämnhet och utfall kunde dras.

4.3 Utvärdering och Validering av metod

Enligt Voss et al. (2002) så är det omöjligt att analysera data på ett meningsfullt sätt om man inte har studerat litteratur inom området, då vet man inte vad som är ett bra respektive dåligt resultat. Detta är något som har tagits hänsyn till i detta arbete. Innan själva datainsamlingen påbörjades så gjordes en litteraturstudie av relevanta områden, vilket genererade en bättre och djupare förståelse för de områden som skulle analyseras. Forskningsfrågorna som hade formulerats vid projektets uppstart modifierades efter att litteraturstudien hade slutförts, vilket enligt Voss et al. (2002) inte är ett ovanligt fenomen. Voss et al. (2002) menar till och med på att detta kan vara en styrka då det tillåter utveckling av ännu mer kunskap jämfört med att hålla kvar vid tidigare bestämda forskningsfrågor.

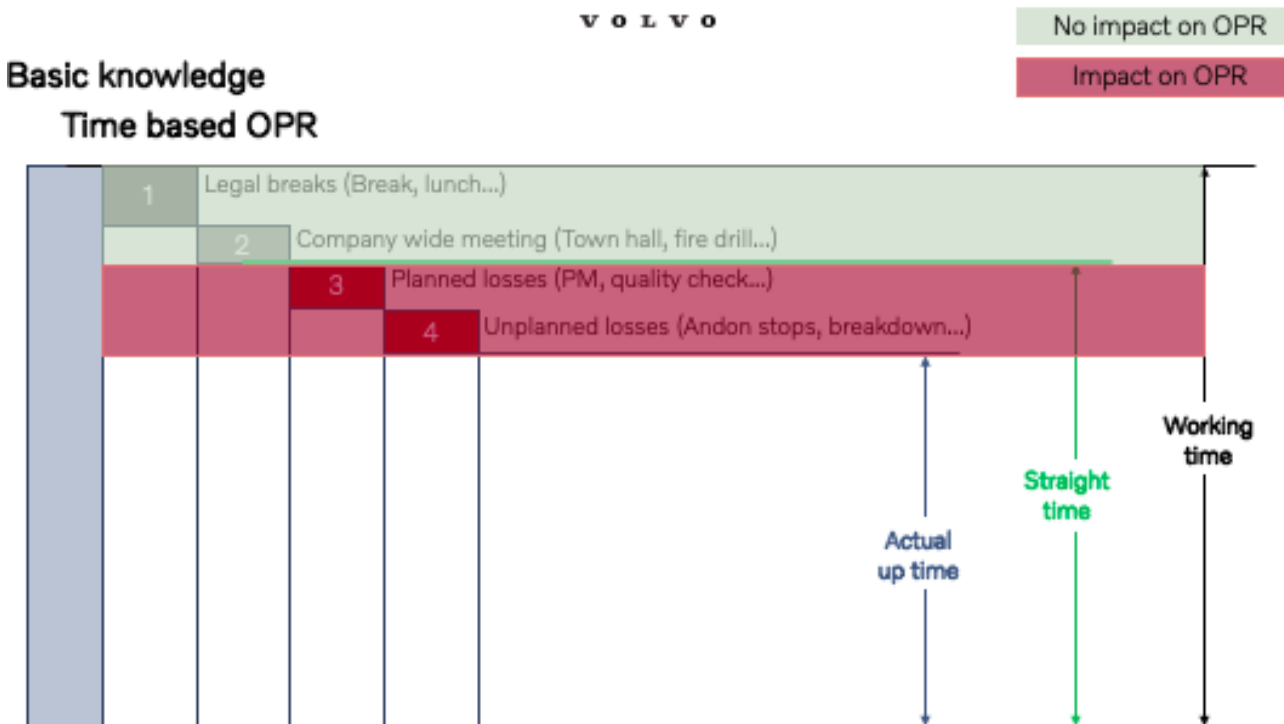
Två olika typer av metoder har använts i detta projekt, en kvalitativ semi-strukturerad intervju och kvantitativ datainsamling. Detta bedöms ha varit ett bra tillvägagångssätt för datainsamling då de olika metoderna kompletterar varandra och ger möjlighet att jämföra respondenternas upplevda effekt av det dragande systemet med den faktiska effekten som den kvalitativa datan visar på. Voss et al. (2002) beskriver även hur en mixad metod med multipla källor till data ökar resultatets trovärdighet.

Då intervjuerna konstruerades användes tratt-modellen, vilket innebär att intervjun inleds med öppna frågor för att sedan ställa mer specifika och detaljerade frågor mot slutet av intervjun (Voss, Tsiriktsis & Frohlich, 2002). Detta koncept fungerade bra, respondenterna fick möjlighet att göra sig bekväma innan de specifika och något mer krävande intervjufrågorna ställdes. Vid val av antal respondenter så beslutades det att intervjua det antal inom varje yrkesgrupp som krävdes för att generera ett mättat resultat, att intervjua fler än det är enligt Voss et al. (2002) inte nödvändigt då det inte bidrar med mer information till undersökningen, utan snarare tar upp onödigt mycket tid. Intervjuerna med en av yrkesrollerna, lagledare i produktion resulterade däremot inte i mättade svar, men där beslutades det att nöja sig med att intervjua 7 stycken lagledare och fokusera på deras unika svar för att inte dra allt för generella slutsatser och exkludera någons åsikt i eftersträvan på mättade svar. Att genomföra intervjuer var en tidskrävande metod, respondenterna hade ibland en tendens att sväva iväg och inte hålla sig till att svara på den frågan som faktiskt ställdes. Hade det getts möjlighet att göra om intervjuerna så hade

det kunnat vara fördelaktigt att försöka styra respondenten något och påminna hen om vad den faktiska frågan var för att undvika att ödsla tid på att diskutera saker som inte var relevanta för just den här undersökningen.

Den data som användes i den kvalitativa metoden var JPH, Jobs Per Hour. Anledningen till att just den datan användes var för att JPH är ett värde som har uppmätts både innan och efter implementeringen av det dragande systemet och möjliggjorde därför en jämförelse mellan systemen. Tillförlitligheten på JPH värdena kan diskuteras, precis som det beskrivs i avsnitt 4.2.2.1 så har en viss del av datan sållats bort, sammanlagt handlar det om 677 datapunkter som har sållats bort. Detta precis som tidigare nämnt för att man inte räknar med helger, rasttider och företagsövergripande möten som tex. brandövningar etc. Den rådata vi fick till oss innehåller mätvärden från 24 timmar per dygn, men den faktiska arbetstiden på Volvo är 21,7 timmar per dygn. Därav behöver man sålla bort en del data för att inte få ett vilseledande resultat.

I figur 7 går det att urskilja hur den faktiska arbetstiden skiljs från den “verkliga” tiden. Raster och planerade företagsmöte (1 & 2) har alltså ingen påverkan på OPR-mätningarna, medan planerade och oplanerade förluster (3 & 4) har det. Under dessa fyra steg har vi den faktiska tillgänglighetstiden. I detta arbete har vi alltså sållat bort datapunkter från steg 1 & 2 som inte har någon påverkan på OPR-mätningar, men behållit datapunkter från steg 3 & 4 som har en påverkan på OPR-mätningarna. Eftersom det finns olika visualiseringsmetoder att använda sig av finns det även olika data att tillgå. I detta arbete har det hämtats data direkt från PLC, vilket innebär att data inte sållats automatiskt som den hade gjort om det varit data från exempelvis Axxos. Axxos har ett automatiskt kalendersystem som automatiskt tar bort rasttiderna och andra tider som inte räknas in i ordinariearbetstiderna.



Figur 7. Volvos egen visualisering över den tid som påverkar OPR-mätningarna.

Trots att vi har behövt sälla bort en del data på egen hand så bedöms den data som vi har använt oss av för att plotta våra diagram och grafer vara rimlig. Det är värden som ligger inom ramen för vad som är teoretiskt och tekniskt möjliga värden för 141-line och de bedöms därför ha genererat ett trovärdigt resultat. Något som hade varit intressant att göra som även hade ökat trovärdigheten av JPH-värdena ytterligare hade varit att personligen vara på plats i produktionen och manuellt klocka JPH-värden, men i och med att detta arbete påbörjades efter att implementeringen hade ägt rum så var det inte genomförbart inom ramen för detta projekt.

Något annat som bör diskuteras gällande plottningen av JPH-värdena är att det kan bli något missvisande att endast ta ett stickprov och kolla på ett skift. Det kan vara olika saker som har skett under dessa skift som har påverkat JPH-värdena, men inte har haft med det dragande systemet att göra. Ursprungsidén var att kolla på fluktuationer över en tidperiod på en månad, men eftersom dessa linjediagram innehåller så otroligt mycket data så blev det svårt att kunna urskilja några skillnader. Det gjordes därför en övervägning att gå ner på att endast granska ett skift för att ha möjlighet att kunna påvisa skillnader med vetskapen att detta är ett stickprov som generella slutsatser ej kan dras utefter. Det slutsatser som har kunnat dras utifrån stickproven är att om det har varit möjligt att uppnå ett visst resultat under ett skift, så bör det även vara möjligt att göra det under andra skift också. För att ge en mer rättvisande bild beslutades det att göra flera stickprov och ta ut medelvärde samt standardavvikelse på dessa, totalt tre stickprov togs på skiftnivå för respektive månad. Detta anses generera ett något mer rättvisande resultat, men för att ge en ännu mer korrekt och rättvisande bild hade ytterligare stickprov på skiftnivå kunnat göras, detta är förslag på vidare uppföljning av denna analys.

Sammanfattningsvis så bedöms metoderna i detta projekt ha genererat ett tillförlitligt och trovärdigt resultat där data från olika källor kompletterar varandra på ett bra sätt. Vid slutsats och analys har så många olika perspektiv som möjligt från resultatet tagits hänsyn till för att spegla verkligheten så bra som möjligt, att använda sig av multipla källor till data är enligt Voss et al. (2002) något som ökar reliabilitet av en datainsamling. För att öka validitet och reliabilitet ytterligare hade ännu fler källor till data kunnat vävas in i arbetet, detta är som tidigare nämnt förslag på ytterliga uppföljning och forskning inom området.

En annan aspekt av det resultat som har genererats i detta arbete som kan vara värt att diskutera är dess generaliserbarhet. Tillvägagångssättet i detta arbete har anpassats specifikt för Volvo och de ändringar som de har valt att göra i samband med införandet av dragande principer i sin karosfabrik. Resultatet bedöms därför inte vara generaliserbart, det som kan resoneras kring är att de effekter som förändring har genererat på Volvo kan vara värdefulla att ta del av för andra organisation som funderar på att genomgå en liknade förändring. De kan då ta lärdom kring vad Volvo har gjort bra och vad som hade kunnat göras annorlunda. Exempelvis kan vissa fallgropar som Volvo har hamnat i vid sin implementering av ett dragande system undvikas av andra organisationer genom att ta lärdom av de slutsatser som har dragit i detta arbete.

4.4 Vilka samhälleliga, etiska och ekologiska aspekter behöver beaktas i arbetet

Några av Lean principerna innebär att arbeta efter ett standardiserat arbetssätt och att reducera slöserier (Liker, 2004), dessa principer kan många gånger resultera i ett relativt monotont och psykiskt pressande arbete (Arbetsmiljöverket, 2016). En fråga som kändes värd att tänka på var ifall detta är rätt ur ett etiskt perspektiv, är det ett bra arbetssätt ur hälsosynpunkt för personalen? Eller gynnar det endast företaget i form av bättre prestanda och ett effektivare produktionsflöde. Denna etiska aspekt togs upp i intervjuerna i två separata frågor (se avsnitt 4.2.1) för att se hur lagledare i produktion, underhålls- och processtekniker upplever sina arbetsuppgifter i relation till hälsa och stress. En annan central del inom Lean är att sätta medarbetarna i centrum och ge alla möjlighet att påverka arbetet kring att jobba mot ständiga förbättringar (Liker, 2004). Även detta fångades upp i intervjuerna där respondenterna fick berätta hur involverade de har varit under implementeringen av det dragande systemet och hur mycket information de har fått till sig.

Att arbeta mot ett effektivare flöde är generellt sett positivt för miljön och ekologiska aspekter (Henning, 2021, mars). Desto effektivare produktion, desto mindre utsläpp per tillverkad enhet. Denna aspekt är något som fanns i åtanke under projekts gång. Inga djupare analyser gjordes, men om resultatet visar på att produktionen har blivit effektivare efter implementeringen av det dragande systemet så kan parallellt dras kring att det är positivt ur ett ekologiskt perspektiv.

Ständiga förbättringar och ett effektivare flöde kan komma att påverka samhälleliga och även etiska aspekter ifall Volvo väljer att effektivisera sin produktion med hjälp av fler datastyrda och automatiserade robotar. Det kan göra att personalen blir påverkade genom att behöva bli omplacerade eller i värsta fall arbetslösa för att arbetsuppgifter inte finns att tillgå. Denna samhälleliga aspekt har dock inte beaktats under arbetet då information gällande fabriken's framtida planer inte är något som har fokuserats på.

5. Resultat

I detta kapitel redovisas en sammanställning av de intervjuer som gjorts samt en sammanställning av den kvantitativa datainsamlingen från 141-line. Redovisningen sker i form av diagram och grafer med förklarande text. I avsnitt 5.1 ges en sammanfattning av de intervjuer som utförts med en uppdelning av lagledare i produktion (5.1.1), underhållstekniker (5.1.2) och processtekniker (5.1.3). Vidare ges resultatet från datainsamlingen. Där redovisningen sker i form av spridning av JPH-värden visualiserat i låddiagram (5.2.1) samt linjediagram (5.2.2). Slutligen presenteras linjediagram av JPH-värden innan sållning jämfört med efter sållning (5.2.3).

5.1 Sammanställning av intervjuer

I första delen av resultatet redovisas sammanställningar som gjorts från intervjuerna som utförts. Dessa är grupperade utifrån vilken arbetsgrupp det är som intervjuats utan någon specifik inbördes ordning.

5.1.1 Lagledare i produktion

I tabell 10 nedan presenteras resultatet från intervjuerna med lagledare i produktion. I denna sammanställning har respondenternas svar kortats ner och det är det mest relevanta och väsentliga innehållet från respondenternas svar som har valts ut. De svar som gavs från de sju olika lagledarna var väldigt spridda och mättade svar uppnåddes ej.

Tabell 10. En sammanställning av de intervjuer som hölls med lagledare i produktion.

