



CHALMERS

Applicerbarheten av flödes-orienterad produktion i en HMLV-miljö

En fallstudie utförd i samarbete med Inission
Stockholm

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet ekonomi och produktionsteknik

OLOF SVENSSON
MELVIN SÖRUM

INSTITUTIONEN FÖR TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
AVDELNINGEN FÖR SUPPLY AND OPERATIONS MANAGEMENT
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2022
www.chalmers.se
Rapportnummer E2022:040

Rapportnummer E2022:040

Applicerbarheten av flödesorienterad produktion i en HMLV-miljö

En fallstudie utförd i samarbete med Inission Stockholm

OLOF SVENSSON
MELVIN SÖRUM

TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
Avdelningen för Supply and Operations Management
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2022

Applicerbarheten av flödesorienterad produktion i en HMLV-miljö
En fallstudie utförd i samarbete med Inission Stockholm

OLOF SVENSSON
MELVIN SÖRUM

© OLOF SVENSSON, 2022
© MELVIN SÖRUM, 2022

Rapportnummer E2022:040
Teknikens ekonomi och organisation
Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Sverige
Telefon + 46 (0)31-772 1000

Göteborg, Sverige 2022

Göteborg, Sverige 2022

Applicerbarheten av flödesorienterad produktion i en HMLV-miljö
En fallstudie utförd i samarbete med Inission Stockholm

OLOF SVENSSON
MELVIN SÖRUM

Institutionen för Teknikens ekonomi och organisation
Chalmers tekniska högskola

Förord

Detta examensarbete är utfört av Olof Svensson och Melvin Sörum från programmet Ekonomi och produktionsteknik på Chalmers tekniska högskola. Examensarbetet är utfört på uppdrag av Inission Stockholm samt Chalmers tekniska högskola via institutionen för teknikens ekonomi och organisation. Arbetet utfördes under vårterminen 2022 och omfattningen är 15 högskolepoäng.

Vi vill tacka Inission Stockholm och samtliga medarbetare för denna möjligheten, men också för den energi och entusiasm som vi alltid mötts av på arbetsplatsen. Ett särskilt tack vill vi rikta till vår handledare Marcus Karlsson för den hjälp och vägledning som vi fått under arbetets gång. Vi vill även tacka Jan Österman och Richard Strandman för deras assistans i arbetsprocessen. Slutligen vill vi tacka lagledarna Micke och Lena för deras vilja att ta sin tid och besvara våra frågor, vilket underlättat inlärningsprocessen.

Vi vill även tacka vår handledare från Chalmers tekniska högskola, Elin Edén, samt vår examinator Peter Almström för den vägledning vi fått under arbetsprocessen.

Abstract

Inission Stockholm is a company that operates within a high mix low volume (HMLV) production environment, where the majority of the production is centered around the manufacturing of printed circuit boards assemblies. Within this environment, it is common for customers to demand high flexibility and short lead times. Lean principles, with a focus on flow production, is a way of satisfying these demands. Within an HMLV production however, there are certain characteristics that complicate the implementation of flow production. The aim of this bachelor thesis is to investigate whether flow production is applicable in an HMLV environment, and in what scale. The scale will be determined based on different product criteria, which will also be investigated in this thesis, as well as the expected effects of the flow implementation.

Based on empirical findings within the case company, as well as previous research regarding HMLV and flow production, the authors concluded that the implementation of flow is only feasible for a small portion of the total products in an HMLV environment. In order to single out the products most suitable for flow implementation, different product criteria were used. The main criteria was the total production time, which was calculated by multiplying the annual production volume with the throughput time of the product. Different side criteria were also used, which complemented the main criteria in specific situations. The side criteria were product quality, even demand, and similar manufacturing processes. The conclusion was that 1,2 percent of the products were financially profitable for the case company to implement into flow. In addition to the time savings there are several other benefits to a flow implementation, including shorter lead times as well as improved quality.

Keywords: Flow production, Flow implementation, High mix low volume production, Flow in high mix low volume production, Flow criteria

Sammanfattning

Inission Stockholm är ett företag som är verksamma inom en high mix low volume (HMLV) miljö, där majoriteten av produktionen fokuserar på tillverkning av kretskort. Inom den här produktionsmiljön, är det vanligt att kunderna efterfrågar hög flexibilitet samt korta ledtider. Att implementera lean-principerna i sin verksamhet, med fokus på flödesorienterad produktion, är ett sätt att tillfredsställa dessa önskemål. HMLV-branschen kännetecknas dock av vissa egenskaper som försvårar införandet av lean och flöde. Syftet med examensarbetet är att studera huruvida flödesproduktion är applicerbar i en HMLV-miljö, samt i vilken omfattning. Omfattningen kommer beslutas baserat på diverse produktkriterier, som också kommer undersökas i detta arbete, tillsammans med de förväntade effekterna av flödesimplementeringen.

Baserat på empiriska upptäckter från fallföretaget i kombination med tidigare forskning inom HMLV- och flödesproduktion, kunde författarna dra slutsatsen att en flödesimplementering endast skulle vara lönsam för en liten andel av produkterna i en HMLV-miljö. För att urskilja de produkter som var mest intressanta att tillverka i flöde användes olika produktkriterier. Det huvudsakliga kriteriet som användes var den totala eftermonteringstiden, som beräknades genom att multiplicera den årliga produktionsvolymen med eftermonteringstiden för en given produkt. Diverse sidokriterier användes också som ett komplement till huvudkriteriet i specifika situationer. Sidokriterierna var kvalitet, jämn efterfrågan samt liknande monteringssteg. Slutsatsen var att 1,2 procent av fallföretagets produkter var ekonomiskt lönsamma att implementera i flöde. Utöver tidsbesparingen finns det flera andra fördelar med en flödesimplementation, inklusive reducerad ledtid samt förbättrad kvalitet.

Innehållsförteckning

1. Inledning	13
1.1 Bakgrund	13
1.2 Syfte	13
1.3 Avgränsningar	13
1.4 Precisering av frågeställningen	14
2. Teori	15
2.1.1 Olika typer av flöden	16
2.1.1.1 Kontinuerligt flöde	16
2.1.1.2 Batch-flöde	16
2.1.1.3 Hybrid-flöde	16
2.1.2 Taktid	17
2.2 Egenskaper för HMLV-produktion	17
2.2.1 Flödesproduktion i en HMLV-milljö	17
2.3 Standardiserat arbetssätt	18
2.4 Negativa aspekter av flöde och lean	18
2.5 Ytmontering och hålmontering	19
2.6 Flödesimplementation i praktiken	19
2.6.1 Undersökning av effekter från flödesimplementering	19
2.6.2 Införandet av enstycksflöde hos en etiopisk klädproducent	20
2.6.3 Införandet av enstycksflöde hos Acme International	20
2.7 Produktionslayouter och flödesimplementering	20
3. Metod	22
3.1 Vetenskapligt tillvägagångssätt	22
3.2 Datainsamlingsmetoder	22
3.2.1 Kvantitativa metoder	22
3.2.1.1 Kvantitativa dokumentstudier	22
3.2.2 Kvalitativa metoder	23
3.2.2.1 Kvalitativa dokumentstudier	23
3.2.2.2 Litteratursökning	24
3.2.2.3 Observationer	24
3.2.2.4 Intervjuer	24
3.3 Utvärdering av metodval	25
4. Nulägeskartläggning	27
4.1 Företagets nyckelpersoner	27
4.1.1 F.d. Produktionschef	27
4.1.2 Processtekniker	27
4.1.3 Lagledare för lag grön och orange	27
4.2 Företagets affärssystem - Monitor ERP	27

4.3 Företagets förutsättningar	28
4.4 Produktionens olika avdelningar	28
4.4.1 Lag grön	29
4.4.1.1 Plock	30
4.4.1.2 Verifiering	30
4.4.1.3 Hålmontering (HÅL)	30
4.4.1.4 Avsyning	30
4.4.1.5 Lackning	30
4.4.1.6 Slutmontering	31
4.4.2 Lag orange	31
4.4.2.1 Box-build	31
4.4.2.2 Gjutning	32
4.4.2.3 Packning	32
4.4.3 Lag röd	32
4.4.4 Lag blå	32
4.5 Tidigare implementerade flöden	32
4.5.1 Testflöde 1	32
4.5.2 Testflöde 2 - Flödet på avdelning grön	36
5. Analys	37
5.1 Utvärdering av potentiella kriterier	37
5.1.1 Volym	37
5.1.2 Eftermonteringstid	38
5.1.3 Liknande monteringssteg	38
5.1.4 Försäljningspris	39
5.1.5 Kvalitet	40
5.1.6 Jämn efterfrågan	40
5.1.7 Lönsamhet	41
5.2 Precisering av kriterier	41
5.2.1 Huvudkriterier	41
5.2.1.1 Minimivolym	41
5.2.1.2 Minimikriterium eftermonteringstid	42
5.2.1.3 Total eftermonteringstid	42
5.2.2 Sidokriterier	44
5.2.2.1 Liknande monteringssteg	44
5.2.2.2 Kvalitet	45
5.2.2.3 Jämn efterfrågan	45
5.3 Metodstandard	46
5.4 Applicering av metodstandard	48
6. Diskussion	52
6.1 Flöde i en HMLV-miljö	52
6.2 Rekommendation vid implementering av flödet	53
6.3 Andra aspekter att ha i åtanke vid flödesimplementering	53

6.4 Rekommendation till fortsatt arbete	54
7. Slutsats	55
7.1 Är flödesproduktion med takttid applicerbar i en HMLV produktion?	55
7.1.1. Vilka kriterier skall produkter utvärderas mot för att byggas i flöde?	55
7.1.2 Hur stor andel produkter, baserat på kriterierna, är lämpliga att bygga i flöde?	55
7.1.3 Vilka effekter skulle flödesproduktion ge för dessa produkter?	56
8. Referenser	57
9. Bilagor	60
9.1 Bilaga 1 - Tillverkningsorder för produkt A1	60
9.2 Bilaga 2 - Tillverkningsorder för produkt A2	62
9.3 Bilaga 3 - Tillverkningsorder för produkt B1	64
9.4 Bilaga 4 - Tillverkningsorder för produkt B2	65
9.5 Bilaga 5 - Tillverkningsorder för produkt B3	66
9.6 Bilaga 6 - Instruktion för applicering av metodstandard	68
9.7 Bilaga 7 - Applicering av metodstandard utan minimivolym	81

1. Inledning

Inledningsvis kommer fallföretagets organisation att beskrivas, där bland annat företagets förutsättningar, nuvarande utmaningar, samt vision kommer att presenteras. Därefter kommer arbetets syfte att presenteras kortfattat. Sedan kommer arbetets avgränsningar att framföras och slutligen en frågeställning formuleras som är ämnad att besvara arbetets syfte.

