

# **Värdeflödeskartläggning av ledtider inom produktionsplaneringen på företaget ISOPLUS Finland**

Robin Still

Examensarbete för ingenjörsexamen (YH)-examen

Produktionsekonomi

Vasa 2024

# EXAMENSARBETE

Författare: Robin Still

Utbildning och ort: Yrkehögskolan Novia, Vasa

Inriktning: Produktionsekonomi

Handledare: Mikael Ehls, Viktor Fagerhed

Titel: Värdeflödeskartläggning av ledtider inom produktionsplaneringen på företaget ISOPLUS Finland

---

Datum: 23.2.2024

Sidantal: 57

Bilagor: 5

---

## Abstrakt

Detta examensarbete har gjorts på uppdrag av ISOPLUS Finland. Företaget tillverkar fjärrvärmerör och tillhörande delar. Syftet med arbetet var att göra en kartläggning av värdeflödet och analysera ledtiderna i produktionsplaneringen samt upptäcka flaskhalsar och hitta förbättringsmöjligheter. Företaget hade som avsikt att få insyn i ledtiderna inom produktionsplaneringen eftersom de upplever att de inte kan leverera produkterna så snabbt som de skulle önska.

Teorin beskriver Lean-verktyget värdeflödeskartläggning och produktionsplanering. Analysen gjordes genom mätning av ledtider och data samlades in från tidigare gjorda produktionsorder och utöver detta gjordes observationer av produktionsplaneringsmetoder inom företaget. Ledtiderna har sammanställts i Microsoft Excel och beräknats. Insamlingen gjordes via ERP-systemet Oracle och Microsoft Outlook.

Resultaten i studien är sammanställda i en värdeflödeskarta, tabeller och grafer. Huvudresultaten i studien beskriver värdeflöden och ledtiderna inom produktionsplaneringen samt en nulägesanalys av företagets produktionsplaneringsmetoder. Resultatet lyfter fram att ledtiderna i allmänhet är relativt korta med undantag av vissa specifika produkter samt företagets produktionsplaneringsmetoder. I diskussionen diskuteras studiens val av metoder och resultat.

Resultaten har analyserats och presenterats för företaget. Företaget håller i detta nu på att implementera ett nytt ERP-system och detta kommer att ha en stor inverkan på framtida analyser.

---

Språk: svenska

Nyckelord: ledtid, värdeflödeskartläggning, Lean

# OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Robin Still

Koulutus ja paikkakunta: Yrkeshögskolan Novia, Vaasa

Suuntautumisvaihtoehto: Tuotantotalous

Ohjaaja: Mikael Ehlers, Viktor Fagerhed

Nimike: Läpimenoaikojen arvovirtakartoitus tuotantosuunnittelussa ISOPLUS Suomessa

---

Päivämäärä: 23.2.2024 Sivumäärä: 57

Liitteet: 5

---

## Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tilaaja on ISOPLUS Suomi. Yritys valmistaa kaukolämpöputkia ja niihin liittyviä osia. Työn tarkoituksena oli kartoittaa arvovirtaa ja analysoida tuotannon suunnittelun läpimenoaikoja sekä löytää pullonkauloja ja parannusmahdollisuuksia. Yritys halusi saada tietoa tuotannon suunnittelun läpimenoajoista, koska se kokee, että se ei pysty toimittamaan tuotteita niin nopeasti kuin se haluaisi.

Teoriassa kuvataan arvovirtakartoituksen ja tuotannon suunnittelun Lean-työkalua. Analyysi tehtiin mittaamalla läpimenoaikoja, ja tietoja kerättiin aiemmin tehdyistä tuotantotilauksista, minkä lisäksi tehtiin havaintoja tuotannon suunnittelumenetelmistä yrityksessä. Läpimenoajat on koottu Microsoft Exceliin ja laskettu. Tiedonkeruu tehtiin toiminnanohjausjärjestelmä Oraclen ja Microsoft Outlookin avulla.

Tutkimuksen tulokset on tiivistetty arvovirtakarttaan, taulukoihin ja kaavioihin. Tutkimuksen päätulokset kuvaavat arvovirtoja ja läpimenoaikoja tuotannon suunnittelussa sekä yrityksen tuotannon suunnittelumenetelmien nykytila-analyysia. Tuloksissa korostuu, että läpimenoajat ovat yleensä suhteellisen lyhyitä lukuun ottamatta joitakin tiettyjä tuotteita ja yrityksen tuotannon suunnittelukäytäntöjä. Keskustelussa käsitellään tutkimuksen menetelmien valintaa ja tuloksia.

Tulokset on analysoitu ja esitelty yritykselle. Yritys on ottamassa käyttöön uutta toiminnanohjausjärjestelmää, jolla tulee olemaan suuri vaikutus läpimenoaikoihin.

---

Kieli: Ruotsi

Avainsanat: läpimenoaika, arviointikartta, Lean

# BACHELOR'S THESIS

Author: Robin Still

Degree Programme: Novia University of Applied Sciences

Specialisation: Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

Supervisors: Mikael Ehre, Viktor Fagerhed

Title: Value Stream Mapping of Production Planning Lead Times at ISOPLUS Finland

---

Date: 23.2.2024    Number of pages: 57

Appendices: 5

---

## Abstract

This thesis was commissioned by ISOPLUS Finland. The company manufactures district heating pipes and related parts. The purpose of the work was to map the value stream and analyze the lead times in production planning and to discover bottlenecks and opportunities for improvement. The company wanted to gain insight into the lead times in production planning because they feel that they cannot deliver the products as quickly as they would like.

The theory describes the Lean tool of value stream mapping and production planning. The analysis was done by measuring lead times and data was collected from previously made production orders and in addition to this, observations were made of production planning methods within the company. The lead times have been compiled in Microsoft Excel and calculated. The collection was done via the ERP system Oracle and Microsoft Outlook.

The results of the study are summarized in a value stream map, tables, and graphs. The main results of the study describe value flows and lead times in production planning and a current analysis of the company's production planning methods. The results highlight that lead times are generally relatively short apart from some specific products and the company's production planning practices. The discussion discusses the study's choice of methods and results.

The results have been analyzed and presented to the company. The company is in the process of implementing a new ERP system and this will have a major impact on lead times.

---

Language: Swedish

Key words: Lead-time, Value stream mapping, Lean

## Innehållsförteckning

1	Inledning .....	1
1.1	Bakgrund.....	1
1.2	Syfte.....	2
1.3	Avgränsning.....	2
1.4	Disposition .....	3
1.5	Konfidentialitet .....	4
2	Information om företaget .....	5
2.1	Produktionen .....	6
2.2	Information om koncernen.....	7
3	Teori.....	9
3.1	Lean som metod.....	9
3.2	Produktionsplanering .....	11
3.2.1	Produktionsplaneringens bakgrund.....	11
3.2.2	Metoder inom produktionsplaneringen på företaget.....	12
3.2.3	Produktionsplaneringsmetoder som kunde gagna företaget .....	16
3.3	Värdeflödeskartläggning.....	21
3.3.1	Symboler inom värdeflödeskartläggning .....	23
3.3.2	Exempel på värdeflödeskarta .....	26
3.3.3	Ledtider inom produktionsplaneringen.....	27
3.3.4	Värdeflödeskartläggning i praktiken.....	28
4	Metod.....	31
4.1	Val av forskningsmetod, ansats och datainsamlingsmetod .....	31
4.2	Studiens validitet och reliabilitet .....	33
4.3	Redovisning av föreliggande studies forskningsprocess .....	34
4.3.1	Forskningsprocessen för effektivisering av produktionsplaneringen .....	34
4.3.2	Forskningsprocessen för värdeflödeskartläggningen av ledtiderna .....	35
5	Resultat.....	40
5.1	Metoder och deras relevans för produktionsplaneringen .....	40
5.2	Resultatet av värdeflödeskartläggningen.....	44
5.3	Resultatet av ledtiderna inom produktplaneringen .....	46
6	Diskussion .....	51
6.1	Metoddiskussion .....	51
6.2	Analys av produktionsflödet .....	52
6.3	Framtidsutsikter.....	53
6.4	Slutsats.....	53
7	Källor .....	55

## Bilagor

- Bilaga 1: Rådata Person A
- Bilaga 2: Rådata Person B
- Bilaga 3: Rådata T-stycken
- Bilaga 4: Rådata Böjar
- Bilaga 5: Rådata Ventiler

## Figurförteckning

<i>Figur 1. Exempel på produktionstillverkningen inom fabriken på ISOPLUS Finland.</i>	6
<i>Figur 2. Exempelprodukt. T-stycke färdigställt från ISOPLUS groupe. .</i>	6
<i>Figur 3. ISOPLUS groups produktions- och försäljnings områden.</i>	7
<i>Figur 4. Jämförelse mellan Kanban och DBR.</i>	20
<i>Figur 5. Värdeflödeskartans symboler.</i>	25
<i>Figur 6. Värdeflödeskartläggning.</i>	26
<i>Figur 7. Standardexempel på en värdeflödesanalys.</i>	29
<i>Figur 8. Processen i en värdeflödesanalys.</i>	30
<i>Figur 9. En modell för effektivisering av produktionsplanering.</i>	35
<i>Figur 10. Exempel på tabell över datainsamlingen.</i>	37
<i>Figur 11. Värdeflödeskartans botten.</i>	38
<i>Figur 12. Point of View för saldon på produkterna.</i>	41
<i>Figur 13. Utdrag av en tabell innehållande prognos för ISOPLUS säkerhetslager.</i>	42
<i>Figur 14. Utdrag på en kundorderförfrågan.</i>	42
<i>Figur 15. Program för kapaciteter och utdrag av ett produktionsschema för produktionsledningen.</i>	43
<i>Figur 16. Värdeflödeskartläggning med fokus på produktionsplaneringen på ISOPLUS.</i>	45
<i>Figur 17. Produktionsplaneringens ledtider utifrån steg 1–3. Första siffran är dagar och andra siffran är timmar. En dag är åtta timmar, alltså en arbetsdag.</i>	47
<i>Figur 18. Enskilda produktledtider för T-stycken enligt steg 1–3.</i>	48
<i>Figur 19. Enskilda produktledtider för Böjar enligt steg 1–3.</i>	48
<i>Figur 20. Enskilda produktledtider för Ventiler enligt steg 1–3.</i>	49

## Begreppsförkortningar

ERP	Enterprise Resource Planning (resursplanering)
DN	Nominal width (rörstorlekar)
Oracle	Företagets tidigare ERP-system
Ledtid	Den tid det tar från det att en orderprocess startar tills dess att kunden får sin beställning levererad
VSM	Value Stream Mapping, vilket är ett kartläggningsverktyg inom Lean
Värdeflöde	Värdeflödet innefattar alla aktiviteter för en produkt eller tjänst, både värdeskapande och icke-värdeskapande, från råmaterial till kund.

# 1 Inledning

Mitt examensarbete utfördes för företaget ISOPLUS Finland Ab. Företaget är tillverkare av fjärrvärmerör och rördelar samt ventiler. ISOPLUS Finland är beläget i Vasa och det är ett nytt företag. Företaget köpte upp en del av det tidigare Uponor i mars 2023. Syftet med arbetet var att göra en kartläggning av värdeflödet och analysera ledtiderna i produktionsplaneringen samt upptäcka flaskhalsar och hitta förbättringsmöjligheter.

## 1.1 Bakgrund

Jag har arbetat på ISOPLUS under sommaren 2023 och jag har nu fått fast anställning på företaget. Min arbetsuppgift inom produktionsplaneringen har varit att planera försäljningsorderna för produktionen med produktritning och materiallista med tillhörande mängder. ISOPLUS Finland är ett nytt företag med ett etablerat kundnätverk från Uponor Infra, så själva produktionen har inte förändrats avsevärt.

ISOPLUS har under en lång tid haft utmaningar med att produkter blir försenade utifrån önskat leveransdatum. Försäljningsteamet vill lova ett visst datum till kunderna, men produktionen hinner inte tillverka produkterna inom önskad tid. Utifrån denna problematik hade företaget för avsikt att få en inblick i ledtiderna i produktionsplaneringen. Företaget hade tänkt att detta examensarbete skulle öka förståelsen för produktionsplaneringen och ge en övergripande bild av processen i sin helhet. Utifrån detta fick jag ett erbjudande om att göra examensarbetet åt ISOPLUS och jag tyckte att ämnet verkade intressant och jag hoppades få lära mig mycket av arbetet.

Företaget strävar efter att vara Lean vilket innebär att endast tillverka mot kundorder, så långt det är möjligt. Detta har resulterat i att produkturvalet är omfattande. Kunderna vill ha olika förändringar på produkterna och det leder till att produkten ständigt modifieras. ISOPLUS använder sig delvis av leasade komponenter i lagret vilket innebär att komponenterna blir köpta först när de används inom produktionen. Inom ISOPLUS håller man på att implementera ett nytt ERP-system och systemet togs i bruk under årsskiftet 2023–2024. Med hjälp av det nya ERP-systemet kommer det att vara möjligt att använda funktioner för att följa med ledtiden för en försäljningsorder från försäljningsförfrågan till färdig produkt. Det är också därför jag nu i examensarbetet ska försöka utveckla förståelsen av flödet så att företaget på ett ändamålsenligt sätt kan tillämpa det i det nya ERP-systemet.



## 1.2 Syfte

Syftet med arbetet var att göra en kartläggning av värdeflödet och analysera ledtiderna i produktionsplaneringen samt upptäcka flaskhalsar och hitta förbättringsmöjligheter. Detta gjordes för att få statistik på ledtiden och på så sätt förbättra värdeflödet på en försäljningsorder. Ett visst urval av produkter inom vissa produktkategorier valdes ut. Dessa baserades på tidigare använd data och erhöles via e-post samt via lagrade data från företagets ERP-system Oracle. För att få en djupare förståelse för produktionsplaneringen gjordes också en kartläggning av nuläget i företaget och en informationsbaserad granskning med utvecklingsförslag som företaget kunde ha nytta av.

Examensarbetets forskningsfrågor var:

1. *Vilka metoder inom produktionsplaneringen är fördelaktiga i olika produktionssituationer?*
2. *Hur ser värdeflödeskartläggningen ut inom produktionsplaneringen?*
3. *Finns det flaskhalsar inom ledtiderna för produktplaneringen?*

Resultaten i examensarbetet är tänkta att kunna ge företaget en större förståelse för ledtiderna och värdeflödeskedjan inom produktionsplaneringen. Resultaten ska också kunna användas som vägledning för företaget så att förändringar och förbättringar kan genomföras.

På företaget används inte i dagsläget någon typ av program för att kontrollera ledtiderna för försäljningsorderna, men i framtiden kommer det troligtvis att vara möjligt att följa upp dessa via det nya ERP-systemet. Detta arbete är baserat på den typ av information som var möjlig att få tag på. Undersökningen utfördes utifrån data från ERP-systemet samt tidigare insamlade data av kommunikationer. Det insamlade materialet sammanställdes i Microsoft Excel.

## 1.3 Avgränsning

Arbetet utfördes på begäran av företaget ISOPLUS. För att avgränsa datamaterialets omfattning togs inte produktionen av produkterna med i analysen. Övrig avgränsning av datamaterialet var att endast tre produktkategorier valdes ut för analys. Produkterna som producerats inom företaget var till största delen standardprodukter och dessa har företaget

bra kännedom om. I stället valdes specifika produkter med stor variation som planerats från grunden. Dessa produkter delades in i tre olika produktkategorier och dessa kategorier var: Böjar, T-stycken och Ventiler. Dessa tre produktkategorier var de vanligast förekommande produkterna och företagets uppdragsgivare ansåg att dessa tre produktkategorier är de mest intressanta att studera och utreda.

Examensarbetet kommer att fokusera på ledtiden i själva planeringsprocessen, innan produkterna kommer till produktionen. I analysen är ledtiden specificerad i dagar, timmar och minuter. Indelningen av data sker endast med tanke på produkterna. Detta kommer att medföra en viss variation av ledtiderna eftersom produktförfrågningarna har olika mängd produkter per förfrågning.

Indelningen av arbetsstegen är döpta enligt "salesorder", försäljningsorder, och syftar på tiden då kundordern skickades till produktionsplaneringen medan "confermed salesorder", registrerad försäljningsorder, är tiden från att kundordern besvarades av produktionsplaneringen tills att försäljningsteamet har laddat upp ordern i ERP-systemet. "Released date", frisläppt orderdatum, är datumet då produktionsplaneringen har frisläppt ordern och skrivit ut produktinformationen och ritningen och gett det vidare till produktionen. Här tar den egentliga analysen slut men jag har också valt att ta med "compleated date", färdigställningsdatum, eftersom det gick att få denna information från ERP-systemet. Detta möjliggjorde att få med en hel tidslinje för händelseförloppet och analysera hela processkedjan med de olika ledtiderna enligt produktorder.

## **1.4 Disposition**

Inledningen i föreliggande examensarbete leder in läsaren på bakgrunden till arbetet. Syftet med examensarbetet definieras, likaså forskningsfrågorna. Examensarbetets avgränsning, disposition och konfidentialitet beskrivs också här i det inledande kapitlet.

I kapitel två beskrivs företaget där studien genomfördes. I kapitlet tas upp hur företaget grundades, företagets produktion i dag och vilka produkter som tillverkas.

I teoridelen, kapitel tre, beskrivs teorin som ligger till grund för examensarbetet med hänvisningar till tidigare forskning. Denna del är bärande för att kunna förstå resultaten i detta examensarbete.

I metodkapitlet, kapitel fyra, beskrivs metoden för värdeflödeskartläggningen och på vilket sätt ledtiderna samlades in. Studiens reliabilitet, det vill säga mätresultatens tillförlitlighet,

och validitet, som kan beskrivas som korrelationen mellan tidigare teorier och resultat, diskuteras. Motiveringar och specificeringar framkommer i detta kapitel.

Resultatet presenteras i resultatkapitlet, kapitel fem. Resultatet presenteras både i löpande text och med grafer. Här sammanfattas alla resultat från forskningen.

I diskussionskapitlet, kapitel sex, diskuteras studiens metod och resultat. Förslag på produktionsplaneringsanalysmetoder presenteras också. Slutligen sammanfattas examensarbetet med några avslutande ord.

## **1.5 Konfidentialitet**

Detta examensarbete är inte hemlighetsstämplat. I detta arbete stävar jag dock efter att så långt som det är möjligt följa den forskningsetiska delegationens rekommendationer (Tenk, 2023) gällande forskningens etik och kvalitet. Jag har därför valt att ersätta personers namn som förekommer i det insamlade materialet med koder. Datat innehåller produkter och dessa kommer inte att definieras mer än att produktkategorin framkommer. All övrig information är sakenlig och kommer att analyseras (Tenk, 2023).

## 2 Information om företaget

Företaget Wiik & Höglund började tillverka fjärrvärmerör år 1976. År 1984 övergick Wiik & Höglund till KWH-koncernen. KWH Pipe är ett företag som många hört talas om eftersom deras logo kan ses på olika ställen i Österbotten, exempelvis på gators brunnslöck. År 2013 sammanslogs KWH Pipe och Uponor Abp till ett och samma företag och då bildades Uponor Infra. I mars 2023 förvärvade ISOPLUS Group Uponor Infrass fabrik i Vasa (ISOPLUS Suomi Oy, 2023).

ISOPLUS Finland Ab är beläget i Vasa. Det är ett av de ledande företagen inom fjärrvärmerörstillverkning. Fabriken har i dag ca 90 personer anställda under sommartid inklusive inhyrd personal och kontorspersonal. Under vinterhalvåret är det dock färre anställda och mindre aktivitet eftersom det inte går att gräva ner rör då marken är frusen. ISOPLUS Finlands fjärrvärmerör uppfyllde kraven för EN-standarderna. ISO 9001 och ISO 14 001 certifikaten fick ISOPLUS i början på 2024 (ISOPLUS Suomi Oy, 2023).

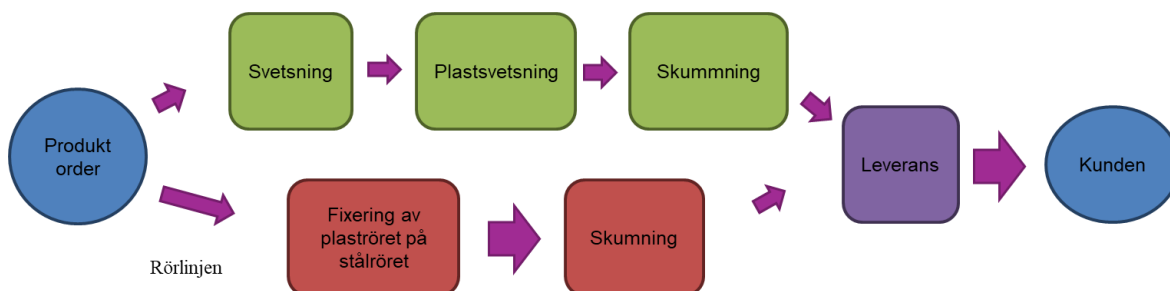
ISOPLUS är specialiserad på tillverkning av fjärrvärmerör, fjärrvärmerörskomponenter, ventiler och tillbehör. Produktionen finns på tre avdelningar. Den första avdelningen tillverkar rör och består av två rörtillverkande linjer. Den ena linjen tillverkar stora rör i tre olika längder 18, 16 och 12 m. Diametern på skalrören uppgår till 1400 mm. Större dimensioner planeras även för framtiden. Den andra linjen tillverkar endast 6 och 12 m långa rör med mindre dimensioner. Dessa linjer tillverkar enbart raka rör, ett stålrör som sammanfogas med ett yttre plasthölje, ett så kallat mantelrör med en innehållande isolering. De raka rören kan dock böckas enligt önskemål. Den andra avdelningen är svetsavdelningen och den tredje är plastsvetsavdelningen. På svetsavdelningen svetsas alla komponenter till alla olika typer av delar såsom till exempel Böjar, T-stycken och Ventiler. På plastsvetsavdelningen plastsvetsas ett plasthölje på metallrören och skummas sedan med en isolering.