Respondent	Hur mycket information fick du om det dragande systemet innan det implementerades?	Känner du till målen och systemet med det dragande systemet?	Vad är den största skillnaden i ditt arbete efter implementeringen av det dragande systemet?	Vilka för- och nackdelar ser du med att det binds material i flödet vid stopp?	Upplever du någon skillnad gällande styrning av flödet efter införandet av det dragande systemet?
Lagledare 1	Ganska lite.	Sammanhängande flöde Lättare att se problem.	Blir mer begränsad med pull, kan inte göra FU på samma sätt.	Fördel: Kan tydligare se vart vi brister. Nackdel: Känsligare mot stopp. Det har blivit svårare att göra FU.	Det var mycket mer luckor innan pull.
Lagledare 2	Inte jättemycket.	Man vill ha en line som jobbar i samma rörelse hela tiden för att underlätta felsökningen.	Felsökningen är svårare nu.	Nackdel: Det försvårar felsökningen.	Nej jag ser ingen skillnad.
Lagledare 3	En del, men det var tack vare att jag är nyfiken och frågade mycket själv.	Få ett jämnare flöde och enklare kunna se flaskhalsar.	Att vi behöver stänga av pullen och tömna flödet för att göra FU.	Fördel: Blir inga luckor vid längre stopp. Nackdel: Ser faktiskt inga.	I min värld var det samma nu som innan.
Lagledare 4	Hade hört lite rykten.	Man ska kunna styra sin process. Jämnare flöde. Inga luckor i flödet.	Planeringen av FU.	Fördel: Att det alltid finns karosser där det ska finnas, efter stopp så rullar allt på samtidigt. Nackdel: Problematiskt att göra FU.	Innan körde vi bara på, pullen hjälper alla att planera lite bättre.
Lagledare 5	Inte mycket.	Få ett jämnare flöde.	Svårare att veta vad som orsakar stopp.	Fördel: Flödet har blivit jämnare. Nackdel: Att vi inte levererar lika mycket karosser som innan p.g.a. vi påverkas av de andra avdelningarna hela tiden.	Skilnad är att man nu är mer beroende av hur andra avdelningar presterar, är de inte med i matchen påverkar det oss.
Lagledare 6	Inte så mycket.	Att vi ska ha ett fullt flöde utan luckor.	Vi ser inte våra buffertar, därför blir det svårt att vet ifall det är stopp eller om flödet har stannat p.g.a. antal i buffert.	Fördel: Vet inga Nackdel: Kunden får brist när vi har en full line med karosser.	Innan kom karosser slumpvis, nu styr buffertarna när vi rullar.
Lagledare 7	Bokstavligen nada.	Ha ett jämnare flöde. Hålla kvaliteten stabilare. Operatörerna ska ha en takt att jobba efter, istället för en port att jaga.	Att man får vänta på UH vid stopp istället för att lösa det själv. Support vid stopp har blivit bättre.	Fördel: Efter stopp kör man igång direkt, inga luckor att fylla.	Nej, känner inte att jag kan styra så mycket.
Respondent	Upplever du att det har blivit enklare att visualisera vart i flödet stopp sker samt identifiera flaskhalsar efter införandet av det dragande systemet?	Hur upplever ni möjligheten till att göra FU idag? Kan ni, och hur styr ni när FU ska göras idag?	Är det någon skillnad på din upplevda stressnivå innan jämfört med efter införandet av det dragande systemet?	Andra arbetsmiljöaspekter där du upplever en skillnad efter implementeringen av det dragande systemet?	Finns det något med implementeringen du hade velat göra annorlunda?
Lagledare 1	Absolut	Luckorna som fanns innan pull var fördelaktiga vid FU.	Mer stressigt i början av implementeringen, men inte längre.	Tufft att motivera laget och få dem att föstå varför pull har implementerats. Svårt att jobba bort gamla vanor.	
Lagledare 2	Nej det tycker jag inte.	Jag kan göra hyfsad FU, med det är svårare nu än innan.	Nä det tycker jag inte.	Känns som att mina operatörer jobbar lite lugnare i samband med detta.	Utbildningsmaterial innan implementeringen.
Lagledare 3	Ingen skillnad.	Man kan göra FU nu, men då måste man stänga av pullen.	Mindre stressnivå efter implementeringen, tack vare att det inte blir några luckor i flödet.	Nä.	Skickat ut mail med information.
Lagledare 4	Nu efter implementeringen så måste man kunna sin process för att veta vart det är stopp.	Man har lärt sig hantera det med tiden, man måste förstå sin process och flödet för att kunna styra.	Nej.	Svårare för operatörer att lämna balansen nu, jag gillar den disciplinen.	Mer information i början.
Lagledare 5	Lite enklare, man behöver ha mer koll på kringliggande processer nu.	Nu måste vi stoppa linjen för att göra FU, innan kunde man passa på i luckor.	Stressnivån har öka lite eftersom det är mer att hålla koll på nu.	Nä.	Ändra antal i min. buffert på vissa områden, känns ibland som flaskhals.
Lagledare 6	Nej det tycker jag inte.	Inget avancerat FU på min line, vi hinner göra det vid stopp.	Ingen skillnad.	Om det blir en paus p.g.a. stopp så vet man inte hur länge den varar då det inte finns luckor.	Bättre visualisering av buffertar.
Lagledare 7	Nej.	Har telefonkontakt med närliggande process, vid längre stopp går vi in och gör FU, måste dock släppa på pull för att tömna en station.	Mindre stress då man nu ska stappa undan och låta UH/DLC svara för att eliminera stopp.	Tappar lite kunskap och lust då man inte ska "fixa" stopp själv längre.	Sätta ihop ett team med nyckelpersoner i varje avdelningen som fick information om hur allt skulle gå till så att de kan föra vidare den. En handlingsplan.

5.1.2 Underhållstekniker

I tabell 11 nedan presenteras resultatet från intervjuerna med underhållstekniker. Även underhållsteknikernas svar har sammanställts och kortast ner så att det endast är det mest relevanta innehållet för detta arbete som presenteras. Efter fyra intervjuer med olika underhållstekniker så uppnåddes relativt mättade svar.

Tabell 11. En sammanställning av de intervjuer som hölls med underhållstekniker.

Respondent	Hur mycket information fick du om det dragande systemet innan det implementerades?	Känner du till målen och systemet med det dragande systemet?	Vad är den största skillnaden i ditt arbete efter implementeringen av det dragande systemet?	Vilka för- och nackdelar ser du med att det binds material i flödet vid stopp?	Upplever du någon skillnad gällande styrning av flödet efter införandet av det dragande systemet?
UH tekniker 1	Noll	Jämnare flöde	Felsökning har blivit svårare	Fördel: Inga på UB-världen, kan möjligtvis se fördel på rak line Nackdel: Måste släppa på pull och tömma station vid FU	Flödet styr oss nu, vi kommer inte åt att göra FU p.g.a. flödet
UH tekniker 2	Alldeles för lite	Jämnare flöde Inga luckor i linan	Felsökning, mängder med olarmande stopp	Nackdel: Inte lika uppenbart vart det är stopp.	Det var enklare att planera innan.
UH tekniker 3	Hade hört talas om det lite	Alltid ha karosser i flödet När det är haveri ska jag alltid ha något att kolla på	Att vi sitter mer för vi vet inte om det är stopp eller inte	Fördel: Det har blivit tystare i fabriken Nackdel: Kan inte planera FU	Flödet styr oss, vi kan inte göra våra jobb som vi gjorde innan.
UH tekniker 4	Ingenting	Köra efter en viss takt, ett flöde som går samma hela tiden.	Produktion som inte förstår vad det innebär. Bli utringd på stopp som egentligen är stillastånd p.g.a. av fel antal i buffert.	Fördel: Enklare att se flaskhals. Nackdel: Vi tappar cykeltid konstant.	Innan var det stoppen som styrde, vi pumpade ut så mkt vi kunde. Nu styr flödet alla överider.
Respondent	Upplever du att det har blivit enklare att visualisera vart i flödet stopp sker samt identifiera flaskhalsar efter införandet av det dragande systemet?	Hur upplever ni möjligheten till att göra FU idag? Kan ni, och hur styr ni när FU ska göras idag?	Är det någon skillnad på din upplevda stressnivå innan jämfört med efter införandet av det dragande systemet?	Andra arbetsmiljöaspekter där du upplever en skillnad efter implementeringen av det dragande systemet?	Finns det något med implementeringen du hade velat göra annorlunda?
UH tekniker 1	Nej, tvärtom.	Vi kan inte styra FU idag.	Mer stress p.g.a. händer mycket i företaget nu, men vet ej ifall det är med bara pull att göra.	Dålig stämning och tappat intresse när man inte får sin röst hörd.	Mer information En tisplan
UH tekniker 2	Nä det skulle jag inte säga.	För min del som inte har en överblick så är det svårare, med DLC ska börja stötta oss, då kommer det nog bli bättre.	Nä, blir inte stressad lätt.	Irritation	Ta en del i taget, få den att funka, sen gå vidare till nästa del
UH tekniker 3	Nej, ibland måste jag t.o.m. släppa pull för att se vart stoppet är	Svårare att styra när vi ska göra FU, vi ser inte rätt antal i buffertar.	Finns ingen stress alls, hinner ta en extra kopp kaffe.	Tystare i fabriken	Ta bort pull på 141-line Kunna tömma ut på rasterna Bättre kommunikation
UH tekniker 4	Nä, tvärtom tänker jag.	Problematiskt med material i flödet, då måste man ibland tömma ut för att kunna göra FU	Nää	Eh nää	Mer information

5.1.3 Processtekniker

I tabell 12 nedan presenteras resultatet från intervjuerna med processtekniker. Respondenternas svar har sammanställts genom att kortfattat presentera de mest relevanta innehållet för detta arbete. Efter fem intervjuer med olika processtekniker så uppnåddes relativt mättade svar.

Tabell 12. En sammanställning av de intervjuer som hölls med processtekniker.

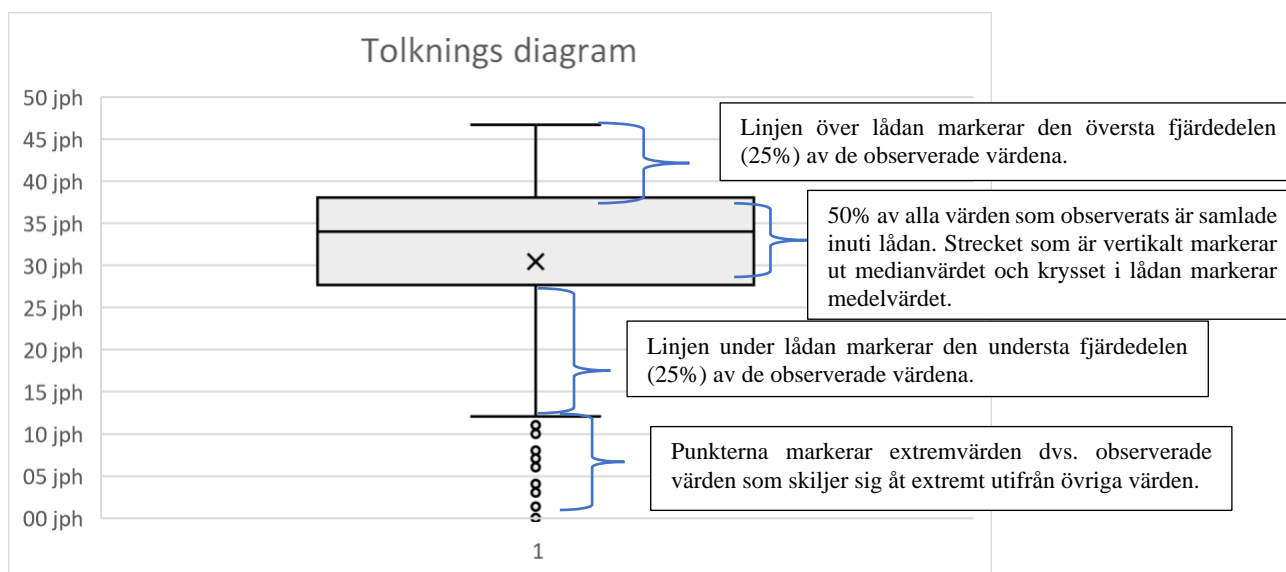
Respondent	Hur mycket information om implementeringen av pull-systemet fick du innan det implementerade?	Känner du till målen och systemet med det dragande systemet?	Vad är den största skillnaden i ditt arbete efter implementeringen av det dragande systemet?	Vilka för- och nackdelar ser du med att det binds material i flödet vid stopp?	Upplever du någon skillnad gällande styrning av flödet efter införandet av det dragande systemet?
Processtekniker 1	Det var väl inget jättematerial som man gick ut med.	Syftet var ju att vi ville synliggöra våra störningar mer i flödet.	Det har inte skiljt eller förändrats jättemycket. Det har tillkommit då som har påverkat, det har ju gjort att vi har fått lite andra verktyg.	<i>Fördel:</i> Ej påverkat mitt arbetet <i>Nackdel:</i> Man kunde köra ut mer karosser förut men fick luckor.	Styrningen har inte förändrats vad jag vet så sätt.
Processtekniker 2	Jag tycker väl ändå vi hade hyfsat bra information.	Ja, delvis. TA:s syfte lät ju mer som att vi vill inte tömma buffertarna vi ser att vi tappar väldigt mycket på det.	Klockning	Jag skulle väl inte vilja säga att det påverkar mig på något sätt.	Vi styr ju inte ens flödet ordentligt idag.
Processtekniker 3	Ganska mycket faktiskt.	Målet var då att vi ska implementera i hela TA och få våra problem mer synliga.	Inte så mycket, det blev mer jobb. Som sagt man upptäckte mycket mer fel som man inte lagt energi på innan.	Nää jag kan inte säga att det påverkat mitt arbete så mycket.	Nu är den mer synkat. Det tycker jag är mycket bättre än att ha långa och tomma buffertar.
Processtekniker 4	Lagom får jag väl säga	Att kunna styra processen bättre.	Att vi hittar problemen som har varit dolda av buffertar innan. Det är väl det vi ser mest.	<i>Nackdel:</i> Att man inte kommer åt utrustning som man gör när man tömmer ut flödet. <i>Fördel:</i> Att vi jobbar med "rätt" saker.	Nej, har inte märkt någon större skillnad från innan.
Processtekniker 5	jag fick ju en hel del.	Vi ska utmana oss själva genom att sänka hastigheten på vår linor och kunna få ett visuellt flöde.	Det är lättare att analysera flödet. På grund av att vi får bättre data.	<i>Fördel:</i> För mig är det just det jag gör och det är att analysera datan.	Jag tycker inte att det har blivit någon förändring.
Respondent	Upplever du att det har blivit enklare att visualisera vart i flödet stopp sker samt identifiera flaskhalsar efter införandet av det dragande systemet?	När man binder mer material i flödet vid stopp, hur tänker ni gällande FU – när ska man finna tid för det och hur ska den styrningen ske?	Är det någon skillnad på din upplevda stressnivå innan jämfört med efter införandet av det dragande systemet?	Andra arbetsmiljöaspekter där du upplever en skillnad efter implementeringen av det dragande systemet?	Finns det något med implementeringen du hade velat göra annorlunda ?
Processtekniker 1	Ja, framför allt om man är ute så är det enklare att se vart det stoppar om man kollar.	Känns mer som en underhållsfråga.	Nee.. Det tror jag faktiskt inte.	Nää men man borde ha gått ut med ordentlig och tydlig information till ALLA i produktion.	Återkommer.
Processtekniker 2	Jajamen. Men om man kan sin process skulle jag vill säga, annars vet man ju inte.	Vi har diskuterat det väldigt många gånger och än så länge är vi inte riktigt hemma på det.	Nää det är väl bara det med klockningen och om allting rullar har vi inte de problemen heller.	Nää	Allt. Utbildning, information, involvering lagen, teknikerna, underhållsteknikerna, alla borde ha fått vara med. Tagit fram sina värden, förstå hur värden är uppbyggda. Varför pull är bra? Hur ska vi föra in pull. Vilka zoner har vi. Allt.
Processtekniker 3	Yes	Vill jag att man själv styr.	Nää	Jaa det blir ju lite stress. Det kan man inte undgå. Så lugnt är det inte. Men lite grann men på en rimlig nivå	Mer information till produktion tror jag. Och liksom inte så nära inpå införande utan långt innan, utan att man går ut med det allmänt först och sen börjar sakta, sakta ta in det.
Processtekniker 4	Vi kommer att komma dit, just nu är vi inte riktigt där.	Det får man planera in.	Nej inte för min del.	Nej inte vad jag kan komma på	Kanske göra en flödes-simulering ordentligt innan.
Processtekniker 5	Jaa	Den kan jag nog inte riktigt svara på.	Inte för min del	Nej	Kartläggningen av stegplanen. Att bygga upp kompetenspaket – vad är det vi ska göra?

5.2 Resultat av kvantitativ datainsamling

I detta kapitel presenteras resultatet från datainsamlingen från 141-lines PLC. I avsnitt 5.2.1 presenteras resultatet i form av låddiagram. Vidare presenteras resultatet i linjediagram (5.2.2).

5.2.1 Spridningen av JPH-värden visualiserat i låddiagram

Resultaten från den kvantitativa datainsamlingen kommer att redovisas i form av låddiagram i detta avsnitt. För att få en förståelse för diagrammen kommer det i figur 8 nedan visas ett exempel på låddiagram med förklaring på hur ett sådant diagram tolkas.

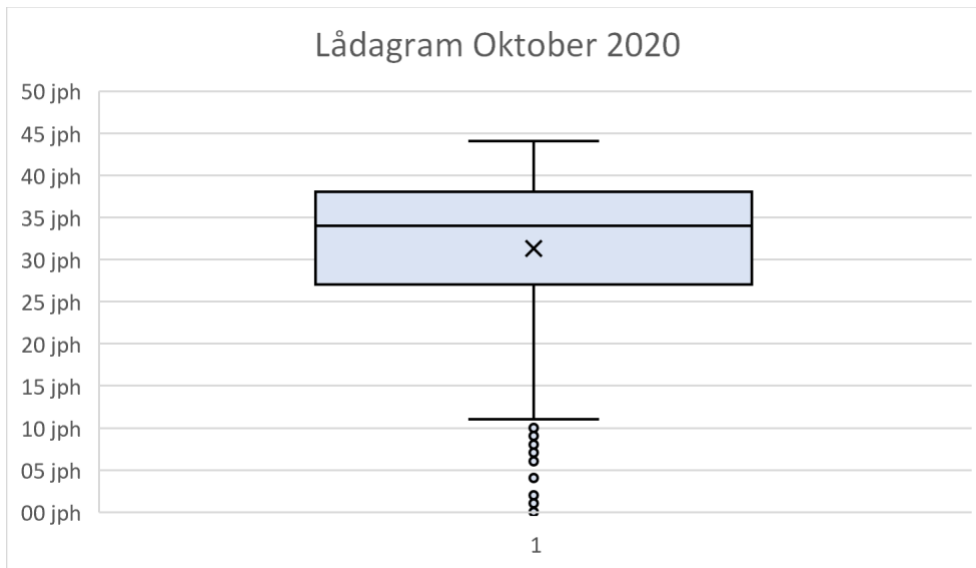


Figur 8. Ett exempel på ett låddiagram och hur den tolkas.