1.1 Bakgrund

Arbetet utfördes på Inission Stockholm, som är en del av en större koncern. Inission grundades år 1973 men har under åren expanderat genom förvärv av andra bolag, framförallt i Norden. Inission är en koncern som består av åtta dotterbolag med fabriker i Munkfors, Stockholm, Malmö, Borås, Västerås, Lökken verk, Lohja och Tallinn. Den stora geografiska spridningen har Inission valt av strategiska skäl, exempelvis för att kunna erbjuda sina kunder högre tillgänglighet och snabbare leveranser inom hela Norden. Inission tillverkar skräddarsydda elektronikprodukter, där större delen av verksamheten arbetar med kretskortstillverkning samt box-build. Box-build är ett arbetsmoment som innebär att kretskort installeras i ett chassi. Branschen kännetecknas av hög produktmix samt låga volymer, även kallad HMLV (high mix low volume) produktion.

Företagets ledning förespråkar principerna kring lean produktion. Med tiden önskar de införa många av dess principer, där utökad flödesorientering anses vara en central aspekt att fokusera på. Från kundernas sida finns ett behov av hög leveransflexibilitet, vilket ställer krav på företaget att minska sina ledtider. Dessutom förekommer kvalitetsbrister på somliga produkter, vilket är ett ytterligare förbättringsområde för företaget. Det är genom lean-principerna, med stort fokus på flödesorienterad produktion, man hoppas på att angripa de utmaningar som företaget står inför.

Inom forskningen finns det en bred uppfattning om att lean är applicerbart i alla typer av produktionsmiljöer, trots att de flesta lean-implementationer hittills skett på företag med hög volym och låg variation (Tomašević et al., 2021). På företag som Inission, där produktionsmiljön istället är av låg volym med stor variation, är införandet av lean-verktyg (som exempelvis flöde), inte lika utforskat. HMLV-industrin skiljer sig markant från de industrier där lean fick sitt genombrott (Tomašević et al., 2021), vilket tyder på att lean-verktyg kan behöva anpassas för att fungera optimalt i HMLV-miljöer. Således behöver metoder utvecklas som tar branschens unika förutsättningar i åtanke.

1.2 Syfte

Syftet med arbetet är att undersöka om flödesproduktion med taktid är applicerbar i en HMLV-produktion. Målsättningen är att ta fram en metodstandard som genom diverse kriterier avgör om produkter är lämpade att införa i ett flöde eller ej. Tanken är att metodstandarderna ska vara generaliserad och användbar för alla fabriker inom koncernen, samt även för företagets framtida produktmix. Genom att identifiera kriterier där flödesorienterad produktion är bäst lämpad är förhoppningen att företaget kan reducera ledtiderna och förbättra kvaliteten av produkterna.

1.3 Avgränsningar

Arbetet är avgränsat till att främst fokusera på de manuella stegen i produktionen, vilket innebär att ytmonteringen har exkluderats. En annan aspekt är att arbetet endast fokuserar på att ta fram en metodstandard och inte på den praktiska implementationen av flödet. Exempelvis har hänsyn till materialhantering och personalfrågor utelämnats.

1.4 Precisering av frågeställningen

1. Är flödesproduktion med takttid applicerbar i en HMLV-produktion?
 - 1.1. Vilka kriterier skall produkter utvärderas mot för att byggas i flöde?
 - 1.2. Hur stor andel produkter, baserat på kriterierna, är lämpliga att bygga i flöde?
 - 1.3. Vilka effekter skulle flödesproduktion ge för dessa produkter?

2. Teori

I det här kapitlet behandlas bakomliggande teori som är relevant för att besvara arbetets frågeställning. Först kommer allmän teori beträffande bland annat HMLV-produktion, flödesproduktion och standardisering av arbete att tas upp. En teoretisk grund inom dessa tre områden är nödvändig, dels för att förstå de förutsättningar som finns för att implementera flöde, samt även för hur effektiva flöden ser ut och kan etableras. För att få en bild av vilka effekter flödesimplementation kan medföra kommer även flera tidigare studier att presenteras.

2.1 Flödesproduktion

Flödesproduktion är ett produktionssystem där material flödar mellan processer. Syftet med att implementera flödesproduktion är att reducera slöserier och att effektivisera tillverkningsprocessen (Liker, 2005). Liker menar att det första steget för att implementera ett flöde är att skapa en stabil process som klarar av att möta kundbehovet. Det är viktigt att samtliga processer uppnått en konsekvent och tillfredsställande kapacitet innan ett flöde etableras. Dock behöver inte perfektion uppnås, eftersom kontinuerliga förbättringar ska ske löpande (Liker, 2005). Detta tillvägagångssätt sker successivt. När en process uppnått en acceptabel nivå så går man vidare till att stabilisera nästa process. Nästa steg är sedan att sammankoppla dessa processer, genom att göra dem beroende av varandra. Sedan upprepas denna process tills dess att hela värdeflödet är sammanbundet, och ett flöde med minimala förluster har åstadkommits.

Målet är att uppnå ett kontinuerligt enstycksflöde utan störningar, för att maximera processtiden i värdeskapande aktiviteter (Chatzopoulos, 2014). I enighet med Chatzopoulos skriver även Liker (2005) att enstycksflöde med taktid är idealt. Liker nämner dock att enstycksflöde kan vara extremt svårt att applicera och är inte alltid praktiskt möjligt. Ifall enstycksflöde implementeras utan att system finns för att stödja flödet riskerar det att uppstå stora störningar. Enstycksflöde kräver att alla stationer är perfekt synkroniserade och att cykeltiden mellan stationerna är identiska (Liker, 2005). Annars uppstår slöseri i form av väntan, och eftersom syftet med flöde är reducera slöserier blir således flödet kontraproduktivt. Enligt Liker är det därför avgörande att de övriga lean-verktygen är på plats och används på ett sätt som ger stabilitet till flödet, exempelvis genom 5S, standardiserat arbete, PDCA-cykeln och ställtidsreduktion (SMED).

Ett alternativt sätt att behandla variation i cykeltiden är att sätta in buffertar mellan stationerna. Detta ser Liker (2005) dock som en trade-off, där man å ena sidan reducerar väntan i en instabil process, men å andra sidan bidrar till överproduktion i form av ökat antal produkter i arbete (PIA). För instabila flöden rekommenderar han en balans, där man inför buffertar för att skapa stabilitet och säkerhet, men att man samtidigt håller dem minimala för att på så sätt låta problem komma till ytan. Målet är sedan att inkrementellt, genom kontinuerliga förbättringar, reducera buffertarna så mycket som möjligt i takt med att flödet blir stabilare (Liker, 2005).

Ifall företag använder ovanstående metoder för att etablera stabila flöden kan många positiva fördelar uppnås. Produkter som flödar genom värdeskapande processer med minimal väntetid, samt med korta avstånd mellan processerna, kommer produceras med högst effektivitet (Liker, 2005). Liker skriver vidare att flöde reducerar genomloppstiden, vilket minskar kapitalbindningen och kan leda till

kvalitetsförbättringar. Enligt Frandson och Tommelein (2014) kan flödesproduktion också användas för att upprätthålla resurskontinuitet samt minska ledtiderna.

2.1.1 Olika typer av flöden

Ovan beskrevs vad som karaktäriserar flödesproduktion, hur ett sådant produktionssystem fungerar, hur det etableras, samt vad syftet med att använda flödesproduktion är. Utformningen av en flödesproduktion kan dock se ut på flera olika sätt, beroende på diverse externa faktorer som exempelvis produktionsvolym och produktvariation. Nedan kommer tre olika varianter av flöde; kontinuerligt flöde, batch-flöde samt hybrid-flöde att presenteras.

2.1.1.1 Kontinuerligt flöde

Som tidigare nämnt är ett kontinuerligt enstycksflöde idealfallet (Liker, 2005). Liker skriver att ett kontinuerligt flöde är mycket svårt att åstadkomma i praktiken. Begreppet kan dock användas synonymt med flöde, vilket även Liker (2005) gör i boken *The Toyota way fieldbook: a practical guide for implementing Toyota's 4Ps*, eftersom målet ofta är att uppnå ett kontinuerligt flöde vid flödesimplementering. Ett kontinuerligt flöde används generellt sett vid höga produktionsvolymerna (Slack, 2013). Layouten är helt anpassad efter den produkt som ska tillverkas, och produkten följer en förutbestämd väg genom flödet. Kontinuerligt flöde är vanligt inom bilindustrin där de flesta modeller kräver samma sekvens av processer (Slack, 2013).

2.1.1.2 Batch-flöde

Ett batch-flöde har en liknande layout som en funktionell verkstad, där utrustningen är grupperad efter funktion snarare än efter produkten som tillverkas (Holweg et al., 2018). Produktionen sker i större partier med flera produkter (batcher), där en batch flödar mellan olika avdelningar i fabriken. Ett batch-flöde används ofta vid lägre volymer än annan flödesorienterad produktion. Det är exempelvis vanligt vid halvledartillverkning (Holweg et al., 2018). Ytterligare ett tillfälle som lyfts fram av Holweg et al. (2018) när det kan vara aktuellt att utnyttja ett batch-flöde är då produktionsprocessen innehåller moment som kräver fermentering eller stelning, eftersom det då inte är tekniskt möjligt att använda ett kontinuerligt flöde.