Variationerna på dessa produkter är stor eftersom det finns så många olika typer av rördelar och många olika dimensioner på rören. Det finns också olika isoleringsklasser, vilket betyder att det tillverkas med olika tjock isolering. I dagens läge finns det också olika mått på svetsändarna, med det kommer eventuellt att förenas till ett standardmått i framtiden.

ISOPLUS Finland har mestadels kunder inom stora energiföretag inom Norden. Omsättningen och ekonomiska resultat är inte möjliga att definiera i nuläget eftersom det är ett nytt företag som funnits i sin nuvarande form i endast ett halvt år.

## 2.1 Produktionen

ISOPLUS har ett brett kundsoriment med ett stort lager. Beställningsorderna varierar mycket i storlek. För ett större projekt så behövs en viss sträcka rör i en eller flera dimensioner och flera olika delar, till exempel T-stycken, Böjar samt Ventiler. Leveranstiden på en försäljningsorder är beroende av orderns omfattning och produktutbud. Nedan är en figur på produktionslinjerna inom fabriken (se figur 1).



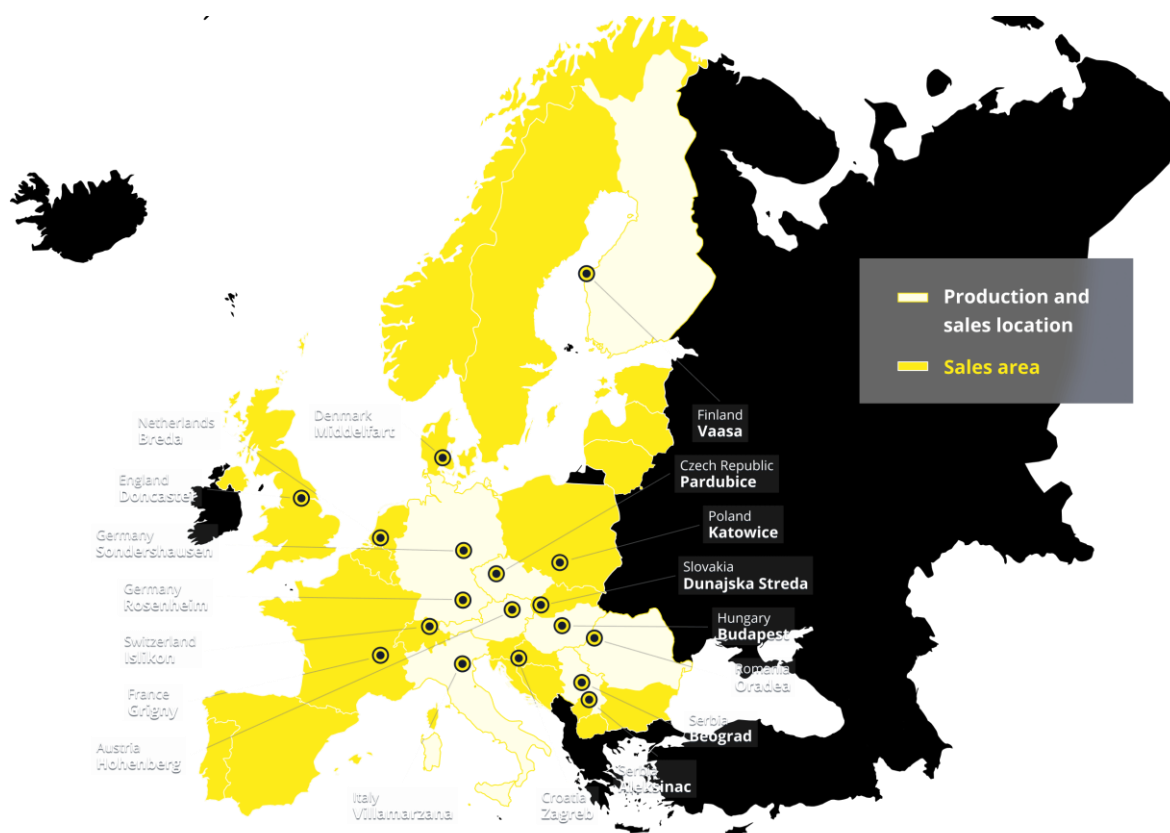
Figur 1. Exempel på produktionstillverkningen inom fabriken på ISOPLUS Finland.



Figur 2. Exempelprodukt. T-stycke färdigställt från ISOPLUS groupe (ISOPLUS-pipes.com).

## 2.2 Information om koncernen

ISOPLUS Finland är en del av koncernen ISOPLUS och de har de flesta av sina fabriker i Mellaneuropa.



Figur 3. ISOPLUS groups produktions- och försäljnings områden (ISOPLUSGroup, 2023).

På bilden symboliserar den ljusgula färgen länder där ISOPLUS har både produktion och försäljning av sina varor medan den mörkgula färgen symboliserar länder där endast försäljning sker. De svarta cirkelarna märker ut platser där ISOPLUS har produktions- och/eller lagerutrymmen. ISOPLUS i Finland ligger rätt långt ifrån de andra ländernas produktions- och lagerutrymmen och därför har Finland valt att samarbeta med Danmark.

ISOPLUSGroup är ett företag med självständig verksamhet över hela Europa. Huvudkontoret är beläget i Rosenheim i Tyskland. I dagens läge har ISOPLUS 15 nationella företag i Europa. Företaget har även en del verksamhet utanför Europa. ISOPLUS koncernen har sammanlagt cirka 1500 anställda. Det finns åtta produktionsanläggningar som är belägna runt om i Europa, (se figur 1), (ISOPLUSGroup, 2023).

ISOPLUS koncernen strävar efter att minimera miljöpåverkan på hela produktionskedjan. De fokuserar på förnybar energi och har börjat utnyttja spillvärme. De fokuserar på kvalitet och de producerar därför produkter enligt EN 253/EN15698-1 för rören och EN448/EN15698-2 för delarna. ISOPLUS koncernen har moderniserat sina anläggningar och installerat ett kvalitetssäkringssystem baserat på internationella certifieringar. Företagsstrategin fokuserar också på en helt koldioxidfri värmeproduktion genom fjärrvärme (ISOPLUSGroup, 2023).

## 3 Teori

I teorikapitlet diskuteras Lean utifrån tidigare teorier inom området. Likaså diskuteras hur företag kan använda sig av Lean och vilken nytta företag kan ha av leanverktyget värdesflödeskartläggning. Utifrån studiens syfte är det av vikt att diskutera både värdeflödeskartläggning och ledtider inom produktionsplanering. Orsaken till att Lean lyfts fram i teorikapitlet är att Lean är en process för värdeflödeskartläggning av ledtider och optimering av produktionsplaneringen. I enlighet med syftet och forskningsfrågorna beskrivs i teorin dessutom olika produktionsplaneringsmetoder.

### 3.1 Lean som metod

Lean production är en ledningsmetod som fokuserar på att minimera slöseri samtidigt som den säkerställer kvalitet, menar Meveiso (2023) och Riley (2021). Enligt författarna kan detta tillvägagångssätt tillämpas på alla produktionsutvecklingssteg, från design och produktion till distribution. Riley (2021) beskriver att syftet med Lean produktion är att minska kostnaderna genom att göra verksamheten mer effektiv och lyhörd för marknadens behov. Mevisio (2023) håller med och betonar att huvudmålet med Lean är att minska kommunikationsbrister och förbättra kundnöjdheten. Genom att implementera Lean kan affärsverksamheten visualiseras.

Enligt Riley (2021) är detta tillvägagångssätt inriktat på att eliminera eller minimera aktiviteter som inte tillför värde till produktionsprocessen, exempelvis lagerhållning, reparation av felaktiga produkter och onödig förflyttning av människor och produkter inom verksamheten. Lean production har sina rötter i tillverkningsanläggningarna i Japan och har nu spritt sig över hela världen (Toyota production system, 2019).

Lean har blivit ett alltmer populärt verktyg inom olika branscher och det används för att effektivisera arbetsflöden. Mevisio (2023) poängterar att informationen bör vara tillgänglig och synlig. Lean metoder för ett företag resulterar ofta i bättre beslutsfattande, utvidgat och förbättrat samarbete samt långsiktig lönsamhet. Även om produktion och tillverkningsindustrin initialt har sett störst nytta av Lean-metoder, har dessa metoder blivit användbara inom nästan alla branscher. Till och med inom hälso- och sjukvården har Lean-metoder blivit en etablerad praxis (Mevisio, 2023).



Mevisio (2023) beskriver att Lean bygger på att alla fokuserar mot ett gemensamt mål. I Toyotas produktionshandbok (Toyota production system, 2019) finns en förklaring till hur produktionsprocessen påverkar kvaliteten på slutprodukten. I handboken poängteras att den mest centrala delen är, JIT, det vill säga just-in-time.

Toyota Production System (2019) strävar efter att leverera produkter av världsklass, uppfylla kundernas förväntningar och vara en förebild för ansvarsfullt företagande inom både industrin och det omgivande samhället. Målet är att upprätthålla en hög kvalitetsnivå och skapa en standard för ansvarstagande inom affärsverksamheten som sträcker sig bortom produktionen och detta i sin tur påverkar samhället positivt.

Lean grundar sig på en modell som inriktar sig på att eliminera slöseri. På grund av detta har Mevisio (2023) sammanställt sju misstag som kan undvikas:

- Väntetid
- För mycket lager
- Defekter
- Omarbetning
- Transport
- Onödig rörelse
- Överproduktion.

Ett åttonde slöseri nämns också men är svårare att upptäcka och det är outnyttjande av talang- och kompetens.

För att lyckas med en framgångsrik implementering av Lean är det enligt Mevisio (2023) av yttersta vikt att skapa en effektiv visualisering av arbetsprocesser och se till att hela organisationen är i linje med de övergripande målen och värderingarna inom Lean-metoden. Tydligt definierade strategier och mål, starkt engagemang från ledningen och en skräddarsydd anpassning av Lean-principen till organisationens specifika behov är avgörande faktorer för att uppnå framgång. Införandet av Lean kan vara en tidskrävande process, och det är viktigt att alla i organisationen anpassar sig till detta arbetssätt (Mevisio, 2023).

Toyota Production System (2023) har historiskt satt upp fyra grundläggande mål som harmoniserar med dessa värderingar och målsättningar. Dessa fyra mål är:

1. Tillhandahålla kvalitet och service i världsklass till kunden.
2. Fokusera på att leverera produkter och tjänster av högsta kvalitet för att möta och överträffa kundens förväntningar. Utveckla varje medarbetares potential, baserat på ömsesidig respekt, förtroende och samarbete.
3. Främja en arbetsmiljö där varje individ uppmuntras att växa och utvecklas genom ömsesidig respekt, förtroende och samarbete. Minska kostnaderna genom att eliminera slöseri och maximera vinsten.
4. Fokusera på att effektivisera processer och minska onödiga kostnader för att maximera vinstpotentialen. Utveckla flexibla produktionsstandarder baserade på marknadens efterfrågan. Anpassa produktionsstandarderna för att vara flexibla och responsiva mot förändringar i marknadens efterfrågan.

Genom att hålla fast vid dessa mål strävar Toyota Production System (2019) och andra företag som tillämpar Lean efter att skapa en effektiv, flexibel och värdeskapande verksamhet.

## **3.2 Produktionsplanering**

Inom ett företag är produktionsplaneringen en central del i den långsiktiga planeringen av produktionen, kapacitetsnivåer och lager inom ett företag. Produktionsplaneringens syfte är enligt Persson och Öman (2016) att minska kostnaderna på den totala produktionsprocessen. Enligt Olhager (2013) är besluten för prioriteringar kopplade till produktionsplaneringen såsom tillförlitligheten och flexibiliteten av produkterna inom olika marknadssegment. Ett konkurrenskraftigt företag har en koppling mellan produktionen, produkten och marknaden. Detaljplanering innebär enligt Olhager (2013) att veta när en produktionsorder ska planeras. Det innebär att hänsyn måste tas till val av maskiner, starttid och personalens behov.

### **3.2.1 Produktionsplaneringens bakgrund**

Vad innebär egentligen produktionsplanering och hur kan den påverka företag? För att bli ett framgångsrikt företag måste man klara av att tillverka produkter enligt kundorderförfrågningar på ett kostnadseffektivt och tidseffektivt sätt. Produktionsplaneringen gör detta möjligt. Inom produktionsplaneringen kartläggs processer, resurser och råvarubalansen samt arbetskraften för produktionen analyseras. Efterfrågan på kundordern styr hur planeringen av arbetskraften utnyttjas och materialet anpassas enligt

dessa behov. Produktionsplaneringen planerar produktionsscheman för att underlätta verksamheten för produktionen (Jenkins, 2022).

Inom en produktionsplan framkommer företags produkter som kommer att tillverkas. Produktionsmålen och hanteringen av resurserna tas upp inom tidsplaneringen. Målet med planeringen är att på ett så effektivt sätt som möjligt tillverka produkterna enligt alla processteg. Med en väl utformad produktionsplan kan man spara pengar, resurser och onödigt spillmaterial. Enligt Jenkins (2022) fanns produktionsplaneringen som team endast inom stora företag men har nu även etablerats på de flesta mindre företag. Produktionsplaneringen är komplex och det handlar därför om att göra planeringen så tydligt som möjligt. Elektroniska verktyg har som regel blivit allt vanligare inom produktionsplaneringen eftersom de kan strukturera de komplexa processerna via övervakning och beräkningar i realtid.

Andersson och Persson (2013) har delat in produktionsplaneringen i fyra huvudsakliga steg. Det första steget är sälj- och verksamhetsplanering som balanserar företags resurser med kundefterfrågan. Detta planeras på möten och planen uppdateras i regel en gång per månad. Det andra steget benämns huvudplanering och berör produktmixen och där planeras vilka produkter som ska färdigställas enligt den befintliga kapaciteten. Huvudplaneringen uppdateras oftast en gång per vecka och uppdateringen sker vanligtvis via företags datasystem. Behovsplaneringen, som är steg tre, kontrollerar att huvudplaneringen fungerar på material- och kapacitetsnivå. Detta berör kundanpassade produkter mer än standardprodukter. Det fjärde och sista steget är detaljplaneringen och den sammanfattar hela planeringen och ser till att den verkliga produktionsordern tillverkas enligt planerad tid. Både behovsplaneringen och detaljplaneringen är företagsspecifika medan sälj- och verksamhetsplaneringen och huvudplaneringen är väldigt lika för alla företag.

### **3.2.2 Metoder inom produktionsplaneringen på företaget**

Produktionsplaneringens metoder är centrala faktorer för att ha ett fungerande system i produktorderflödet. Metoder som företaget ISOPLUS använder sig av är bland annat prognoser, kommunikation och säkerhetslager. Företaget producerar enligt kundorder och tillverkar enligt prognoser och lagerbehov. Företagets övriga metoder är kapacitet, flexibilitet och produktmix och samtliga metoder diskuteras i detta delkapitel.

Företag använder idag i stor utsträckning *prognoser* för att uppskatta den framtida efterfrågan och för att effektivt balansera tillgång och efterfrågan för sina produkter. För att kunna anpassa resurserna i företag krävs information om det förväntade behovet långt på förväg menar Fors (2017). Enligt Persson och Öman (2016) är det primära målet med prognoser att säkerställa att rätt produkter finns på rätt plats vid rätt tidpunkt. Olhager (2013) betonar att prognoser bör bedöma och indikera de kommande sannolika händelseförloppen. Prognostisering används som beslutsunderlag för långsiktig utformning av produktionssystem samt för material- och produktstyrning på kort sikt. Olhager påpekar också att prognoser ofta är felaktiga, och det är avgörande att betrakta dem som skattningar av efterfrågan snarare än den exakta verkligheten. Planeringssystem borde kunna hantera dessa prognosfel. Inom industriell verksamhet är syftet med prognoser att öka förståelsen för efterfrågan och försäljning menar Olhager, (2013). Genom att använda denna kunskap kan företag öka sin lönsamhet genom att planera i förväg för kommande händelser. Detta kan leda till kortare leveranstider och jämnare utnyttjande av produktionsprocesser samt möjlighet att säkerställa tillgängligheten av resurser. Prognoser fungerar som en viktig grund för strategisk och operativ planering, vilket ger företag enligt nämnda författare möjlighet att proaktivt anpassa sig till förändringar i marknaden och optimera sina resurser.

För att upprätthålla en effektiv verksamhet och optimera användningen av resurser är det avgörande att informationsdelningen och *kommunikationen* fungerar väl anser Persson och Öman (2016). Enligt författarna innebär informationsutbyte att information delas med hjälp av olika metoder inom produktionskedjan och mellan system och individer i ett företag. Många av dessa metoder används enligt Fors (2017) samtidigt och deras effektivitet varierar beroende på situationen. Han framhäver att när kommunikation sker mellan företag och aktörer inom försörjningskedjan involveras alltid individer och datoriserade informationssystem som avsändare eller mottagare. Andersson och Persson (2013) identifierar fyra grundläggande typer av informationsutbyte: man till man, man till system, system till man och system till system.

Vid informationsutbyte är det betydelsefullt, anser Fors (2017), att leverantörer får tillgång till information i ett tidigt skede för att kunna planera mer effektivt. Detta ger dem ökad förståelse och framförhållning i planeringen. Å andra sidan är det för kunden viktigt att få information för att kunna bedöma och dra nytta av leverantörens leveransservice. En effektiv informationsdelning bidrar således enligt Fors (2017) till att skapa en mer transparent och samordnad försörjningskedja, vilket gynnar alla inblandade parter.

Syftet med att ha ett *säkerhetslager* är att kunna hantera osäkerhet i prognoser menar Olhager (2013). Persson och Öman (2016) hävdar likaså att ett säkerhetslager fungerar som ett skydd mot osäkerheten i efterfrågan och resulterar i ökad leveranssäkerhet. Olhager (2013) påpekar att vid planeringstillfällen antas efterfrågan ofta vara förutbestämd, trots medvetenheten om att den grundläggande efterfrågan är slumpmässig i sin natur. Säkerhetslagret är konstruerat för att täcka de slumpmässiga variationerna i efterfrågan.

Enligt Olhager (2013) baseras utformningen av säkerhetslagret antingen på önskad servicenivå, vilket är den vanligaste modellen, eller så fastställs den med hjälp av en bristkostnadsmodell. Persson och Öman (2016) betonar fördelen med säkerhetslagret genom dess anpassningsförmåga till variationer i efterfrågan. Att ha ett säkerhetslager möjliggör en bättre hantering av oförutsedda händelser och bidrar till att säkerställa att företaget kan möta kunders behov även under perioder av osäkerhet eller förändringar i efterfrågan.

Persson och Öman (2016) förklarar att när kundernas krav på leveranstid är längre än tillverkningstiden, har företag möjlighet att vänta tills kundorder mottagits innan de påbörjar produktionen. *Produktion mot kundorder* innebär enligt Olhager (2013) att grundkonstruktionen redan är klar och att nödvändiga råmaterial och komponenter finns på plats på företaget, vilket möjliggör att produktionen kan starta direkt när kundordern mottagits. Enligt Persson och Öman (2016) är produkterna oftast helt förberedda för tillverkning innan kundorderna kommer in när företaget arbetar med produktion mot kundorder. I denna tillverkningsmodell förväntas kunder acceptera en viss leveranstid för att få sina skräddarsydda produkter nämner Olhager (2013). Författaren påpekar att när produktion sker mot kundorder krävs en viss överkapacitet för att kunna garantera korta och pålitliga leveranstider, särskilt när efterfrågan varierar. Även om detta kan leda till högre produktpriser, är det något som kunder ofta är villiga att acceptera eftersom det möter deras specifika krav och behov.

*Produktion mot lager* bygger på prognoser och placerar kundorderpunkten i slutet av produktionskedjan, vanligtvis i ett färdigvarulager eller distributionslager nära marknaden. Enligt Olhager (2013) sker alla produktionsaktiviteter i produktion mot lager innan kundorderna har mottagits. Produkterna i denna modell är ofta helt standardiserade och hålls i lager i förväntan på att en order ska komma in. När tillverkningstiden är betydligt längre än leveranstiden anser Fors (2017) att produktion mot lager är en lämplig strategi.