En önskad effekt av att implementera det dragande systemet är en mindre spridningen av JPH-värden, alltså ett jämnare flöde. Därför önskar man att lådan ska bli mindre samt minska antal extremvärden, långsiktigt vill Volvo även ha ett bättre utfall, alltså högre medelvärde på JPH-värdena. I dagsläget har det däremot inte gjorts någon ändring av produktionstakt, vilket betyder att man i denna undersökning förväntar sig ett utfall som är likvärdigt för samtliga månader.

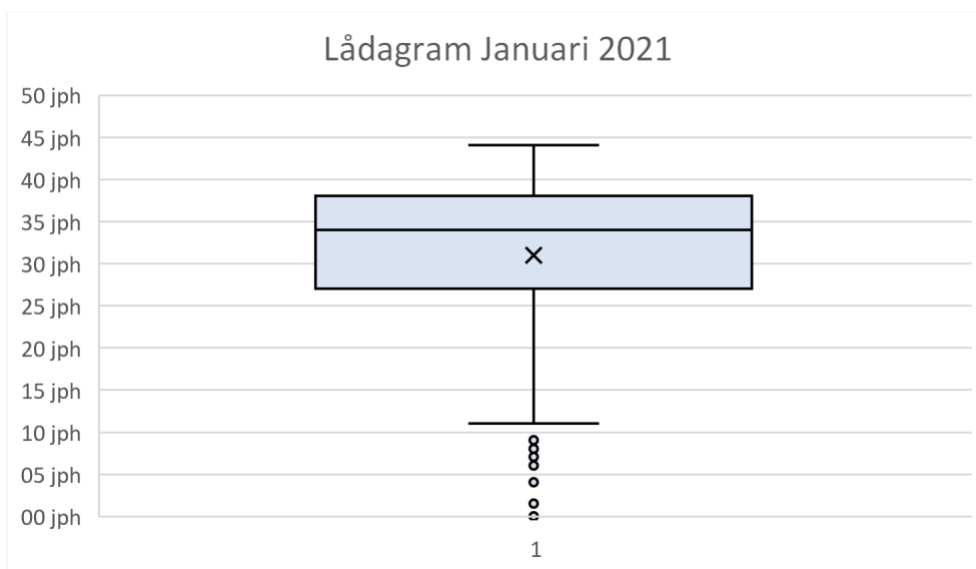
I nedanstående figur har JPH, Jobs Per Hour från 141-line plottats i låddiagram för oktober 2020, januari 2021 och mars 2021. Detta visar spridningen av antal utlevererade karosser från 141-line för de olika tidsperioderna.

I figur 9 som visar utfallet från oktober 2020 innan det dragande system hade implementerats i 141-line kan man se att det högsta värdet är 44JPH och det lägsta hamnar på 11 JPH. Lådan i diagrammet visar hälften av alla värden som observerats vilket är mellan 27JPH-38JPH. Krysset i lådan markerar lådans medelvärde, vilket ligger på 31,3JPH. Medianvärdet markeras vid 34JPH. Sedan framkommer det extremvärden som ligger mellan 0JPH – 10JPH.



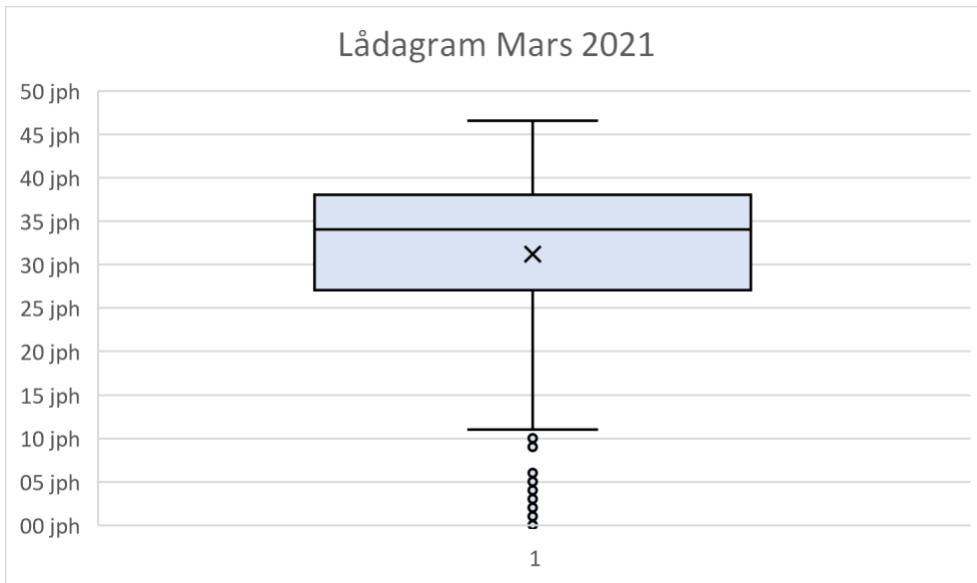
Figur 9. Spridning av JPH-värden i oktober 2020.

I figur 10 visas utfall från januari 2021. Det var första månaden efter att det dragande systemet hade implementerats samt att maxkapacitet för 141-line hade ökat från 45JPH till 47JPH. Anledningen till att kapaciteten ökat efter implementeringen har varit för att man lyckats optimera transporttiden i processen och synkronisera flödet under transport, tack vare det dragande systemet. Förutom förändringar i transporten har man även distribuerat om vissa svetspunkter mellan olika robotar, vilket har lett till att även processtiden har optimerats. Lägsta värdet hamnar på 11JPH och högsta värde på 44JPH. Lådans inre värden ligger mellan 27JPH – 38JPH. Medianen under januari 2021 visar på 34JPH och medelvärdet för denna tidsperiod är 31JPH. Extremvärden för perioden ligger mellan 0 och 11.



Figur 10. Spridning av JPH-värden i januari 2021.

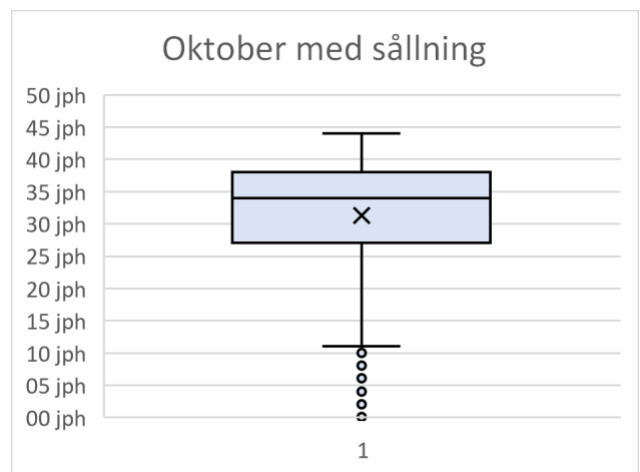
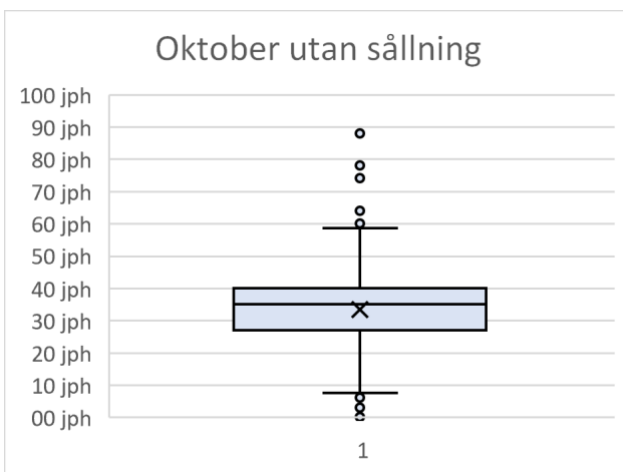
Figur 11 visar spridningen av JPH för mars 2021 vilket är 3 månader efter att implementering av dragandesystemet hade ägt rum. I figur 11 kan vi se att det högsta värdet för perioden är 46,5JPH och lägsta värdet 11JPH. Lådans inre värden ligger mellan 27JPH och 38JPH. Medelvärdet för mars månad visar på 31,2JPH och medianen för månaden visas vid 34JPH. För mars månad hamnar extremvärdena liknande figur 9 och 10 mellan 0 och 10.



Figur 11. Spridning av JPH-värden i mars 2021.

5.2.1.1 Låddiagram av JPH innan jämfört med efter sällning

För att få en föreståelse för hur det skiljer sig mellan resultat som inte fått någon data bortsållad och resultat som har bortsållad data visas två exempel i figur 12 & 13. Det vi kan se i låddiagrammet utan data som sållats bort är att den visar extremvärden över 58,6 JPH som är värden som inte är tekniskt möjliga för 141-line och skiljer sig extremt mycket från de andra värdena.



Figur 12 och 13. Figur 12 visar ett exempel på ett låddiagram med osållad rådata. Figur 13 visar motsvarande data där raster, helger och JPH-värden över 45 har sållats bort.

5.2.2 Spridning av JPH-värden visualiserat i linjediagram

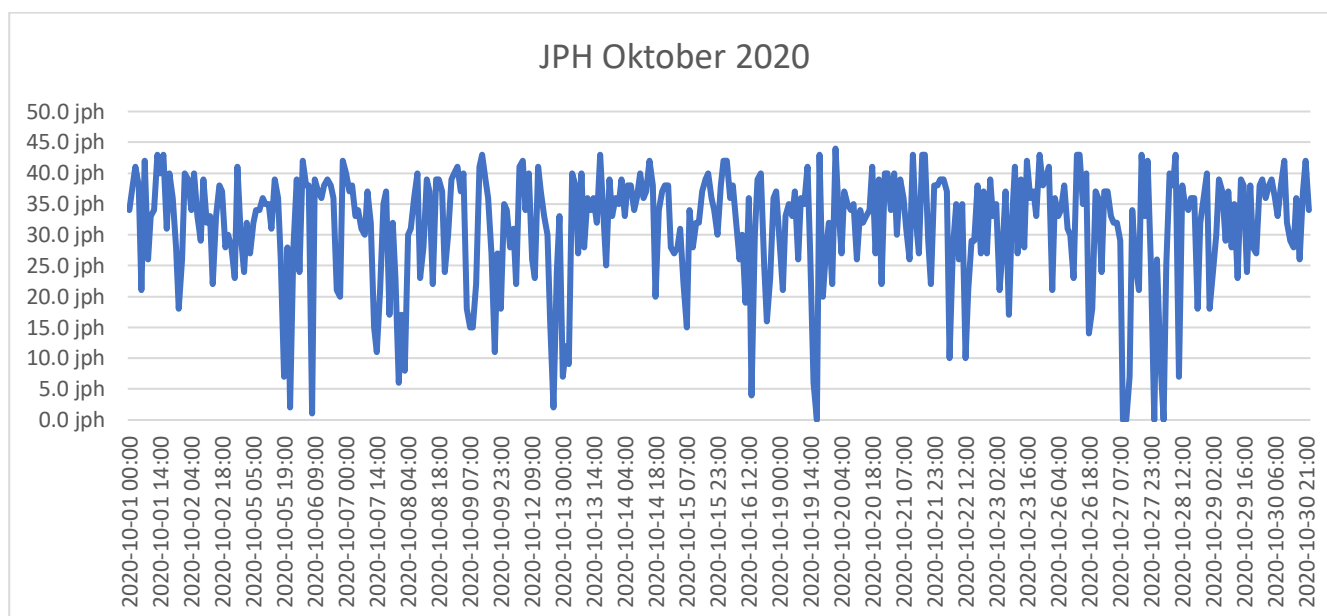
De JPH-värden som insamlats i arbetet har även sammanställs i form av linjediagram för respektive månad. En önskad effekt av det nya systemet är utfall som visar på en minskad fluktuation, alltså ett jämnare flöde. Det långsiktiga målet med implementeringen är även att få ett högre utfall av karosser, därför är ett högre medelvärde av JPH-värdena en önskad effekt på lång sikt, men som tidigare nämnt så är en förväntad effekt i detta arbete att medelvärdet är på en likgiltig nivå för samtliga undersökta månader eftersom det ännu inte har införts någon förändring av produktionstakt.

5.2.2.1 Spridning över en månad

I figur 14, 15 och 16 kan vi se en överblick av JPH-utfall för respektive månad. Eftersom utfallens värden är många, kommer varje månad att brytas ner veckovis samt skiftvist för att möjliggöra en visuell jämförelse mellan grafernas fluktuationer.

Det man kan se i samtliga diagram är att det finns en del variationer. I diagrammen över utfall för en månad ser man att det förkommer dalar där utfallet sjunkit ner mot noll.

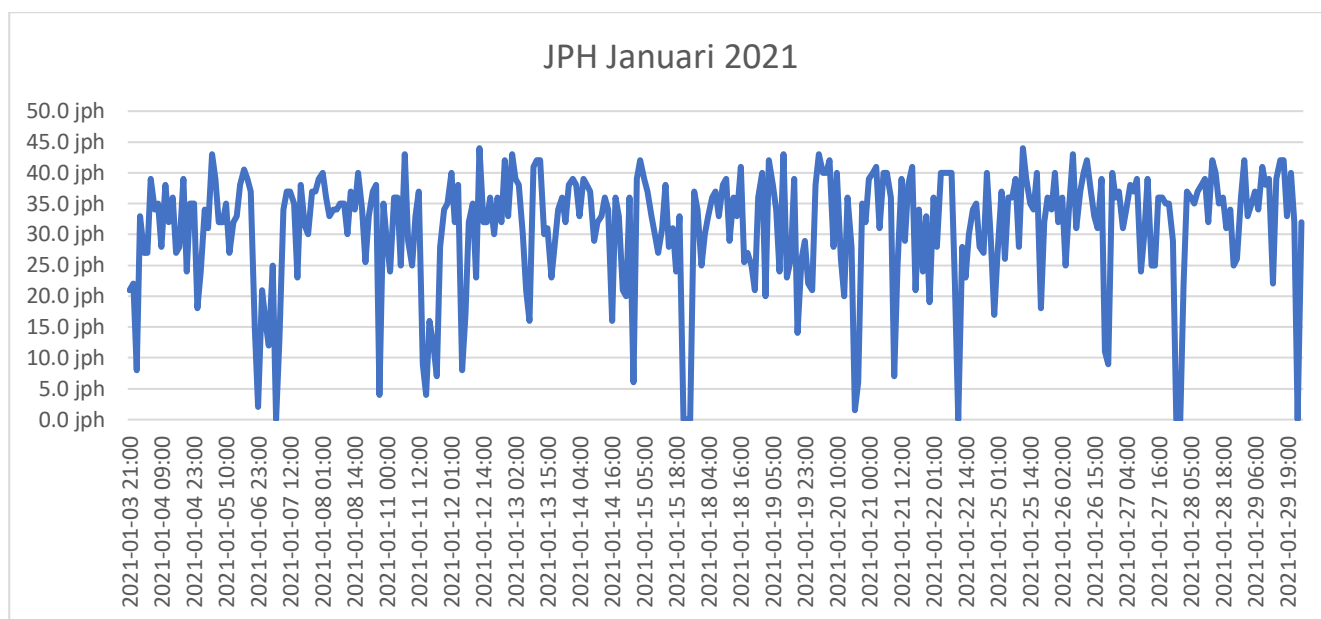
Värden som går ner mot noll i oktober månad kan bero på det tryckande systemet som användes i karossfabriken då det kunde vara så att man tryckte fram alla karosser tills det inte längre fanns karosser att trycka fram. Det bildades då stora luckor i flödet, vilket gjorde att man blev stillastående ett tag tills dess att luckorna fylldes upp igen. Andra anledningen till att värden ibland går ner mot noll kan ha varit störningar eller maskinhaveri någonstans i flödet.



Figur 14. Visualisering av fluktuationer i JPH-värden oktober 2020.