2.1.1.3 Hybrid-flöde

De tidigare nämnda varianterna av flödesorienterad produktion är båda renodlade modeller. Många fabriker väljer istället att kombinera modellerna till ett hybrid-flöde (Holweg et al., 2018). Det här möjliggör att företag kan anpassa produktionssystemet för att det ska fungera bättre i företagets unika miljö. En vanlig hybridlösning för företag är att komplexa produkter med hög volym produceras i ett kontinuerligt flöde, medan de ingående komponenterna till dessa produkter tillverkas i ett batch-flöde (Holweg et al., 2018). Den första delen av tillverkningen sker alltså i ett batch-flöde där råmaterialet byggs ihop till komponenter. Därefter monteras komponenterna ihop till den slutgiltiga produkten som ska levereras till kund, i ett kontinuerligt flöde. Vanligtvis finns det ett lager mellan respektive flöde, som fylls upp med halvklara produkter från batch-flödet som sedan ska färdigställas i det kontinuerliga flödet (Holweg et al., 2018). Anledningen till att hybrid-flöden ofta delas upp i två delar är att batch-flödet är mindre flexibelt än de kontinuerliga flödet när det kommer till omställningen mellan olika produkter. Det tar alltså längre tid att växla mellan två produkter i batchflödet, eftersom ställtiden tenderar att vara relativt lång. Batch-flödet är alltså inte exakt synkroniserat med det kontinuerliga flödet, utan kvantitet samt produktmix är istället veckovis sammankopplade. Det här är

en förutsättning för att batch-flödet ska klara av att upprätthålla en kapacitet som möter kundbehovet, vilket kräver att antalet driftstopp minimeras (Holweg et al., 2018).

2.1.2 Takttid

Takttid är en designparameter som används vid tillverkning av varor eller tjänster, för att sammanlänka företagets output med efterfrågan från kunderna, utan att överstiga den (Fransson & Tommelein, 2014). Begreppet takttid har introducerats som en definition på flödeseffektivitet, för att kunna etablera ett jämnt flöde i produktionen (Bergman & Klefsjö, 2020). Takttiden beskrivs av vissa som produktionens hjärtslag. Användningen av takttid har visat sig ha flera avgörande fördelar, exempelvis tidsbesparing, kostnadsbesparing och förbättrad kvalitet (Fransson & Tommelein, 2014). I flödesorienterad produktion, exempelvis i bilindustrin, rör sig produkten längs en lina från en process till en annan efter en given tid, takttiden (Bergman & Klefsjö, 2020). Cykeltiden för respektive station måste sammanfalla med takttiden för att produkten ska bli färdigställd i anvisad tid (Bergman & Klefsjö, 2020). Takttiden beräknas med hjälp av formeln:

$$\text{Takttid} = \text{Tillgänglig tid} / \text{Efterfrågan}$$

2.2 Egenskaper för HMLV-produktion

Företag med HMLV-produktion kännetecknas av stor produktvariation och låga volymer, där kunden själv kan anpassa produkterna efter sina behov (Jina et al., 1997). En fullständig produktion mot order är standard, där hög leveransprecision och konkurrenskraftiga ledtider är viktigt. Enligt Tomašević et al. (2021) kännetecknas HMLV-produktion även av ett komplext produktionssystem där många produkter har en unik tillverkningsprocess. Det finns många olika produktvarianter med låg volym, där varje produkt generellt har en specifik rutt genom fabriken med unika processtider. Det kan således vara svårt att planera produktionen, eftersom resurskonflikter är vanligt förekommande för produkter som ska tillverkas samtidigt (Tomašević et al., 2021).

Enligt Tomašević et al. (2021) har det varit ett omdebatterat ämne huruvida applicering av lean-verktyg är ändamålsenligt i en HMLV-miljö. Det lyfts bland annat fram kritik som menar på att HMLV-företag verkar inom en bransch där en effektiv tillverkningsprocess inte är en lika viktig konkurrensfördel, vilket därmed gör många av lean-verktygen överflödiga. Jina et al. (1997) menar på att HMLV-företag istället konkurrerar genom ett brett produktutbud, exempelvis genom att erbjuda skräddarsydda produkter med speciella tillägg. Andra studier menar dock på att lean-verktyg fortfarande kan ge betydelsefulla fördelar för HMLV-företag (Tomašević et al., 2021). Vidare drog Tomašević et al. slutsatsen att den befintliga litteraturen kring lean-implementation inte är tillräcklig för att konkret bestämma effekterna av lean-implementation i en HMLV-produktion, och att fler studier behöver undersöka ämnet.

2.2.1 Flödesproduktion i en HMLV-miljö

För HMLV-företag är traditionell batchproduktion den vanligaste tillverkningsmetoden (Cooney, 2002). Trots att batchproduktion är vanligast menar Jina et al. (1997) på att flödesimplementering ändå är gångbart i HMLV-miljöer under specifika omständigheter. Enligt Irani (2011) är enstycksflöde inte realistiskt att införa i en HMLV-miljö, utan mer flexibla flödesceller med större partistorlekar samt användning av tidsbuffertar är bättre anpassade för de rådande förutsättningarna i en sådan miljö. Även om ett företag klassificeras som HMLV finns det ofta några produkter som ändå tillverkas i

relativt höga volymer, vilket exemplifieras med att 20 procent av produkterna representerar 80 procent av volymen (Jina et al. 1997). Produkter kan således klassificeras efter hur stor volym de har, där *runners* har hög volym, *repeaters* har mellanhög volym och *strangers* har låg volym. De produkter med högst volym, *runners*, är enligt Jina et al. (1997) väl lämpade att implementera i flöden under perioder med hög och stabil efterfrågan. Irani (2022) menar också på att produkter inom en HMLV-produktion bör segmenteras efter *runners*, *repeaters* eller *strangers*. Fabriken bör sedan delas upp i två delar, där den ena delen producerar *runners* och *repeaters* i flödesceller, medan den andra delen fokuserar på att tillverka *strangers* i en funktionell layout (Irani, 2022).

Liknande resonemang använder Stockton & Lindley (1995) i en studie, där de klassificerar produkter som antingen *runners*, *irregular runners*, eller *strangers*, beroende på hur stor volymen respektive produkt har. Författarna anser att flöde bör införas på de vanligaste produkterna, i detta fallet *runners* och *irregular runners*. Stockton & Lindley (1995) menar även på att produkter med liknande egenskaper kan etableras i gemensamma flödesceller. Grupperingen efter egenskaper sker genom att identifiera produkter med bland annat liknande fysiska egenskaper, tillverkningsprocess och monteringssteg. Fördelarna med att implementera gemensamma flödesceller är att genomloppstiden minskar, standardisering av arbetsmomenten underlättas, samt att det blir möjligt att tillverka i mindre batcher (Stockton & Lindley, 1995). Dessutom är gemensamma flöden ett effektivt sätt att uppnå de stordriftsfördelar som förknippas med flödesorienterad produktion, för en större andel av företagets produktsortiment (Irani, 2011).

Enligt Stockton & Lindley (1995) finns det dock stora svårigheter med att etablera dessa celler, dels eftersom det kan vara mycket svårt att identifiera produkter som är lämpade att gruppera, men även på grund av att den fysiska implementeringen kan vara svår att genomföra. Detta tydliggjordes under studien, där 90 procent av materialet i de studerade flödescellerna flödade framåt i rätt riktning, medan 3,5 procent behövde flöda bakåt, samt 6,5 procent till helt andra delar av produktionen. De gemensamma flödescellerna räckte således inte till för att täcka alla grupperade produkters behov, utan andra delar av produktionen behövde användas för att komplettera flödet.

2.3 Standardiserat arbetssätt

En central aspekt när företag designar processer handlar om huruvida processen ska standardiseras, vilket är särskilt viktigt för större organisationer (Slack, 2013). Standardisering kan effektivisera manuella arbetsuppgifter väsentligt (Liker, 2005). Att standardisera ett arbetsmoment innebär att momentet utförs på samma sätt av samtliga medarbetare, vilket reducerar variationen. Det innefattar dels sekvensen som arbetet ska utföras i, men även vilken metod respektive vilka verktyg som ska användas. Syftet med att standardisera är att undvika förvirring, missförstånd och därigenom ineffektivitet (Slack, 2013). Att standardisera processer är en förutsättning för att ett företag ska kunna åstadkomma kontinuerliga förbättringar (Liker, 2005). Liker menar på att förbättringsarbete endast är möjligt om processen är stabil, samt att processen måste standardiseras för att effekterna av förbättringen ska bibehållas. En framtagen standard är således den hittills bästa kända metoden att utföra uppgiften på (Liker, 2005).

2.4 Negativa aspekter av flöde och lean

Många forskare är eniga om att arbetsförhållanden inom lean produktion påverkar operatörerna negativt (Huo & Boxall, 2018). En central process inom lean är flödesproduktion, vilket oftast kännetecknas av störningskänslighet eftersom man försöker minimera buffertar mellan stationerna. Därför menar Hue & Boxall (2018) på att operatörerna får ett avsevärt större ansvar i att försöka förutse och förhindra problem. Ett misstag från operatörerna riskerar att få drastiska konsekvenser i form av att hela produktionen måste stanna, vilket således kan skapa stress och oro för arbetarna. I en undersökning gjord av Jackson & Mullarkey (2000), där man jämförde medarbetares hälsa i lean produktion kontra traditionell produktion, konstaterades det att de som arbetade med lean var mer benägna att uppleva ångest och depression. Det bör dock nämnas att forskningen inte är helt entydig och att flera forskare menar att lean snarare har en positiv påverkan på individer, eftersom utmanande arbetsuppgifter kan öka motivationen (Cullinane et al., 2013).

Slutsatsen som Huo & Boxall (2018) fastställer i sin studie är att det finns flera saker företag kan göra för att minimera de negativa aspekterna av lean och flöde. De förslag som författarna presenterar är bland annat att alla operatörer ska få relevant utbildning, ha nära tillgång till lagledares stöd, samt möjligheten att påverka beslut. Anställda känner på så sätt mer kontroll och självsäkerhet genom att de får stöd från sina överordnade, vilket eliminerar mycket av den stress och ansvar som tidigare upplevts. För att minimera de negativa aspekterna av flöde är det således avgörande att ledning och lagledare utformar flödet på ett sätt som tar hänsyn till operatörernas behov.