I denna tillverkningsmetod skapas och lagerhålls produkter i förväg, baserat på prognoser och förväntade marknadsbehov. Detta möjliggör snabbare leveranser menar Fors (2017) eftersom produkterna redan finns tillgängliga när kunderna lägger sina beställningar men detta kan också leda till ökad lagerhållningskostnad och ökad risk för överskottslager om prognoserna inte är korrekta. Produktion mot lager ger enligt forskaren företaget möjlighet att hantera stora volymer och upprätthålla en kontinuerlig leverans av standardiserade produkter till marknaden.

Olhager (2013) förklarar att det finns flera sätt att justera den tillgängliga *kapaciteten*. Exempelvis nämner han investeringar i maskiner och produktionsanläggningar, justeringar i personalstyrkan, förändringar i antalet skift, införande av säsonganpassade arbetstider och användning av övertid.

*Flexibilitet* inom produktionen handlar i sin tur om företagets förmåga att anpassa sig till förändrade förutsättningar och möjligheten att utveckla och införa nya produkter och produktionssystem på lång sikt. Enligt Olhager (2013) är långsiktig flexibilitet viktig för bestående produktivitet och lönsamhet, medan kortvarig flexibilitet fokuserar på att upprätthålla en god leveransförmåga. Flexibilitetsbehoven kan enligt Olhager (2013) mötas genom olika medel. Enligt Olhager (2013) är några av de främsta medlen för att uppnå flexibilitet inom produktionen korta omställningstider och en mångkunnig personal. Korta omställningstider gör det möjligt att snabbt anpassa produktionen till förändrade krav eller efterfrågan, medan en mångkunnig personal kan hantera olika uppgifter och arbetsmoment, vilket ökar anpassningsförmågan inom produktionssystemet.

Flexibilitet inom produktionen är en kritisk faktor för företagets förmåga att anpassa sig till förändrade förutsättningar och möjligheten att utveckla nya produkter och produktionssystem över tiden. Enligt Olhager (2013) kan flexibilitet delas in i två huvudaspekter:

- Anpassningsbarhet: Förmågan att snabbt och effektivt anpassa sig till förändrade omständigheter, krav eller marknadsvillkor.
- Långsiktig flexibilitet: Förmågan att över tid utveckla och införa nya produkter samt anpassa produktionssystemet för att stödja långsiktig produktivitet och lönsamhet.

*Produktmixen* är en central del av produktvalsplaneringen och innebär valet av produkter som produktionen ska fokusera på. Olhager (2013) påpekar att detta val vanligtvis görs

utifrån ett statistiskt perspektiv, vilket innebär att det inte görs några förändringar i produktvalet under den planerade tidsperioden, ofta på årsbasis. För att hantera produktvalsproblematiken och optimera produktmixen för en given produktionsanläggning är det viktigt att noga undersöka och prioritera vilka produkter som ska tillverkas. Detta inkluderar att överväga begränsningar i produktions- eller maskinkapacitet samt identifiera de resurser som krävs för att uppnå bästa möjliga resultat menar Olhager (2013). Produktmixplaneringen strävar efter att optimera produktionen och resursutnyttjandet för att säkerställa effektivitet och lönsamhet över tid.

### **3.2.3 Produktionsplaneringsmetoder som kunde gagna företaget**

I det föregående underkapitlet diskuterades de metoder som företaget ISOPLUS använder sig av medan detta underkapitel diskuterar ett urval av andra för företaget lämpliga produktionsplaneringsmetoder. Här diskuteras materialbehovsplanering MRP, Kanban, just-in-time, JIT, och Theory of Constraints, TOC, som lyfts fram som metoder för effektivisering av produktionen och planeringen i olika situationer.

*Materialbehovsplanering*, MRP, är en strategi som företag implementerar när det kommer till att säkerställa tillgång och hantering av olika komponenter och råmaterial för att producera en färdig produkt (Olhager, 2013). MRP är särskilt lämplig för tillverkningsmiljöer, anser Persson och Öman (2016). Enligt Chakroun (2023) är MRP-system detaljerade och används för att spåra materialkrav genom ett masterproduktionsprogram, MPP, vilket i allmänhet betraktas som kärnan i produktionsplaneringssystemet. MRP-system är specifikt utformade för att hantera oregelbundna efterfrågemönster, vilket skiljer sig från den kontinuerliga efterfrågan i den traditionella lagermodellen. Enligt Olhager (2013) är MRP en populär metod när produktionen fokuserar på kundanpassade produkter. MRP visar sin effektivitet i situationer där produkterna är standardiserade med komplexa variationer menar Persson och Öman (2016), där det finns långa produktionsledtider och när komponenternas efterfrågan varierar och inte är jämn. Chakroun (2023) betonar att MRP ger möjlighet att fatta breda schemalägningsbeslut. De täcker inte kortsiktiga beslut som maskinlastning och operationssekvensering. Forskning kring MRP och dess tillämpning i företag har varit en fokuspunkt inom industri- och produktionsområden. Bogataj's forskning ger en översikt av över 50 års forskningsprestationer om MRP-teori och här diskuteras möjliga riktningar inom Industri 4.0 för framtiden.

*Just-in-Time*, inom produktionsprocesser fick ökad uppmärksamhet på 1990-talet, även om dess filosofi har rötter i Total Produktivt Underhåll, som förkortas TPM, (Phogat & Kumar Gupta, 2019). JIT inom produktionen bygger på och utvidgar TPM-metoden genom att tillämpa innovativa tekniker för att skapa en strukturerad prestandaväg. Ursprunget kan spåras tillbaka till Henry Ford och vidareutvecklades i den japanska industrin, särskilt inom ramen för Toyota Production System, som förkortas TPS. Att implementera just-in-time produktion, innebär att minska antalet produkter i arbete, PIA, beskriver Olhager (2013). Grundtanken bakom JIT-produktion är att endast tillverka exakt rätt artikel i rätt mängd vid rätt tidpunkt, varken för tidigt eller för sent. Inom JIT-produktion hämtar varje efterföljande arbetsstation information från den föregående arbetsstationen. Denna metod kräver korta omställningstider, små partistorlekar, korta produktionsledtider och flexibel arbetskraft menar Persson och Öman (2016). Fors (2017) nämner att JIT-produktion inte är beroende av vare sig jämn eller ojämn efterfrågan eftersom grundprincipen är att producera den nödvändiga mängden vid behov. Denna metod är enligt Lean-management den viktigaste metoden för produktionsplanering och produktion.

JIT delas enligt Phogat och Kumar Gupta (2019) in i sju olika möjliga flaskhalsar.

1. Överproduktion refererar till att utföra mer arbete än nödvändigt. Det kan inkludera onödiga reparationer som inte ökar utrustningens livslängd. För att minska överproduktionen är det viktigt att regelbundet utvärdera och omvärdera flödesscheman.
2. Väntetid uppstår när produktionen måste vänta på delar eller på andra händelser. Detta slöseri kan minimeras genom bättre kommunikation mellan arbetsmomenten. Genom att ge feedback från produktionen till produktionsplaneringen bidrar det till att förstå och eliminera flaskhalsar.
3. Onödiga transportsträckor inom produktionen. Genom att minimera onödig rörelse skapas en mer effektiv och tidseffektiv produktionsmiljö.
4. Slöseri i bearbetning leder till ineffektiva arbetsorderprocesser. Tydliga instruktioner och effektiv arbetsplanering kan bidra till att eliminera onödig bearbetning.
5. Lagerrelaterat slöseri innebär överflödiga delar, föråldrade lager och onödiga kostnader. Integrering av MRO-lagerkontroll med JIT är en effektiv strategi för att minska detta slöseri. Genom att bestämma lämplig lagerkvantitet och beställningspunkter samt organisera lagret logiskt kan tid och kostnader förknippade med lagerhållning minimeras.



6. Onödiga söktider för personalen leder till slöseri. För att göra arbetsplatserna mer logiskt organiserade och tillgängliga bör överväganden göras för att effektivisera rörelse och logistik.
7. Defekter på produkter leder till omarbetning och upprepade reparationer på grund av svårigheter att identifiera orsakerna till defekterna.

*Kanban*, beskriver Olhager (2013), som ett informationssystem som tillämpas inom produktion och involverar användningen av kort eller brickor för att signalera behov av material och produktion. Metoden visar sig vara effektiv, enligt Persson och Öman (2016), vid korta produktionsledtider, en begränsad produktmix, stabil och jämn efterfrågan samt små orderkvantiteter. Persson och Öman (2016) förklarar att Kanban används för att styra och begränsa antalet komponenter och material vid varje produktionssteg. Olhager (2013) identifierar två huvudtyper av Kanban: produktionskanban och transportkanban. Produktionskanban cirkulerar internt inom produktionen och förmedlar information till tillverkningsarbetsstationen om partistorlek och operationsdata. Transportkanban används mellan tillverkare och användare för att möjliggöra att den förbrukande arbetsstationen kan hämta nytt insatsmaterial.

Förbättringar och anpassningar har skett genom åren för att göra Kanban ännu mer effektivt och mångsidigt. Här är några av dessa framsteg enligt (Tomaszewska, 2023):

- Genom att introducera WIP-gränser, work in progress, kan man kontrollera och begränsa mängden arbete som pågår samtidigt. Detta möjliggör bättre resursutnyttjande och förbättrad effektivitet, eftersom teamet kan fokusera på att slutföra pågående arbete innan nytt påbörjas.
- Användning av Flow Mapping har införts för att förstå och optimera affärsprocesser. Detta verktyg ger insikt i hur arbete rör sig genom olika stadier och hjälper till att identifiera och eliminera flaskhalsar för att förbättra flödet och effektiviteten.
- Införandet av serviceklasser gör det möjligt att definiera olika kvalitetsnivåer och prioriteringar för olika typer av uppgifter. Detta ger en strukturerad metod för att hantera olika typer av arbete baserat på dess betydelse och komplexitet.
- Genom att införa Pull Policy för hantering av arbetsflöden möjliggörs en effektivare anpassning av utförda uppgifter till de aktuella behoven i projektet. Detta innebär att arbete dras in i systemet när det finns kapacitet och efterfrågan.

- Införandet av visualiseringsverktyg, som Kanban Board, har gjort det enklare att övervaka och hantera projekt. Dessa verktyg gör det möjligt för team att snabbt få överblick över arbetsflödet och identifiera eventuella problemområden.

Fördelarna med Kanban är enligt Persson och Öman (2016) att antalet komponenter i varje steg begränsas av antalet Kanban-kort som finns tillgängliga vid det specifika produktionssteget. Denna strategi bidrar till en effektiv styrning av materialflödet och resurserna i produktionsprocessen.

Theory of Constraints, TOC, används ofta för att optimera produktionsprocesser och hantera flaskhalsar effektivt. Tomaszewska (2023) beskriver Drum-Buffer-Rope, DBR, som är en central del av TOC och fokuserar på att balansera och maximera genomströmningen genom att identifiera och hantera den mest begränsande faktorn i produktionskedjan.

Trumman, drum, representerar den kritiska begränsningen i produktionssystemet, det vill säga den del av processen som har den största inverkan på hela produktionshastigheten. Alla andra processer och aktiviteter måste synkroniseras med trummans hastighet för att undvika onödiga väntetider och överproduktion. Den tydliga identifieringen av trumman ger fokus och möjliggör effektivitetsförbättringar. Repet (rope) används för att kontrollera och reglera produktionshastigheten så att den inte överstiger trummans hastighet. Repet har en signalfunktion och säkerställer att material endast släpps in i produktionen i den takt som trumman dikterar. Genom att använda repet undviks överproduktion och onödiga kostnader.

Bufferten, buffer, är en strategiskt placerad reserv av material och tid före trumman. Denna buffert möjliggör absorption av oplanerade förändringar eller störningar i produktionsprocessen utan att påverka trummans hastighet. Det fungerar som en säkerhetsmekanism för att hantera osäkerheter och förhindra att produktionsflödet störs av oplanerade händelser. Genom att använda DBR-metoden kan företag optimera sin produktion genom att fokusera på och hantera den mest kritiska flaskhalsen. Detta ger en balanserad och effektiv genomströmning, undviker överproduktion och möjliggör bättre resursutnyttjande. Samtidigt ger bufferten flexibilitet för att hantera osäkerheter och oplanerade händelser utan att påverka den övergripande produktionshastigheten.

Table 1  
Comparison between Kanban and DBR method

Area	Comparison methods	
	Kanban	DBR
Idea	increasing profit by enhancing the added value of the product from the customer's point of view	increase your profit by increasing your throughput
Organization of the flow	continuous	compliance with constraint
Stimulation	the customer sets the pace	constraint sets the pace
Production environment	repeatable production	serial and unit production
Flow type	pull	pull
The sequence of operations	FIFO	FIFO
Methods implementation steps	5 Lean principles	POOGI
Inventory	elimination of all possible	managing enough quantity to maximize the flow of constraint
Component	supermarket, Kanban	buffer, rope
Result	lower production costs and prevention of waste	increased production capacity

Source: [Tomaszewska \(2022\)](#), Production flow between workstations using the Kanban and DBR methods – comparative study, Lecture Notes in Mechanical Engineering: Advances in Manufacturing III, pp. 225–236

*Figur 4. Jämförelse mellan Kanban och DBR.*

Enligt (Tomaszewska, 2023) har Lean och TOC gemensamma mål för att förbättra verksamhetsprocesser och öka företagets genomströmning, men de betonar olika metoder för att uppnå dessa mål. Lean-metoden strävar efter att minska kostnader genom att eliminera slöseri och effektivisera organisationen. Den betonar principer som kontinuerlig förbättring, respekt för människor och anpassning till kundens behov. Lean använder verktyg som Kanban för att visualisera arbetsflöden och hantera produktionen effektivt. Det fokuserar på att eliminera slöseri i form av överproduktion, onödig transport, lagerhållning och andra ineffektiva processer (Tomaszewska, 2023).

*TOC* fokuserar i sin tur på att maximera genomströmningen genom att identifiera och hantera den mest kritiska flaskhalsen i produktionsprocessen. *TOC* betonar behovet av att engagera medarbetare och utnyttja begränsningarnas potential för att uppnå övergripande mål. Även om Lean och *TOC* har olika infallsvinklar och verktyg, kan de komplettera varandra för att förbättra produktionsprocesserna. Kanban används för att visualisera arbetsflöden och övervaka framsteg, vilket skapar transparens och möjliggör kontinuerlig förbättring. *TOC* hjälper till att identifiera och eliminera flaskhalsar, vilket är avgörande för att maximera genomströmningen. Både Lean och *TOC* betonar flexibilitet och anpassning till kundens behov. Genom att använda verktyg som Kanban och *TOC*:s koncept för att hantera begränsningar kan företag leverera små partier av olika produkter och svara snabbt på förändrade kundkrav. Även om Lean och *TOC* har olika utgångspunkter, är det möjligt att dra nytta av båda metoderna för att skapa en holistisk och effektiv produktionsstrategi. Visualisering av arbetsflöden, eliminering av slöseri och effektiv resursanvändning från båda koncepten kan bidra till att skapa en smidig och responsiv produktionsprocess.

### **3.3 Värdeflödeskartläggning**

Grunden till värdeflödeskartläggning är Lean arbetsflöde, något som företag oftast strävar till. Värdeflödeskartläggning, som på engelska är Value stream mapping, VSM, kommer ursprungligen från tillverkningsindustrin (White, 2022). Senare används VSM för att visuellt kartlägga processer och deras system. Både Danielsson (2009) och Ekstrand och Hellberg (2016) poängterar att målet med VSM är att optimera utvecklingsprocesserna och identifiera flaskhalsar inom produktionsproceduren.

Värdeflödeskartläggning är en typ av Leanverktyg och används enligt Majewski (2017) för att kunna analysera värdeflödet av material och data kopplat till en process och produkter i systembaserade data. För att kunna upprätthålla ett väl fungerande VSM krävs det att alla inom företaget är informerade om VSM och kan samarbeta bra. Själva implementeringen av VSM är till en början komplicerad menar Majewski (2017), det tar ofta lång tid att implementera och det kan ta upp till flera år ifall det är fråga om en komplex process.

Vad är då fördelarna med en värdeflödeskartläggning? Det är en effektiv metod för att analysera de mest centrala funktionerna i ett system. Kartläggningen gör det möjligt att följa med processer inom utveckling och tillverkning av produkter på djupet och analysera stegen i minsta detalj. VSM gör det möjligt att hitta flaskhalsar såsom identifierbara fel inom processer, förseningar inom produktionen och stilleståndstid (Majewski, 2017).

När man gör upp en process för kartläggningen av värdeflöden måste man enligt Majewski (2017) utvärdera affärsprocesser och de produkter och system som företaget använder. Företaget ska alltså analysera processen och ta hjälp av andras kunskande och specialiteter för att utveckla systemet. Vid insamlingen av data måste alla brister inom processen uppmärksammas, menar Danielsson (2009) och företaget måste också ha kontroll på hur många personer som jobbar med detta och uppmärksamma ifall det blir väntetider.

Skapandet av värdeflödesscheman inom företag är enligt White (2022) indelade i två olika värdekartor där den ena kartan redovisar nuläget och den andra förutspår framtiden. I den nutida värdeflödeskartan kommer nuvarande problem att uppmärksammas och kraven fastställs. Den framtida värdeflödeskartan visar på hur verksamheten fungerar när dessa ändringar har gjorts. När värdeflödeskartläggningen sedan publiceras måste de regelbundet uppdateras då en ändring skett.

Det finns enligt White (2022) olika steg för kartläggningen av värdeflödet. Peter Hiner och Nick Rich från Lean Enterprise Research Centre i Cardiff redovisar för sju olika verktyg för värdeflödeskartläggning. De påpekar att dessa steg inte är förankrade i någon enskild teoretisk metod utan alla organisationer kan själva skapa och bestämma vilket system de vill använda och hur de vill använda systemet. Hiners och Ricks sju verktyg (i White, 2022) kan sammanfattas som:

- Kartläggning, där processflöden upprättas och arbetsflöden analyseras.
- Flaskhalsar, ledtider granskas via respons och diagram.
- Konkurrentgransking, ta hjälp av hur konkurrenter inom liknande branscher har löst sina problem.
- Kundens efterfrågan jämfört med produktionens effektivitet enligt utbud och efterfrågan.
- Identifiering av problem såsom vanligt förekommande defekter inom produktionen.
- Produktionsorder i förhållande till lagret och/eller efterfrågan av kunder.
- Leveranskedjan, kartläggning inom branschen.

### 3.3.1 Symboler inom värdeflödeskartläggning

Visualisering är ett centralt begrepp inom VSM anser Nyström (2020) och här används ofta symboler för att förtydliga processer inom värdeflödeskartan. Symbolerna kan vara allmänna och används av olika organisationer eller anpassade till den egna organisationen (Schäfer, 2022). Nyström (2020) poängterar att alla som är involverade i processen måste kunna tolka symbolernas innebörd för annars är det svårt att se nyttan av projektet. Schäfer (2022) beskriver fyra olika typer av symboler och dessa är:

- Processymboler, som identifierar processer inom en värdeflödeskarta. De används för att undvika slösaktiga resurser där kunderna involveras. Exempel på processymboler är symboler som beskriver kunder och leverantörer, delade och sammanslagna processer och processflöden.
- Materiella symboler, som definierar delarna i en process som involverar lagret. Hit hör symboler såsom lagertillgänglighet, externa och interna leveranser och lagret i sin helhet.
- Informationssymboler, som anger var och hur informationen används och påverkar en process. Dessa symboler identifierar lagerproblem och produktionskontroll.
- Allmänna symboler. Hit hör alla andra symboler som inte är någon av de tre övre symboltyperna. Symboler som används är identifiering av operatörer, tidslinjer, information och kvalitetsproblem med förbättringsförslag.

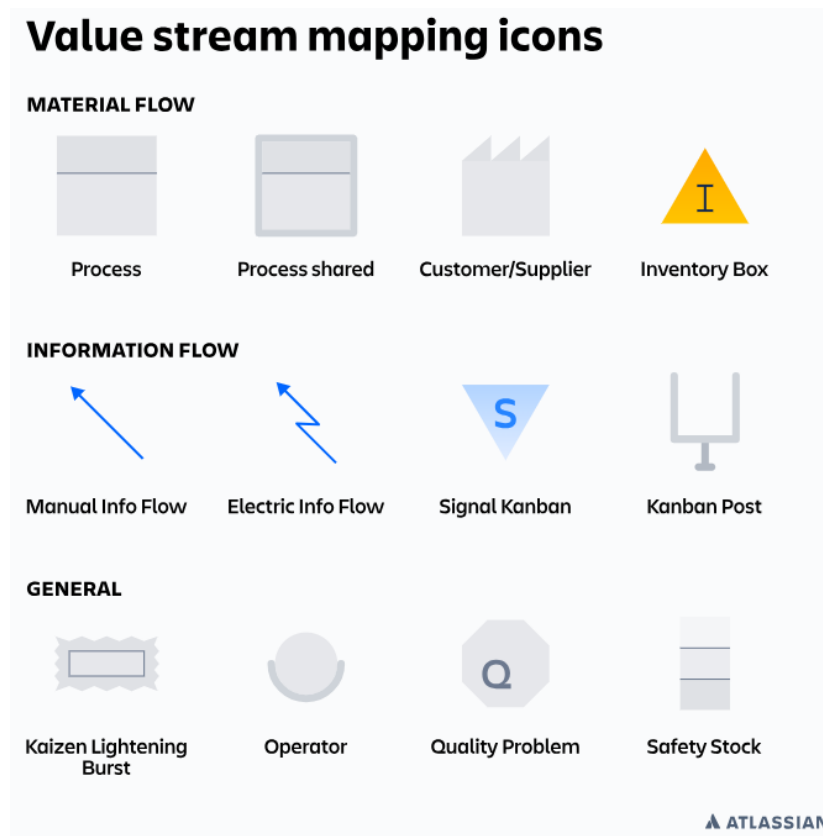
Att utveckla en produkt kan enligt Schäfer (2022) vara utmanande och därför kan VSM vara ett fungerande koncept då företaget önskar utveckla ett helt processkretslopp och på så sätt också få en bättre slutprodukt. En värdeström är alla processteg som används för att producera en produkt och VSM är en affärsmetod som används för att förstå alla processer i dessa värdeströmmar.