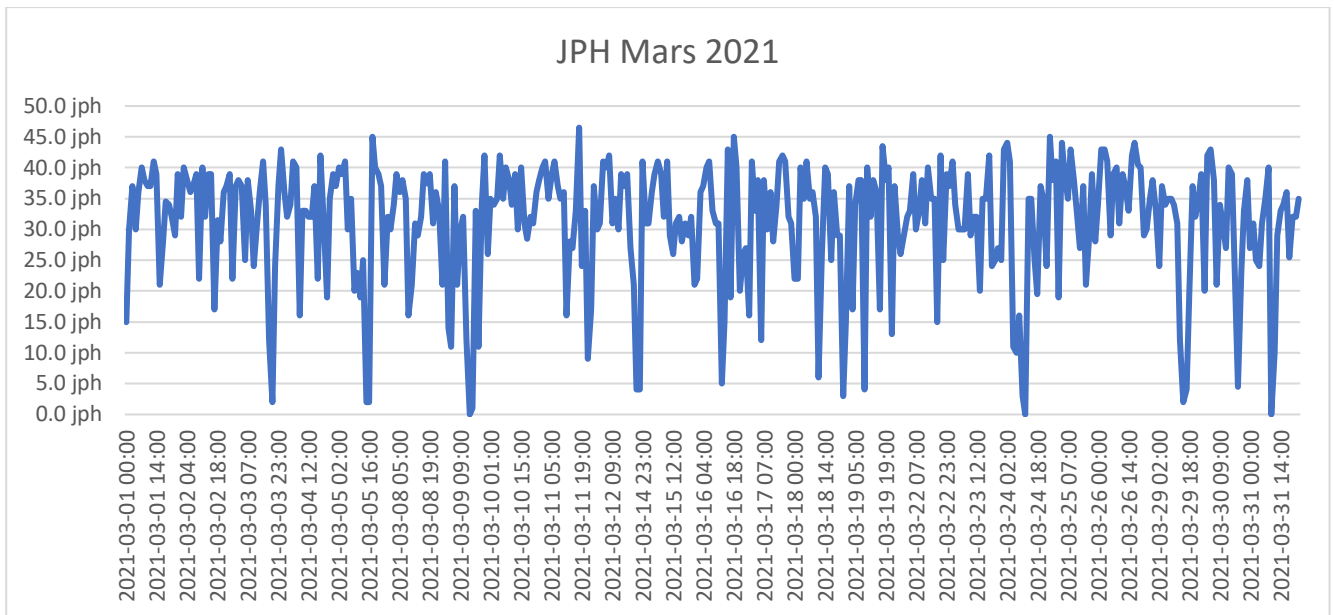
I figur 15 som visar utfallet från januari 2021 kan vi se variationer även här och tillfällen där utfallet varierar och tenderar till att ligga runt noll. Att ha i åtanke när man studerar diagrammet för januari är att implementeringen av det dragande systemet gjordes vid månadsskiftet mellan december och januari.

Variationerna i figur 15 kan därför bero på olika faktorer så som störningar i processen eller förebyggande underhåll. Vilket har gjort att man haft stillestånd i processen. Det kan dels bero på obalansen efter implementeringen på grund av buggar och störningar vilket kan ha lett till att man stängt av det dragande systemet och i stället kört med tryckande system och tömt ut processen. Det dragande systemet har man under denna tidsperiod kunnat avaktivera och det kan därför vara en orsak till dessa dalar i diagrammet. Dalarna kan även bero på andra störningar i produktionen både uppströms och nedströms som orsakat att miniminivån nåtts i buffert och process vilket gör att det blivit stillastående.



Figur 15. Visualisering av fluktuationer i JPH-värden januari 2021.

I figur 16 kan vi se en fortsatt spridning av utfallet. Som tidigare nämnt för diagrammet som visar januari månad så kan dalarna i utfallet som går mot noll eller är noll bero på att man avaktiverat det dragande systemet och kört processen med tryckande system och därav tömt ut flödet. Det kan också vara så att det varit haverier eller störningar som gjort att processen stått helt stilla vissa timmar.



Figur 16. Visualisering av fluktuationer i JPH-värden mars 2021.

5.2.2.1.1 Medelvärde och standardavvikelse för JPH värden månadsbasis

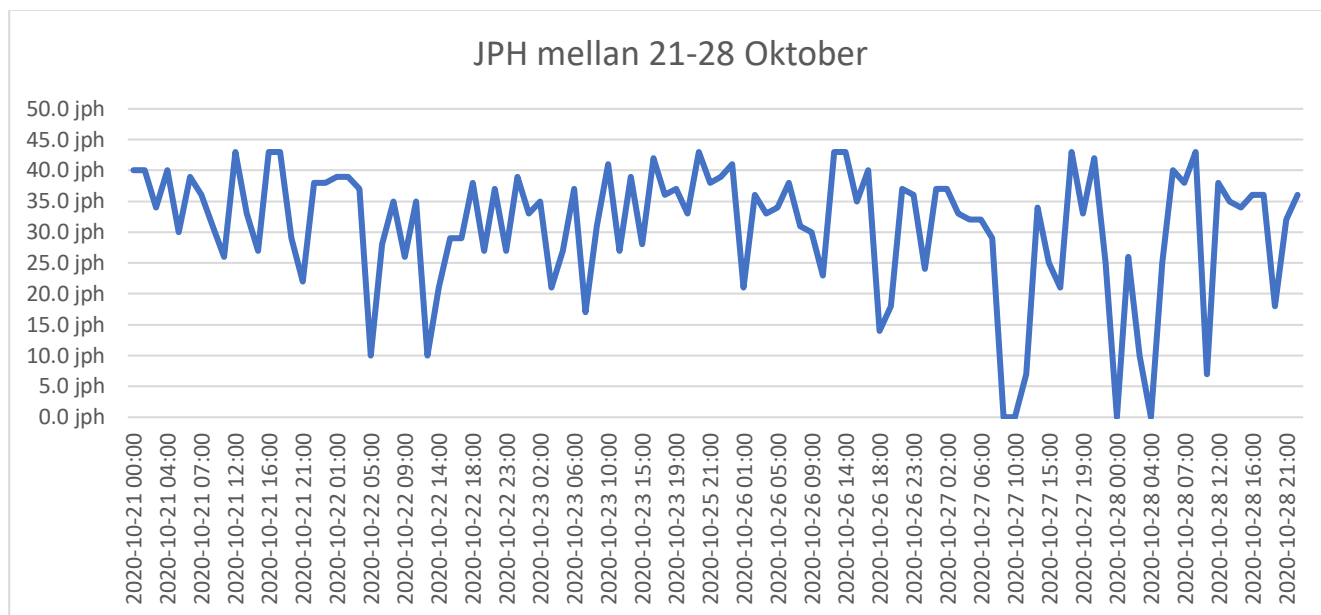
I tabell 13 presenteras JPH-medelvärde och standardavvikelse för utfallet från respektive månad.

Tabell 13. JPH-medelvärde och standardavvikelse för respektive månad.

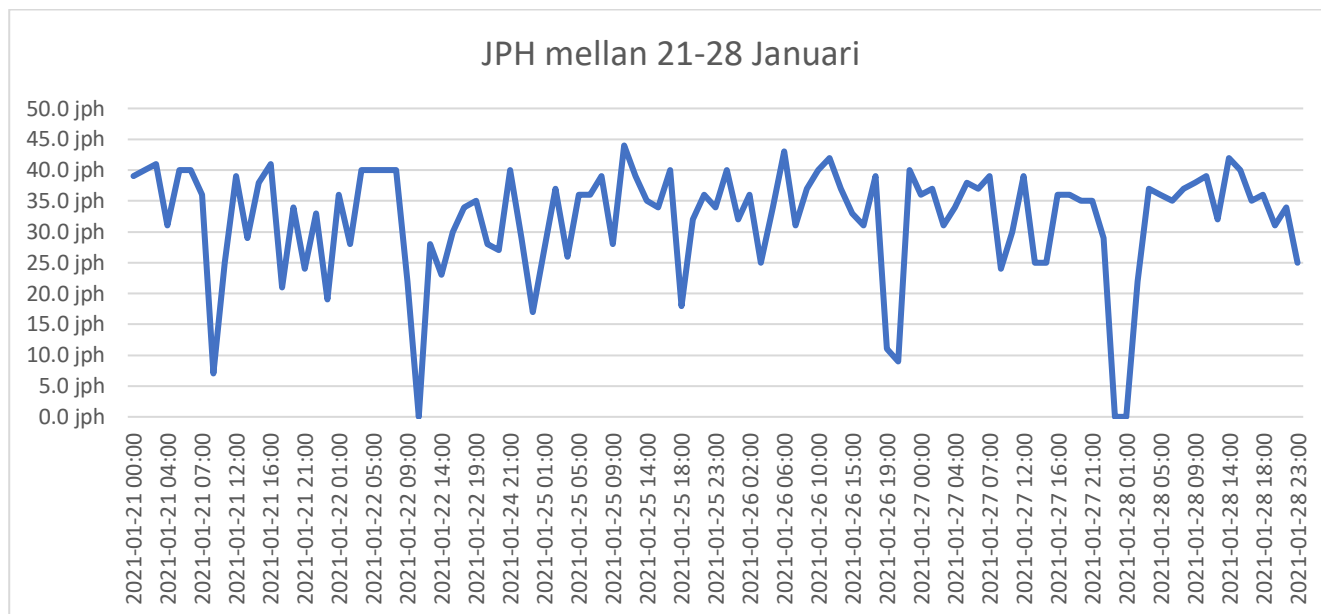
	Medelvärde JPH	Standardavvikelse
Oktober 2020	31,3	9,35
Januari 2021	31,0	9,72
Mars 2021	31,2	9,81

5.2.2.2 Nedbrytning till 7dagars intervall

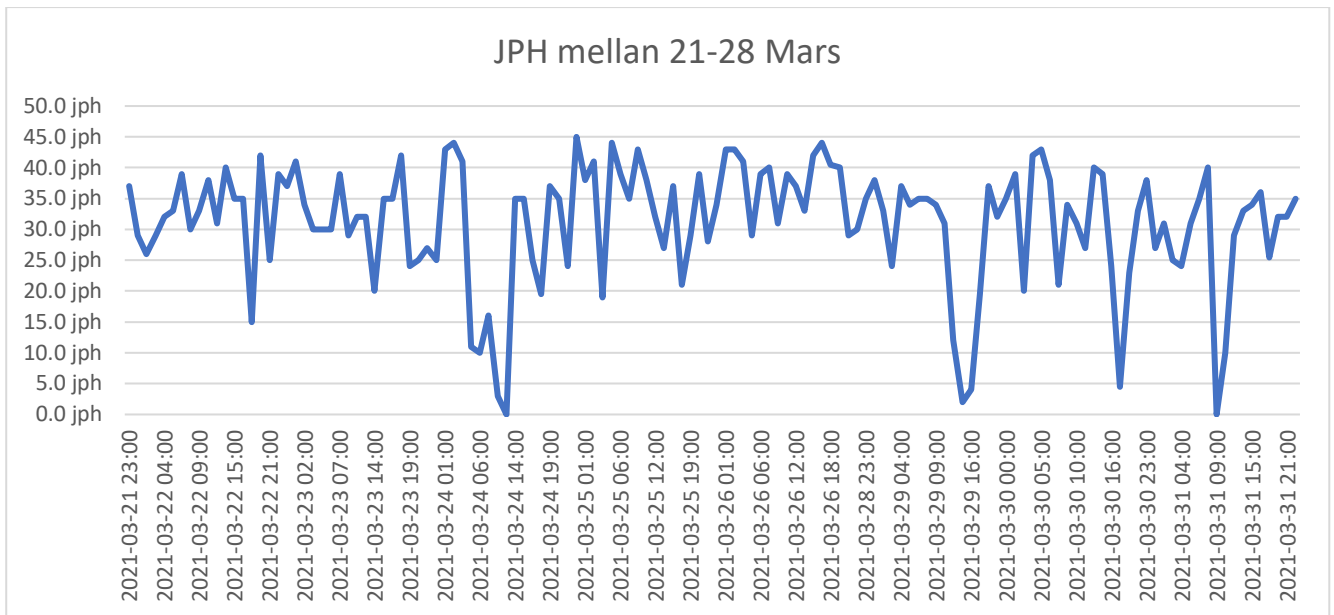
För att få en tydligare bild av fluktuationen har det gjorts en slumpvis nedbrytning från en månad till ett 7dagars intervall för respektive månad. I figur 17, 18 och 19 visas nedbrytningen mellan datumen 21–28 för respektive månad. Trots att det gjorts en nedbrytning till 7dagars intervall, är det fortfarande många värden att tolka. Vilket för oss vidare till nedbrytning på skiftnivå i nästa avsnitt.



Figur 17. Visualisering av fluktuationer i JPH-värden 21:e till 28:e oktober 2020.



Figur 18. Visualisering av fluktuationer i JPH-värden 21:e till 28:e januari 2021.



Figur 19. Visualisering av fluktuationer i JPH-värden 21:e till 28:e mars 2021.

5.2.2.2.1 Medelvärde och standardavvikelse för JPH värden veckobasis

I tabell 14 presenteras JPH-medelvärde och standardavvikelse för utfallet från respektive slumpmässigt utvald vecka.

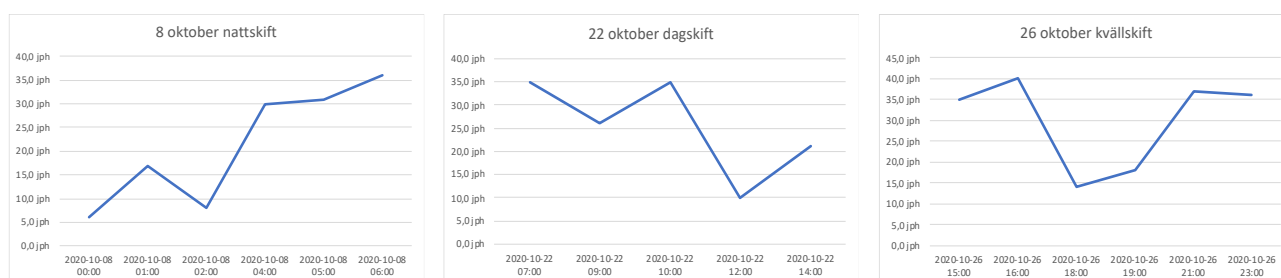
Tabell 14. JPH-medelvärde och standardavvikelse för respektive vecka.

	Medelvärde JPH	Standardavvikelse
21:e – 28:e Oktober 2020	30,8	10,49
21:e – 28:e Januari 2021	32,0	9,19
21:e – 28:e Mars 2021	31,2	9,83

5.2.2.3 Nedbrytning av linjediagram till skiftnivå

I figur 20, 21 och 22 har det gjorts en nedbrytning till skiftnivå mellan tidsperioden 21:e – 28:e för respektive månad från föregående avsnitt. Nedbrytningen till skiftnivå har gjorts för att få en tydligare bild av hur fluktuationen förändrats. Från tiden innan implementeringen av det dragande systemet går det att se att det har skett en förändring över tid mellan oktober 2020 och mars 2021. Fluktuationen i oktober och januari visar markanta svängningar under skiften vilket kan bero på olika störningar och att man i januari efter implementeringen haft problem med att få kontroll över det nya flödessystemet. Vidare går det att urskilja i figur 20 att fluktuationen minskas för mars månad.

5.2.2.3.1 Stickprov av skift i oktober 2020



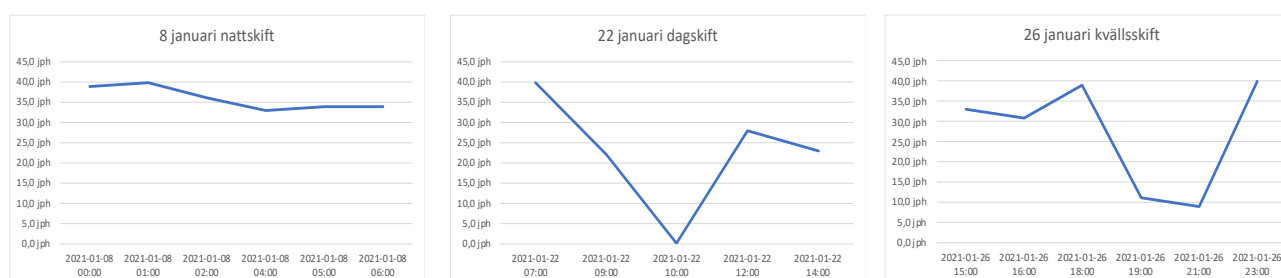
Figur 20. Visualisering av fluktuationer i JPH-värden under tre stickprov tagna i oktober 2020.

Av dessa stickprov på skift som slumpmässigt valdes ut i oktober 2020 så togs det fram ett medelvärde av JPH för dessa tre skift samt en medelstandardavvikelse för de tre skiften. De presenteras i tabellen nedan.

Tabell 15. JPH-medelvärde och medelstandardavvikelse för de stickprov som är tagna i oktober 2020.