2.5 Ytmontering och hålmontering

Inom kretskortstillverkning finns det två typer av montering; ytmontering och hålmontering. Ytmontering är en monteringsprocess som till största del är automatiserad, och som jämfört med hålmontering har fördelar i form av högre komponentdensitet på kretskortet, samt snabbare monterings tid (Surface Mount Council, 1999). Hålmontering är huvudsakligen en manuell process som går ut på att komponenters ben trädes igenom hål på kretskortet som man sedan löder fast. Med hålmontering kan mer komplicerade komponenter monteras på kretskortet, eftersom en mänsklig montör har en större flexibilitet än en automatiserad ytmonteringsprocess (Wright, u.å.). Ytmontering är den vanligaste metoden och enligt Surface Mount Council (1999) är majoriteten av komponenter mest lämpade att monteras med hjälp av denna metod. Det är dock vanligt att komplicerade kretskort som använder mer än 50 komponenter kombinerar metoderna, där en uppdelning på 85 procent ytmontering och 15 procent hålmontering är vanlig (Surface Mount Council, 1999). En annan artikel beskriver också ytmontering som den dominerande tillverkningsmetoden, eftersom elektronikkomponenter blivit allt mindre i sin fysiska utformning (Matric Group, 2020).

2.6 Flödesimplementation i praktiken

Nedan presenteras exempel på andra organisationer som implementerat flödesproduktion i kombination med standardiserat arbete och andra leanverktyg. Det kommer redovisas vilka resultat de har uppnått genom att införa dessa förändringar, i form av hur de har påverkat ledtid och genomloppstid, men även kvalitet och andra prestationsmått. Syftet är att få en ökad förståelse för vilka resultat man kan förvänta sig vid implementering av flöde och standardisering. Inledningsvis kommer större studier att presenteras, där en bred kollektion av företag deltagit. Därefter kommer två

specifika fall introduceras. Resultatet från de större studierna kommer prioriteras eftersom de ger en mer representativ bild av verkligheten. Två specifika fall har använts för att visa på potentialen med flödesimplementation under specifika omständigheter.

2.6.1 Undersökning av effekter från flödesimplementering

Under de senaste 50 åren har införande av lagarbete och flödesproduktion i celler varit en betydande faktor för de framsteg som gjorts inom tillverkningsindustrin (Askin, 2013). Askin skriver vidare att införandet av flödesorienterad produktion bland annat medfört snabbare, bättre och billigare produktion samt leverans av varor. Att designa effektiva flöden kräver ofta att man utnyttjar likheter mellan produkter eller komponenter och på så sätt möjliggör produktion av flera produkter i samma flöde. I rapporten skriven av Askin (2013) presenteras en undersökning utförd av Wemmerlöv & Hyer (1989), där de sett stora förbättringar vid implementation av flöde i celler. Resultaten varierade mellan företag, men i genomsnitt uppnåddes förbättringar i form av 7 procent reducerad personalkostnad, 15 procent förbättrad kvalitet, 24 procent reducerad genomloppstid, samt 27 procent ökad arbetstillfredsställelse. De huvudsakliga utmaningarna bestod av att lära upp personalen samt att balansera flödet. I en nyare studie av Wemmerlöv och Johnson (2010) observerades ännu större förbättringar av att implementera flödesceller, där genomloppstiden i genomsnitt reducerats med 61 procent. En annan undersökning utförd av Askin och Estrada (1999) kom fram till liknande resultat, där de svarande rapporterade att de sett stora förbättringar inom liknande områden. Ytterligare en studie som undersökte införandet av flödesproduktion med hjälp av u-celler hos 114 Amerikanska och Japanska företag fann att ledtiden i genomsnitt reducerades med 75 procent (Miltentburg, 2001).

2.6.2 Införandet av enstycksflöde hos en etiopisk klädproducent

I specifika fall kan införandet av flöde resultera i ännu större förbättringar. En studie som undersökte genomloppstiden och PIA hos en etiopisk klädproducent, drog slutsatsen att införandet av enstycksflöde kunde reducera ledtiden med 80,3 procent och PIA med 48,5 procent (Prasad & Panghal, 2022). Enligt studien kännetecknas dock klädproducenter i Etiopien av att ha långa ledtider, dålig kvalitet och hög personalomsättning, där personalen ofta har låg skicklighetsnivå. Det är därför troligt att företag inom andra branscher och geografier, vilka kännetecknas av högre effektivitet, inte kan förvänta sig lika stora förbättringsmöjligheter som detta företag. Det ger dock en bra indikation på vilka resultat som är möjliga att uppnå för företag med ett sämre utgångsläge.

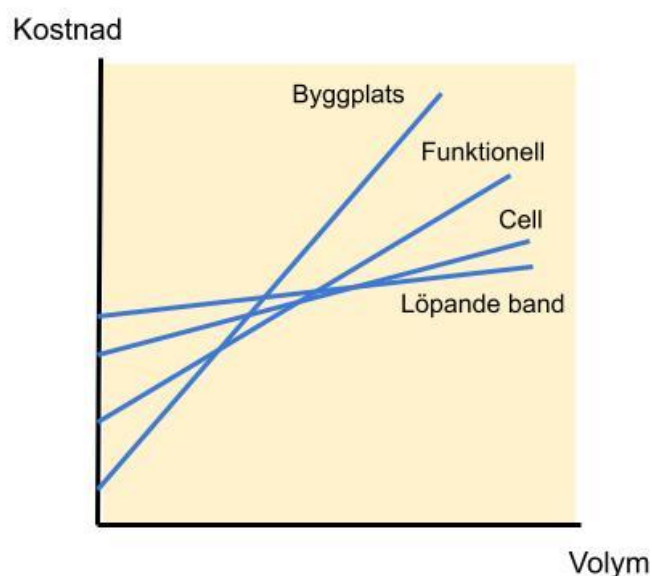
2.6.3 Införandet av enstycksflöde hos Acme International

En fallstudie som utförts på Acme International, en argentinsk tillverkare av stolsöverdrag och toaletter, undersökte förbättringspotentialen med att införa flöde. Tidigare hade företaget producerat enligt traditionell batchproduktion, men önskade nu att undersöka vilka förbättringar flödesproduktion kunde skapa gällande exempelvis kvalitet och ledtid. Fallstudien drog slutsatsen att övergången från batchproduktion till flödesproduktion resulterade i att ledtiden reducerades med 68 procent, samt att kvaliteten förbättrades med 62,5 procent (Motwani & Mohamed, 2002).

2.7 Produktionslayouter och flödesimplementering

Det finns fyra grundläggande produktionslayouter för en verksamhet att välja bland; byggplats, funktionell verkstad, flödesceller och löpande band (Slack, 2013). Respektive produktionslayout har för- och nackdelar. Vilken layout som är bäst lämpad för en viss organisation beror huvudsakligen på produktsortimentet samt betydelsen av att produkterna ska flöda igenom produktionen. För produkter

med låg volym och stor variation är flöde inte en viktig fråga, eftersom det inte lönar sig att anpassa fabriken för att optimera flödet för en produkt som sällan produceras (Slack, 2013). Det beror på att kostnaden att implementera flöde är dyrare än att implementera mer statiska produktionslayouter (Slack, 2013), se *figur 1*. För produkter som produceras i högre volymer med mindre variation blir flöde mer aktuellt (Slack, 2013). Om variationen förblir hög är det svårare att implementera flöde eftersom de olika varianterna kräver olika flödesdesign. Produkternas volym och variation begränsar vanligtvis valet av produktionslayout till ett eller två alternativ. Produkter med hög volym och liten variation lämpas bäst att tillverka i ett flöde, medan produkter med låg volym och stor variation vanligtvis produceras i batcher vid en statisk arbetsyta (Slack, 2013).



Figur 1. Kostnad av att implementera respektive produktionslayout och hur det förändras med volymen (Slack, 2013).

En fördel för samtliga produktionslayouter är om processerna som används är flexibla. Att bygga in flexibilitet i produktionslayouten, exempelvis genom att kunna ändra vad som produceras samt hur mycket som produceras utan att dra på sig höga kostnader eller förseningar, är ett effektivt sätt att minimera slöserier (Slack, 2013).

3. Metod

I följande kapitel redogörs arbetets tillvägagångssätt samt vilka metoder som har använts för att besvara frågeställningen. Slutligen så kommer metodvalet att utvärderas och eventuella fallgropar att presenteras.

3.1 Vetenskapligt tillvägagångssätt

Det vetenskapliga tillvägagångssätt som har använts är fallstudie. En fallstudie är en forskningsmetod som används för att undersöka ett, alternativt ett par komplexa fall på djupet för att få mer detaljerade kunskaper om ämnet (Crowe et al., 2011). Metoden kan användas för att generalisera den kunskap man fått för det specifika fallet, där kunskapen sedan kan appliceras inom fler områden. Att kunskapen ska vara generaliserbar är väsentligt, eftersom syftet med arbetet är att ta fram en metodstandard som är användbar för hela koncernen. Vidare beskriver Säfsten & Gustavsson (2019) att fallstudie är en metod som fördelaktigt kan användas till att undersöka mindre utforskade företeelser eller situationer eftersom den lämpar sig väl till att vara av undersökande natur. Att införa flöde inom HMLV-produktion är ett mindre utforskat område, vilket tydliggjordes under avsnitt *1.1 Bakgrund*, vilket tyder på att fallstudie är en lämplig metod för att besvara frågeställningen.

I fallstudier är det enligt Säfsten & Gustavsson (2019) viktigt att tydligt specificera fallet som ska analyseras, till exempel ifall det handlar om en organisation, ett projekt, ett arbetslag, en händelse, en process eller en individ. Det fall som har studerats i det här arbetet är huruvida det är möjligt att införa flöde för koncernens verksamhet i Stockholm och för vilka produkter det i så fall lämpar sig. Kunskapen som erhållits för det specifika fallet för verksamheten i Stockholm kommer sedan generaliseras till en metodstandard som kan användas av koncernens alla företag med liknande produktflora.

3.2 Datainsamlingsmetoder

Vid utförandet av fallstudien har flera datainsamlingsmetoder använts, där empirin sedan legat till grund för de analyser och slutsatser som dragits. Patel & Davidson (2011) menar på att det inte finns någon datainsamlingsmetod som är objektivt bäst lämpad att använda, utan att det varierar beroende på situation. Därmed har olika datainsamlingsmetoder använts i olika sammanhang. Dessutom har en kombination av kvalitativa samt kvantitativa metoder använts, för att bredda informationsunderlaget och skapa en mer nyanserad bild av verkligheten.