Inom produktionskedjan och tillverkningsprocessen är värdeflödeskartläggning en kraftfull metod för att eliminera kostsamma förseningar och identifiera slöseri. Genom att noggrant analysera varje steg i tillverkningsprocessen kan organisationer identifiera och eliminera slöseri, såsom överproduktion, onödiga transporter, överflödiga lager och onödiga rörelser. När värdeflödet kartläggs inom försörjningskedjan kan organisationer identifiera flaskhalsar och förseningar som kan uppstå i övergången mellan olika aktörer och processer. Detta gör

det möjligt att skapa ett mer sömlöst och effektivt flöde av material genom hela kedjan (Schäfer, 2022).

Materialhanteringen och informationsflödet är nära kopplade i värdeflödeskartläggningen. Genom att förstå hur informationen rör sig genom försörjningskedjan kan organisationer snabbt reagera på förändringar och undvika onödiga förseningar anser Mukherjee (2023). Samtidigt kan en effektiv materialhantering säkerställa att en rätt mängd material finns tillgängligt vid varje steg i produktionen, vilket minimerar slöseri och förbättrar produktionsflödet.

Företag kan enligt Schäfer (2022) prioritera värdeströmmarna enligt de viktigaste och mest värdeskapande som första prioritet, vilket leder till att de optimeras först. Inom tjänstesektorn används värdeflödeskartläggning för att kartlägga och förbättra processer som påverkar externa kunder. Genom att identifiera och eliminera onödiga steg eller förseningar kan tjänsteföretag effektivisera sina processer och erbjuda snabbare och mer tillfredsställande tjänster menar Schäfer (2022). Mukherjee (2023) lyfter i sin tur fram att värdeflödeskartläggning inom administration och på kontor främst handlar om att förstå och förbättra interna processer. Det kan innebära att identifiera och eliminera onödiga administrativa steg, minimera pappersarbete och öka effektiviteten i interna kommunikationsflöden.



Figur 5. Värdeflödeskartans symboler.

Kaizen Burst, även känt som Kaizen Blitz, beskriver en intensiv och kortvarig teamaktivitet som sträcker sig över 3–5 dagar och är inriktad på att lösa specifika utmaningar beskriver Mukherjee (2023). Medan värdeflödeskartläggning ofta används för att identifiera och planera förbättringar, är syftet med Kaizen Burst att genomföra dessa förbättringar. Denna metodik är särskilt användbar för att hantera problem som inte kan lösas så snabbt som planerat.

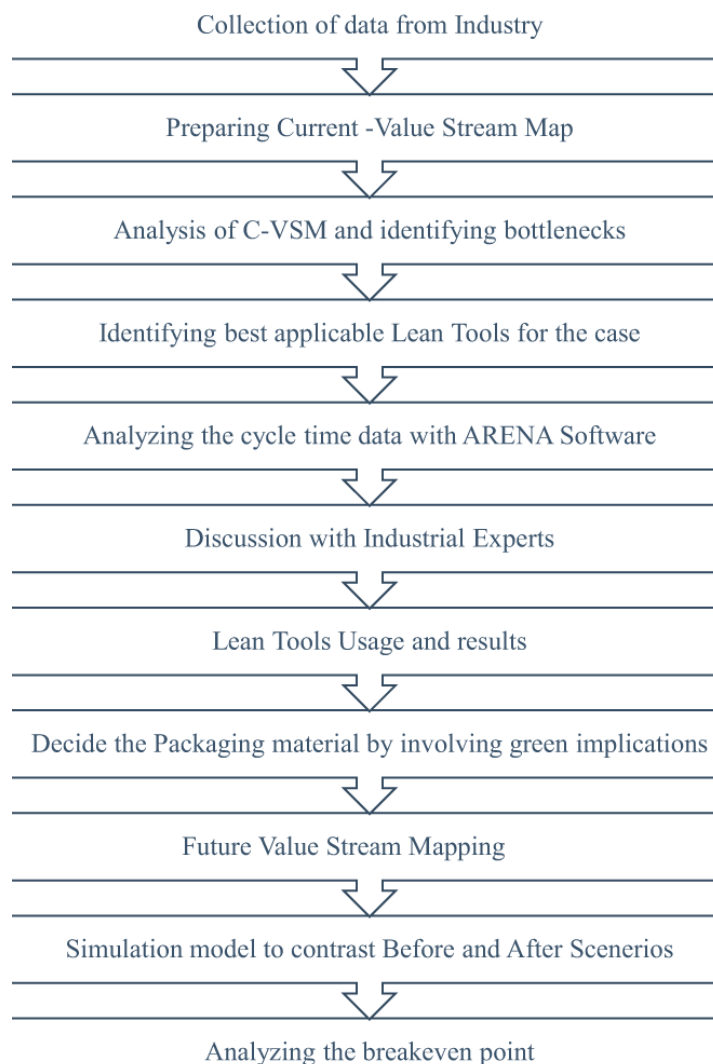
Kaizen Burst används oftast, enligt Mukherjee (2023), då företag har en stor mängd objekt i arbetskö och de vill minska den till en mer hanterbar nivå. Målet är då att koncentrera teamets energi och resurser till ett specifikt problem, en given process eller en särskild aktivitet för att snabbt eliminera hinder, slöseri eller implementera lösningar. Franco (2023) lyfter fram att Kaizen Burst-aktiviteter kan vara en viktig del av prestationshanteringen och används framför allt för att ta itu med hinder, skapa lösningar och främja kontinuerliga förbättringar då man strävar efter att höja prestandan från en nivå av värdeflödesprestandan till nästa. Det är enligt Franco (2023) en snabb och fokuserad metod för att göra konkreta förbättringar inom en kort tidsperiod.



### 3.3.2 Exempel på värdeflödeskarta

Enligt Franco (2023) strävar Lean-metodiken och värdeflödeskartläggning efter att åstadkomma ständiga förbättringar. Fel och felmarginaler är oundvikliga och därför bör processen upprepas kontinuerligt för att minimera fel och förbättra värdeflödena. Det är enligt Franco (2023) en iterativ metodik, dvs en metod där teamet arbetar med att förbättra resultat utifrån feedback och ny information, för att säkerställa att arbetsprocesserna fortsätter att förbättras över tid.

Figur 6 ger en översikt över den angivna metoden och dess steg. Denna metodik syftar till att skapa en brygga mellan VSM och simuleringsmetoden, vilket kan vara värdefullt för industriella ingenjörer och organisationer som strävar efter att förbättra sina processer (Mishra, Sharma, & Sachdeo, 2020).



Figur 6. Värdeflödeskartläggning (Mishra, Sharma, & Sachdeo, 2020).

### 3.3.3 Ledtider inom produktionsplaneringen

Enligt Olhager (2013, s. 28) definieras ledtid som "den tid som förlöper från det att behovet av en aktivitet eller grupp av aktiviteter uppstår till dess man har vetskap om att aktiviteten eller aktiviteterna har utförts". Fors (2017) förklarar i sin tur ledtid som tiden från orderläggning till orderuppfyllelse och menar att för att kunna bestämma ledtiden registreras tiden från det att ordern läggs till dess att den levereras. Enligt Andersson och Persson (2013) har ledtid två innebörder: den första handlar om tiden för leverans till kund, och den andra är den planerade ledtiden, det vill säga den tid det tar från produktionens start till leverans inom en viss tidsram. Persson och Öman (2016) betonar ledtidens viktiga roll i produktionsstyrningssystem och lyfter fram flera fördelar med att minska ledtiden, såsom minskade säkerhetslager, reducerade förluster på grund av bristande lager, förbättrad kundservice och ökad konkurrenskraft.

Suri (2023) har granskat ledtiderna på olika företag och han anser att ledtiden ska ses som en del av transporten. Långa ledtider leder till indirekta kostnader och många omstruktureringar och detta anses därutöver leda till förvirring bland kunder och administrativ personal. Sumon, Tiwari och Giri (2021) beskriver ett "business to customer" system där partistorleken på orderstocken undersöks. Dessa forskare använder sig av matematiska formler för att försöka nå en ultimat nivå. Ledtiden består enligt dem av ställtid, produktionstid och transporttid. Genom att tillverka produkter internt och minska totala ledtider har företag kunnat minska indirekta kostnader avsevärt lyfter Sumon Tiwari och Giri (2021) fram. Samarbeten med leverantörer, för att minska deras ledtider, har också bidragit till kostnadsminskningar för inköpta artiklar. Åtgärderna har i vissa fall, enligt forskarna, resulterat i över 20% minskning av totala driftskostnader, vilket har eliminerat arbetskraftskostnadsfördelen för konkurrenter med lägre arbetskraftskostnader (LCC-konkurrenter).

Suri (2023) nämner vikten av att chefer skulle fokusera på att analysera och optimera de totala driftskostnaderna snarare än att bara titta på styckepriskostnader för produkter som outsourcas. Detta är enligt Suri (2023) en övergripande strategi för att förstå och minska kostnaderna i hela produktionsprocessen och försörjningskedjan och detta kan ge långsiktiga konkurrensfördelar.

Såväl produktionsplanering som försäljning är centrala delar av en verksamhet. Ledtider är en viktig faktor för att effektivisera produktionen och förbättra lönsamheten. Enligt en artikel

från Plantvision (2023) spelar produktionsplaneringen en viktig roll för att stärka konkurrenskraften på marknaden. Enligt Rafstedt och Johansson (2023) är kortare ledtider helt avgörande för mer kundorderstyrd produktion. Kortare ledtider möjliggör en snabbare respons mot varierande kundefterfrågan och högre flexibilitet. På så sätt har ledtiden en avgörande betydelse för lönsamheten. Utifrån dessa argument behöver planeraren ha översikt över produktionens flöden, lagernivåer, kundorder, interna ledtider och samtidigt ta hänsyn till resurser såsom personal och maskiner (Plantvision, 2023). Utifrån den informationen planeras produktionsorder och produktionsschemat kommuniceras ut till berörda parter.

Enligt Andersson och Persson (2013) är den främsta fördelen med en kortare ledtid att det ger konkurrensfördelar genom snabbare anpassning till kundernas krav. Olhager (2013) nämner att ledtiden normalt består av fem grundläggande komponenter: kötid, ställtid, bearbetningstid, väntetid och transporttid. Andersson och Persson (2013) hävdar att ledtiden kan minskas genom att ha kontroll över några eller alla dessa komponenter. Att minska ledtiden är en strategi som kan öka effektiviteten och kundtillfredsställelsen samtidigt som den ger konkurrensfördelar på marknaden.

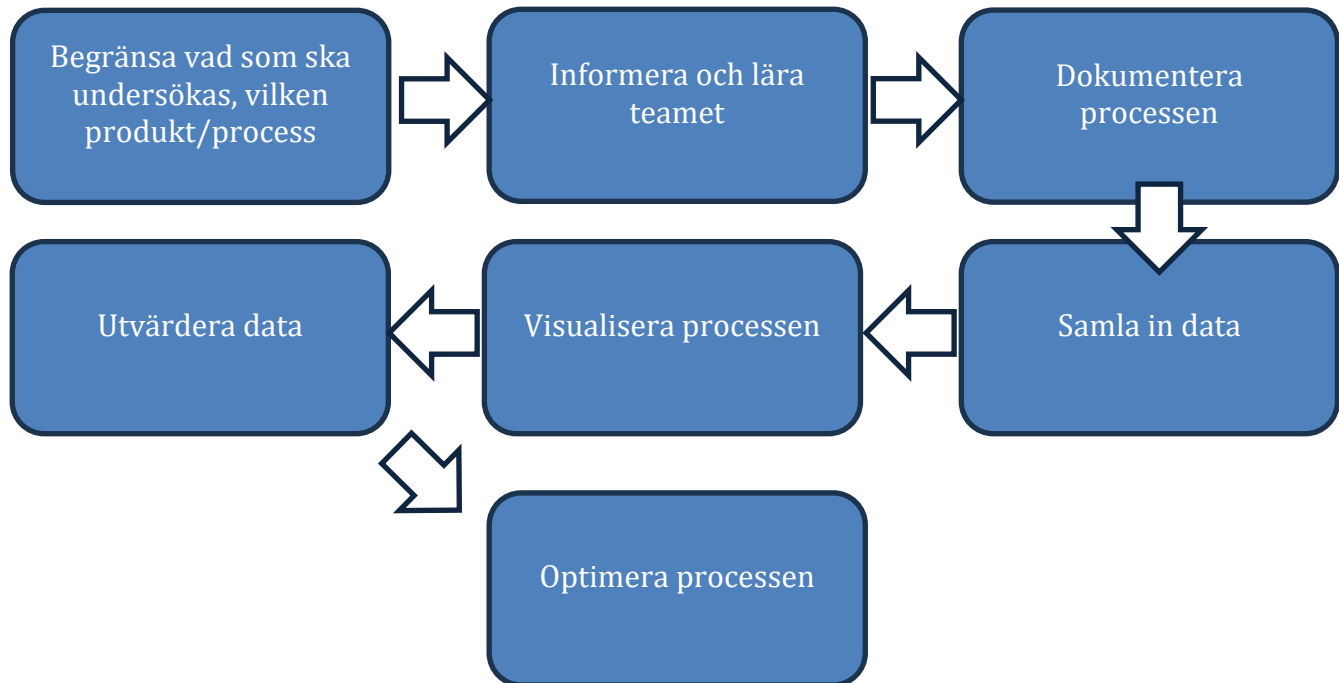
Att fastställa en lämplig ledtid är en kritisk aspekt inom utformningen av produktionsplanering och kontrollsystem, enligt Andersson och Persson (2013). Författarna menar att den planerade ledtiden bör bestämmas med hänsyn till företagets policy angående balansen mellan antalet produkter i arbete och variationskapaciteten. Enligt författarna bör ledtiden till leverans beräknas med hänsyn till antalet order i orderlistan och den aktuella processkapaciteten.

Fors (2017) nämner genomloppstiden som ett viktigt och användbart tidsmått. Han definierar genomloppstiden som den tid det tar för en produkt eller ett ärende att genomgå ett specifikt avsnitt av produktionsflödet. Fors (2017) beskriver att en total ledtid kan uppstå som ett resultat av flera olika genomloppstider. Att förstå och hantera dessa genomloppstider är avgörande för att optimera produktionsprocessen och förbättra leveransprestanda.

### **3.3.4 Värdeflödeskartläggning i praktiken**

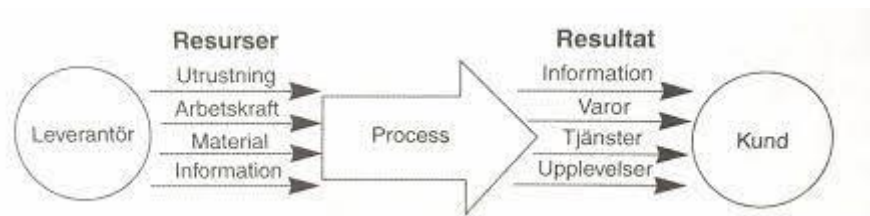
Värdeflödesanalyser är ofta teoretiskt beskrivna menar Schäfer (2022). De används i praktiken för att förbättra arbetsprocessen via effektivisering av ledtiderna. Man förbättrar gränssnitten mellan enheterna i organisationen. Flaskhalsarna som upptäcks är oftast

onödiga och kan på ett enkelt sätt omstruktureras så att det på ett förmånligt sätt blir korrigerat (Danielsson, 2009; Lindelöf & Hermansson, 2013). Slutresultatet av en väl genomförd optimering av en värdeflödeskartläggning, en ökad effektivitet samtidigt som man sparar pengar anser Schäfer (2022).



Figur 7. Standardexempel på en värdeflödesanalys Still (2023) enligt Schäfers (2022) beskrivning.

Figuren ovan beskriver i text och bild hur man gör när man konstruerar en värdeflödeskartläggning. Till att börja med avgränsas området. Ett företag har ofta flera produkter eller tjänster och det bör därför avgränsas för att en rättvis och korrekt analys ska kunna genomföras och det är också viktigt att informationen av vad som ska göras når ut till alla berörda parter. Det kan påpekas att de som är delaktiga inte alltid behöver informeras eftersom det kan leda till felaktiga data ifall de blir påverkade av informationen under själva värdeflödesanalysen. Allt dokumenteras och informationen sorteras, ofta i tabellform eller med hjälp av grafer. Processen startar och data samlas in via ett program eller praktisk ledtid. Processen visualiseras och följs med. Data utvärderas och i detta skede är det viktigt att informera alla berörda parter så att man via flödesanalysen kan förbättra, optimera och förenkla processen (Schäfer, 2022).



Figur 8. Processen i en värdeflödesanalys (Bergman & Klefsjö, 2020).

I figur 8 beskrivs processen av en värdeflödesanalys på ett annat sätt men med samma slutmål dvs att optimera flödet och hitta flaskhalsar. Enligt Bergman och Klefsjö (2020) är syftet med en värdeflödesanalys att alla resurser utnyttjas på bästa sätt och att alla involverade vet vad de ska göra för då undviks slöseri av resurser och identifieringen av flaskhalsar åtgärdas. Produktiviteten ökar och alla inblandade får en ökad förståelse menar forskarna. Schäfer (2022) lyfter fram att det kan finnas vissa svårigheter med kartläggningen ifall det är komplexa verksamheter eftersom det då blir svårt att identifiera värdeströmmarna. Värdeflöden kan vara av olika tyngd med tanke på arbetet som krävs för att göra en hel värdeflödesanalys av en specifik process. Då är det enligt Danielsson (2009) viktigt att man har kontroll på hur man ska gå till väga och kan överväga arbetsinsatsen.

Olhager (2013) definierar flaskhalsar som begränsningar i flödet genom hela värdekedjan. Det kan innebära att maskiner inte kan utnyttja sin fulla kapacitet, eller att tillgången på råmaterial är begränsad i produktionen medan marknadens efterfrågan på produkten är mindre än produktionskapaciteten. Vidare definierar Olhager (2013) flaskhals som en resurs i produktionskedjan med en beläggning på 100 procent eller mer, vilket innebär att resursen inte kan producera enligt de aktuella materialbehoven. Flaskhalsar försämrar flödet och påverkar den totala genomloppstiden i systemet menar Bergman och Klefsjö, (2020).

## 4 Metod

I detta kapitel presenteras val av forskningsmetod och ansats för föreliggande studie. Begreppen reliabilitet och validitet beskrivs och diskuteras och kapitlet avslutas med en beskrivning av hur studiens material samlades in och hur materialet bearbetades, analyserades och tolkades.

### 4.1 Val av forskningsmetod, ansats och datainsamlingsmetod

Då ett forskningsprojekt inleds bör den som genomför forskningen välja forskningsmetod. Forskningsmetoder kan beskrivas som de systematiska tillvägagångssätt och tekniker som forskare använder då de ska samla in, analysera och tolka data med syftet att besvara forskningsfrågor eller testa hypoteser. Syftet med examensarbetet var att göra en kartläggning av värdeflödet och analysera ledtiderna i produktionsplaneringen samt upptäcka flaskhalsar och hitta förbättringsmöjligheter. Forskningsfrågorna var: Vilka metoder inom produktionsplaneringen var fördelaktiga i olika produktionssituationer? Hur såg värdeflödeskartläggningen ut inom produktionsplaneringen? Fanns det flaskhalsar inom ledtiderna för produktplaneringen?

Det finns två övergripande metoder att välja mellan då man samlar in och analyserar data och dessa är kvalitativa och kvantitativa metoder (Olsson & Sörensen, 2007). Dessa metoder associeras till bestämda undersökningsmetoder och de är knutna till hur insamlade data ska analyseras och bearbetas. Kvalitativ metod inbegriper många olika forskningsansatser men det de har gemensamt är att de strävar efter att analysera, tolka och förstå sådant som måste beskrivas med text. Dessa studier söker svar på frågor om hur människor till exempel uppfattar olika fenomen i världen och data som används är exempelvis intervju eller observation. *Kvantitativ* metod undersöker i sin tur sådant som kan mätas och beskrivas med siffror och en kvantitativ forskare anger data i siffror såsom statistiska värden och procentvärden för att fastställa statistiska samband, generalisera resultat och testa hypoteser.