Medelvärde stickprov oktober 2020	25,6 JPH
Medelstandardavvikelse stickprov oktober 2020	11,43

5.2.2.3.2 Stickprov av skift i januari 2021



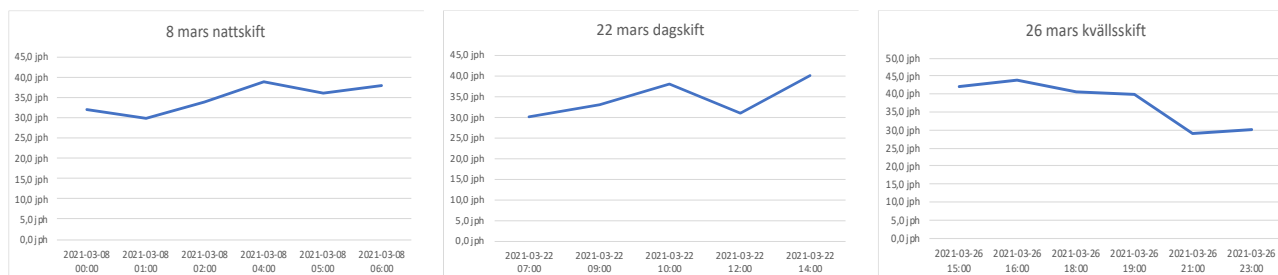
Figur 21. Visualisering av fluktuationer i JPH-värden under tre stickprov tagna i januari 2021.

Av dessa stickprov på skift som slumpmässigt valdes ut i januari 2021 så togs det fram ett medelvärde av JPH för dessa tre skift samt en medelstandardavvikelse för de tre skiften. De presenteras i tabellen nedan.

Tabell 16. JPH-medelvärde och medelstandardavvikelse för de stickprov som är tagna i januari 2021.

Medelvärde stickprov januari 2021	28,9 JPH
Medelstandardavvikelse stickprov januari 2021	12,12

5.2.2.3.3 Stickprov av skift i Mars 2021



Figur 22. Visualisering av fluktuationer i JPH-värden under tre stickprov tagna i mars 2021.

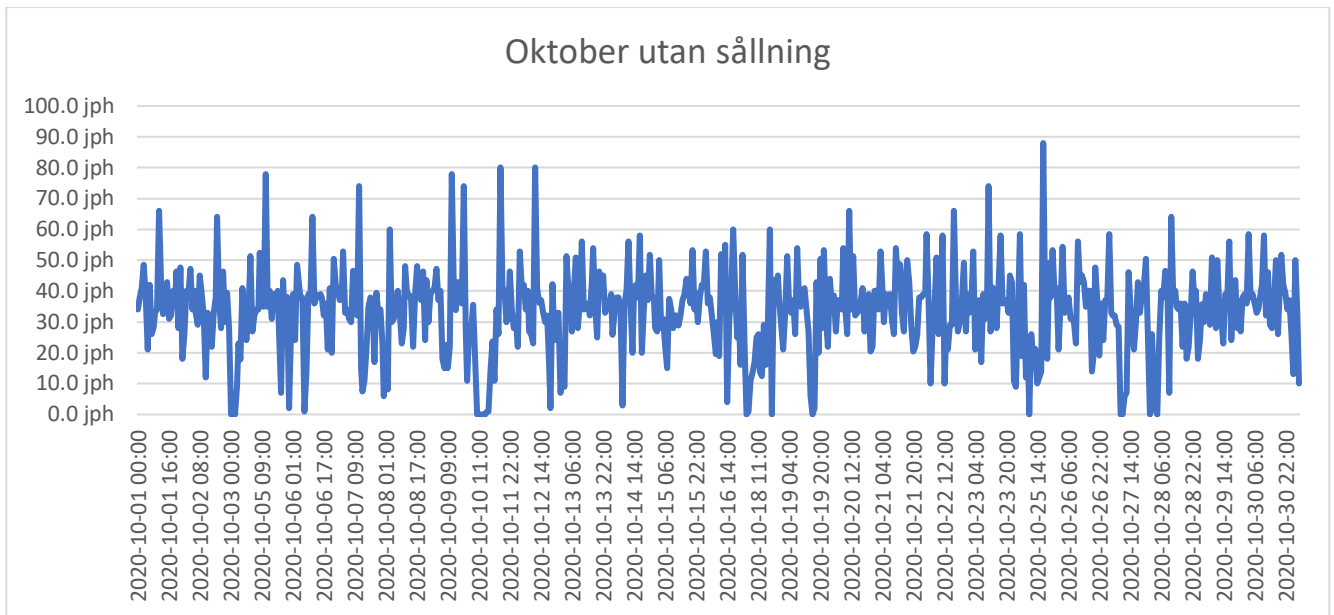
Av dessa stickprov på skift som slumpmässigt valdes ut i mars 2021 så togs det fram ett medelvärde av JPH för dessa tre skift samt en medelstandardavvikelse för de tre skiften. De presenteras i tabellen nedan.

Tabell 17. JPH-medelvärde och medelstandardavvikelse för de stickprov som är tagna i mars 2021.

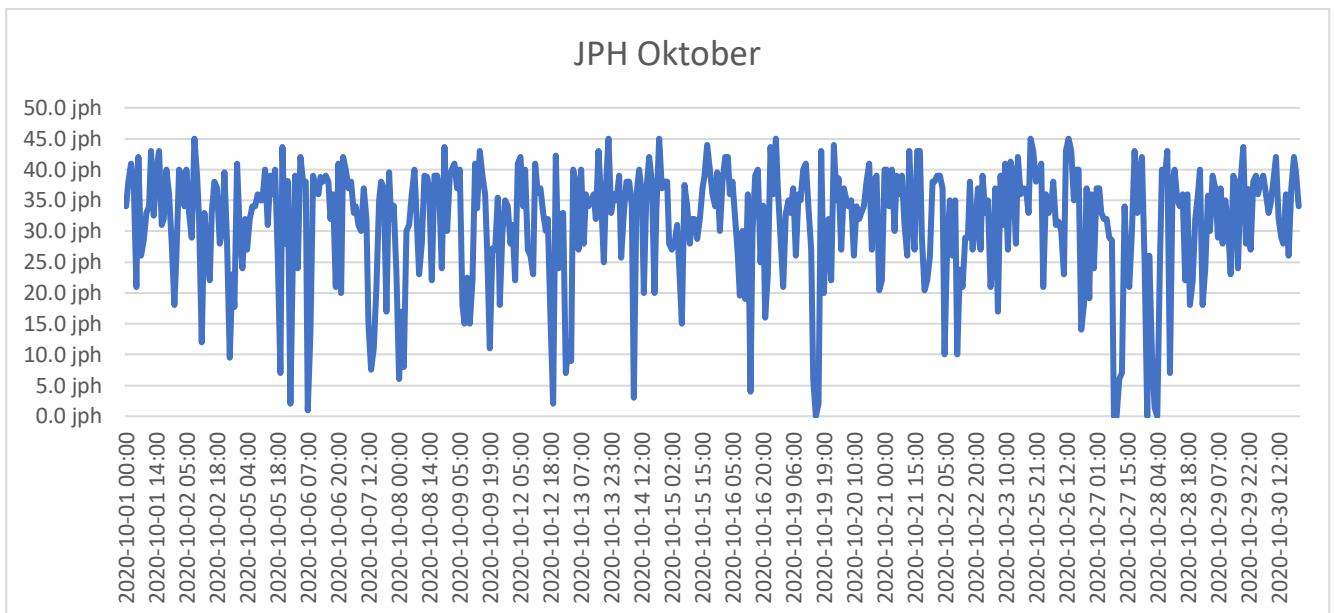
Medelvärde stickprov mars 2021	35,3 JPH
Medelstandardavvikelse stickprov mars 2021	4,86

5.2.3 Linjediagram av JPH-värden innan sållning jämfört med efter sållning

För att få en föreståelse för hur det skiljer sig mellan resultatet i linjediagram som inte fått någon data bortsållad och resultat som har bortsållade data visas två exempel i figur 23 och 24. Som vi kan se i figur 23 så får den data som inte är sållad toppar som sticker ut. Den högsta toppen ligger på 88JPH, vilket inte ska vara ett tekniskt möjligt värde för 141-line. Enligt låddiagrammet i avsnitt 5.2.1.1 räknas det som ett extremvärde och skiljer sig mycket från andra värden.



Figur 23. Linjediagram där ingen data är bortsållad (rådata).



Figur 24. Linjediagram där data från raster, helger sam värden över 45JPH är bortsållad.

6. Analys och diskussion av resultat

I detta kapitel analyseras och diskuteras de resultat som sammanställdes i föregående kapitel. Detta kapitel kommer även besvara rapportens frågeställningar som beskrivs i avsnitt 1.3. I avsnitt 6.1 diskuteras och analyseras rapportens första frågeställning. Vidare i avsnitt 6.2 analyseras och besvaras rapportens andra frågeställning. Effekter av ett förändrat produktionssystem i Volvo Cars karosfabrik presenteras i avsnitt 6.3 följt av avsnitt 6.4 där aspekter kopplade etik och hållbarhet diskuteras. Slutligen analyseras och diskuteras framtida forskning i avsnitt 6.5.

6.1 Hur har införandet av det dragande systemet påverkat förutsättningarna för processtekniker, underhållstekniker och produktionspersonal att hantera produktionsstörningar?

Detta avsnitt är uppdelat med analys och diskussion för varje yrkesgrupp i följd av en sammanställning för samtliga yrkesgrupper.

6.1.1 Lagledare i produktion

Första frågan som ställdes till respondenterna handlade om *hur mycket information respondenterna fått till sig om det dragande systemet innan det implementerades*. Totalt sex av sju lagledare svarade att de inte fått mycket information. Varav en av sju lagledare svarar att hen har fått en del information, men att det var tack vare att hen varit nyfiken och frågat efter information på egen hand. Den bristande informationen kring det dragande systemet och varför man väljer att implementera det kan vara en bidragande orsak till att respondenternas svar till frågan om de känner till Volvos mål med införandet av det dragande systemet skiljer sig åt och inte ger ett entydigt svar. Om sex av sju lagledare upplever att de inte fått tillräckligt mycket information innan implementeringen av det dragande systemet kan det resoneras kring eventuella brister i informationsspridning. Den bristande informationen skulle kunna leda till brister i de förutsättningarna som behövs för att ha möjlighet att förbättra det nuvarande arbetssättet för att kunna bemöta det nya produktionssystemet på ett bra sätt.

Lagledarna i produktionen upplever att den största skillnaden i deras arbete efter implementeringen är felsökning och förståelse för varför ett stopp har uppstått. Om stoppet beror på en faktisk störning i processen eller om det är stopp orsakat av att SSIT och SSIP nått sitt minimiantal är enligt ett flertal lagledare svårt att avgöra då de saknar kunskap om exempelvis minimiantal i deras och närliggande processer. Detta är motsatsen till de mål med implementeringen som beskrivs i tabell 1 i avsnitt 2.1, målet som Volvo vill uppnå är att det ska vara enklare att visualisera stopp.

Några av respondenterna upplever att planeringen av FU och möjligheten till att göra FU har varit den största skillnaden och utmaningen i deras arbete efter att det dragande systemet implementerades. En av de sju respondenterna svarar dock att den största skillnaden för hen har varit att behöva vänta på underhållstekniker i stället för att lösa stoppet själv, men att supporten vid stopp har blivit bättre. För att se huruvida väntan skulle förbli ett systematiskt problem behöver vidare analyser göras innan någon

slutsats gällande detta kan dras. Men för mycket väntan är aldrig något positivt då det anses vara ett slöseri enligt Lean, se avsnitt 3.1.1 och bör därför i möjligast mån elimineras.

Fyra av sju lagledare upplever fördelar med det dragande systemet då flödet har blivit jämnare samt att det alltid finns karosser som ger möjligheten till att starta upp processen direkt efter ett stillestånd. Vilket också är en del av målet med implementeringen, att hålla rätt antal karosser i flödet och även minska luckorna i processerna. Det som tre av sju lagledare upplever är att det är möjligheten till att göra FU och felsökningen som varit det negativa med att det numera binds material i flödet till skillnad från tidigare då man tryckte fram karosser och skapade luckor. Vilket gjorde att det var enklare att göra FU i de maskiner som var tomma på material. Det som två av sju andra lagledare upplever är negativt med att binda material i flödet är att de upplever att det inte levereras lika mycket karosser till kunden (processen efter) som innan. Att dessa lagledare upplever detta kan bero på att det inte har gjorts en tydlig återkoppling till produktionspersonal om vad förändringen i karosfabriken har resulterat i. Precis som det beskrivs i debatten om Lean i avsnitt 3.1.2 så finns det risker med att införa Lean, dels för att det kan ske avvísningar mot de nya metoderna från de anställda om det är så att de inte trivs med de nya arbetsätten. Men om ledningen och gruppen som arbetat med förändringen är tillmötesgående och förklarar tekniken och fördelarna med införandet så skulle det kunna gå att komma runt avvísningen. Att några av lagledarna utifrån de svar som har genererats i intervjuerna har avvísat det nya systemet och tror att de producerar mindre nu än innan kan mycket troligt ha att göra med den kommunikationsbrist som i avsnitt 3.1.3 beskrivs vara vanligt förekommande.

Bristen av informationen gällande implementeringen från start har med sannolikhet även genererat väldigt spridda svar när det gäller frågan om styrningen av flödet efter införandet av det dragande systemet. Frågan baseras på målen som presenteras i avsnitt 2.1, tabell 1. Tre av sju lagledare upplever ingen skillnad gällande styrningen eller att det inte går att styra. En av lagledarna upplever att det efter implementeringen av det dragande systemet har varit buffertarna som varit det som styr om processen ska rulla eller inte. Till skillnad från det tidigare systemet innan implementeringen då det var karosser som kom mer slumpvis. En annan lagledare svarar att det var mer luckor innan. De spridda svaren till frågan beror med stor sannolikhet på den bristfälliga förståelsen för det dragande systemet och varför det har implementerats vilket leder oss tillbaka till att informationen om själva implementeringen och varför man har valt att övergå från ett tryckande system till ett dragande system varit bristfällig.

De visualiseringsmetoder som används i karosfabriken har bland annat varit Axxos. Sedan kan man få hjälp att kolla i PLC om det inte är någon störning man kan se eller lösa via HMI-panelen och maskinens utrustning. Scada-bilden är ett hjälpmedel som används som översikts vy över processerna med symboler och färgkoder. Det används även ett andonsystem om en operatör behöver hjälp. I frågan om det blivit enklare att visualisera stopp och flaskhalsar är svaren spridda. Tre av sju lagledare upplever att det inte har blivit enklare att visualisera stopp och identifiera flaskhalsar. Medan fyra av dessa sju tycker att det har blivit enklare, om inte annat lite enklare i alla fall. Det går möjligen att se det som två av respondenterna som menar på att man måste förstå sin process för att veta vart stopp är, men också ha koll på kringliggande processer och ha kommunikation med de andra som arbetar längs flödet. Det är ingen av de visualiseringsmetoder som beskrivits i avsnitt 3.4 som har förändrats efter implementeringen. Dessa verktyg är fortfarande desamma som innan. I och med detta går det att diskutera varför tre av sju lagledare upplever att det inte har blivit enklare eftersom inga verktyg har

tillkommit för att göra det enklare med visualiseringen. Det kan mycket troligt vara så att det handlar om förståelsen för sin egen process som utgör hur enkelt det faktiskt har blivit att visualisera stopp. Det går dock inte att dra någon generell slutsats gällande detta, då skulle fler intervjuer där svaren tyder på samma sak behöva utföras.

Kommunikation och kännedom om sin egen process för oss vidare till frågan kring möjligheten till att göra FU. Tre av lagledarna berättar att luckorna som kunde förekomma när det var ett tryckande system möjliggjorde tillgängligheten för FU på ett annat sätt än vad det gör idag. Lagledare nummer fyra svarar att hen med tiden lärt sig att hantera det, men att man fortfarande måste förstå sin process och sitt flöde för att kunna styra det. Det som lagledare nummer fem tyder på i sitt svar är att hen måste stänga av det dragande systemet för att kunna tömma ut stationen på material och skapa tillgänglighet för att kunna göra FU. I detta fall ser vi förbättringspotential för systemet. Det behöver finnas en enklare tillgänglighet för att tömma ut stationer utan att stänga av systemet. Det dragande systemet ska inte behöva avaktiveras för att tillgängligheten för operatörer och lagledare ska möjliggöra att det går att utföra FU. För att utrustningarna ska förbli tillförlitlig är dess driftsäkerhet en viktig aspekt. Detta beskrivs i avsnitt 3.3. Driftsäkerheten kommer bland annat från att utföra förebyggande underhåll (FU). En maskin med låg tillgänglighet har behov av förebyggande underhåll. Med tanke på att produktionen är i gång 21,7 arbetstimmar av dygnets 24 timmar finns det behov av FU och det är inte bara för driftsäkerhet och tillförlitlighet för maskinparken, men även för att eliminera arbetsolyckor som också är effekter av dåligt FU som beskrivs i avsnitt 3.3.