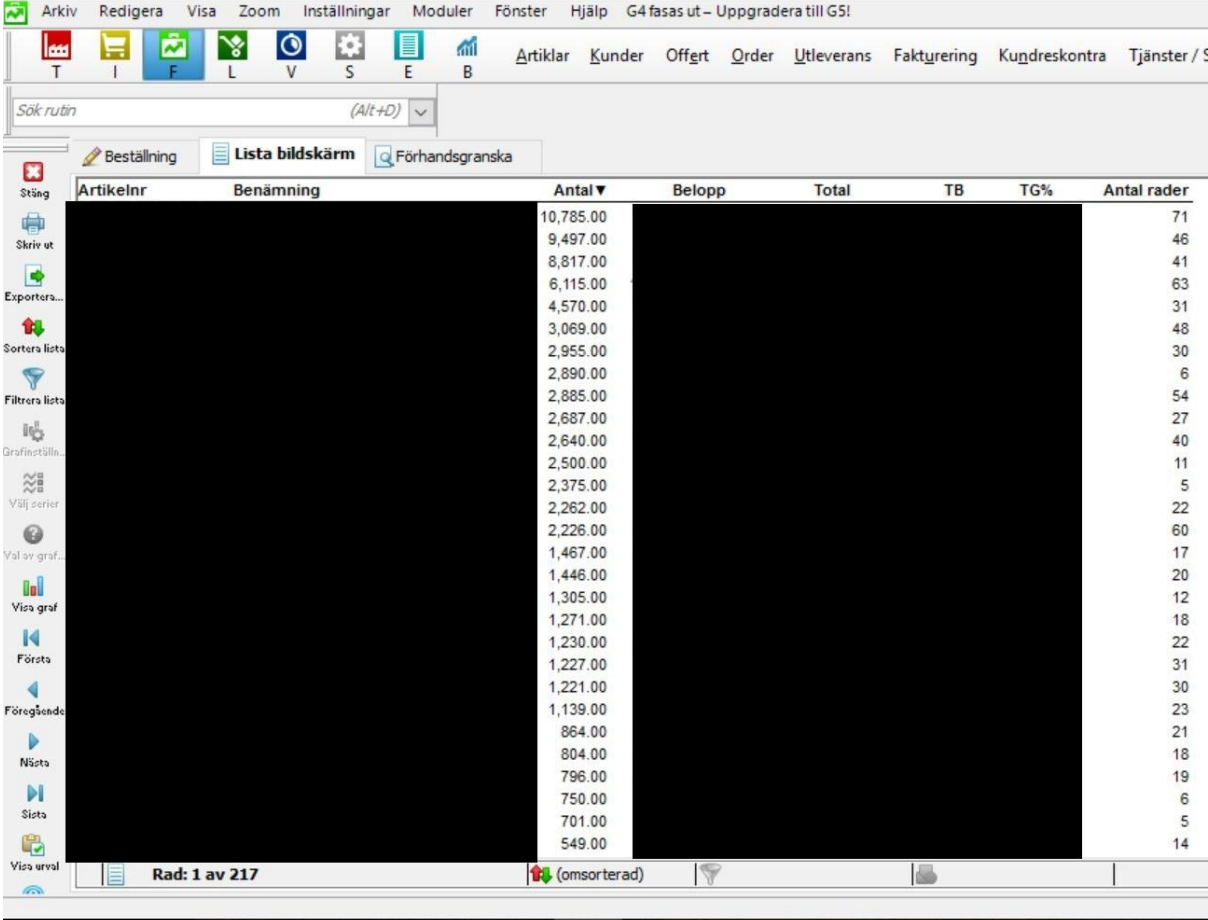
3.2.1 Kvantitativa metoder

Kvantitativt inriktad forskning fokuserar på att utföra olika typer av mätningar vid datainsamlingen, som exempelvis statistiska bearbetningsmetoder och analysmetoder (Patel & Davidson, 2011). Kvantitativ data är data som kan presenteras som ett numeriskt värde utan att viktig information går förlorad (Säfsten & Gustavsson, 2019). Nedan presenteras den kvantitativa datainsamlingsmetod som använts.

3.2.1.1 Kvantitativa dokumentstudier

Kvantitativa dokumentstudier är en metod som har utnyttjats i detta arbete. Dokumentstudier har utförts på företagets interna dokument, där granskning av interna dokument och diagram gav en

fördjupad förståelse för företagets olika produktvarianter samt tillverkningsprocesser. Det program som huvudsakligen har använts för att hämta och analysera datan är företagets affärssystem. Exempelvis har monteringtiden samt försäljningsvolymen för fallföretagets produkter tagits fram med denna metod, se *figur 2* nedan. Enligt Patel & Davidson (2011) måste man vara kritisk till dokumenten som granskas, exempelvis när det handlar om vem som skapade dokumentet och om personen hade något bakomliggande motiv. I det här arbetet har därför författarna valt att utföra både kvantitativa och kvalitativa dokumentstudier. De kvantitativa dokumentstudierna bidrar med objektivitet i form av rådata som är svår att misstolka, vilket således är ett bra komplement till de mer subjektiva undersökningarna av kvalitativ natur.



Artikelnr	Benämning	Antal	Belopp	Total	TB	TG%	Antal rader
		10,785.00					71
		9,497.00					46
		8,817.00					41
		6,115.00					63
		4,570.00					31
		3,069.00					48
		2,955.00					30
		2,890.00					6
		2,885.00					54
		2,687.00					27
		2,640.00					40
		2,500.00					11
		2,375.00					5
		2,262.00					22
		2,226.00					60
		1,467.00					17
		1,446.00					20
		1,305.00					12
		1,271.00					18
		1,230.00					22
		1,227.00					31
		1,221.00					30
		1,139.00					23
		864.00					21
		804.00					18
		796.00					19
		750.00					6
		701.00					5
		549.00					14

Figur 2. Försäljningsvolym i fallföretagets affärssystem.

3.2.2 Kvalitativa metoder

Kvalitativt inriktad forskning syftar istället på forskning där datainsamlingen främst fokuserar på mjukdata, exempelvis i form av intervjuer eller tolkande analyser, som är bra för att tyda och förstå människors personliga erfarenheter (Patel & Davidson, 2011). Kvalitativ data är ofta mer komplex än kvantitativ data eftersom det inte bibehåller sitt informationsinnehåll om det ersätts med ett numeriskt värde (Säfssten & Gustavsson, 2019). Nedan presenteras de kvalitativa datainsamlingsmetoder som använts.

3.2.2.1 Kvalitativa dokumentstudier

Utöver den kvantitativa datan från dokumentstudierna fick författarna även tillgång till andra dokument som var av mer kvalitativ karaktär, där skaparen av dokumenten gjort egna tolkningar och reflektioner. Exempelvis i form av förklarande texter och bilder, som användes för att bättre förstå företagets verksamhet. Dessa kombinerades med den kvantitativa datan för att få en helhetsbild av organisationen.

3.2.2.2 Litteratursökning

Datan från dokumentstudierna har kompletterats med en litteraturstudie, med litteratur hämtad från vetenskapliga databaser, som exempelvis Scopus och Web of Science. Studentlitteratur från Chalmers bibliotek har också studerats av författarna, för att öka kunskapen inom centrala områden, som exempelvis flöde och HMLV-produktion. Sökord som har använts för att identifiera relevant litteratur innefattar:

- Flow production
- Flow implementation
- High mix low volume production
- Flow in high mix low volume production
- Takt time
- Lean production
- Standardization
- Circuit board manufacturing

Litteraturstudien utfördes för att bredda kunskaperna inom området, och ligger till grund för teoridelen, men även för analysen samt de slutsatser som senare dragits.

3.2.2.3 Observationer

Observationer är en vanlig teknik för datainsamling och förekommer vid användning av olika forskningsmetoder, som exempelvis fallstudier (Säfsen & Gustavsson, 2019). Säfsen & Gustavsson skriver vidare att observationer ger en god insikt om företeelser i sin naturliga miljö. Regelbundna observationer av produktionen har utförts, för att öka förståelsen för fallföretagets produktion. En god förståelse för produktionen är central för att identifiera problemområden samt förbättringsmöjligheter. Till skillnad från andra metoder, som exempelvis intervju och enkät, är observationer inte beroende av att individerna har en distinkt minnesbild av situationen för att vara effektiva (Patel & Davidson, 2011). Observationerna har fungerat som ett komplement till övrig information, eftersom man då upplever vad som händer i verkligheten och får en mer korrekt bild av verksamheten.

Observation av produktion har bland annat genomförts i form av praktik. Praktik innebär att teamleders för respektive avdelning i produktionen går igenom deras ansvarsområde samt de olika processtegen. Praktiken med teamleders var särskilt värdefull när man inte hade varit i fabriken tidigare och därmed inte visste hur produktionsprocessen fungerade. Handledning effektiviserade inlärningsprocessen eftersom man fick hjälp att identifiera kritiska moment som var viktiga för att besvara frågeställningen. Efter att ha praktiserat på samtliga avdelningar blev det lättare att själv navigera i fabriken och analysera produktionen utan att missa viktig information.

3.2.2.4 Intervjuer

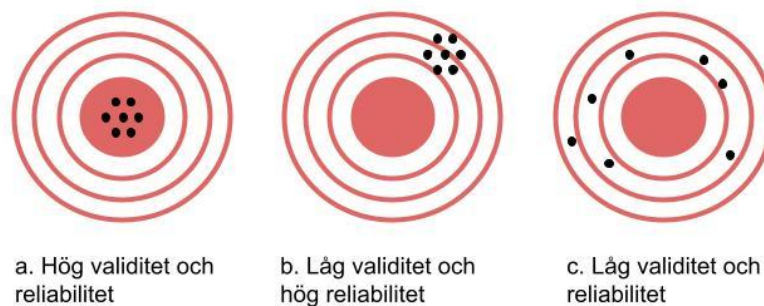
En annan datainsamlingsmetod som använts i det här arbetet är intervjuer, där två typer av intervjumetoder använts. Den ena metoden är ostrukturerade intervjuer, vilket i princip innebär att ha ett öppet samtal angående ett specifikt samtalsämne (Alvehus, 2019). Ostrukturerade intervjuer är karakteriserade av att frågorna lämnar maximalt utrymme för intervjupersonen att svara (Patel & Davidson, 2011), vilket är viktigt för att inte gå miste om viktig information. Den här typen av intervjuer användes bland annat under praktiken med lagledarna, där frågor ställdes löpande i samband med att funderingar uppstod. Ostrukturerade intervjuer användes även under mer spontana diskussioner med flera av företagets nyckelpersoner, som exempelvis processteknikern.