Då studien planerades diskuterade jag med min handledare på företaget om hur vi på bästa sätt kunde ta del av informationen från värdeflödet. Idén med att under realtid utföra en uppföljning via en enkät eller uppföljningsblankett som skulle finnas med mellan försäljningsteamet och produktionsplaneringen förkastades. Eftersom företaget befann sig precis i övergången mellan två olika ERP-system skulle detta inte varit praktiskt möjligt. Ifall man skulle gjort det via det nya ERP-systemet fanns risken att examensarbetet inte skulle bli klart inom utsatt tid. För att undvika dessa problem valdes tidigare använd data

som det bästa alternativet. Efter att diskussioner förts valdes en kvantitativ metod där data skulle samlas in utifrån gjorda produktspecifikationssammanfattningar och deras ledtider.

Forskningsprojekt inleds ofta också med att välja forskningsansats vilket innebär att välja vilken typ av forskning som ska genomföras. Andersson och Borgbrant (1998) nämner fem olika ansatser och dessa är förändrings-, teori-, modellinriktad-, utprovande och utvärderingsforskning. Detta examensarbete har närmast en utvärderande forskningsinriktning som kan beskrivas som en utvärdering av enskilda produkter och processer vid produktion med målet att analysera behov och möjligheter till förbättring. En viktig aspekt för att förbättra verksamhetsprocesser är att analysera och optimera ledtider, vilket är den tid det tar för en produkt eller tjänst att passera genom olika steg i produktions- eller tjänsteskedet. För att uppnå detta mål användes även värdeflödeskartläggning för att förtydliga förståelsen för produktionsplaneringsprocessen.

Datainsamlingsmetoden för värdeflödeskartläggning har sitt ursprung inom Lean-management och fokuserar på att identifiera och eliminera slöseri i processer för att öka effektiviteten och minska ledtider. Genom att visuellt kartlägga varje steg i produktions- eller tjänsteflödet, inklusive de olika aktiviteterna och de tidslinjer som är involverade, kan organisationer få en djup förståelse för sina processer och identifiera områden för förbättring. Genom att göra en analys och praktisk tillämpning av värdeflödeskartläggning syftade denna studie till att bidra med insikter och rekommendationer för att optimera processerna och därigenom öka företagets konkurrenskraft. Studien fokuserade på ledtiden inom planeringsskedet. Uppdragsgivaren ISOPLUS var intresserad av resultaten i studien och om eventuella flaskhalsar kunde upptäckas. Produktionen kommer att kunna granskas enligt ledtider i det nya ERP-systemet och därför var planeringsskedet som huvudfokus. Företaget ville i och med detta examensarbete få en djupare inblick i hur de olika produkterna påverkar hela värdeflödet och öka förståelsen för denna arbetsgång. Mer specificerat:

- Verkliga ledtider
- Verkliga väntetider
- Orsaker till eventuella problem

Antalet produkter i beställningen påverkar ledtiden inom produktionsplaneringen. Antalet produkter i beställningen har inte beaktats eftersom huvudsyftet med arbetet var att analysera ledtiden för produktionsskedena inom produktionsplaneringen. Dagarna har redovisats

enligt arbetsdagar vilket innebär att helger och andra röda dagar inte tagits med i beräkningen.

## **4.2 Studiens validitet och reliabilitet**

I all forskning strävar man efter att få en uppfattning om hur väl datainsamlingsmetoderna fungerar med tanke på det syfte man har i sin studie. I studier med kvantitativa metoder hänför sig begreppen validitet och reliabilitet främst till datainsamlingen, det vill säga att rätt sorts data insamlats på ett tillförlitligt sätt. Validitet kan beskrivas som att forskaren mäter det som är relevant i studien medan reliabilitet avser att forskaren mäter på ett tillförlitligt sätt. Hög reliabilitet är inte någon garanti för att få hög validitet men hög validitet förutsätter hög reliabilitet (Gunnarsson, 2002).

Frågor som forskare kan ställa sig för att reflektera över studiers validitet är till exempel: Har forskaren använt sig av rätt datainsamlingsteknik i förhållande till syftet och forskningsfrågorna (innehållsvaliditet)? Stämmer resultatet överens med resultat från andra liknande undersökningar (korrespondensvaliditet)? Kommunikerar forskaren sin vandring under forskningsprocessen på ett tydligt sätt (kommunikativ validitet)? Är den kunskap man kommer fram till användbar (pragmatisk validitet)? Frågor med fokus på reliabilitet kan i sin tur vara: Är mätningen fri från partiskhet av personen som mäter (inter-rater reliabilitet)? Påverkas mätningen av tiden (test-retest reliabilitet)? Finns det samstämmighet mellan olika delar i datamaterialet (internal consistency reliabilitet)?

Jag har i detta examensarbete försökt vara så noggrann som möjligt i alla steg under arbetets gång. Utifrån syftet mejslades forskningsfrågor ut för att förtydliga delarna som studien ska kunna ge svar på. Datainsamlingsmetoderna har diskuterats både med handledare på företaget och med utbildningens handledare. I följande delkapitel beskrivs stegen i forskningsprocessen så noggrant som möjligt och i diskussionskapitlet diskuteras metoden och resultatet. Bakgrundsdata till analyserna framkommer i bilagor i detta arbete så att den intresserade själv kan se och analysera insamlade data. Dessa steg är en del av försöket att få så hög validitet och reliabilitet i arbetet som möjligt.



### 4.3 Redovisning av föreliggande studies forskningsprocess

I detta avsnitt redovisas examensarbetets forskningsprocess steg för steg så att läsaren ska kunna följa hur forskningen gått till. Delkapitel 4.3.1 beskriver forskningsprocessen för effektivisering av produktionsplaneringen och delkapitel 4.3.2 beskriver forskningsprocessen för värdeflödeskartläggningen av ledtiderna.

#### 4.3.1 Forskningsprocessen för effektivisering av produktionsplaneringen

Arbetet utfördes på begäran av företaget ISOPLUS. I detta delkapitel beskrivs forskningsstegen med fokus på produktionsplaneringen och forskningsfråga ett. Den presenterade litteraturstudien i examensarbetet betonar vikten av att välja planeringsmetoder baserade på specifika egenskaper och relevans för den aktuella planeringssituationen. En övergripande slutsats är att det inte finns en universellt överlägsen modell för produktionsplanering utan valet bör anpassas till planeringsmiljön och de specifika målen för produktionen. För att vägleda valet av metod eller metoder i en given situation föreslås en strukturerad process, vilket framgår i figur 9.

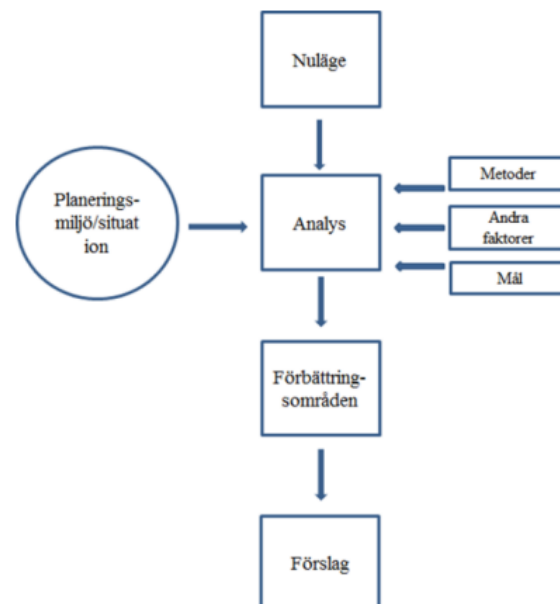
*Observation som forskningsmetod.* Att observera är en forskningsmetod som innebär att på olika sätt observera, antingen via systematisk- eller deltagande observation (Appelqvist, Dahlberg, Getachew, Hansen, & Persson, 2020). Författarna hävdar att den systematiska observationen bygger på kvantitativa data i likhet med datamaterialet i denna studie. Deltagande observation är däremot kopplad till sociologi och antropologi och förknippas oftast med kvalitativa data.

Observation som metod används oftast enligt Appelqvist, Dahlberg, Getachew, Hansen och Persson (2020) för att göra en datainsamling eller tolkning av en process. Inom observationer är det vanligt att försöka kartlägga samband eller jämföra data mellan olika variabler. I detta arbete har således en systematisk observation använts som metod. Den systematiska observationen utfördes på företaget ISOPLUS inom produktionsplaneringen. Där har observationer inom företagets nuvarande produktionsplaneringsprocesser analyserats. Metoden valdes föra att författaren skulle få en inblick i produktionsplaneringen. Underlag för analysen av produktionsplaneringens metoder var statistiskt material och data på företaget.

Processen startade med en nulägesanalys på företaget ISOPLUS, en viktig komponent enligt Persson och Öman (2016). Syftet med nulägesanalysen är att förstå och utvärdera hur den aktuella planeringsprocessen fungerar. Detta involverar att identifiera eventuella brister eller

ineffektivitet i den nuvarande produktionsplaneringen. Genom att granska nuläget kan forskare och praktiker få insikter om de områden som kräver förbättring och optimering. Nulägesanalysen för produktionsplaneringen i examensarbetet är dokumenterad utifrån analysmodellerna i teorikapitlet och beskrivs i arbetets resultatdel.

Efter nulägesanalysen genomfördes en fortsatt observation som tog hänsyn till den rådande planeringsmiljön, lämpliga metoder och de faktorer som påverkade produktionsplaneringen. Det är viktigt att förstå den kontext där planeringen äger rum och att identifiera de specifika utmaningar och möjligheter som finns och detta lyfts fram i diskussionen. Observationen strävade till identifiering av förbättringsområden. Detta steg innebar att fastställa de områden där förändringar och optimeringar är mest nödvändiga för att uppnå önskade resultat och för att effektivisera planeringsprocessen.



Figur 9. En modell för effektivisering av produktionsplanering.

Modellen presenterar en strukturerad metod för att förbättra planeringsprocessen inom produktionen. I modellen lyfts de viktiga punkterna fram enligt Persson och Öman (2016).

#### 4.3.2 Forskningsprocessen för värdeflödeskartläggningen av ledtiderna

Det första steget i forskningsprocessen är att avgränsa området det vill säga datamaterialets omfattning. För att avgränsa datamaterialets omfattning togs inte produktionens interna ledtider av produkterna med i analysen. Övrig avgränsning av datamaterialet var att endast tre produktkategorier valdes ut för analys. Produkterna som producerats inom företaget är

till största delen standardprodukter och dessa har företaget god kännedom om. I stället valdes specifika produkter med stor variation som planerats från grunden. Dessa produkter delades in i tre olika produktkategorier och dessa kategorier var: Böjar, T-stycken och Ventiler. Dessa tre produktkategorier var de vanligast förekommande produkterna. Företagets uppdragsgivare ansåg att dessa tre produktkategorier är de mest intressanta att studera och utreda. Dessa tre produktkategorier är alltså också standardprodukter men när de modifieras kundspecifikt så lagras de med ett annat modellnummer i ERP-systemet. Det är så kallade C-koder och det är dessa som analyserats i detta arbete.

*Steg två är att säkerställa sig om studiens etik och kvalitet.* För att få genomföra forskningen krävdes tillstånd och utbredd informationsspecifikation om ämnet. Jag och handledaren på företaget diskuterade och planerade hur vi på bästa sätt skulle nå ut med information om kommande studie till de berörda inom företaget. Beslutet blev att informera alla inblandade. Arbetsteamet inom produktionsplanering och teamet i försäljning fick information om att skribenten kommer att genomföra en studie på företaget. Teamen fick en beskrivning av hur studien kommer att gå till och hur den är tänkt att genomföras. Jag tillsammans med min handledare på företaget berättade också om hur de är tänkt att datainsamlingsmaterialet avgränsas liksom hur data kring beställningsordnarna kommer att samlas in. De anställda informerades också om att de inte nämns vid namn i studien utan endast med kod.

*Steg tre beskriver datainsamlingen.* För att fastställa och dokumentera processtegen ritades en skiss upp på hur värdeflödeskartläggningen kunde se ut. De olika symbolerna valdes ut enligt deras betydelse (se kapitel. 3.3.1). Processtegens namn och betydelse valdes ut enligt hur det fungerar inom produktionsplaneringen.

Föreliggande studies data samlades in via tidigare gjorda produktspecifikations-sammanfattningar och deras ledtider. Ledtiderna är tagna från e-postkonversationer och ERP-systemet Oracle. Produkten är specificerad enligt en C-kod. C-koden visar på när produkten är inbokad, registrerad och frisläppt. Dessa data tillsammans med e-postkonversationerna användes som dataunderlag för forskningsfråga två och tre. Datainsamlingsmetoden som valdes kan beskrivas som en statistisk analys då uppdraget blev att via e-postkonversationer samt via företagets dåvarande ERP-system Oracle ta ut tider enligt datum och klockslag på hur lång tid det tar mellan de olika processtegen. Utvalda data indelades enligt de utvalda produktkategorierna (jmf. kapitel 1.3) och sammanlagt ca 30 olika produkter analyserades (se bilaga 1 och 2).

En produktspecifikationssammanfattning fastställdes där produktens BOM (Bills of Materials) och Routing (arbetstidskeden) planerades. I BOM:en ingick alla råmaterial och mängden råmaterial som behövdes för att tillverka produkten. I routingen ingick en exakt arbetstid per arbetsskede och angavs i timmar. Under dessa specifikationer fanns koder som berättar exakt vilket råmaterial det är och hur mycket det kostar, likaså hade arbetstiderna en egen kod.

Produkttyperna som användes var Böjar, T-stycken och Ventiler. Till böjarna hör alla typer av böj produkter såsom singel- och twinböjar samt övriga böjar i alla vinklar. T-stycken är av typen raka och 45° lyftkrök. Överhängande T-stycken är inte inkluderade eftersom de räknas som en sammansatt produkt i ERP-systemet Oracle. Ventilerna är av alla typer som finns inom företaget. Data som samlades in dokumenterades i programmet Excel. Där gjordes en tabell med olika rubriker och med plats för ifyllnad av datum och tid. Nedan (figur 10) en skiss över tabellens struktur:

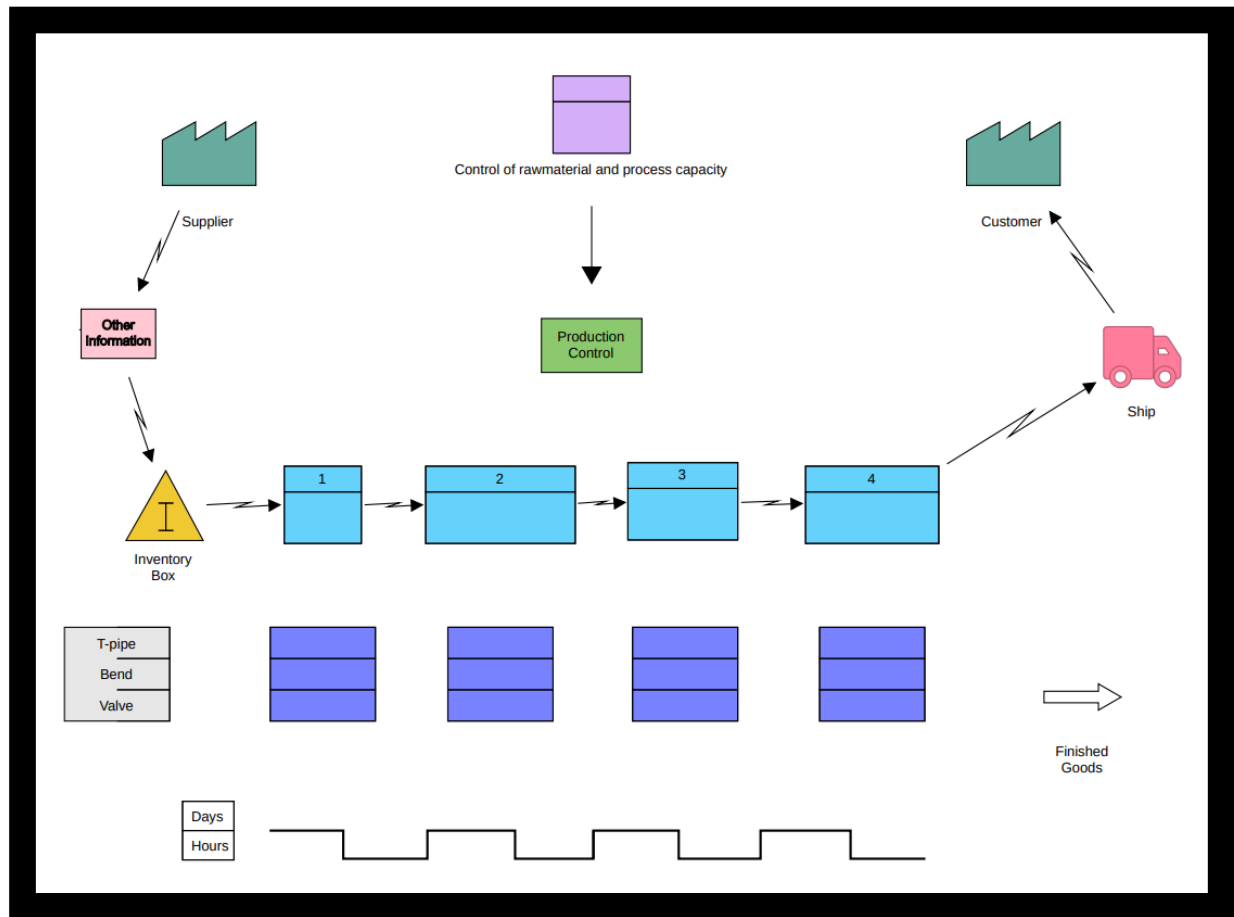
Person A								
Böj	T-rör	Ventil	Övrig		Datum	Tid		Namn på försäljaren
				Sales order				
				Confermed sales order				
				Released date				
				Compleated date				

Figur 10. Exempel på tabell över datainsamlingen.

Först definierades produkttypen enligt Böj, T-stycken, Ventil eller Övrig. Överst namngavs den person som gjort ordern med en kod för att det under arbetes gång skulle vara lättare att följa med datainsamlingen. Därefter beskrevs de olika arbetsskedena utifrån Salesorder, Confermed salesorder, Released date och Compleated date och sedan fylldes datum och tid i Excel-dokumentet.

*Steg fyra visualiserar processen.* För att kunna visualisera processen enligt alla processsystem gjordes en värdeflödeskarta som sammanfattar alla processteg inom produktionsplaneringen. Supplier står för kunderna som tillsammans med försäljningsteamet kommer fram till en eller flera produkter som de behöver till något projekt. Informationen går sedan vidare till produktionsplaneringen som börjar planera produktens sammanställning och arbetsskeden. De olika produkterna har då ledtider som undersöks i arbetet. Efter det att produktionsplaneringsteamet planerat produkten och sammanställt alla delar som behövs för

att produktionen ska kunna tillverka produkten så tillverkas produkten i produktionen. En färdigställd produkt packas och skickas i väg till kunden. Under arbetets gång sker det mycket kommunikation mellan avdelningarna med målet att komma fram till bästa möjliga lösningar.



Figur 11. Värdeflödeskartans botten.

Figuren ovan är ett botten av värdeflödet i produktplaneringen. Färgerna i kartläggningen har ingen specifik betydelse. Den är gjord enligt produktorderflödet inom företaget ISOPLUS.

*Steg sex handlar om att analysera resultaten och processen.* Enligt Plutora (2022) kan man dela upp en värdeflödeskartläggning enligt produktflöde och detta kan beskrivas som hela cykeln från beställning till leverans. Man kan också dela in processen i mindre specifika delar menar Plutora. I föreliggande studie har processen delats in i mindre specifika delar. Tiden mellan att produktionsplaneringsteamet fått en orderförfrågan till att man skickat en färdigt planerad orderrad, som blir till en C-kod inom ERP-systemet Oracle, undersöktes. Alla orderförfrågningar kunde ha en eller flera produktförfrågningar vilket påverkade

händelseförloppet. Det tog längre tid att göra flera produktförfrågnings ordar. Plutora (2022) beskriver på en mer detaljerad nivå en tidsstege för en utvald process. Där indelas tiden så att man ser både produktspecifikt och enligt genomsnittet. Tidsstegen visar på värdeflödets tidslinje. Den presenterar medeltalet av den tid som varje steg inom processen tar.

Processen utvärderades enligt värdeflödeskartläggningen och dess ledtider. Flaskhalsar utvärderades och alla steg inom processen kontrollerades separat. Detta gjordes för att lättare kunna uppmärksamma avvikande ledtidsresurser. I detta arbete är det främst de tidigare processtegen som analyserats.