Utifrån de svar som framkommer i intervjuens första fråga gällande hur mycket information om det nya systemet de blev tilldelade kan man förstå varför respondenterna i sista frågan gällande vad som hade kunnat göras annorlunda med implementeringen svarar att de hade önskat mer information och möjligtvis även någon form av utbildning kring implementeringen och det dragande systemet. Samt en förklaring till varför man väljer att implementera ett dragande system är de svar som oftast framkommer.

6.1.2 Underhållstekniker

Under intervjun med underhållsteknikerna framkommer det att alla fyra respondenter upplevt att informationen av det dragande systemet innan det implementerats har varit bristfällig. Vilka konsekvenser detta kan generera går att diskutera på olika sätt, men utifrån de svar som har framkommit så kan bristfälligheten gällande information ligga till grund för kännedomen om syfte och mål med implementeringen. Ett vanligt fel som görs vid förändring av ett arbetssystem är att man inte arbetar tvärfunktionellt i organisationen under förändringen. I detta fall verkar det som att underhållsteknikerna inte fått vara så delaktiga, vilket också kan vara orsaken till bristen av information och förståelse för de uppsatta målen.

Underhållsteknikerna upplever att den största skillnaden i deras arbete är felsökning, men även att produktionspersonalen ringer dem gällande stopp som de inte förstår vad de beror på, men som kan visa sig ha med buffertnivån att göra. Detta verkar även enligt en av respondenterna leda till mer stillasittande då de inte vet om det är ett faktiskt stopp eller inte. Samtidigt nämner en av de tidigare respondenterna i avsnitt 6.1.1 att de får vänta på underhållstekniker mer nu för att få hjälp med felsökningen. För underhållsteknikernas del kan detta leda till en del slöserier som beskrivs i avsnitt 3.1.1. Några av slöserierna som kan analyseras fram utifrån de svar som framkommit är bland annat onödiga

arbetsmoment då en del av samtalen som skett har handlat om att processen blivit stillastående på grund av låg buffertnivå.

På frågan gällande fördelar kontra nackdelar med att material binds i processerna så svarade två av fyra underhållstekniker att nackdelen främst relaterar till FU. En tolkning till ett av svaren från underhållsteknikerna är att det saknas någon form av funktion där processen kan tömma ut stationer för att få åtkomst och bättre tillgänglighet till maskinerna då FU behöver göras i stället för att behöva avaktivera det dragande systemet. En av respondenterna menar även på att en av nackdelarna är att de tappar cykeltid konstant. När det gäller cykeltiden kan vi enligt avsnitt 3.5.1 läsa att cykeltiden handlar om den tid som det tar för operatören eller maskinen att genomföra arbetet i stationen innan artikeln skickas vidare till nästa station. Respondenten upplever i detta fall att de tappar cykeltid, men i själva verket kanske det handlar om den fast bestämda linespeeden.

Samtliga underhållstekniker som intervjuades upplever att flödet inte går att styra, utan att flödet fortfarande är det som styr processerna och produktionspersonalen. Det upplevs att det var enklare att styra flödet innan det dragande systemet implementerades och möjligheten för att göra förebyggande underhåll var mer åtkomligt innan än nu.

Såväl är samtliga respondenter eniga när det gäller visualiseringen. Ingen av de intervjuade underhållsteknikerna upplever att det har blivit enklare att visualisera de stopp som sker, varav två av dem upplever att det blivit tvärtom – det vill säga svårare. Detta kan bero på att metoderna som används för att identifiera flaskhalsar och stopp är desamma som innan. De metoderna är de som beskrivs i avsnitt 3.4. Det som skiljer sig åt från tiden innan implementeringen av det dragande systemet är att man har fått ett extra verktyg som mäter OPR, men resterande metoder är samma som innan. Därför går det att diskutera hur visualiseringen egentligen ska ha blivit enklare med hjälp av det dragande systemet när det inte har funnits någon form av handbok eller arbetsbeskrivning för hur man ska gå till väga med felsökning med det nya systemet.

6.1.3 Processtekniker

När det kommer till processteknikerna och frågan om hur mycket information som de har fått innan implementeringen av det dragande systemet skiljer sig svaren från lagledarna och underhållsteknikerna. Utav de fem processteknikerna som har intervjuats svarar fyra att de har fått hyfsat bra, ganska mycket, lagom mycket och en hel del information. En av processteknikerna upplevde att de inte hade fått något jättebra material gällande implementeringen av det dragande systemet. Däremot är svaren till nästkommande fråga gällande kännedom kring mål och syfte med implementeringen mindre entydiga men handlar främst om att synliggöra störningar och kunna styra processen. Det som sticker ut från tidigare svar och andra processteknikers svar är de svar från respondent två och fem som handlar mer om att det inte ska kunna gå att tömma ut buffertar då man förlorar produktivitet på det och att syftet snarare handlar om att utmana sig själv genom att sänka hastigheten i processerna för att kunna få ett visuellt flöde. Där man synliggör sina problem med hjälp av den sänkta hastigheten.

Processteknikernas arbete upplevs inte skilja sig så mycket från tidigare. Däremot har implementeringen resulterat i att vissa problem kommit upp till ytan som tidigare dolts av buffertar eller de varierade cykel-

och processtiderna som numera är fastställda som en linespeed. Vidare för det oss till att materialet som binds i linerna inte heller verkar påverka processteknikernas arbete något, men en respondent beskriver att det ändå finns en fördel som är att det ”arbetas med rätt saker”.

Gällande frågan om det blivit någon skillnad när det kommer till styrning av flödet så upplevs det ingen större skillnad från hur det var när det var ett tryckande system. Den skillnad som framkommer i svaren är att det dragande systemet ger ett mer synkroniserat flöde. En av respondenterna ser en fördel med att flödet är mer synkroniserat och att man med det dragande systemet gjort så att det inte går att tömma buffertar helt och hållet då det finns standard stock in transfer och process som beskrivs i avsnitt 2.1.

Fyra av fem processtekniker upplever att visualiseringen av stopp och flaskhalsar har blivit bättre. Det kan dock krävas att man kan sin process för att kunna se det enligt en av respondenterna. En av fem processtekniker upplever att man inte är där ännu men att man kommer komma dit. Huruvida det kan skilja sig så mellan processteknikerna går att diskutera om det har med vilket område man tillhör och arbetar för att göra. Det kan möjligtvis vara så att implementeringen har kommit olika långt i de olika processerna. Vilket gör att det upplevs olika med hur mycket enklare det har blivit att visualisera stopp.

Hur underhållstekniker och produktionspersonalen ska finna tid för att utföra FU går att tolka som att det enligt processteknikerna inte är deras ansvar att planera in. Önskvärt verkar vara att det är något som planeras in på egen hand av underhållsteknikerna. Under intervjuerna framkom en del olika lösningsförslag på problemet gällande FU, vilket bland annat var att driftledningscentralen ska kontakta underhåll då det pågår längre stopp och finns tid för att göra FU samt att det skulle kunna bestämmas tider då man varje dag stannar processen i ett visst antal minuter för att ha möjlighet att göra FU. Enligt de svar som har getts från framför allt lagledare i produktion och underhållstekniker så verkar möjligheten kring att göra FU ha blivit sämre.

Majoriteten av respondenterna i denna yrkesroll uttalar sig om att information till de berörda i produktionen framför allt är det som skulle kunnat göras annorlunda. Det som nämns är även någon form av utbildning eller involvering av arbetslagen så att det skapar mer förståelse för varför man sätter vissa värden och zoner som man har gjort, samt att man kanske borde ha gjort någon form av flödes-simulering innan införandet. Dessa olika förslag handlar främst om att ge produktionspersonalen och underhållstekniker bättre förutsättningar i sitt arbete.

6.1.4 Svar till frågeställning 1

Genom att sammanfatta resultatet och analyserna av intervjuerna så kan arbetets första frågeställning *“Hur har införandet av det dragande systemet påverkat förutsättningarna för processtekniker, underhållstekniker och produktionspersonal att hantera produktionsstörningar?”* besvaras. Det som är mest väsentligt att lyfta fram är att genomförandet av det dragande systemet har påverkat möjligheten att hantera produktionsstörningar på så vis att lagledare och underhållstekniker upplever svårigheter i att kunna utföra felsökningar och FU vilket är två dagliga arbetsmoment för yrkesrollerna.

De flesta processtekniker upplever däremot att fler problem som tidigare varit dolda nu kommer upp till ytan tack vare de dragande flödesprinciperna och ett mer synkroniserat flöde. Önskvärt från samtliga tre yrkesroller är mer information och delaktighet i implementeringen av Lean för att kunna ta fram eller förbättra det standardiserade arbetssättet, men även för att få mer förståelse för hur, var och varför man implementerar det dragande systemet.

6.2 Hur har införandet av det dragande systemet påverkat produktionsflödet/produktionsstörningar i 141-line?

I detta avsnitt analyseras och diskuteras det kvantitativa resultatet från datainsamlingen av 141-line.

6.2.1 Diskussion om fluktuationer, ”jämnhet” och spridning av JPH-värden

Under implementeringen av det dragande systemet så har fokus varit på att få ett jämnare flöde. Volvos intention har varit att skapa ett mer standardiserat sätt att arbeta på, vilket enligt den sjätte Lean principen som presenteras i avsnitt 3.1. är grunden för en kontinuerlig förbättring. Detta har Volvo gjort genom att bland annat föra in ett taktat flöde med minimiantal i buffertar som stannar upp så fort något avviker från det normala. Man har i linje med den andra Lean principen som presenteras i tabell 3 i avsnitt 3.1. velat få upp problem till ytan för att kunna åtgärda och eliminera dem och på sikt få ett jämnare flöde med mindre fluktuationer.

Genom att studera figurerna i avsnitt 5.2.2.1. som visar spridning av JPH-värden på månadsbasis så är det svårt att urskilja någon större skillnad i fluktuationer mellan de olika månaderna i och med att figurerna innehåller så stor mängd data. Kollar man däremot på standardavvikelsen för de olika månaderna som presenteras i avsnitt 5.2.2.1.1. så går det att urskilja en skillnad mellan de olika månaderna, även om den är minimal. Standardavvikelsen är som lägst (9,35) i oktober 2020 innan det dragande systemet hade införts, i januari 2021 precis efter att implementeringen hade skett var den något högre (9,72) och i mars 2021 efter att det dragande systemet hade funnits i ca tre månader så var standardavvikelsen som högst (9,81). Vad detta visar på är att spridningen av JPH-värden har blivit något högre efter att det dragande systemet har implementerats, vilket är motsatsen till vad Volvo önskade uppnå, de ville ha en lägre spridning av JPH-värden och därmed ett jämnare produktionsflöde.

Studerar man istället de figurer som har tagits fram på veckobasis i avsnitt 5.2.2.2 så ser det något annorlunda ut. Det är fortfarande för många datapunkter för att kunna urskilja någon större skillnad i fluktuation genom att endast studera figurerna rent visuellt, men genom att avläsa tabell 14 i avsnitt 5.2.2.2.1. så kan man se att standardavvikelsen har minskat från 10,49 i oktober 2020 till 9,83 i mars 2021. Denna skillnad visar på den effekt som Volvo önskar uppnå med det dragande systemet. Ett jämnare flöde med lägre spridning av JPH-värden. Den slumpmässigt utvalda veckan i januari 2021 var spridningen som lägst av de stickprov som togs på veckobasis.

Går man ner och studerar resultatet i avsnitt 5.2.2.3 på skiftnivå så ser det även där annorlunda ut, vilket inte är konstigt i och med att det är stickprov som studeras. På skiftnivå innehåller graferna inte lika många datapunkter och det blir därför möjligt att rent visuellt studera de olika graferna. Det som då går att urskilja är att det både i oktober 2020 och januari 2021 är ganska mycket fluktuation under de

slumpmässigt utvalda skiften. I oktober 2020 ligger medelstandardavvikelsen på 11,43 och i januari 2021 ligger den på 12,12. I mars 2021 är det däremot betydligt mindre fluktuation under de slumpmässigt utvalda skiften, där är medelstandardavvikelsen nere på 4,86.

Vad man kan resonera kring utifrån detta är att fluktuationerna i oktober till stor sannolikhet beror på att det då var ett tryckande produktionssystem där det skapades luckor som gjorde att man stod stilla och väntade medan dessa luckor arbetades ikapp. Fluktuationerna kan såklart också bero på andra typer av haverier som inte har med produktionsflödet i sig att göra, det kan exempelvis ha varit robotar som har fallerat. Att fluktuationen var så hög under skiften som slumpmässigt valdes ut i januari 2021 kan bero på att det dragande systemet då var helt ny implementerat. I intervjuerna som hölls i detta projekt så framkom det att det dragande systemet innehöll mycket buggar då det var nytt, men att man med tiden har arbetat bort flera av dessa. Dessa buggar kan ha varit en bidragande orsak till att produktionen har stått stilla, andra orsaker till fluktuationerna skulle exempelvis kunna vara andra typer av haveri eller att personalen fortfarande inte hade fått in en vana kring hur man arbetar med det nya systemet på ett bra sätt, vilket också var något som framkom under intervjuerna, att det till en början, och i vissa fall fortfarande är svårt att veta hur man arbetar med det nya systemet på ett optimalt sätt. Från stickproven på skiftnivå i mars 2021 går det däremot att urskilja att fluktuationerna har minskat rejält, vilket skulle kunna bero på att arbetssättet kring det dragande systemet har hunnit stabilisera sig, buggar och flaskhalsar har eliminerats samt att personalen har bättre koll på hur de hanterar det nya systemet.

Det kan nu tyckas att dessa resultat säger emot varandra och att stickproven på vecko- och skiftnivå inte ger en rättvisande bild i och med att standardavvikelsen på månadsbasis säger motsatsen. Det som däremot är värt att diskutera och lyfta fram är att det dragande systemet är väldigt ny implementerat och att Volvo fortfarande arbetar för att uppnå målen med detta system. Resultatet visar att man inte riktigt är där än, produktionen är ännu inte generellt sätt jämnare än vad den var innan det dragande systemet infördes, men i de stickprov som har tagits fram på vecko- och skiftnivå så ser man att det är möjligt att uppnå en jämnare produktion med det dragande systemet. I mars 2021, som var tidpunkten för de senast mätta JPH-värdena i detta arbete så är produktionen totalt sett inte jämnare än innan implementeringen, men fortsätter man att arbeta på ett standardiserat sätt för att få upp problem till ytan, vilket enligt (Liker, 2004) beskrivs som ett bra sätt att effektivisera ett produktionsflöde och lyckas eliminera ännu fler flaskhalsar så ser vi en potential till att i framtiden kunna uppnå ett totalt sett jämnare produktionsflöde med mindre fluktuationer. Redan nu visar resultatet på att det har varit möjligt under vissa slumpmässigt utvalda veckor och skift och då bör det även vara möjligt att uppnå under fler veckor och skift i framtiden.

6.2.2 Diskussion om medelutfall

Att leverera ut fler karosser har inte varit det som har varit fokus under detta tidiga stadiet av implementeringen. Volvo har inte ändrat sin produktionstakt i samband med att det dragande systemet infördes och den förväntade effekten är därför att man ska leverera ut lika mycket nu som man gjorde innan implementeringen. Som tidigare nämnts så har det prioriterats att minska fluktuationer och skapa ett jämnare flöde, som för upp problem till ytan. Att leverera fler karosser, alltså att ha ett högre utfall är ett mål som enligt processtekniker på Volvo ligger längre fram i tiden.

Trots att det inte har varit prioritet att öka utfall i nuläget, så bedöms det fortfarande vara en intressant aspekt att studera, för att se ifall karosfabriken fortfarande uppnår leveranskrav efter implementeringen av det dragande systemet. Därför har medelutfall tagits fram för respektive månad som har studerats i detta arbete. I avsnitt 5.2.2.1.1. redovisas medelutfall för oktober 2020, vilken var 31.3 JPH, januari 2021, vilken var 31.0 JPH samt mars 2021, vilken var 31.2. Det är alltså ingen väsentligt stor skillnad i utfall mellan dessa månader, antal utleveranser verkar vara ungefär samma som innan det dragande systemet implementerades, vilket är den förväntade effekten.