Den andra intervjumetoden som har använts är semi-strukturerade intervjuer. Semi-strukturerade intervjuer innebär att ett antal öppna frågor förberetts, som samtalet ska centreras kring (Alvehus, 2019). Alvehus skriver vidare att det i dessa intervjuer är viktigt att intervjuaren är en aktiv lyssnare, som utvärderar informationen och ställer följdfrågor. Semi-strukturerade intervjuer användes av författarna i syfte att tillägna sig ny information angående ett specifikt ämne. Exempelvis intervjuades en lagledare från en annan fabrik inom samma koncern angående en flödesimplementation som han ansvarat för. Eftersom underlaget från intervjun var centralt för hela arbetet så utfördes en semi-strukturerad intervju med förberedda frågor, för att inga väsentliga delar skulle förbises. Semi-strukturerade intervjuer utfördes också med flera av företagets nyckelpersoner, för att få svar på diverse funderingar som uppstått i arbetet.

Informationen från intervjuerna antecknades, för att reducera risken att viktiga detaljer skulle utelämnas. Dessutom hölls regelbundna veckomöten med handledare, produktionschef samt processteknikern för att stämma av att arbetet var på rätt väg, samt för att säkerställa att informationen som inhämtats från tidigare intervjuer, företagets affärssystem eller övriga observationer stämmer överens med deras uppfattning.

3.3 Utvärdering av metodval

För att utvärdera metodvalet har begreppen validitet och reliabilitet använts som utgångspunkt. Validitet består av två aspekter; intern och extern validitet, där intern validitet handlar om hur väl resultatet motsvarar det som avses undersökas, medan extern validitet syftar till i vilka sammanhang resultaten är giltiga (Säfsten & Gustavsson, 2019). Därmed motsvarar extern validitet slutsatsens generaliserbarhet. Begreppet reliabilitet används istället för att bedöma tillförlitligheten, med andra ord möjligheten att upprepa tillvägagångssättet och få samma resultat (Säfsten & Gustavsson, 2019). En studie med hög kvalitet har både hög reliabilitet samt validitet, se *figur 3* nedan.



Figur 3. Validitet och reliabilitet med avseende till det som önskas mätas (cirkeln in mitten) (Säfsten & Gustavsson, 2019).

För att öka fallstudiens validitet har analysen och således även arbetets slutsatser baserats på en kombination av teori och empiri. För att säkerställa trovärdigheten av den teori som använts har flera olika typer av litteratur studerats, exempelvis läroböcker, vetenskapliga artiklar samt diverse studier. Resultatet från den insamlade empirin har kontrollerats genom att hålla veckovisa möten med flera av företagets nyckelpersoner, där avstämning av nya lärdomar ägt rum. Triangulering av datainsamlingsmetoder har använts, vilket innebär att kombinera olika metoder för datainsamling (Säfsten & Gustavsson, 2019). Anledningen för att använda triangulering är att kompensera svagheter för en metod med styrkor hos en annan metod, för att på så sätt stärka undersökningens trovärdighet. Crowe et al. (2011) skriver vidare att data som har samlats in på olika sätt bör leda till liknande slutsatser, samt att användning av flera olika metoder ger en mer nyanserad bild av verkligheten. Enligt Crowe et al. (2011) är triangulering ett sätt att öka den interna validiteten av en studie. Den externa validiteten har exempelvis stärkts genom att intervjua en lagledare från ett annat företag, samt att teori från andra företag inom HMLV-branschen har studerats och legat till grund för de slutsatser som dragits, vilket ökar resultatets generaliserbarhet. Genom att validiteten är hög, det vill säga att det som avses att mätas verkligen mäts, är det även möjligt att upprepa mätningen, vilket således innebär att hög validitet medför hög reliabilitet (Säfsten & Gustavsson, 2019).

Vid utförandet av en fallstudie är det viktigt att balansera tidsanvändningen mellan olika arbetsmoment, exempelvis mellan att söka information samt att analysera informationen. Enligt Crowe et al. (2011) är det en vanlig fallgrop att forskare spenderar för mycket tid med att söka information och således inte hinner göra en fullständig analys av innehållet. Crowe et al. (2011) anser att detta resulterar i en ineffektiv tidsanvändning samt mindre nyanserade slutsatser. Denna vetenskap användes av författarna för att optimera tidsfördelningen mellan diverse arbetsuppgifter. Exempelvis genom att använda en iterativ arbetsprocess, där befintlig teori kompletterades med ny information då det behövdes för att dra slutsatser och besvara arbetets frågeställning.

4. Nulägeskartläggning

I detta kapitel presenteras en kartläggning över fallföretagets nuvarande verksamhet. Informationen som har samlats in är baserad på observationer, intervjuer och interna dokument från företaget. Innan möjligheten att införa flöde kan analyseras måste en grundlig förståelse för produktionen och dess arbetsuppgifter åstadkommas, vilket kommer presenteras nedan.

4.1 Företagets nyckelpersoner

Ett antal nyckelpersoner på fallföretaget har intervjuats under arbetets gång, vilket delvis kommer ligga till grund för nulägesbeskrivningen av företaget, samt senare även för analysen.

4.1.1 F.d. Produktionschef

Ett antal semi-strukturerade intervjuer och möten anordnades med en före detta produktionschef på företaget som numera har rollen försäljningschef. I mötena diskuterades främst information framtagen från företagets affärssystem, Monitor ERP. Den f.d. produktionschefen hjälpte författarna att navigera i systemet samt att analysera innehållet. Utöver detta anordnades en intervju angående det flöde företaget implementerade för ett par år sedan när han var produktionschef och därmed hade de yttersta ansvaret för implementationen.

4.1.2 Processtekniker

Processteknikern var den person på företaget som var mest involverad i arbetet. Ostrukturerade samtal och diskussioner hölls kontinuerligt med processteknikern, där tankar och idéer ventilerades. Men även semi-strukturerade intervjuer utfördes när författarna behövde tillägna sig mer specifik information. Processteknikerns roll är att förbättra och effektivisera produktionen på företaget. Dels genom att bryta ner och förbättra befintliga processer, ta fram ny utrustning som underlättar arbetet samt även standardisera dessa förändringar. Processteknikern hade en lång bakgrund inom lean-arbete, med över 25 års erfarenhet.

4.1.3 Lagledare för lag grön och orange

Under arbetet utfördes flera ostrukturerade intervjuer med lagledare för två av företagets arbetslag, lag grön och lag orange. Lagledarnas huvudsakliga ansvarsområde är att fördela arbetsuppgifter mellan operatörerna, samt se till att produktionen fortlöper enligt plan. Inledningsvis fick författarna följa med lagledarna från respektive lag på praktik i produktionen, där lagledarna förklarade hur deras avdelning fungerade samt hur arbetsplatsen var uppdelad.

4.2 Företagets affärssystem - Monitor ERP

Företaget har ett ERP (enterprise resource planning) system, hädanefter kallat Monitor ERP. Monitor ERP är ett affärssystem som är kopplat till en företagsgemensam databas som består av olika moduler som tillsammans täcker de flesta aktiviteter i företaget. Exempelvis fanns information angående produktionsvolym, tillverkningstider och arbetsmoment tillgängliga i Monitor ERP. Data för centrala produkter som beskrivs i arbetet har hämtats därifrån.

4.3 Företagets förutsättningar

Verksamheten i Stockholm har under en tid förflyttat delar av produktionen till Tallinn, där förflyttningen främst bestått av produkter med hög volym och mycket eftermontering. Koncernens fabrik i Stockholm, som studerats i detta arbete, erhåller dock fortfarande produkter med betydande volym och relativt lång eftermontering. De vanligaste produkterna är så omfattande att de motsvarar cirka 80 procent av fallföretagets totala omsättning. Utöver de vanligaste produkterna är volymen mycket låg. De tre senaste åren har över 1000 olika produktvarianter producerats, där medianvolymen varit 50 produkter, medan volymen för den vanligaste produkten varit över 20 000 under samma period.

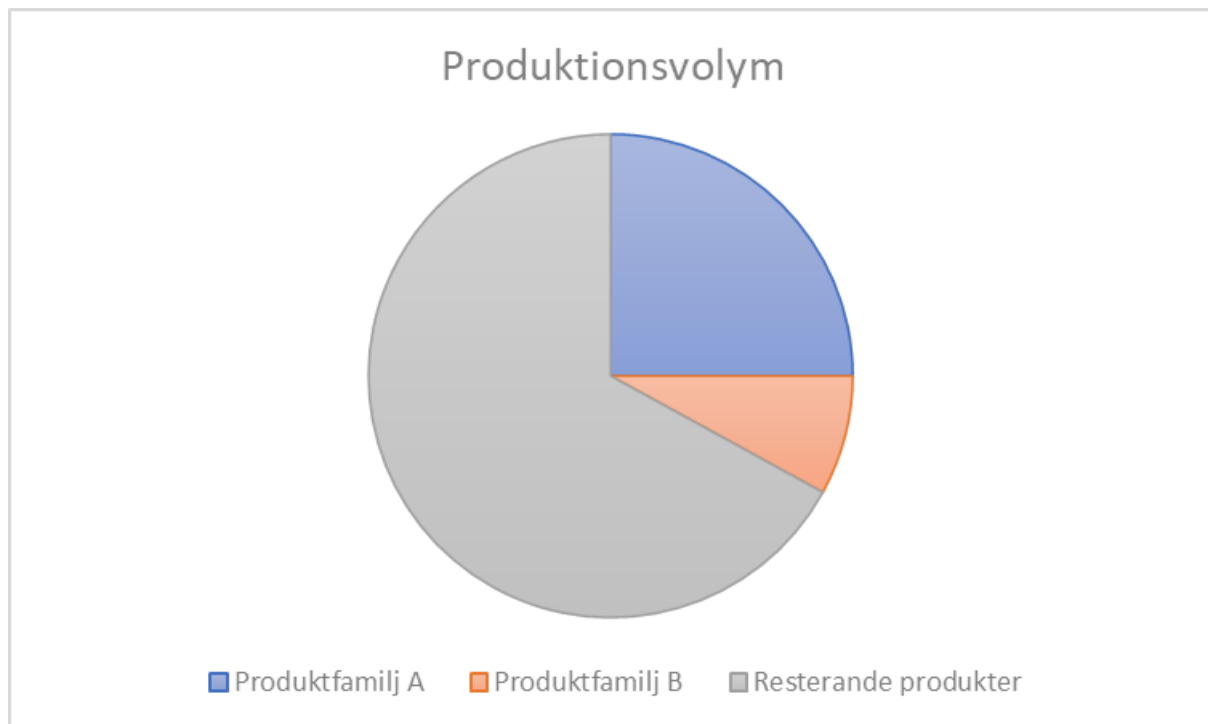
Företaget verkar alltså i en HMLV-miljö, med fokus på att erbjuda sina kunder skräddarsydda elektronikprodukter, där tillverkningen främst sker genom traditionell batch-production. Majoriteten av företagets produkter är kretskort, men det är även vanligt att kretskorten monteras in i olika chassin eller boxar. Boxarna köps in färdiga, där kretskorten sedan monteras in på en avdelning som kallas box-build.