I företagets nya ERP-system finns redan nu inplanerad liveuppdaterad arbetstid inom produktionen. Detta möjliggör en verklig bild av tidsuppfattningen och ett lättare sätt för att kunna planera för kommande leveranser. Inom produktionen kommer man att kunna skanna alla arbetsskeden via en kod för att lätt lagra data i ERP-systemet. I och med detta behöver produktionsledtider inte inkluderas i min forskning eftersom ledtiderna redan är utforskade. Där finns då en färdig indelning i inställningstid och arbetstid.

## 5 Resultat

I detta kapitel redovisas resultaten utifrån studiens tre forskningsfrågor. Olika metoder inom produktionsplaneringen presenteras. Värdeflödeskartläggningen ger en bild av nuläget inom produktionsplaneringen på företaget ISOPLUS. Ledtiderna presenteras i grafer produktspecifikt.

### 5.1 Metoder och deras relevans för produktionsplaneringen

Analysmodeller enligt Lean-management för produktionsplaneringen är till för att få ett fungerande system eller verktyg för att företag ska kunna anpassa produktionsplaneringen till olika situationer. Företaget ISOPLUS använder sig av följande analysmodeller som beskrivs utifrån resultatet av observationerna. Inom alla dessa analysmodeller är kommunikation och informationsflöde viktiga grundpelare för processer inom produktionsplanering. Flexibilitet och anpassningsförmåga är avgörande egenskaper för att möta snabba förändringar i efterfrågan och produktionsbehov.

*Metoder som företaget använder sig av och deras relevans för företaget*

Den första analysmodellen är *prognoser*. Det är vanligt att företag idag använder sig av *prognoser* för att uppskatta den framtida efterfrågan och för att effektivt balansera tillgång och efterfrågan för sina produkter anser Fors (2017). Tillverkning enligt prognoser och lagerbehov är svår att förutspå. Företaget ISOPLUS har lagrat information om hur mycket det gått åt av en viss specifik produkt under ett år (se figur 12, gula kolumnen) för att lättare kunna uppskatta på ett ungefär hur mycket det kommer att gå åt i framtiden. Denna lista uppdateras manuellt varje dag och man får med hjälp av den veta exakta mängder som är i omlopp inom företaget. Tillverkningen enligt prognoser och lager är ett sätt för företaget att gardera sig mot framtiden, samtidigt som det inte är bra att producera för stora mängder eftersom det inte är bra att ha stora mängder i lager ifall marknaden skulle förändras.

Item	Description	St	On hand	Total Required	Total Ordered	ATP	12M use	Movex
1080106	DE PHY SEMIFINISHED 315/225 331/ 238/225 L=650mm	0	0	0	0	0	0	PHY315/225L
1080107	DE PHY SEMIFINISHED 315/250 331/ 264/250 L=650mm	0	0	0	0	0	0	PHY315/250L
1080108	DE PHY SEMIFINISHED 315/280 331/ 295/280 L=650mm	0	1	0	0	1	0	PHY315/280L
1080109	DE PHY SEMIFINISHED 315/90 331/ 100/90 L=650mm	0	0	0	0	0	0	PHY315/90L
1080110	DE PHY SEMIFINISHED 450/110 450/ 120/110 L=650mm	0	0	0	0	0	0	PHY450/110L
1080111	DE PHY SEMIFINISHED 450/125 450/ 136/125 L=650mm	0	4	0	0	4	0	PHY450/125L
1080112	DE PHY SEMIFINISHED 450/140 450/ 154/140 L=650mm	0	10	0	0	10	2	PHY450/140L
1080110	DE PHY SEMIFINISHED 450/110 450/ 120/110 L=650mm	0	0	0	0	0	0	PHY450/110L
1080111	DE PHY SEMIFINISHED 450/125 450/ 136/125 L=650mm	0	4	0	0	4	0	PHY450/125L
1080112	DE PHY SEMIFINISHED 450/140 450/ 154/140 L=650mm	0	10	0	0	10	2	PHY450/140L
1080113	DE PHY SEMIFINISHED 450/160 450/ 174/160 L=650mm	0	1	0	0	1	4	PHY450/160L
1080114	DE PHY SEMIFINISHED 450/180 450/ 192/180 L=650mm	0	4	0	0	4	0	PHY450/180L
1080115	DE PHY SEMIFINISHED 450/200 450/ 212/200 L=650mm	0	0	0	0	0	0	PHY450/200L
1080116	DE PHY SEMIFINISHED 450/225 450/ 238/225 L=650mm	0	0	0	0	0	0	PHY450/225L
1080117	DE PHY SEMIFINISHED 450/250 450/ 264/250 L=650mm	0	2	0	0	2	0	PHY450/250L
1080118	DE PHY SEMIFINISHED 450/280 450/ 295/280 L=650mm	0	0	0	0	0	0	PHY450/280L
1080119	DE PHY SEMIFINISHED 450/315 450/ 331/315 L=650mm	0	0	0	0	0	0	PHY450/315L
1080120	DES VERTICAL 2-STEEL ELBOW DN100+100/25MM 1*1M 90° P235 (3D)	0	4	0	0	4	0	S2-TK100-90V
1080121	DES Vertical 2-steel elbow DN125+125/30mm 1*1m 90° P235	0	0	0	0	0	0	S2-TK125-90V
1080122	DE Horizontal 2-steel elbow DN100+100/25mm 1*1m 90° P235	0	71	0	0	71	77	T3TK100-90H
1080123	DE VERTICAL 2-STEEL ELBOW DN100+100/25MM 1*1M 90° P235 (BEND)	0	1	0	0	1	17	T3TK100-90V
1080124	DE Horizontal 2-steel elbow DN125+125/30mm 1*1m 90° P235	0	8	0	0	8	27	T3TK125-90H
1080125	DE Vertical 2-steel elbow DN125+125/30mm 1*1m 90° P235	0	0	0	0	0	2	T3TK125-90V
1080126	DE T-branch branchpipe 26,9 x 2,3mm 45° 0,285*0,870m	0	10	0	0	10	18	TH020
1080127	DE T-branch branchpipe 33,7 x 2,6mm 45° 0,285*0,870m	0	26	-4	0	22	106	TH025
1080128	DE T-branch branchpipe 42,4 x 2,6mm 45° 0,300*0,850m	0	12	0	0	12	57	TH032
1080129	DE T-branch branchpipe 48,3 x 2,6mm 45° 0,300*0,850m	0	18	-2	0	16	144	TH040

Figur 12. Point of View, nulägesanalys, för saldon på produkterna.

Kommunikationen inom produktionsplaneringen är av största vikt, eftersom det ofta uppstår förändringar dels gällande produktens planering, dels inom tidsplaneringen. För att upprätthålla en effektiv verksamhet och optimera användningen av resurser är det avgörande att informationsdelningen och kommunikationen fungerar väl menar Persson och Öman (2016). För att upprätthålla kommunikationen mellan de olika stegen i produktionsplaneringen har man på företaget ISOPLUS satt in schemalagda möten för att kommunicera om produkternas situation inom planeringsskedet och produktionsskedet och dessa möten kallas backlog. Backlog är alltså en lista som uppdateras enligt produktionens interna skeden där man följer upp olika leveransers situation och kommunicerar om planeringsfaser för framtiden.

Syftet med att ha ett *säkerhetslager* är att kunna hantera osäkerhet i prognoser menar Olhager (2013). Företaget ISOPLUS har ett säkerhetslager för att gardera sig mot osäkra prognoser. Det finns till för att kunna leverera standardprodukter med kort leveranstid enligt kundförfrågningar. Säkerhetslagret minskar mest under högsäsongen och därför fylls lagret på under olika tidpunkter längsmed året för att ha ett jämnt flöde med produkter. För att tillverka rätt mängder till lagret används en plan på lagerpåfyllningen (figur 13) och det kontrolleras enligt lagersaldon.



Stock filling proposal 2024											
proposal	Pipes	Fittings	Routing	BOM	Comp amount						
						Amount	Time	Amount	Time	Amount	Time
				8856							
						8.1.		9.1.		10.1.	
				8856	56	100	9	100	9	100	10
	Description	Prop	Total	2023							
J75974	WEHOTHERM LONG END PIPE WITH ALARM 32+32/180 12M	48	48								
J75976	WEHOTHERM LONG END PIPE WITH ALARM 50+50/225 12M	40	40								
J75977	WEHOTHERM LONG END PIPE WITH ALARM 65+65/250 12M	32	32								
J75988	WEHOTHERM LONG END CUTPIPE WITH ALARM 50+50/225 12M	6	6								
J75989	WEHOTHERM LONG END CUTPIPE WITH ALARM 65+65/250 12M	6	6								
J75990	WEHOTHERM LONG END CUTPIPE WITH ALARM 80+80/280 12M	6	6								
J81021	WEHOTHERM PIPE 25/125 12M	60	60								
J81026	WEHOTHERM PIPE 40/140 12M	180	180								
J81029	WEHOTHERM PIPE 50/160 12M	560	560			100					
J81032	WEHOTHERM PIPE 65/180 12M	640	640					100			
J81035	WEHOTHERM PIPE 80/200 12M	600	600							100	
J81038	WEHOTHERM PIPE 100/250 12M	600	600								
J81043	WEHOTHERM LONG END PIPE WITH ALARM 25+25/140 12M	16	16	16							
J81044	WEHOTHERM LONG END PIPE WITH ALARM 32+32/160 12M	32	32								
J81045	WEHOTHERM LONG END PIPE WITH ALARM 40+40/160 12M	40	40	40							
J81046	WEHOTHERM LONG END PIPE WITH ALARM 50+50/200 12M	28	28								
J81047	WEHOTHERM LONG END PIPE WITH ALARM 65+65/225 12M	40	40								
J81048	WEHOTHERM LONG END PIPE WITH ALARM 80+80/250 12M	40	40								
J81053	WEHOTHERM PIPE 25+25/180 12M	160	160								

Figur 13. Utdrag av en tabell innehållande prognos för ISOPLUS säkerhetslager.

*Produktion mot kundorder* innebär enligt Olhager (2013) att grundkonstruktionen redan är klar och att nödvändiga råmaterial och komponenter finns på plats på företaget, vilket möjliggör att produktionen kan starta direkt när kundordern mottagits. ISOPLUS har ett tydligt fokus på kundorderstyrning där man följer med kundorderna på många olika sätt. Ett sätt är att man via dashboards kan se en specifik kundorder. Den information som finns är då ett nummer på kundordern som lagras i systemet. Under kundorder kan man se vilka produkter som hör till den specifika kundordern och när den ska levereras. Det framgår också vart den ska levereras. Man kan också via denna se hur många av produkterna som redan finns i lager och hur många man behöver producera. Nedan (figur 14) är ett exempelutdrag på en kundorder från ISOPLUS med tillhörande information.

SO-1000134	100318	FIN	2/8/2024	2/9/2024			
SO-1000134 > 1 >	101972 >	DE Putki 50/160 12m	08/02/2024	09/02/2024	34.00	133.00	✓
SO-1000134 > 2 >	101700 >	DE Kulma 50/160 1X2m 90°	08/02/2024	09/02/2024	6.00	20.00	✓
SO-1000134 > 3 >	101699 >	DE Kulma 50/160 1,5X2,0m 90°	08/02/2024	09/02/2024	2.00	85.00	✓

Figur 14. Utdrag på en kundorderförfrågan.

För att se *tidsplaneringen och kapacitetsmöjligheter* har man ett sorts veckoprogram på ISOPLUS där man kan följa med produktflödet. Tidsplaneringen blir lättare när man exakt kan se mängden produkter som ska produceras till ett exakt datum. Utöver detta så bestäms kapacitetsmöjligheterna enligt arbetstimmarna som varierar för varje avdelning. Här nedan (figur 15) finns ett utdrag på delsidans arbetsprogram där de är beräknat med en kapacitet för 32 timmar per dygn. Detta eftersom det är två avdelningar som båda arbetar i två skift. De gröna siffrorna i exemplet visar på kapaciteten för tillverkningen. Kapacitetsmodulen gör det lättare för produktionsplaneringen att se ifall man på en viss avdelning behöver flytta på någon försäljningsorder eller om allt kommer att kunna tillverkas inom utsatt tid. De gröna siffrorna blir röda ifall kapaciteten överskrids.

Order Numb	Line Numb	Item	Item Description	Hold	Quantity	Qty. Requir	DJ	UPO OE All Documents
				2023-08-31				32
				2023-09-01				63.438
4365833	1.1	C081810	WEHOTHERM PITKÄT PÄÄT PYSTYKULMA HÄLYLANGOIN 32+32/160 90.00 ASTE 1.50X1.50M-PÄÄTYIIVISTE		PCE	1	DJ1125389	
				2023-09-04				93.728
4312128	10.1	C079357	Yhdistelmäläppäventtiili DN600/900 HLC (2CV600BF-H-AUMA		PCE	2	DJ1126931	
4360068	8.1	1080776	DE YHDISTELMÄVENTTIILI-2 80+90/315 DN25 AISI316 2,0m		PCE	1		
4367940	2.1	1082248	DE T-HAARA 65/180- 20/125 1,2 x 1,0 m		PCE	2		
				2023-09-05				125.728
				2023-09-06				152.528
4369626	3.1	1080402	DE KULMA 300/560 30° 1x1m		PCE	2		
4369626	4.1	1080739	DE YHDISTELMÄVENTTIILI-2 300/560 DN40 AISI316 1,8m		PCE	2		
				2023-09-07				184.528
				2023-09-08				214.59
4340632	17.1	1081812	DE SULKUVENTTIILI 80/200 1,5m	Other Reason	PCE	1		
4366574	1.1	C081903	WEHOTHERM PITKÄT PÄÄT KULMA HÄLYLANGOIN 100/200 90.00 ASTE 1.50X2.50M-		PCE	2	DJ1126634	Larm enl vertikalböj
4368780	1.1	1082528	DES T-HAARA HL 65/180- 40/125 1,2 x 1,0 m		PCE	2		
				2023-09-11				235.602
4344712	9.1	1080735	DE YHDISTELMÄVENTTIILI-2 HL-tark 200/400 DN40 AISI316 1,5m	Other Reason	PCE	6		
4356660	2.1	C081426	DE T-haara DN250/400-100/200 HL		PCE	2	DJ1123135	
4364704	4.1	1082341	DE T-HAARA HL 200/400- 80/200 1,2 x 1,2 m		PCE	2		
4364704	3.1	1082343	DE T-HAARA HL 200/400-100/250 1,2 x 1,2 m		PCE	2		
4364704	5.1	1080734	DE YHDISTELMÄVENTTIILI-2 HL 200/400 DN40 AISI316 1,5m		PCE	2		

Figur 15. Program för kapaciteter och utdrag av ett produktionsschema för produktionsledningen.

*Flexibilitet* inom produktionen handlar om företagets förmåga att anpassa sig till förändrade förutsättningar och möjligheten att utveckla och införa nya produkter och produktionssystem på lång sikt menar Olhager (2013). Att vara flexibla inom företaget inför förändringar kräver mycket av de anställda. Inom företaget ISOPLUS har man lyckats bra med detta och man har blivit van vid situationer som kräver flexibilitet. Genom att ha strukturerat upp en tydlig plan på resursanvändningen (figur 15) kan man lätt också göra ändringar enligt kapaciteterna och se var det är möjligt att tillverka den kommande försäljningsordern. Företaget är också flexibel med strukturen på själva produktsammansättningen vilket märks i deras stora produktutbud.

*Produktmixen* är en central del av produktvalsplaneringen och innebär valet av produkter som produktionen ska fokusera på beskriver Olhager (2013). Produkter med liknande sammansättningar har på ISOPLUS många små skillnader i strukturen och detta leder till att de tillverkas helt separat med en egen produktkod. Detta görs fastän de till

sammansättningen kan se exakt likadana ut och de skiljer sig från varandra med bara en detalj. *Produktmixen* på företaget ISOPLUS är stor. En försäljningsorder lever i regel också väldigt mycket vilket betyder att den produkt som från början beställdes, ofta under processens gång modifieras, eftersom kunder under byggprojekten märker att de uppstått ändringar som de inte räknat med.

AI är ett framtidsverktyg och därför kunde Skyplanner, som är ett företag i Vasa, vara ett ypperligt förslag då det gäller utveckling av produktionsplaneringen inom ISOPLUS. Skyplanner APS är en programvara som används inom produktionsplanering. Skyplanner strävar till att optimera produktionseffektiviteten och minimera ledtiderna. Detta program använder artificiell intelligens som ger förslag för organisering av data. Den kan integreras tillsammans med företagets ERP-system. Viktigt att poängtera är att detta program inte tar över planeringen utan ger förslag på riktlinjer till information. Programmet tar fram tillgängligheten och simulerar framtiden. Detta program skulle med stor sannolikhet minska arbetsmängden och göra det möjligt att lättare se och förutspå trender för framtiden (Skycode, 2021).

*Sammanfattningsvis* pekar sammanställningen av resultaten i detta kapitel på att företaget ISOPLUS har en holistisk syn på produktionsplanering, med fokus på kommunikation, flexibilitet och teknologisk integration. Eftersom vissa produkters råmaterial har lång leveranstid och kunderna i allt högre grad har behov av modifierade sammansättningar av produkterna kunde företaget minska på lagret av färdigställda produkter och i stället öka mängden råmaterial för kommande produktionsorder.

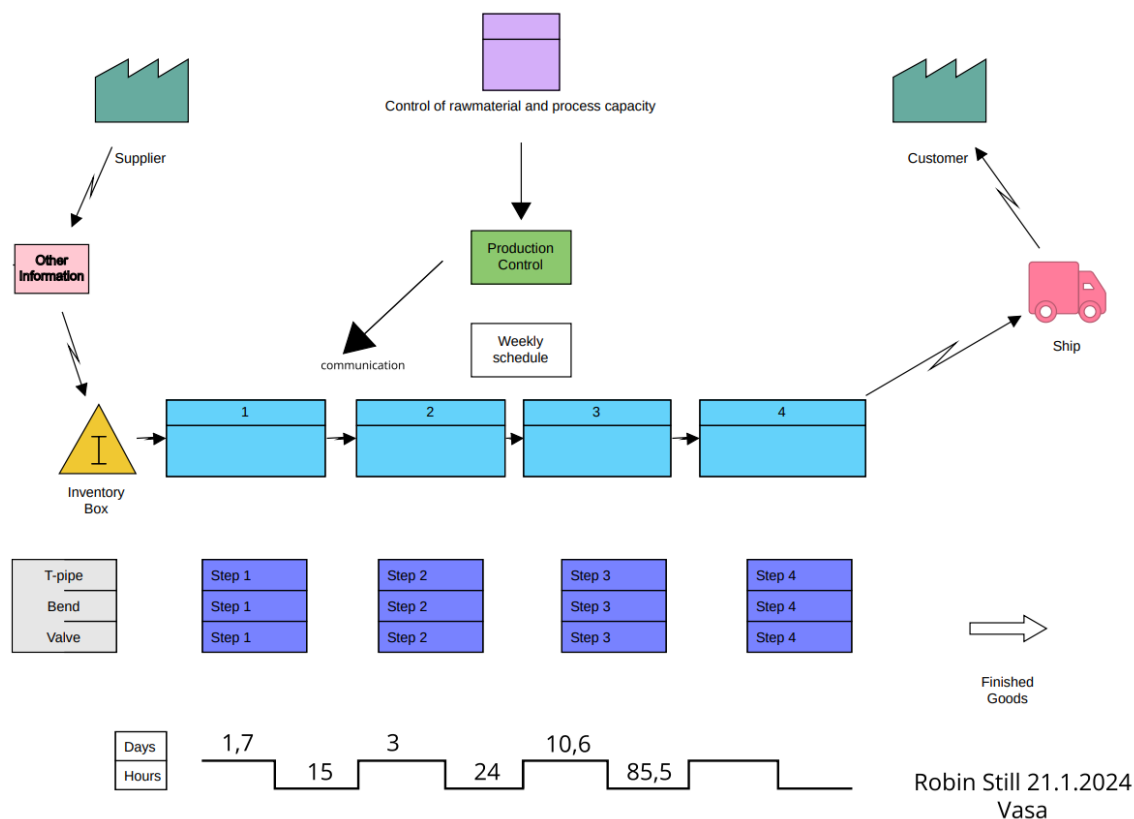
## **5.2 Resultatet av värdeflödeskartläggningen**

### *Hur ser värdeflödeskartläggningen ut inom produktionsplaneringen?*

Värdeflödeskartläggning är en typ av Lean-verktyg och används enligt Majewski (2017) för att kunna analysera värdeflödet av material och data kopplat till en process och produkter i systembaserade data. Värdeflödeskartläggningen för produktionsplaneringen på ISOPLUS gjordes för att få en tydlig bild av hela flödeskedjan. Den förtydligar de olika stegen inom processen och ökar förståelsen för innehållet. Den innehåller alla de steg som har analyserats under arbetets gång och ledtiderna mellan de olika processtegen, från början till slutet av

studien. Kartläggningen gjordes i programmet online-Visual paradigm, där det på ett enkelt sätt gick att rita en värdeflödeskartläggning.