Studerar man utfallet från de stickprov som har tagits på skiftnivå i avsnitt 5.2.2.3. så går det att urskilja en större skillnad. Där var medelutfall för stickproven i oktober 2020 25.6 JPH, i januari 2021 var medelutfall 28,9 JPH och i mars 2021 så var medelutfall 35,3 JPH. Även på veckobasis går det att urskilja att medelvärde av antal utfall har ökat från oktober 2020 till mars 2021. Denna ökning av utfall kan ha att göra med de optimeringar som gjordes på 141-line efter att det dragande systemet hade införts. Det nya flödessystemet gjorde att förluster som fanns i 141-line blev synliga och de eliminerades genom att bland annat synka transporterna i processen och distribuera svetspunkter i robotarna så att de är mer jämnt fördelade. Dessa förändringar bidrog till att 141-lines kapacitet ökade från 45JPH till 47JPH, vilket ytterst troligt är en stor bidragande faktor till ökningen av medelutfall. Detta är därför ett väldigt bra exempel på att Volvo med hjälp av det dragande systemet har lyckats få upp problem till ytan, eliminerat dem och fått ett bättre utfall. Det visar på att Volvo enligt den femte Lean principen som presenteras i avsnitt 3.1. har lyckats skapa en kultur och ett system där man stannar upp flödet för att åtgärda problem för att få rätt kvalitet första gången och undvika onödigt omarbete, vilket är ett av de 7+1 slöserier som beskrivs i avsnitt 3.1.1.

Det går däremot inte att dra någon generell slutsats kring att denna typ av förbättring har skett i hela karosfabriken, 141-line är endast en av 31 processer (exklusive 15 delsammansättningsstationer). För att kunna dra en generell slutsats kring att processers förmåga att kunna leverera ut karosser har förbättrats skulle man behöva studera fler processer, framför allt flödets sista process, vilket har varit utanför detta arbetes omfattning. Det man å andra sidan kan konstatera är att målet kring att få upp problem till ytan, synliggöra flaskhalsar och eliminera dem för att på sikt ha möjlighet att kunna leverera ut fler karosser åtminstone har uppnåtts på en av processerna i karosfabriken. Det bör därför även vara möjligt att uppnå samma mål på övriga processer i fabriken och i framtiden kunna leverera ut fler karosser.

6.2.3 Svar på fråga 2

Genom att studera låddiagrammen i avsnitt 5.2.1. som visualiserar både spridningen av JPH-värdena samt medelutfall, så går det att urskilja att majoriteten av värdena, femtio procent, har samma spridning under samtliga månader som har studerats i detta arbete. I januari 2021 och mars 2021 så är maxvärdet däremot något högre än i oktober 2020, vilket som tidigare nämnt med största sannolikhet beror på de optimeringar som har gjorts på 141-line. De JPH-medelvärden som framkommer ur låddiagrammen är de samma som de från graferna i avsnitt 5.2.2.1.1. och visar alltså inte på någon större förändring, utfallet från 141-line är ungefär det samma efter att det dragande systemet har införts som innan, med tanke på den oförändrade produktionstakten.

Något annat som går att urskilja från låddiagrammen i avsnitt 5.2.1. är att mars 2021 och januari 2021 innehåller fler låga extremvärden än vad oktober 2020 gör. Exakt vad dessa extremvärden, som bidrar till en ökad spridning beror på är svårt att veta, det kan ha varit ett flertal olika faktorer som har orsakat dessa extremvärden, som nödvändigtvis inte har med det dragande systemet att göra. En möjlig orsak till dessa extremvärden som har med det dragande systemet att göra skulle kunna vara att Volvo enligt den femte Lean principen som presenteras i avsnitt 3.1. i samband med implementeringen av det dragande systemet har skapat en kultur och ett system i karosfabriken där man stannar upp processen och åtgärdar problem så fort de upptäcks för att eliminera olika typer av slöserier. Vilket bidrar till stillastående, alltså de extremvärden som syns i låddiagrammen i avsnitt 5.2.1. Innan det dragande systemet hade införts så skapades luckor vid haverier, även detta bidrog till en del stillestånd. Skillnaden är alltså att man nu med det dragande systemet tar itu med problemen direkt, istället för att förskjuta dem. Det är troligtvis därför det inte skiljer sig så mycket i spridning av JPH-värdena mellan de olika månaderna.

Fortsätter Volvo att arbeta enligt Lean principerna som beskrivs i avsnitt 3.1, vågar stoppa upp processen så fort något avviker från standarden och eliminerar allt fler slöserier, så finns det en stor potential till att de låga extremvärdena orsakade av stillestånd på sikt kommer att bli färre och därmed kommer man med stor sannolikhet kunna få ett jämnare flöde med mindre fluktuationer och lägre spridning bland JPH-värdena. Att dessa extremvärden inte har påverkat utfallet negativt visar även på att det i längden med stor sannolikhet kommer att löna sig att stanna upp processen, ta itu med de problem man har, för att sedan kunna starta upp processen igen och producera med mindre slöserier. Detta bör i sin tur leda till att antal utleveranser potentiellt sätt skulle kunna bli ännu fler.

Ett genomgående mönster som går att urskilja både på månads-, vecko- och skiftnivå är att då spridningen, alltså standardavvikelsen är låg så är nästan alltid JPH-medelvärdet högt. Vad det betyder är att Volvos ambition kring att skapa ett jämt flöde med minskade fluktuationer för att på sikt kunna öka utfallet är ett bra tillvägagångssätt för att uppnå dessa mål. Det stämmer även bra överens med de teorier om Lean produktion och dess principer som presenteras i avsnitt 3.1.

För att sammanfatta och svara på hur införandet av det dragande systemet har påverkat produktionsflödet/produktionsstörningar i 141-line så är det för tidigt efter att implementeringen har skett för att det ska vara möjligt att dra några generella slutsatser kring om det dragande systemet har haft en positiv eller negativ påverkan på produktionsflödet och störningar i flödet. Det som däremot kan resoneras kring är att det har bevisats att det vid vissa slumpmässigt utvalda tillfällen har genererat en positiv effekt i form av ett jämnare flöde med mindre fluktuationer och ett högre utfall. Detta är i linje med de mål som Volvo på sikt vill uppnå och det bevisar att de arbetar med rätt saker och bör fortsätta med det för att uppnå ännu bättre resultat i framtiden.

6.3 Effekter av ett förändrat produktionssystem i Volvo Cars karosfabrik

Det går att diskutera huruvida avsnitt 6.1 och 6.2 faller samman eller inte. Det som denna undersökning visar på utifrån de resultat som framkommer i avsnitt 5.1 och 5.2 är att fluktuationen verkar gå mot en minskad variation, åtminstone under vissa slumpmässigt utvalde stickprov. Detta besvaras även i intervjuerna med processteknikerna som dagligen arbetar med att kolla på processernas data som visat på att man faktiskt arbetar med och fokuserar på ”rätt” saker idag till skillnad från tidigare. I dag arbetar man med att skapa ett standardiserat och synkroniserat flöde för att lyfta problem till ytan och kunna arbeta bort dem. I det tidigare produktionssystemet, som var tryckande fanns det mycket dolda problem som var svåra att visualisera och identifiera då flödet inte var synkroniserat. Precis som den sjätte Lean principen beskriver så är standardiserade arbetsuppgifter och processer grunden för kontinuerlig förbättring, har man inget standardiserat arbetssätt så går det inte att urskilja vad som är avvikelser.

Det som många som arbetar i produktionen upplever är att man inte längre producerar lika mycket som man gjorde innan det dragande systemet infördes. Många upplever snarare att det dragande systemet är bromsande och har minskat antalet producerade karosser då det tycker att produktionen står stilla oftare. För att personalen inte ska tappa motivationen så är det en god idé att Volvo visar personalen konkreta siffror som tyder på att antalet producerade karosser inte skiljer sig avsevärt från det tryckande systemet jämfört med det nya dragande systemet. Det vi kan se från 141-lines resultat av utfall per månad i avsnitt 5.2.2.1. är att medelvärdet mellan oktober, januari och mars inte skiljer sig speciellt mycket. Man leverera ut ungefär lika många karosser från 141-line nu som innan det dragande systemet infördes.

Det som man dock bör ha i åtanke i detta fall är att mätpunkten för antal levererade karosser ut från karosfabriken ligger mer nerströms i processen, vilket inte är ett område som har forskats på i denna rapport. Däremot med ett synkroniserat flöde tack vare det dragande systemet så skulle man trots allt kunna säga att utfallet ligger jämnt med det från tidigare tryckande systemet med benägenheter för minskad fluktuation i utfallet. Om utfallet på 141-line ligger jämt i sitt utfall efter implementeringen jämfört med innan implementeringen borde utfallet vid mätpunkten för antal utlevererade karosser från karosfabriken också vara jämnt. Om 141-line inte leverera fram karosser så skulle även processer nerströms så småningom stanna och det skulle i sin tur i så fall påverka utfallet för antal levererade karosser ut från karosfabriken.

Under intervjuerna framkom det att de allra flesta som arbetar i produktion, både lagledare och underhållstekniker har fått för lite information till sig gällande hur det nya systemet fungerar och hur man arbetar med det på ett optimalt sätt. Detta kan vara en bidragande orsak till att fluktuationerna ännu inte har minskat så mycket på månadsbasis, personalen i karosfabriken vet inte exakt vad det standardiserade arbetssättet är, under intervjuerna framkom det att alla arbetar på lite olika sätt. Vilket gör att det dragande systemet inte utnyttjas till sin fulla potential. Volvo bör sprida information och utbilda produktionspersonalen i hur man arbetar med det dragande systemet på bästa sätt för att det ska ge bästa möjliga effekt och resultat.

I dagsläget har Volvo inte riktigt lyckats undvika den vanligt förekommande konflikten kring Lean som beskrivs i avsnitt 3.2.2. Det är vanligt att många avvisar nya system och metoder om man inte får en ordentlig introduktion till det. För att undgå denna konflikt med personalen vid införandet av ett nytt arbetssätt så beskrivs det i avsnitt 3.2.2. att ledningen bör vara tillmötesgående och förklara den nya tekniken och fördelarna med dem. Att döma från de intervjusvar som presenteras i avsnitt 5.1 så är detta något Volvo har missat. En relativt stor del av produktionspersonalen upplever en frustration och irritation kring det nya systemet då det inte vet hur man arbetar med det på ett bra sätt, samt att de inte förstår vinningen med det.

6.4 Etik och hållbarhet

I avsnitt 3.1.3 beskrivs resultat från tidigare forskning om hur Lean påverkar arbetsmiljö i form av upplevd stressnivå. Vad de studierna visar på är att det inte finns någon signifikant koppling mellan Lean och en ökad stressnivå, men att ledningsbeslut gällande bland annat hur man väljer att gå till väga vid implementering av Lean kan ha en viss påverkan på upplevd stressnivå hos arbetstagare. Under de intervjuer som hölls i detta projekt så fick respondenterna svara på ifall de upplever någon skillnad i stressnivå innan jämfört med efter att det dragande systemet hade implementerats i karosfabriken. De allra flesta, elva av totalt 16 respondenter upplevde inte någon skillnad i stressnivå efter att det dragande systemet hade implementerats. En underhållstekniker beskrev att han kände sig mer stressad på jobbet nu jämfört med vad han har gjort tidigare, men visste inte ifall det enbart hade med det dragande systemet att göra, han beskrev hur det i allmänhet är mycket förändringar som sker i karosfabriken just nu. Två lagledare i produktion upplevde mindre stressnivå efter implementeringen av det dragande systemet då det nu längre inte finns några luckor att "jobba i kapp" samt att de inte längre är deras ansvar att åtgärda stopp, utan det ansvaret har helt och hållet överlämnats till underhållstekniker. Två andra lagledare upplevde en högre stressnivå efter implementeringen av det dragande systemet, en av dem upplevde mycket stress i början, men berättade att det hade blivit lugnare nu när man har fått lite bättre koll på hur allt fungerar och den andra upplevde att det var mer stressigt på grund av att det är fler saker att hålla koll på nu jämfört med innan.

Precis som de tidigare forskningarna har visat på så resulterade även den här undersökningen i att det inte går att dra någon generell slutsats kring att Lean produktion, i detta fall införandet av ett dragande system skulle vara kopplat till en ökad stressnivå hos arbetstagare. De flesta av respondenterna upplever som sagt ingen skillnad gällande stressnivå efter införandet av det dragande systemet. Det som däremot kan vara intressant att diskutera är det intervjusvar som avviker något från mängden, totalt tre respondenter som arbetar i produktionen, lagledare och underhållstekniker upplever en högre stressnivå efter implementeringen av det dragande systemet, detta på grund av att det är fler saker att hålla koll på. I intervjuerna framgår det även att de allra flesta respondenter kände att de fick för lite information om implementering och det kan tänkas att detta är sammanlänkat med att vissa av respondenterna känner sig mer stressade nu. Precis som det beskrivs av Angelis m.fl. (2006) så kan ledningsbeslut och tillvägagångssätt vid implementering av Lean ha en påverkan på upplevd stressnivå, mer än vad Lean har i sig. Det skulle då kunna tänkas att ifall de respondenter som upplever mer stress nu efter implementeringen hade fått mer information till sig från början så hade förändringen känts mer kontrollerbar och därmed minskat deras upplevda stressnivå.

Att två lagledare som arbetar i produktion upplever en lägre stressnivå nu jämfört med innan implementeringen av det dragande systemet på grund av att det inte längre är någon stress kring att arbete ikapp luckor i produktionsflödet samt att de får mer stöttning ifrån underhållstekniker nu jämfört med tidigare visar på att det har åstadkommit en del positiva effekter för arbetsmiljön och hälsa vid implementeringen av det dragande systemet. Fortsätter man att sprida kunskap kring hur det dragande systemet fungerar och får samtliga arbetstagare i produktion att känna att de har mer kontroll över flödet och förstår hur allt fungerar med bland annat minimiantal i buffertar så kanske fler personer kommer att uppleva att deras arbetsuppgifter blir mer kontrollerbara och mindre stressiga.

Respondenterna fick även svara på ifall de upplevde någon skillnad gällande andra arbetsmiljöaspekter efter att det dragande systemet hade införts. Vid denna fråga gavs det väldigt spridda svar, ungefär hälften upplevde inte någon skillnad, ungefär en femtedel av respondenterna upplevde en irritation och tappad motivation då man inte har fått tillräckligt med information för att förstå sig på det nya systemet. En lagledare i produktion beskrev att det var svårt att motivera sitt lag nu eftersom de inte riktigt har förstått varför det dragande systemet har införts och vad det ska leda till för positiva effekter. Några andra effekter av implementeringen som kan ses som problematiska ur arbetsmiljösynpunkt är att lagledare känner att de tappar motivation och kunskap då de inte längre får ”fixa” problem som uppstår i produktionen själva utan måste lämna över allt till underhåll, samt att produktionspersonal inte längre har samma förståelse för hur flödet styrs och fungerar, vilket gör att de vid stopp inte vet hur länge det kommer att stå stilla. Innan när det var ett tryckande produktionssystem, så räknade de antal luckor i flödet och visste då hur länge stoppet skulle vara och kunde då passa på att exempelvis göra ett toalettbesök. Nu har det blivit svårare att veta hur länge ett stopp kommer vara och det upplevs då att man är mer bunden till linan.

Det går även att urskilja ett tydligt mönster där samtliga processtekniker inte upplever någon ökad stressnivå eller någon väsentlig skillnad kopplad till arbetsmiljöaspekter, medan det är flera underhållstekniker och lagledare i produktion som gör det. Eftersom samtliga processtekniker även har fått mer information om det dragande systemet än vad underhållstekniker och lagledare i produktion har fått, så skulle man kunna dra en parallell kring detta. Det är möjligt att bättre kommunikation och informationsflöde till de som arbetar i produktion hade kunnat reducera deras upplevda stressnivå och framför allt minska den irritation som har uppstått i samband med implementeringen av det dragande systemet. Ovissheten kring hur det nya systemet fungerar verkar vara det som har skapat den största frustrationen hos de som upplever mer stress och en försämrad arbetsmiljö efter att det dragande systemet har införts.

6.5 Framtida forskning

Att fortsätta forska och analysera detta område är ytterst relevant för Volvo. Att implementera ett dragande system i karosfabriken är ett beslut som har tagits för att gynna verksamheten på lång sikt. Analysen som har utförts i detta arbete har gjorts i ett väldigt tidigt stadiet efter att implementeringen av det dragande systemet har ägt rum. Vi har kunnat identifiera och påvisa en viss förändring och utveckling i detta arbete, men även kunnat konstatera att man ännu inte har uppnått alla önskvärda mål.