Kretskort utan komponenter, även kallat mönsterkort eller PCBer (printed circuit boards), köps in från Kina. Mönsterkortet körs sedan genom ytmonteringslinan där en stor variation av komponenter har möjligheten att monteras på kortet. Vissa kretskort kräver endast ytmonterade komponenter, men det finns även produkter där ytterligare behandling krävs i form av eftermontering. Eftermonteringen består till stor del av manuell lödning av diverse komponenter, men även moment som exempelvis box-build, programmering, och verifiering tillkommer ibland.

Det finns stor variation och flexibilitet kring hur produkter tillverkas. Vilken storlek mönsterkortet ska vara, om produkten ska tillverkas i box eller ej, vilka komponenter som ska monteras samt om det är nödvändigt med eftermontering, är bara några av de faktorer som påverkar tillverkningsprocessen. Dessutom är det vanligt med sena ordrar från kunder, vilket ställer krav på produktionen att kunna anpassa tillverkningsvolymen, för att erbjuda kunderna den leveransflexibilitet de förväntar sig.

4.4 Produktionens olika avdelningar

Arbetsuppgifterna är uppdelad mellan fyra lag; lag blå, lag grön, lag orange och lag röd. Lag blå ansvarar för ytmonteringen. Lag grön ansvarar för fallföretagets största produktfamilj, hädanefter kallad produktfamilj A, medan lag orange ansvarar för bland annat den näst största familjen, produktfamilj B. Lag röd ansvarar istället för diverse produkter med lägre volym. Produktfamilj A och B utgör tillsammans cirka en tredjedel av företagets totala produktionsvolym, se *figur 4* nedan. Datan är baserad på produktionen för de senaste tre åren. Produktfamilj A är ungefär tre gånger så vanlig som produktfamilj B, därav ansvarar lag grön enbart för familj A, medan lag orange ansvarar för tillverkningen av flera olika produktfamiljer. Lag grön samt lag orange kommer att beskrivas mer utförligt nedan, dessutom kommer beräkningar för den vanligaste produkten inom respektive produktfamilj presenteras för att visualisera de vanligaste processtegen.



Figur 4. Produktfamilj A och B som andel av den totala volymen

4.4.1 Lag grön

Lag grön har tidigare försökt att implementera flöde för den vanligaste produkten A1 inom produktfamilj A, men på grund av personalbrist har företaget inte kunnat använda flödet i sin ursprungliga form på senare tid. Istället har företaget tvingats förena ett antal fristående stationer till en gemensam, där flera arbetsmoment som tidigare utförts på två separata stationer nu utförs på samma station. Tillverkningen sker alltså fortfarande i ett flöde av sammanhängande stationer, men cykeltiden är numera längre till följd av att en operatör har fler arbetsuppgifter. Övriga produkter inom produktfamilj A produceras i traditionell batchproduktion där en operatör utför samtliga arbetsmoment.

För produkten A1 i produktfamilj A kan en beredning se ut enligt *figur 5*. Under kolumnen *benämning* finns alla operationssteg listade. Vid kolumnerna till höger kan man urskilja ställtid och stycktid för respektive operation. Den totala stycktiden för produkt A1 är 46 minuter. Efter samtal med lagledaren för lag grön och processteknikern framgick det att ställtiden är en uppskattning av hur lång tid det i genomsnitt tar att hämta verktyg och material till en produkt. Det kan skilja lite mellan olika produkter och det finns inga exakta siffror för respektive produkt, då inga mätningar har gjorts. Ställtiden som anges på beredningen nedan är den totala ställtiden för en batch med 48 alternativt 52 produkter, vilket innebär att ställtiden per produkt är cirka 1 minut. Nedan kommer de vanligaste arbetsmomenten för produktfamilj A att beskrivas.

Beredning		MONITOR [003]									
Artikelnummer		Benämning			Typ		Revision		Ritningsnr		Status
					Lagerförd		R18				Normal
Rad	Op.	Pgrp	Dp.benämning	Legolev.	La	Kap.fakt	Und. k-faktor	Ställtic	Stycktid	Cykeltid	
1	10	1006	Plock					0,0	0,78		min
2	20	1025	Verifiering AC					5,0	2,2		min
3	30	1025	Verifiering AC					5,0	0,83		min
4	40	1020	Hål			2,00		15,0	22,52		min
5	45	1020	Avsyning					0,0	4,03		min
6	50	1025	Verifiering AC					5,0	5,08		min
7	60	1020	Lack					10,0	3,72		min
8	65	1020	Avsyning					0,0	2,06		min
9	70	1020	Slutmontering					15,0	5,1		min

Figur 5. Beredning för produkt A1

4.4.1.1 Plock

Plock innebär att ytmonterade kretskort och komponenter som ska monteras på kretskortet hämtas från lagret. För produkt A1 och A2 inom produktfamilj A är det två kretskort från ytmonteringen som ska monteras ihop i eftermonteringen. Plock från lagret utgör en relativt liten del av den totala eftermonteringstiden, eftersom en hel batch kan hämtas från lagret samtidigt är stycktiden i *figur 5* delad med batchstorleken.

4.4.1.2 Verifiering

Verifiering innebär att med hjälp av teknisk utrustning kontrollera att kretskorten fungerar som planerat och inget fel har skett i produktion. Enligt lagledaren för lag grön har aktuella kvalitetsbrister ökat behovet av verifiering, vilket har medfört att många produkter verifieras flera gånger vid olika tillfällen under tillverkningen. Tiden att verifiera ett kretskort skiljer mellan olika produkter, där vissa tar längre tid än andra. Dessutom kan flera kort verifieras samtidigt, och idag utförs andra arbetsmoment under tiden som kretskorten verifieras.

4.4.1.3 Hålmontering (HÅL)

Hålmonteringen består främst av lödning av diverse komponenter. Lödningen sker i regel med en lödkolv utrustad med flera olika lödstift. Lödstiften skiljer i diameter och lämpas därmed olika bra för olika moment. Exempelvis lämpar sig ett smalare stift bättre att använda vid lödning av mindre komponenter medan ett tjockare tillför mer värme och är därmed effektivare att löda med. Titeln hålmontering kan dock innefatta fler arbetsmoment än enbart lödning, där utrustningen som krävs kan variera mellan olika produktvarianter. Exempelvis ingår geggning och ugnsbehandling i detta steg för produkten A1 i *figur 5*.

4.4.1.4 Avsyning

Avsyning är en manuell kontrollstation där operatören med hjälp av ett mikroskop visar kretskorten. Detta görs för att upptäcka synliga fel som uppstått i samband med hålmonteringen eller lackningen. Om operatören exempelvis misstänker att det har kommit in lack i någon kontakt måste operatören kontrollera produkten under en UV-lampa.

4.4.1.5 Lackning

Lackning av produkterna görs för att skydda känsliga elektroniska komponenter, för att ge dem ett bättre skydd mot exempelvis korrosion.

4.4.1.6 Slutmontering

Slutmontering är den avslutande monteringen av diverse tillbehör, som exempelvis serienummer eller etiketter.

4.4.2 Lag orange

Lag orange producerar mestadels i batcher och ansvarar för en produktfamilj som utgör en stor del av fallföretagets omsättning, produktfamilj B. Inledningsvis hade författarna praktik med lagledaren för lag orange, där olika delar av avdelningen förklarades. Under praktiken fick författarna en överblick över den huvudytta där operatörerna arbetar med hålmontering, samt att det fanns ett avskilt rum där box-build utförs. Enligt lagledaren har operatörerna stor frihet i utformningen av deras arbete. Det finns visserligen manualer med arbetsinstruktioner men dessa används sällan av operatörerna. Oftast utför de samtliga arbetsmoment själva, men det förekommer att de delar upp arbetet genom att exempelvis en operatör utför hälften av monteringsstegen och en annan gör de resterande. Lagledaren är flexibel i hur han fördelar arbetsuppgifter bland sin personal. Vid tidspress kan han exempelvis tillsätta hela laget på att tillverka en viss produkt och därmed färdigställa så många som möjligt på kort tid.

Nedan finns en beredning för produkt B1 i produktfamilj B, se *figur 6*. Det framgår att några steg är likartade som för produkt A1 från produktfamilj A, exempelvis hålmontering och verifiering. Det bör dock noteras att även om stegen är likartade på respektive beredning betyder det inte att de utförs på samma sätt, endast att de kräver liknande utrustning. Tiden det tar att utföra arbetsmomenten, samt sekvensen de utförs i kan skilja markant mellan olika produkter. Det finns också en del unika arbetsmoment för produkt B1. Box-build, gjutning och packning är tre moment som inte förekommer för produkt A1. Dessa moment kommer förklaras kortfattat nedan. Stycktiden för produkt B1 är 42 minuter, medan ställtiden på samma sätt som för produkt A1 är estimerad för en hel batch på 72 produkter.