Värdeflödeskartläggningen planerades enligt symbolerna som presenteras i teorin (kap. 3.3.1). Värdeflödeskartan beskriver hela processen för produktionsplaneringen och ledtiderna är specificerade enligt processtegen. För att få en djupare förståelse av denna studie visualiseras ledtiderna i en karta (se figur 16). Bilden här nedan ger svar på hur värdeflödet ser ut inom produktionsplaneringen på företaget ISOPLUS.



Figur 16. Värdeflödeskartläggning med fokus på produktionsplaneringen på ISOPLUS.

För att utvärdera processen är det viktigt att fokusera på de centrala delarna. De centrala delarna i denna process är där ledtiderna blev bokförda. Dessa delar illustrerar processtegen.

*Sammanfattningsvis* visar denna värdeflödeskartläggning tydlig i bild av hela processen inom företaget ISOPLUS.

### 5.3 Resultatet av ledtiderna inom produktplaneringen

*Finns det flaskhalsar inom ledtiderna för produktplaneringen?*

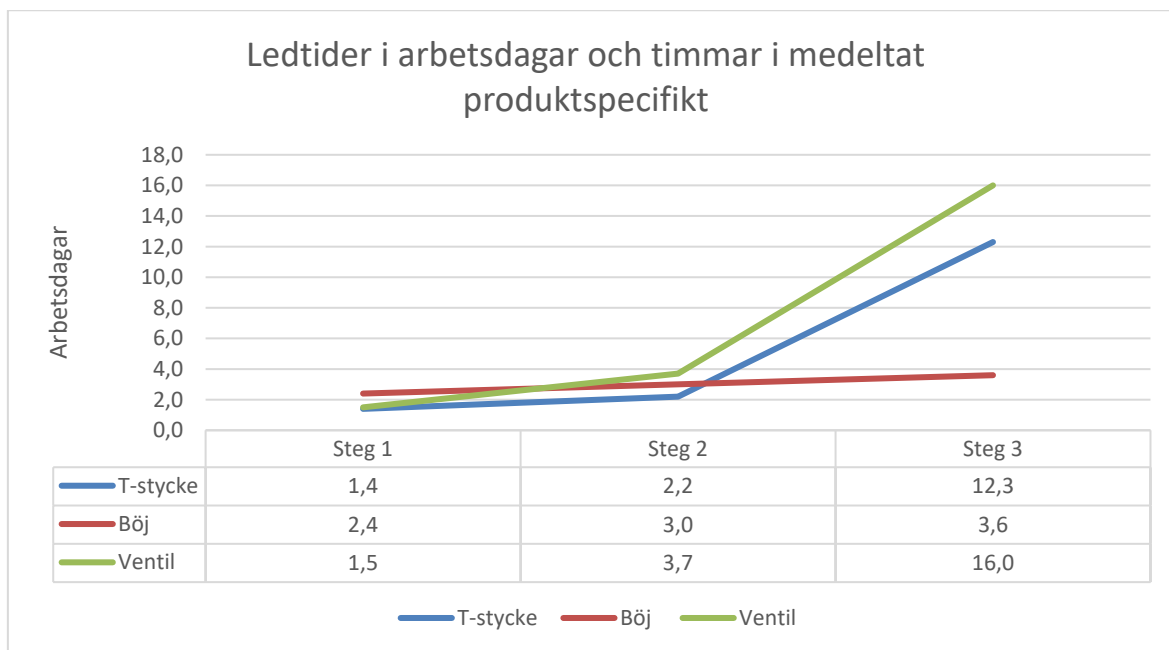
Olhager (2013) definierar flaskhalsar som begränsningar i flödet genom hela värdekedjan. Det finns variationer i ledtiderna inom produktplaneringen på ISOPLUS. Försäljningsförfrågningar som innehåller flera produkter har generellt sätt tagit lång tid. De genomsnittliga ledtiderna tyder dock på att det under det utsatta tidsintervallet inte har varit så tidskrävande. Flaskhalsarna har främst funnits inom försäljningsorder med en stor mängd produktförfrågningar och produkter som är komplext uppbyggda.

Stegen som beskrivs här nedanför presenterar resultatet av företagets produktionsplanerings ledtider och återfinns även i (figur 17).

Steg nummer ett: Produktionsplaneringen mottar försäljningsordern till besvarad produktinformation. Produktionsplaneringsteamet har färdigställt BOMen och routingen för produkten och besvarat försäljningsteamet med ett ”recept” på produkten.

Steg nummer två: Försäljningen har mottagit produktinformationen och bokat in den i systemet, produktionsplaneringen har frisläppt och printat ut ordern. Detta gjordes alltså manuellt via papper men kommer i framtiden att automatiseras.

Steg nummer tre: Den frisläppta ordern från released date till en helt färdigställd produkt som genomgått produktionen. Detta är alltså utan att ta i beaktande produktionens interna ledtider. Här bör också poängteras att antalet produkter per produktionsorder inte alltid är endast en produkt utan den kan vanligtvis innehålla ett stort antal likadana produkter på en och samma produktorder.



*Figur 17. Produktionsplaneringens ledtider utifrån steg 1–3. Första siffran är dagar och andra siffran är timmar. En dag är åtta timmar, alltså en arbetsdag.*

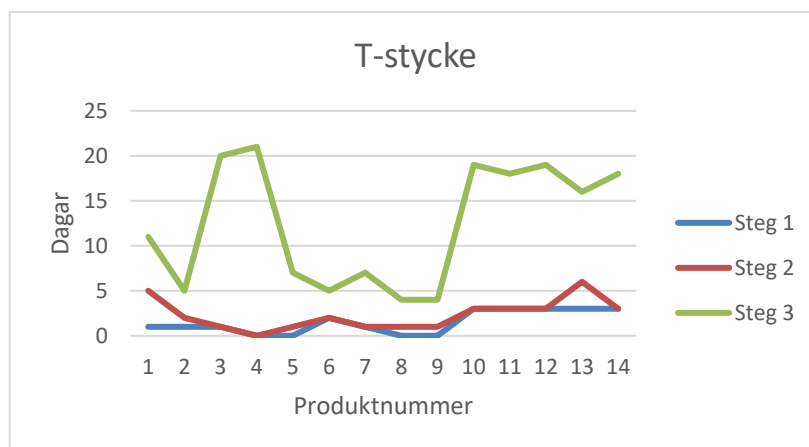
I graferna nedan kan man se att en viss variation mellan produkterna existerade. Det är inte stora, men ändå synliga. Inom första steget som beskrivs ovan, är det oväntat nog, den enklaste produkten Bøj som har den längsta ledtiden. Detta kan bero på att det fanns minst mängd Bøj som analyserades, med olika långa enskilda ledtider. Detta resulterade i en lång medelledtid för börjarna. T-stycken och Ventilerna har näst intill identiska ledtider. Även dessa hade en varierande ledtid produktspecifikt men det totala medeltalet blev ändå riktigivande och pålitligt.

Det andra steget är tidsmässigt lite längre och det är framför allt här som tid kunde sparas med tanke på framtiden. T-stycken har en medelledtid på drygt två arbetsdagar där den längsta enskilda ledtiden var sex arbetsdagar. Man måste förstås komma ihåg att det finns en del yttre förutsättningar som påverkar dessa, men i det stora hela borde man vara mer uppmärksam på detta arbetsskede. I steg två hade Bøjarna en ledtid på exakt tre arbetsdagar och Ventilerna nästan fyra arbetsdagar. Verbala diskussioner kring planeringen internt mellan avdelningarna pågår också under denna process vilket inte går att visa på i forskning men det är en viktig del av planeringsskedet.

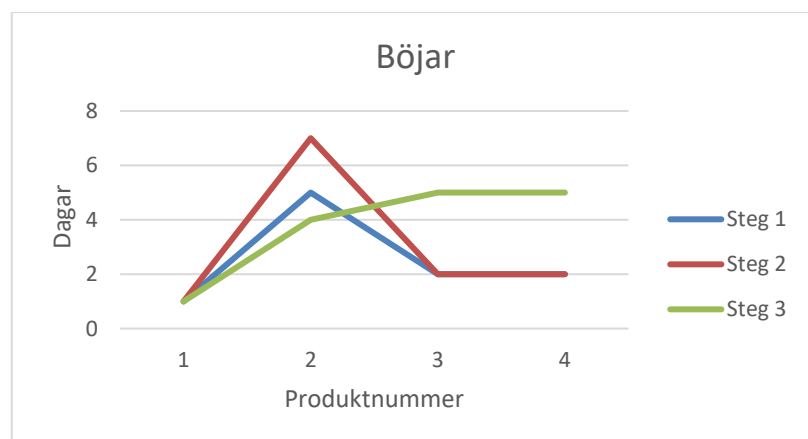
Steg tre som är den längsta ledtiden är något som inte kommer att analyseras eftersom det inte är huvudfokus i detta arbete, men det var väldigt intressant att ha med som jämförelse för att se hela produktens framskridande utan att gå in på detaljer inom produktens

produktionsskedes ledtider. I detta skede går produkten från produktionsplaneringen till svetsavdelningen och vidare till plastsvetsavdelningen för att slutligen skummas och sedan färdigställas. Efter detta överläts de och infinner sig då på saldot och det är därmed detta datum som är slutsteget i analysen.

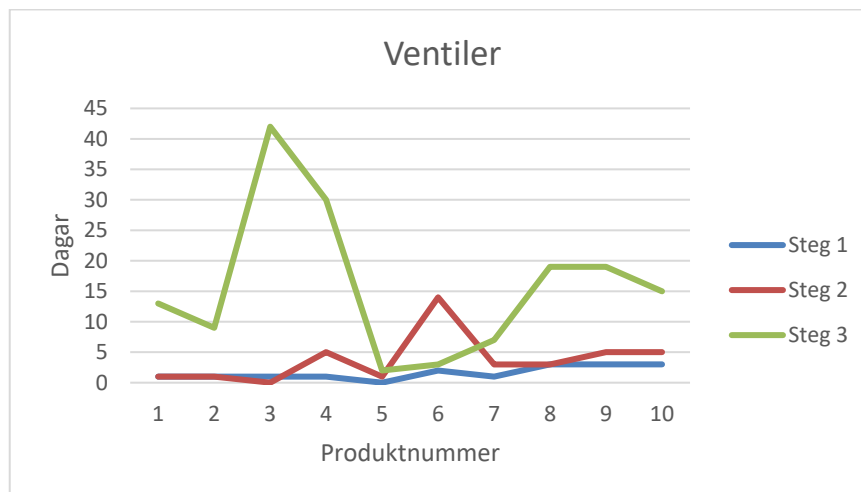
Ledtiderna för produkterna, skilt uppdelade i grafer, visar på att en viss variation finns mellan de olika produkterna. T-stycken har en väldigt jämn total ledtid på både steg 1 och steg 2. Böjarna har en specifik produkt som tagit längre tid än de andra och det kan behöva analyseras, vad som kan ha orsakat detta. Ventilerna har likaså en produkt som sticker ut lite extra. I övrigt hade Ventilerna generellt den längsta ledtiden enligt steg 1 och steg 2 på en specifik produkt. Detta är ett resultat av att ventilerna är de mest komplexa till sin utformning vilket gör att det blir extra långa planeringsskeden.



Figur 18. Enskilda produktledtider för T-stycken enligt steg 1–3.



Figur 19. Enskilda produktledtider för Böjar enligt steg 1–3.



Figur 20. Enskilda produktledtider för Ventiler enligt steg 1–3.

*Sammanfattningsvis* pekar resultatet på ledtider som var oväntat korta. Det var som tidigare nämnts ett spritt ledtidsresultat produktspecifikt, men i genomsnitt var ledtiden kort i de, för denna forskning, intressanta stegen dvs. steg ett och steg två. Det som har påverkat insamlingen av data är mängden produkter per försäljningsorder. Eftersom ledtiden undersöktes produktspecifikt är det i princip omöjligt att få ledtiden endast från en specifik produkt utan man måste utgå ifrån försäljningsordern för att sedan i ett senare skede i ledtidskedjan kunna se på produkten specifikt.

Värdeflödeskartläggningen av ledtiderna inom produktionsplaneringen utifrån de olika stegen och aktiviteterna påverkade företagets produktionsprocess. Genom att noggrant analysera varje moment identifieras några faktorer som direkt påverkade ledtiden för att gå från planering till produktion. En central observation var att vissa processteg var mer benägna att leda till onödiga fördröjningar än andra och dessa områden identifierades som potentiella fokusområden för förbättring. Denna kartläggning möjliggör en förståelse för de faktorer som bidrar till ledtidsutmaningar och skapade en plattform för att utforma strategier som syftar till att minska dessa utmaningar och öka övergripande produktionskapacitet.

Produktionsplaneringsteamet har periodvis många arbetsuppgifter och försöker därför prioritera de som är mest akuta enligt datum. Därför kan en försäljningsorder ibland bli orörd ifall det inte är bråttom att föra den vidare i produktionen. Via det nya ERP-systemet är det meningen att produktionens förmän själva kan se exakt vad som ska produceras och när, så de då också själva kan få åtkomst till arbetskortet och ritning utan att produktionsplaneringen



behöver överlåta det till dem. Detta ger förmännen möjligheter att själva planera för sin avdelning hur de ska prioritera tillverkningen. Det är också planerat att de inom produktionen ska få leaderboards där de anställda inom produktionen kan se vad som ska göras och stämpla arbetstiderna per produkt så att inte produktionsplaneringen manuellt behöver beräkna dessa.

## 6 Diskussion

Värdeflödesanalys är en kraftfull metod för att kartlägga och optimera produktionsflöden. I detta examensarbete har jag undersökt och diskuterat värdeflödesanalysens tillämpning på ledtider inom produktionsplaneringen på företaget ISOPLUS. Fokuset har varit att identifiera och förbättra aspekter av produktionsplaneringen för att minska ledtiderna och öka effektiviteten.

### 6.1 Metoddiskussion

I all forskning är det viktigt att reflektera över studiens validitet och reliabilitet för att säkerställa att de resultat som erhållits är korrekta och trovärdiga. En fråga som forskaren behöver ställa sig i förhållande till studiens validitet är om forskaren använt sig av rätt datainsamlingsteknik. Detta beaktades i examensarbetets planeringsskede då diskussioner fördes kring vad som kunde uppfattas som tillförlitlig data i en värdeflödesanalys. Jag diskuterade svårigheten med att få relevant data med handledaren på företaget eftersom företaget var mitt i ett byte av två olika ERP-system. Vi kom överens om en datainsamlingsmetod som vi ansåg vara den bästa i det läget företaget var i just då. Andra viktiga frågor som man bör reflektera över gällande studiens validitet är om resultatet överensstämmer med resultat från andra liknande undersökningar och om de erhållna resultaten är användbara. Här ser jag i min studie tydliga kopplingar till tidigare studier och jag hoppas att företaget har nytta av min studie. Jag har också strävat till att så noggrant som möjligt kommunicera mina analyssteg i forskningen.

Då det gäller studiens reliabilitet behöver forskaren fundera på om mätningen är fri från partiskhet av personen som mäter. I detta examensarbete har mina två handledare granskat mina resultat utifrån insamlade data vilket stärker studiens reliabilitet och jag har även strävat efter att det finns en samstämmighet mellan olika delar i datamaterialet. Denna undersökning har genomförts av mig men skulle undersökningen genomförts av ett helt team kunde resultaten eventuellt blivit djupare och mer insiktsfulla.

Datainsamlingen har fungerat enligt uppgjord plan men en del produkter har blivit annullerade och förflyttade till en annan försäljningsorder vilket har resulterat i att datumet har påverkats. Variationer inom processtegen har förekommit och dessa kan ha påverkats av olika faktorer. Det har ibland framkommit ett betalningskrav på kunden i ett visst processteg och detta har påverkat flödet eftersom produktordern då satts i viloläge. En annan möjlig orsak till variationer i processtegen kan vara att kunden har kommit med nya förslag gällande

slutprodukten och önskar göra vissa förändringar på produkten. Detta resulterar i att produktordern måste göras om eller kompletteras och det leder då till förlängda ledtider. Detta har inte tagits i beaktande i denna studie eftersom det inte bokförts på samma sätt som de övriga processtegen. Förändringar i produktionsorder medför ofta förseningar och extra arbete och de kan uppkomma om det sker brister i kommunikationen. Det är oftast kunden som påverkar dessa produktförändringar och kunderna borde därför visa förståelse för olika komplikationsfaktorer.

## 6.2 Analys av produktionsflödet

Resultatet i studien visar att företaget ISOPLUS använder sig av flera specifika produktionsplaneringsmetoder och dessa är exempelvis prognoser, kommunikation, säkerhetslager, kapacitet, flexibilitet och produktmix. I framtiden kunde nya metoder implementeras för fortsatt utveckling av effektiviteten inom företaget. Chakroun (2023) lyfter fram att *MRP-system* är detaljerade och används för att spåra materialkrav genom ett masterproduktionsprogram och detta kan betraktas som kärnan i produktionsplaneringssystem. MRP som beskrivs i föreliggande studies teori är ett verktyg som företaget ISOPLUS tog i bruk i samband med det nya ERP-systemet strax efter det att jag samlat in mitt material. Där kan man följa med alla produkter eller råmaterial som befinner sig under det specifikt för produkten valda minimistock value, det vill säga minsta lagervärde. Användningen av MRP gör att företaget ISOPLUS får kontroll på lagersaldon och produktflödet.

Grundtanken bakom *JIT-produktion* är att endast tillverka exakt rätt artikel i rätt mängd vid rätt tidpunkt. Inom JIT-produktion hämtar varje efterföljande arbetsstation information från den föregående arbetsstationen. Denna metod kräver enligt Persson och Öman (2016) korta omställningstider, små partistorlekar, korta produktionsledtider och flexibel arbetskraft. Företaget ISOPLUS skulle ha stor nytta av JIT-produktion eftersom det är en lean-metod. Metoden gör att företaget kan minska antalet lagerprodukter och producera större mängd produkter specifikt utformade enligt kundorder. *Kanban* är ett informationssystem som tillämpas inom produktion och involverar användningen av kort eller brickor för att signalera behov av material och produktion menar Olhager (2013). Metoden visar sig vara effektiv, enligt Persson och Öman (2016), vid korta produktionsledtider, en begränsad produktmix, stabil och jämn efterfrågan samt små orderkvantiteter. Företaget ISOPLUS har varierande efterfrågningar på kundorder vilket ger en variation inom produktionen och därför kunde företaget ha nytta av kort eller brickor för att signalera behov av material. *Theory of*

*Constrains* används i sin tur ofta för att optimera produktionsprocesser och hantera flaskhalsar effektivt. Tomaszewska (2023) beskriver Drum-Buffer-Rope som är en central del av TOC och fokuserar på att balansera och maximera genomströmningen genom att identifiera och hantera den mest begränsande faktorn i produktionskedjan. TOC som specifikt analyserar flaskhalsar är ett verktyg som företaget ISOPLUS kunde ha nytta av eftersom flaskhalsarna inte alltid är så lätta att identifiera.

### **6.3 Framtidsutsikter**

Först kartlades hela produktionsflödet noggrant. Detta inkluderade att identifiera varje steg inom produktionsplaneringen från råvaruleverans till färdig produkt. Genom att visualisera hela processen fick man en klar bild av var de viktigaste stegen och flaskhalsarna uppstod. Värdeflödesanalysens tillämpning gjorde det möjligt att granska varje steg för att avgöra om det var värdeskapande eller icke-värdeskapande process.

Efter att ha identifierat områden för förbättring presenterades i detta arbete förslag och metoder för att optimera produktionsplaneringen. Tanken var att minska onödiga väntetider och företaget ges möjligheten att omlokalisera vissa delar inom arbetsflödet och implementera smidigare övergångar mellan olika produktionsprocesser för att minska omställningstider.

Genom att genomföra värdeflödesanalyser och implementera förbättringsförslagen förväntas positiva resultat, kortare ledtider, minskade produktionskostnader och ökad kundnöjdhet. En regelbunden övervakning av produktionsflödet och regelbunden uppdatering av värdeflödesanalysen borde genomföras för att säkerställa att förbättringar kontinuerligt sker och ytterligare möjligheter för effektivisering identifieras.

Som förslag på fortsatt forskning inom området kunde det vara intressant att jämföra andra liknande företag och noggrannare se på vilka metoder de använder inom produktionsplaneringen, hur ledtiderna ser ut och hur de gör för att identifiera flaskhalsar. Genom att mäta ledtiderna via liveuppföljning och göra intervjuer och datainsamling på ett större urval produkter kunde man få djupare och mer verklighetsförankrade resultat.

### **6.4 Slutsats**

En viktig insikt under denna skrivprocess har varit att användningen av avancerad teknologi och digitala verktyg i produktionsplaneringen kunde leda till markant förbättring av

produktionen eftersom det idag är svårt att uppskatta marknaden. Automatisering av rutinuppgifter, realtidsdataanalys och prediktiv planering kunde vara effektiva strategier för att optimera resursanvändningen och minimera onödiga fördröjningar.