Eftersom många av målen med implementeringen av det dragande systemet är väldigt långsiktiga så bör liknande forskning och analyser göras kontinuerligt i framtiden för att säkerställa att man håller sig på rätt spår och gör ännu fler framsteg för att på sikt lyckas nå målen.

Att längs resans väg följa upp och jämföra både utfall och flödesjämnhet är en viktig del i utvecklingen, dels för att som tidigare nämnt säkerställa att man är på rätt väg och arbetar med rätt saker, men även för att ha möjlighet att motivera personal som arbetar med förändringarna, att kunna visa dem att deras arbete gör skillnad.

I detta arbete har det gjorts en del avgränsningar. Gällande analys av flödesjämnhet och output så har endast 141-line studerats. Något som självklart skulle vara både intressant och relevant är att ta fram liknande värden och analyser på samtliga processer i karosfabriken, för att få en helhetsbild av hur väl man förhåller sig till målen i samtliga delar av fabriken.

En ytterligare faktor som är av relevans att undersöka med det nya flödessystemet och de förändringar som har gjorts i karosfabriken är ifall det kommer att generera någon form av påverkan på resursförbrukningen. Om flödessystemet i linje med Volvos mål på sikt blir effektivare och maxkapaciteten ökar så bör resursförbrukningen rimligtvis ändras. Detta är något som företaget på sikt borde se över för att veta hur de ska fördela sina resurser på ett optimalt sätt.

7. Slutsats

I detta kapitel redovisas slutsatser som dragits utifrån arbetets viktigaste resultat (7.1) inkluderat praktiska och teoretiska aspekter som detta arbete har bidragit till (7.1.1). Slutligen i kapitlet redovisas en trovärdighetsanalys (7.2) kring rapportens tillvägagångssätt och resultat.

7.1 Slutsatser utifrån arbetets viktigaste resultat

I denna rapport har förändringen av Volvo Cars karosfabriks produktionssystem studerats. Bakgrunden till varför förändringen har gjorts är framför allt att Volvo på sikt önskar få ett förbättrat produktionsflöde som är jämnare och har ett större utfall. Vilka effekter förändringen faktiskt har genererat hittills är inget som har kartlagts eller framförts till berörd personal. Därför har vi åtagit oss denna uppgift för att kunna redovisa vilka effekter förändringarna fram tills nu har genererat. Genom en blandad methodsats bestående av intervjuer och datainsamling från 141-line har man kunnat analysera fram svar till frågeställningarna som presenteras i avsnitt 1.4.

Något som sticker ut extra mycket från de intervjuer som har genomförts är att majoriteten av respondenterna upplever att de har fått för lite information om implementeringen av det dragande systemet. Majoriteten av respondenterna känner sig osäkra på vad syftet och målet med införandet av det dragande systemet är. Som tidigare har diskuterats så är detta en brist som skulle kunna tänkas få ett flertal olika konsekvenser. Framför allt bidrar det till att det blir svårare för personalen att arbeta utefter ett standardiserat arbetssätt då de inte har tilldelats en beskrivning eller förklaring till hur de ska arbeta med det nya systemet eller vet vad målet och syftet med förändringen är. Detta är något som resultatet i avsnitt 5.1 visar på har skapat frustration och irritation bland en stor del av personalen. Detta går att likna med de fallgropar när det gäller Lean transformation som beskrivs i avsnitt 3.1.4.

För att Volvo ska kunna fortsätta arbeta mot sina mål och lyckas utnyttja det nya flödessystemet på bästa möjliga sätt så bör information och möjligtvis även utbildning kring det nya arbetssättet förmedlas till personalen. En förutsättning för att kunna få upp problem till ytan är att man arbetar på ett standardiserat sätt, vilket är svårt att göra så länge det finns oklarheter kring vad det bästa arbetssättet är.

Ytterligare en aspekt som framkom under intervjuerna är att det finns ett stort problem gällande möjligheten till att utföra förebyggande underhåll. Som tidigare nämnt så upplever många som arbetar i produktionen en osäkerhet kring varför vissa stopp uppstår och när man ska finna tid för att kunna göra förebyggande underhåll. Detta är ett problem som Volvo bör se över och arbeta fram en lösning på. Om förebyggande underhåll inte görs ordentligt kan en följd bli att det blir fler haverier i maskinerna, vilket skulle kunna leda till fler stopp, vilket i sin tur kommer påverka flödet negativt. Detta är motsatsen till vad Volvo önskar uppnå med det nya systemet och därför bör detta problem åtgärdas. Man behöver dels utbilda personalen till att förstå det nya flödet och hur man ska gå till väga vid felsökning, men även finna ett hållbart tillvägagångssätt för att utföra förebyggande underhåll.

I avsnitt 6.2.2 och 6.2.3 framkommer det att Volvo visar en viss potential till att kunna uppnå målen kring att få ett jämnare flöde med mindre fluktuationer samt på sikt ha förmågan att kunna ändra sin produktionstakt för att få ett större utfall. Fortsätter de att arbeta med rätt saker och sprider kunskap kring

hur personalen bör arbeta med det nya systemet på bästa möjliga sett så finns det en god potential till att lyckas få upp fler problem till ytan och eliminera dem för att på sikt få ett jämnare flöde som har förmåga att kunna leverera ut fler karosser.

En sammanställning av de viktigaste slutsatserna som har kunnat dras i denna rapport är:

- Att resultatet från de stickprov på JPH-värde från 141-line som har analyserat visar på att Volvo vid vissa tillfällen har lyckats uppnå vad de önskar, ett jämnare flöde med bättre utfall. Detta genom att synkronisera processen, vilket synliggjorde slöserier som sedan kunde elimineras. Detta arbetssätt stämmer mycket väl överens med den teori om Lean produktion som beskrivs i avsnitt 2.2. och om Volvo fortsätter i samma riktning gällande att synkronisera och optimera sina processer för att åstadkomma rätt kvalitet från början så bedöms det att sannolikheten för att uppnå de långsiktiga målen med implementering av det dragande systemet är stor.
- För att uppnå de önskade resultatet genom att utnyttja det nya systemet på ett optimalt sätt så bör Volvo informera sin personal kring varför förändringen har skett och vad man önskar åstadkomma med den. De bör även utbilda personalen kring det nya arbetssättet och hur de ska använda det nya systemet på bästa sätt. Detta för att skapa ett standardiserat arbetssätt i hela karosfabriken, vilket kommer bidra till att ännu fler problem förs upp till ytan och därmed kan elimineras för att åstadkomma en jämnare produktion med bättre utfall.
- Volvo bör även se över hur man med det nya flödessystemet ska arbeta med förebyggande underhåll på ett effektivare sätt. Detta för att undvika vissa slöserier som exempelvis väntan och omarbete och att få problem med produktionsstopp orsakade av maskinhaverier.
- Slutligen så har detta arbete motbevisat det som framkom i många av de intervjuer som hölls, att Volvo producerar mindre karosser nu än vad de gjorde innan det dragande systemet infördes. I resultatet från detta arbetes kvantitativa datainsamling går det att urskilja att detta inte stämmer, Volvo producerar i 141-line ungefär lika mycket nu som innan förändringen av produktionsflödet. Detta är ett resultat som förslagsvis hade kunnat presenterats för de som arbetar i produktion och tror att de nu presterar sämre än innan. Det hade troligtvis ökat deras motivation att få veta att de fortfarande levererar ut lika mycket karosser nu som innan och bidragit till en mer positiv inställning till det ny implementerade flödessystemet.

7.1.1 Praktiska och teoretiska bidrag

Om Volvo eller andra verksamheter i framtiden ska förändra ett flödessystem från ett tryckande till ett dragande system så kan resultaten från detta arbete dras nytta av. Genom att studera resultatet och de slutsatser som har dragits i detta arbete så kan verksamheter som i framtiden planerar att genomgå en liknande transformation använda sig av de principer som har visat sig fungerat bra. Resultatet visar exempelvis att Volvo i 141-line har skapat ett synkroniserat flöde och en kultur där man stannar processen och åtgärdar problem för att få rätt kvalitet från början. Detta har möjliggjort optimeringar av processen. Då Volvo har bevisat att denna utveckling är möjlig så skulle andra verksamheter som vill uppnå liknande resultat kunna följa deras fotspår.

Verksamheter som vill genomgå en likande flödestransformation kan även lära sig av den svårighet gällande informationsspridning som Volvo har ställts inför. För att inte gå miste om den kreativitet som finns hos personalen (det åttonde slöseriet inom Lean produktion, se avsnitt 3.2.1) skulle verksamheter som i framtiden vill göra en liknande förändring kunna överväga att involvera sin personal mer i förändringsprocessen. Den frustration och irritation gällande det nya flödessystemet som resultatet från intervjuerna visar på att en relativt stor del av produktionspersonalen upplever skulle med stor sannolikhet kunna undvikas, eller åtminstone minskas genom att sprida mer information och kunskap kring det nya systemet och säkerställa att samtlig personal som berörs av förändringen har en förståelse för varför förändringen sker och vilka positiva effekter verksamheten önskar uppnå med den. Detta bör hållas i åtanke vid framtida förändringar av flödessystem.

Ur ett teoretiskt perspektiv bidrar denna rapport om Lean implementering till en ökad förståelse för hur Lean kan implementeras samt fallgropar som verksamheter riskerar hamna i vid implementering av Lean principer. Resultatet i detta arbete stämmer väl överens med stora delar av den litteratur som har studerats. Bland annat talar en del av teorin för att implementering av Lean inte nödvändigtvis har en direkt påverkan på upplevd stressnivå hos personalen. Denna teori bekräftas av resultatet i detta arbete då det i intervju svaren framkommer att majoriteteten av respondenterna inte upplever någon skillnad i upplevd stressnivå efter implementeringen.

Andra faktorer som stämmer väl överens med teori om Lean produktion och det tillvägagångssätt Volvo har valt vid förändringen som har gjorts i karosfabriken är exempelvis valet av att ta ett beslut gällande en förändring som kommer att gynna företaget på lång sikt. Inom Lean produktion och Lean filosofi så är det rätt väg att gå, i Liker (2004) beskrivs det att företag inte ska ta några beslut som endas gynnar dem ekonomiskt på kort sikt, utan alltid ha ett långsiktigt perspektiv där man tar beslut som gynnar verksamheten i längden. Det finns även andra Lean principer som att exempelvis stanna upp processer och åtgärda problem för att få rätt kvalitet från början som Volvo har lyckats anamma vid denna transformation. Det som däremot skiljer sig mellan den teori kring Lean som beskrivs i avsnitt 3.2 och det tillvägagångssätt som Volvo har använt sig av är som tidigare nämnt att personalen, dömt utifrån de svar som har genererats från projektets intervjuer inte har involverats tillräckligt. Detta är en fallgrop som har identifierats vid analys av resultatet i detta arbete och det beskrivs även som en vanlig fallgrop vid Lean transformationer i avsnitt 3.5.

7.2 Trovärdighetsanalys

Resultatet som har tagits fram i detta arbete bedöms vara trovärdigt. Intervjuerna hölls anonyma för att respondenterna skulle våga öppna upp sig och prata fritt utan att bli dömda. Detta för att vi ville få fram personalens ärliga åsikter gällande införandet av det dragande systemet för att få ett så bra underlag som möjligt för att utvärdera vilken effekt det dragande systemet har genererat. Mättade svar nåddes för två av tre yrkesgrupper vilket gjorde det möjligt att identifiera mönster som slutsatser sedan kunde dras utefter.

För att styrka resultatets trovärdighet ytterligare så hade fler respondenter kunnat intervjuas. Det hade varit av värde att studera större delar av fabriken, att intervju fler respondenter från olika avdelningar

och olika skift för att få in så mycket olika synvinklar och perspektiv som möjligt. Detta arbete har avgränsats till 141-line och vi har främst intervjuat produktionspersonal som arbetar på eller i närheten av 141-line. Då alla processer skiljer sig åt finns det en möjlighet att svaren även hade skilt sig åt mer om fler respondenter hade intervjuats. Hade arbetet givits mer tid skulle det vara ytterst intressant att utföra samma analys på fler delar av karossfabriken. Då hade även fler generella slutsatser kring effekten av det dragande systemet i hela karossfabriken kunnat dras.

Samma trovärdighetsresonemang går att koppla till den kvantitativa datainsamlingen, som även den har begränsats till 141-line, som är en av 31 processer i fabriken. Givetvis hade det varit av värde att utföra samma typ av analys på fler processer för att få en mer översiktlig bild av hur det dragande systemet har påverkat hela produktionsflödet och inte bara det som är i och kring 141-line.

Något annat som hade starkt trovärdigheten hade varit att även kolla på någon annan typ av mätdata. Hade exempelvis två olika typer av KPI-värden analyserats så hade det möjliggjort en jämförelse mellan dem. Hade de visat på samma resultat hade det klassats som mer trovärdig än att endast använda sig av en KPI som vi gör i detta arbete (Holweg, Davies, Meyer, Lawson & Schmenner, 2018).

Referenslista

Arbetsmiljöupplysningen. (u.d). *Underhåll*. Hämtad: 2021-11-06, från <https://www.arbetsmiljoupplysningen.se/Amnen/Underhall/>

Arbetsmiljöverket. (2016). *Konsekvenser av Lean produktion för arbetsmiljö och hälsa*. Linköping: Arbetsmiljöverket.

Bergman, B., Klefsjö, B. (2020). *Kvalitet från behov till användning*. Lund: Studentlitteratur AB

Björn Lunden. (2021). *Ledtid*. Hämtad 2021-09-13, från https://www.bjornlunden.se/juridik/ledtid_1536

Blomkvist, P., Hallin, A. (2015) *Metod för teknologer: Examensarbete enligt 4-fasmodellen*. Studentlitteratur AB, Lund.

Bryman A. (2018) *Samhällsvetenskapliga metoder*. Kina: People printing

Bolton, W., & Bolton, W. (2009). Programmable logic controllers. Elsevier Science & Technology.

Conti, R., Angelis, J., Cooper, C., Faragher, B. & Gill, C. (2006). The effects of Lean production on worker job stress. *International Journal of Operations & Production Management*. 26, 9, 1013–1038.

Davidsson, B. & Patel, R. (2019) *Forskningsmetodikens grunder: att planera, genomföra och rapportera en undersökning*.

Henning, D. (2021, mars). *Energieffektivisering i industri*. Naturvårdsverket. Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Energi/Energieffektivisering/Industrin/>

Holweg, M., Davies, J., Meyer, A., Lawson, B. & Schmenner, R. (2018). *Process Theory: The principle of Operations Management*. Oxford: Oxford University Press

Johansson, K.E. (1997) *Driftsäkerhet och underhåll*. Studentlitteratur AB

Jonsson, P., & Mattsson, S-A. (2016) *Logistik – läran om effektiva materialflöden*. Studentlitteratur AB

Liker, J. (2004). *The Toyota Way*. USA: Mc Graw Hill

LogTrade Technologies AB. (2020). *Ordlista – Buffert lager*. Hämtad 2021-09-07, från <https://www.logtrade.se/ordlista/buffertlager/>

Macaulay, T., & Singer, B. L. (2011). *Cybersecurity for industrial control systems: Scada, dcs, plc, hmi, and sis*. Auerbach Publishers, Incorporated.

Medbo, P. (2021). *F7: Design av värdeflöden TEK400 VT21*, Chalmers Tekniska Högskolan, Sverige.

Medbo, P. (2021). *F2: Kontinuerliga flöden TEK400 VT21*, Chalmers Tekniska Högskolan, Sverige.

Olsson, P. (2021). *F8: Flöden utjämning Leanimplementering TEK400 VT21*, Chalmers Tekniska Högskolan, Sverige.

Petersson, P., Olsson, B., Lundström, T., Johansson, O., Broman, M., Blücher, D., Alsterman, H. (2015). *Lean - Gör avvikelser till framgång!* Bromma: Part Media

Planet Together. (2021). *Lean Manufacturing Advantages and Disadvantages*. Hämtad 2021-09-23, från <https://www.planettogether.com/blog/Lean-manufacturing-advantages-and-disadvantages>

ReLean. (2017). *Pull*. Hämtad 2021-09-12, från: <https://www.reLean.se/just-in-time>

Silf Competence AB. (2021). *Ordlista för inköp och logistik*. Hämtad 2021-09-06, från <https://www.silf.se/tjanster/ordlista-for-inkop-och-logistik/g/>, <https://www.silf.se/tjanster/ordlista-for-inkop-och-logistik/f/>

Voss, C., Tsikriktsis, N. & Frohlich, M. (2002), "Case research in operations management", *International Journal of Operations & Production Managemnet*, Vol. 22 No. 2, 195-219. <https://doi.org/10.1108/01443570210414329>



CHALMERS