Skrivandet av detta examensarbete har varit en lärorik process och det har gett mig en djupare insikt i vad mina arbetsuppgifter handlar om och hur jag på bästa möjliga sätt kan planera och utföra dem. Jag har också fått förståelse för skrivprocessen i ett examensarbete. Jag har lärt mig att forskning bygger på stor noggrannhet och jag har också insett vikten av att beskrivna alla skeden i forskningsprocessen för att arbetet ska kunna uppfattas som trovärdigt. Även om resultatet i studien inte visade på så stora brister inom ledtiderna tar jag också med mig detta som ett viktigt resultat. Det har varit intressant att ta del av många olika metoder för produktionsplanering.

Jag vill tacka min handledare på företaget Viktor Fagerhed för att jag fick förtroendet att skriva detta examensarbete och för att ämnet som erbjöds mig var så relevant för just mig med tanke på mina nuvarande arbetsuppgifter. Min handledare till detta examensarbete, Mikael Ehlers, har varit till mycket stor hjälp eftersom han fått mig att förstå vad forskning handlar om och hjälpt mig att förbättra mitt arbete. Slutligen hoppas jag att mitt examensarbete i framtiden kan komma till nytta för andra.

## 7 Källor

- Andersson, H., & Persson, H. (2013). *FRAMTAGANDE AV ETT PLANERINGS- OCH STYRSYSTEM*. Avhandling för magistersexamen. Lunds tekniska högskola.
- Andersson, N., & Borgbrant, J. (1998). *Bygghforskning - processer och vetenskaplighet*. Luleå tekniska universitet.
- Appelqvist, A., Dahlberg, E., Getachew, E., Hansen, M., & Persson, A. (2020). *Observation*. Göteborgs Universitet.
- Bergman, B., & Klefsjö, B. (2020). *Kvalitet : från behov till användning*. Studentlitteratur .
- Chakroun, A. H. (2023). *A proposed integrated manufacturing system of a workshop producing brass accessories in the context of industry 4.0*. International Journal of Advanced Manufacturing Technology.
- Danielsson, R. (2009). *Värdeflödeskartläggning för kundorderstyrd lågvolymproduktion*. Avhandling för magistersexamen Institutionen för ekonomisk och industriell utveckling. Linköpings Universitet.
- Ekstrand, J., & Hellberg, J. (2016). *Värdeflödesanalys*. Avhandling för kandidatavhandling. Mälardalens högskola.
- Fors, R. (2017). *Optimering av interna materialflöden i små och medelstora företag*. Avhandling för magistersexamen. Mälardalens högskola.
- Franco. (2023, september 8). *Value Stream Mapping (VSM): what is it and how to do it?* Retrieved from thepowermba:  
<https://www.thepowermba.com/en/blog/value-stream-mapping-vsm>
- Förklaring av agil metodik*. (u.d.). Hämtat från Dropbox:  
<https://experience.dropbox.com/sv-se/resources/agile-methodology>
- Gunnarsson, R. (den 13 03 2002). *Validitet och reliabilitet*. Hämtat från Infovoice:  
<https://infovoice.se/fou/bok/10000035.shtml>
- ISOPLUS Suomi Oy. (2023). Hämtat från ISOPLUS: <http://www.adatum.com>
- ISOPLUSGroup. (2023). *ISOPLUS group*. Retrieved from ISOPLUS:  
[https://www.isoplus.group/index\\_en.html](https://www.isoplus.group/index_en.html)
- Jenkins, A. (2022, Augusti 23). *What Is Production Planning & Why Is It Important?* Retrieved from Oracle / NetSuite:  
<https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/inventory-management/production-planning.shtml>
- Lindelöf, A., & Hermansson, A. (2013). *LEDTIDSREDUKTION I ETT PRODUKTIONSSYSTEM FÖR KUNDANPASSADE PRODUKTER*. Tekniska högskolan Jönköping, 66.
- Majewski, M. (2017). *Kartläggning av värdeflödet för mjukvaruutveckling*. Planview.
- Mevisio. (2023). The Lean model – What does Lean mean? *Mevisio*.

- Mishra, A. K., Sharma, A., & Sachdeo, M. (2020). Development of sustainable value stream mapping (SVSM) for unit part manufacturing. *emerald publishing*, 23.
- Mukherjee, J. (2023). *Value Stream Mapping*. Retrieved from atlassian: <https://www.atlassian.com/continuous-delivery/principles/value-stream-mapping>
- Nyström, A. (2020). *Mätning av ledtider och värdeflödeskartläggning av koltappsproduktionen vid Oy Mapromec Ab*. Examensarbete. Yrkehögskolan Novia. .
- Olhager, J. (2013). *Produktionsekonomi : principer och metoder för utformning, styrning och utveckling av industriell produktion*. Lund: Studentlitteratur Ab Lund.
- Olsson, H., & Sörensen, S. (2007). *Forskningsprocessen - Kvalitativa och kvantitativa perspektiv*. Solna: Liber.
- Persson, K., & Öman, E. (2016). *Effektivisering av produktionsplanering*. Avhandling för kandidatexamen. Högskolan i Gävle.
- Phogat, S., & Kumar Gupta, A. (2019). Expected maintenance waste reduction benefits after implementation of Just in Time (JIT) philosophy in maintenance. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 16.
- Plantvision. (2023). Hämtat från Plantvision: <https://plantvision.se/produktplattformar/produktionsplanering/>
- Plutora. (2022, April 25). *What is Value Stream Mapping (VSM), Benefits, Process and Value*. Retrieved from Plutora: <https://www.plutora.com/blog/value-stream-mapping>
- Rafstedt, J., & Johansson, R. (2023). *Lean i mindre skala*. Avhandling för kandidatexamen. KTH Industriell teknik och management.
- Riley, J. (den 22 3 2021). *Lean Production (Introduction)*. Hämtat från tutor2u: <https://www.tutor2u.net/business/reference/introduction-to-lean-production>
- Schäfer, J. (den 02 05 2022). *Vad är kartläggning av värdeströmmar? Definition, funktion och fördelar*. Hämtat från echometer: <https://echometerapp.com/sv/vad-aer-kartlaeggning-av-vaerdefloeden-2/>
- Skycode. (2021). *Produktionsplanering och finladdning med artificiell intelligens*. Hämtat från Skycode: [https://skycode.fi/sv/skyplanner-hienokuormitus/?gclid=EAIaIQobChMI4emHhID75AIVwZIYCh3UrgS5EAAYASAAEgJkCPD\\_BwE](https://skycode.fi/sv/skyplanner-hienokuormitus/?gclid=EAIaIQobChMI4emHhID75AIVwZIYCh3UrgS5EAAYASAAEgJkCPD_BwE)
- Sumon, S., Tiwari, S., & Giri, B. (2021). Impact of uncertain demand and lead-time reduction on. *Springer Nature*, 29.
- Suri, R. (2023, 04). Manufacturers can reshore production without increasing costs. *ISE Magazine*, p. 6. Retrieved from QRM Institute.
- Tenk. (den 11 10 2023). Hämtat från Forskningsetiska delegationen: <https://tenk.fi/sv/tenk>

Tomaszewska, K. (2023). Comparative Simulation of the Production Flow with the Implementation of Kanban and DBR. *Management and Production Engineering Review*, 9.

(2019). *Toyota production system*. Art of Lean.

White, S. K. (2022, 07 22). *What is value stream mapping? A lean technique for improving business processes*. Retrieved from CIO:  
<https://www.cio.com/article/193293/what-is-value-stream-mapping-a-lean-technique-for-improving-business-processes.html>



## Bilaga 1

Person A							
Böj	T-rör	Ventil	Övrig		Datum	Tid	
			F-pipe	Sales order	5.5.23	kl 15.32	Pers 1
			F-pipe	Confermed sales order	10.5.23	kl 13.01	
			F-pipe	Released date	12.5.23	kl 13.44	
			F-pipe	Completed date	25.5.23		
	x			Sales order	24.5.23	kl 13.17	Pers 2
	x			Confermed sales order	25.5.23	kl 13.20	
	x			Released date	30.5.23	kl 9.24	
	x			Completed date	14.6.23		
		x		Sales order	26.5.23	kl 15.19	Pers 2
		x		Confermed sales order	29.5.23	kl 15.02	
		x		Released date	30.5.23	kl 9.29	
		x		Completed date	16.6.23		
		x		Sales order	31.5.23	kl 13.57	Pers 3
		x		Confermed sales order	01.6.23	kl 11.54	
		x		Released date	02.6.23	kl 7.04	
		x		Completed date	15.6.23		
	x			Sales order	31.5.23	kl 13.57	Pers 3
	x			Confermed sales order	01.6.23	kl 11.54	
	x			Released date	02.6.23	kl 7.05	
	x			Completed date	09.6.23		
x				Sales order	8.6.23	kl 14.14	Pers 4
x				Confermed sales order	09.6.23	kl 15.12	
x				Released date	10.6.23	kl 11.38	
x				Completed date	11.6.23		
		x		Sales order	22.6.23	kl 10.42	Pers 3
		x		Confermed sales order	27.6.23	kl 13.12	
		x		Released date	27.6.23	kl 13.50	
		x		Completed date	23.8.23		
		x		Sales order	14.6.23	kl 15.45	Pers 1
		x		Confermed sales order	15.6.23	kl 14.13	
		x		Released date	22.6.23		
		x		Completed date	04.8.23		
			Y-pipe	Sales order	03.7.23	kl 12.39	Pers 3
			Y-pipe	Confermed sales order	04.7.23	kl 8.01	
			Y-pipe	Released date	04.7.23	kl 11.58	
			Y-pipe	Completed date	04.8.23		
	x			Sales order	05.7.23	kl 15.35	Pers 3
	x			Confermed sales order	06.7.23	kl 7.46	
	x			Released date	06.7.23	kl 9.06	
	x			Completed date	02.8.23		
		x		Sales order	06.7.23	kl 15.30	Pers 1
		x		Confermed sales order	06.7.23	kl 15.48	
		x		Released date	07.7.23	kl 8.25	
		x		Completed date	11.7.23		
	x			Sales order	14.7.23	kl 10.31	Pers 3
	x			Confermed sales order	14.7.23	kl 10.58	
	x			Released date	14.7.23	kl 12.09	
	x			Completed date	14.8.23		
	x			Sales order	14.9.23	kl 8.45	Pers 3
	x			Confermed sales order	14.9.23	kl 14.19	
	x			Released date	15.9.23	kl 11.03	
	x			Completed date	26.9.23		
	x			Sales order	14.9.23	kl 16.28	Pers 3
	x			Confermed sales order	18.9.23	kl 10.27	
	x			Released date	18.9.23	kl 11.13	
	x			Completed date	25.9.23		
		x		Sales order	14.9.23	kl 16.28	Pers 3
		x		Confermed sales order	18.9.23	kl 10.27	
		x		Released date	06.10.23	kl 7.49	
		x		Completed date	11.10.23		
x				Sales order	26.10.23	kl 8.15	Pers 3
x				Confermed sales order	2.11.23	kl 9.33	
x				Released date	9.11.23	kl 12.58	
x				Completed date	15.11.23		

# Bilaga 2

Person B							
Böj	T-rör	Ventil	Övrig		Datum	Tid	
	x		Sales order		11.10.23	kl 16.47	Pers 5
	x		Confermed sales order		12.10.23	kl 12.50	
	x		Released date		12.10.23	kl 14.10	
	x		Completed date		20.10.23		
x			Sales order		27.9.23	kl 8.11	Pers 5
x			Confermed sales order		29.9.23	kl 13.22	
x			Released date		3.10.23	kl 8.57	
x			Completed date		10.10.23		
x			Sales order		27.9.23	kl 8.11	Pers 5
x			Confermed sales order		29.9.23	kl 13.22	
x			Released date		3.10.23	kl 11.24	
x			Completed date		10.10.23		
	x		Sales order		25.1.23	kl 11.29	Pers 3
	x		Confermed sales order		25.9.23	kl 11.55	
	x		Released date		2.10.23	kl 8.10	
	x		Completed date		2.10.23		
	x		Sales order		25.9.23	kl 11.29	Pers 3
	x		Confermed sales order		25.9.23	kl 11.55	
	x		Released date		26.9.23	kl 08.09	
	x		Completed date		2.10.23		
		x	Sales order		20.9.23	kl 09.01	Pers 5
		x	Confermed sales order		21.9.23	kl 09.54	
		x	Released date		26.9.23	kl 09.23	
		x	Completed date		5.10.23		
	x		Sales order		17.4.23	kl 11.24	Pers 3
	x		Confermed sales order		20.4.23	kl 14.21	
	x		Released date		25.4.23	kl 14.42	
	x		Completed date		23.5.23		
		x	Sales order		17.4.23	kl 11.24	Pers 3
		x	Confermed sales order		20.4.23	kl 14.21	
		x	Released date		25.4.23	kl 14.42	
		x	Completed date		23.5.23		
	x		Sales order		17.4.23	kl 11.24	Pers 3
	x		Confermed sales order		20.4.23	kl 14.21	
	x		Released date		25.4.23	kl 14.42	
	x		Completed date		22.5.23		
	x		Sales order		17.4.23	kl 11.24	Pers 3
	x		Confermed sales order		20.4.23	kl 14.21	
	x		Released date		25.4.23	kl 14.42	
	x		Completed date		23.5.23		
	x		Sales order		17.4.23	kl 11.24	Pers 3
	x		Confermed sales order		20.4.23	kl 14.21	
	x		Released date		28.4.23	kl 14.42	
	x		Completed date		23.5.23		
	x		Sales order		17.4.23	kl 11.24	Pers 3
	x		Confermed sales order		20.4.23	kl 14.21	
	x		Released date		25.4.23	kl 14.42	
	x		Completed date		22.5.23		
		x	Sales order		17.4.23	kl 11.24	Pers 3
		x	Confermed sales order		20.4.23	kl 14.21	
		x	Released date		27.4.23	kl 15.00	
		x	Completed date		26.5.23		
		x	Sales order		17.4.23	kl 11.24	Pers 3
		x	Confermed sales order		20.4.23	kl 14.21	
		x	Released date		27.4.23	kl 15.00	
		x	Completed date		22.5.23		
x			Sales order		8.2.23	kl 10.05	Pers 4
x			Confermed sales order		10.2.23	kl 13.35	
x			Released date		21.3.23	kl 10.57	
x			Completed date		18.4.23		
		x	Sales order		8.2.23	kl 10.05	Pers 4
		x	Confermed sales order		10.2.23	kl 13.35	
		x	Released date		21.3.23	kl 14.52	
		x	Completed date		19.4.23		

# Bilaga 3

				Dagar	
T-rör				Steg	Tot
Sales order	24.5.23	kl 13:17	Pers 2		
Confermed sales order	25.5.23	kl 13:20		1	1
Released date	30.5.23	kl 9:24		5	6
Compleated date	14.6.23			11	15
Sales order	31.5.23	kl 13:57	Pers 3		
Confermed sales order	1.6.23	kl 11:54		1	1
Released date	2.6.23	kl 7:05		2	2
Compleated date	9.6.23			5	7
Sales order	5.7.23	kl 15:35	Pers 3		
Confermed sales order	6.7.23	kl 7:46		1	1
Released date	6.7.23	kl 9:06		1	1
Compleated date	2.8.23			20	21
Sales order	14.7.23	kl 10:31	Pers 3		
Confermed sales order	14.7.23	kl 10:58		0	0
Released date	14.7.23	kl 12:09		0	0
Compleated date	14.1.00			21	21
Sales order	14.9.23	kl 8:45	Pers 3		
Confermed sales order	14.9.23	kl 14:19		0	0
Released date	15.9.23	kl 11:03		1	1
Compleated date	26.9.23			7	8
Sales order	14.9.23	kl 16:28	Pers 3		
Confermed sales order	18.9.23	kl 10:27		2	2
Released date	18.9.23	kl 11:13		2	2
Compleated date	25.9.23			5	7
Sales order	11.10.23	kl 16:47	Pers 5		
Confermed sales order	12.10.23	kl 12:50		1	1
Released date	12.10.23	kl 14:10		1	1
Compleated date	20.10.23			7	8
Sales order	25.9.23	kl 11:29	Pers 3		
Confermed sales order	25.9.23	kl 11:55		0	0
Released date	26.10.23	kl 8:10		1	1
Compleated date	2.10.23			4	5
Sales order	25.9.23	kl 11:29	Pers 3		
Confermed sales order	25.9.23	kl 11:55		0	0
Released date	26.9.23	kl 8:09		1	1
Compleated date	2.10.23			4	5
Sales order	17.4.23	kl 11:24	Pers 3		
Confermed sales order	20.4.23	kl 14:21		3	3
Released date	25.4.23	kl 14:42		3	6
Compleated date	23.5.23			19	26
Sales order	17.4.23	kl 11:24	Pers 3		
Confermed sales order	20.4.23	kl 14:21		3	3
Released date	25.4.23	kl 14:42		3	6
Compleated date	22.5.23			18	25
Sales order	17.4.23	kl 11:24	Pers 3		
Confermed sales order	20.4.23	kl 14:21		3	3
Released date	25.4.23	kl 14:42		3	6
Compleated date	23.5.23			19	26
Sales order	17.4.23	kl 11:24	Pers 3		
Confermed sales order	20.4.23	kl 14:21		3	3
Released date	28.4.23	kl 13:23		6	9
Compleated date	23.5.23			16	16
Sales order	17.4.23	kl 11:24	Pers 3		
Confermed sales order	20.4.23	kl 14:21		3	3
Released date	25.4.23	kl 14:44		3	6
Compleated date	22.5.23			18	25
				Step 1 Average	1,5
				Step 2 Average	2,29
				Step 3 Average	12,43
				Tot average	15,36

Bilaga 4

					Dagar	
Böj					Steg	Tot
Sales order	8.6.23	kl 14:14		Pers 4		
Confermed sales order	09.6.23	kl 15:12			1	1
Released date	0.1.00	kl 11:38			1	1
Compleated date	11.6.23				1	3
Sales order	26.10.23	kl 8:15		Pers 3		
Confermed sales order	2.11.23	kl 9:33			5	5
Released date	9.11.23	kl 12:58			7	10
Compleated date	15.11.23				4	13
Sales order	27.9.23	kl 8:11		Pers 5		
Confermed sales order	29.9.23	kl 13:22			2	2
Released date	3.10.23	kl 8:57			2	4
Compleated date	10.10.23				5	9
Sales order	27.9.23	kl 8:11		Pers 5		
Confermed sales order	29.9.23	kl 13:22			2	2
Released date	3.10.23	kl 11:24			2	4
Compleated date	10.10.23				5	9
Sales order	8.2.23	kl 10:05		Pers 4		
Confermed sales order	10.2.23	kl 13:35				
Released date	21.3.23	kl 10:57				
Compleated date	18.4.23	Canceled				
					Step 1 Average	2,50
					Step 2 Average	3,00
					Step 3 Average	3,75
					Tot average	8,50

## Bilaga 5

					Dagar	
Ventil					Steg	Tot
Sales order	26.5.23	kl 15:19		Pers 2		
Confermed sales order	29.5.23	kl 15:02			1	1
Released date	30.5.23	kl 9:29			1	2
Completed date	16.6.23				13	15
Sales order	31.5.23	kl 13:57		Pers 3		
Confermed sales order	01.6.23	kl 11:54			1	1
Released date	02.6.23	kl 7:04			1	2
Completed date	15.6.23				9	11
Sales order	22.6.23	kl 10:42		Pers 3		
Confermed sales order	27.6.23	kl 13:12			1	1
Released date	27.6.23	kl 13:50			0	1
Completed date	23.8.23				42	42
Sales order	14.6.23	kl 15:45		Pers 1		
Confermed sales order	15.6.23	kl 14:13			1	1
Released date	22.6.23				5	6
Completed date	04.8.23				30	37
Sales order	06.7.23	kl 15:30		Pers 1		
Confermed sales order	06.7.23	kl 15:48			0	0
Released date	07.7.23	kl 8:25			1	1
Completed date	11.7.23				2	3
Sales order	14.9.23	kl 16:28		Pers 3		
Confermed sales order	18.9.23	kl 10:27			2	2
Released date	6.10.23	kl 7:49			14	16
Completed date	11.10.23				3	19
Sales order	20.9.23	kl 9:01		Pers 5		
Confermed sales order	21.9.23	kl 9:54			1	1
Released date	26.9.23	kl 9:23			3	4
Completed date	5.10.23				7	11
Sales order	17.4.23	kl 11:24		Pers 3		
Confermed sales order	20.4.23	kl 14:21			3	3
Released date	25.4.23	kl 14:42			3	6
Completed date	23.5.23				19	26
Sales order	17.4.23	kl 11:24		Pers 3		
Confermed sales order	20.4.23	kl 14:21			3	3
Released date	27.4.23	kl 15:00			5	8
Completed date	26.5.23				19	28
Sales order	17.4.23	kl 11:24		Pers 3		
Confermed sales order	20.4.23	kl 14:21			3	3
Released date	27.4.23	kl 15:00			5	8
Completed date	22.5.23				15	23
Sales order	8.2.23	kl 10:05		Pers 4		
Confermed sales order	10.2.23	kl 13:35				
Released date	21.3.23	kl 14:52				
Completed date	19.4.23	Canceled				
					Step 1 Average	1,6
					Step 2 Average	3,8
					Step 3 Average	15,9
					Tot average	21,50