Beredning										
MONITOR [003]										
Artikelnummer		Benämning		Typ		Revision		Ritningsnr		Status
				Lagerförd						Norma
Rad	Op. Pgrp	Op. benämning	Legolev.	La	Kap. fakt	Und. k-faktor	Ställtid	Stycktid	Cykeltid	
1	101006	Plock Hål/Box					0,0	0,0		min
2	201030	Hål					15,0	10,22		min
3	301035	Verifiering					15,0	4,5		min
4	401030	Box					30,0	14,97		min
5	501035	Verifiering					15,0	5,6		min
6	601030	Gjutning					30,0	3,0		min
7	701030	Packning					15,0	4,0		min

Figur 6. Beredning för produkt B1

4.4.2.1 Box-build

Box-build innebär att bygga in kretskortet i ett chassi, vilket idag utförs i ett separat arbetsrum. Chassin köps i vissa fall in färdiga, men de kan även monteras hos företaget. Box-build består av flera

omfattande arbetsmoment, vilket resulterar i att stycktiden på box-build ofta utgör en stor andel av den totala tillverkningstiden.

4.4.2.2 Gjutning

Gjutning kräver åtta timmars stelning innan bearbetningen kan förlöpa. Därav görs gjutningen vanligtvis i slutet av dagen för att produkterna ska kunna bearbetas vidare nästa morgon. Annars hade produktionen stått still under stora delar av dagen.

4.4.2.3 Packning

Packning innebär att produkten paketeras i en kartong, tillsammans med medföljande tillbehör i en påse. I tillbehöret ingår exempelvis skruvar, brickor, muttrar och distanser som kunden behöver för att installera produkten innan den kan användas. Dessutom sätts diverse etiketter och streckkoder på förpackningen.

4.4.3 Lag röd

Lag röd ansvarar för flera av företagets mindre vanliga produkter som produceras i låga volymer. Det kan exempelvis handla om en, alternativt några enstaka ordrar per år. Eftersom produkter med stor variation och låg volym inte lämpas lika väl att tillverka i flöde (Slack, 2013), har det här arbetet istället valt att fokusera på lag grön och orange med högre produktionsvolymer.

4.4.4 Lag blå

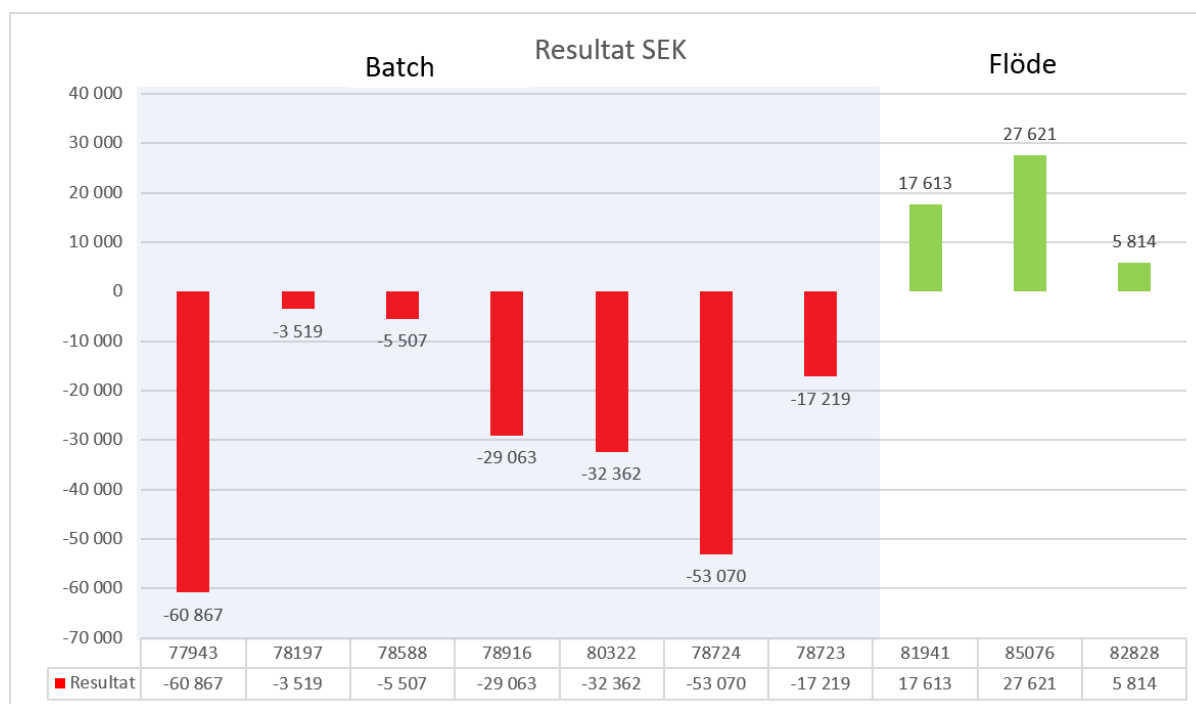
Lag blå ansvarar för ytmonteringen, vilket är den automatiska monteringsprocess där majoriteten av kretskorten bearbetas. Det är dessutom vanligt för många av företagets produkter att enbart ytmonteras innan de säljs vidare till kund. Från praktiken på ytmonteringen framgick det att en produktionslina var etablerad där produkterna tillverkades i ett batchflöde, med varierande batchstorlek. Ställtiderna för ytmonteringsmaskinerna var enligt lagledaren för lag blå omfattande, vilket försvårade tillverkning i mindre batcher. För att maximera den värdeskapande tiden användes därför större batcher, vilket i sin tur medförde att buffertar behövde installeras mellan ytmonteringen och eftermonteringen. Då arbetet är avgränsat till att främst fokusera på de manuella stegen i produktionen kommer denna avdelning inte studeras vidare.

4.5 Tidigare implementerade flöden

Innan potentiella kriterier för flödesproduktion togs fram var det viktigt att skapa sig en ökad förståelse för vad flödesproduktion kan få för positiva effekter och för vilka produkter det lämpar sig. För att undersöka detta har en intervju utförts med en lagledare från ett annat företag inom samma koncern där en framgångsrik flödesimplementation utfördes i början av 2020. Flödet som infördes kommer kallas Testflöde 1. Detta företag har liknande förutsättningar som fallföretaget, med en traditionell HMLV-miljö där produktsortimentet är brett och volymen är låg. Som komplement till intervjun har även interna dokument från implementeringen studerats. Slutligen kommer flödet som implementerades på lag grön i fallföretaget, härnäst kallad Testflöde 2, att beskrivas utförligare. De utmaningar som uppstod vid implementeringarna, samt de effekter som implementeringarna medförde kommer att presenteras nedan.

4.5.1 Testflöde 1

Produkten som implementerades i flöde, hädanefter kallad produkt C, hade länge haft dålig lönsamhet samt ihållande negativa resultat (se *figur 7*), med en förlust på mellan 4 och 61 kr per produkt. Detta innebär en negativ lönsamhet på mellan 1 och 20 procent, då försäljningspriset för produkten låg på 300 kr. Enligt lagledaren skulle kunden aldrig acceptera en prisökning och därför var enda möjligheten till ökad lönsamhet att effektivisera processerna. Företaget har ett utbrett lean-tänkande och såg därmed flöde i kombination med standardisering som det bästa tillvägagångssättet för att åstadkomma detta.

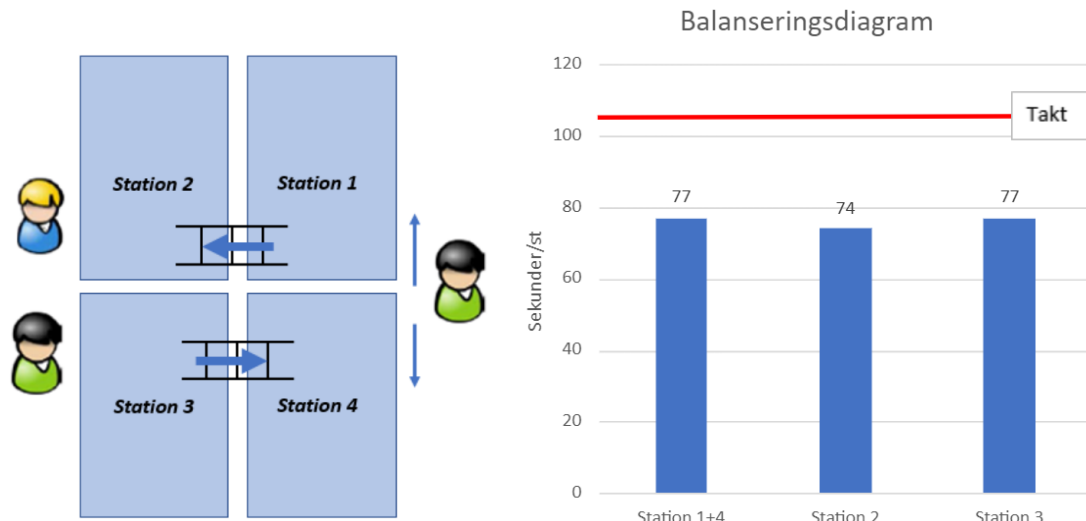


Figur 7. Resultat per order på 1000 produkter.

Innan flödet implementerades tillverkades produkten i batcher på 1000 produkter, vilket enligt data från företagets interna dokument skapade långa ledtider. Den genomsnittliga produktionsvolymen var 7500 per år samtidigt som eftermonteringstiden per produkt i genomsnitt var 8,5 minuter. Det gav en total eftermonteringstid på 1063 timmar per år. Innan flöde implementerades för produkten var även variationen i ledtiden stor, vilket ibland orsakade förseningar i leveranserna till kund. Genom att ha observerat produktionen kunde företaget konstatera att det fanns viss variation i både arbetssätt och monteringsstid mellan olika montörer. Även om variationerna inte var särskilt omfattande påverkade de både kvalitet och ledtider. Dessa variationer var en bidragande faktor till att kvalitetsbrister hade upptäckts av kunden, samt att till att företaget hade svårt att möta kraven på den leveranstidpunkt som bestämts.

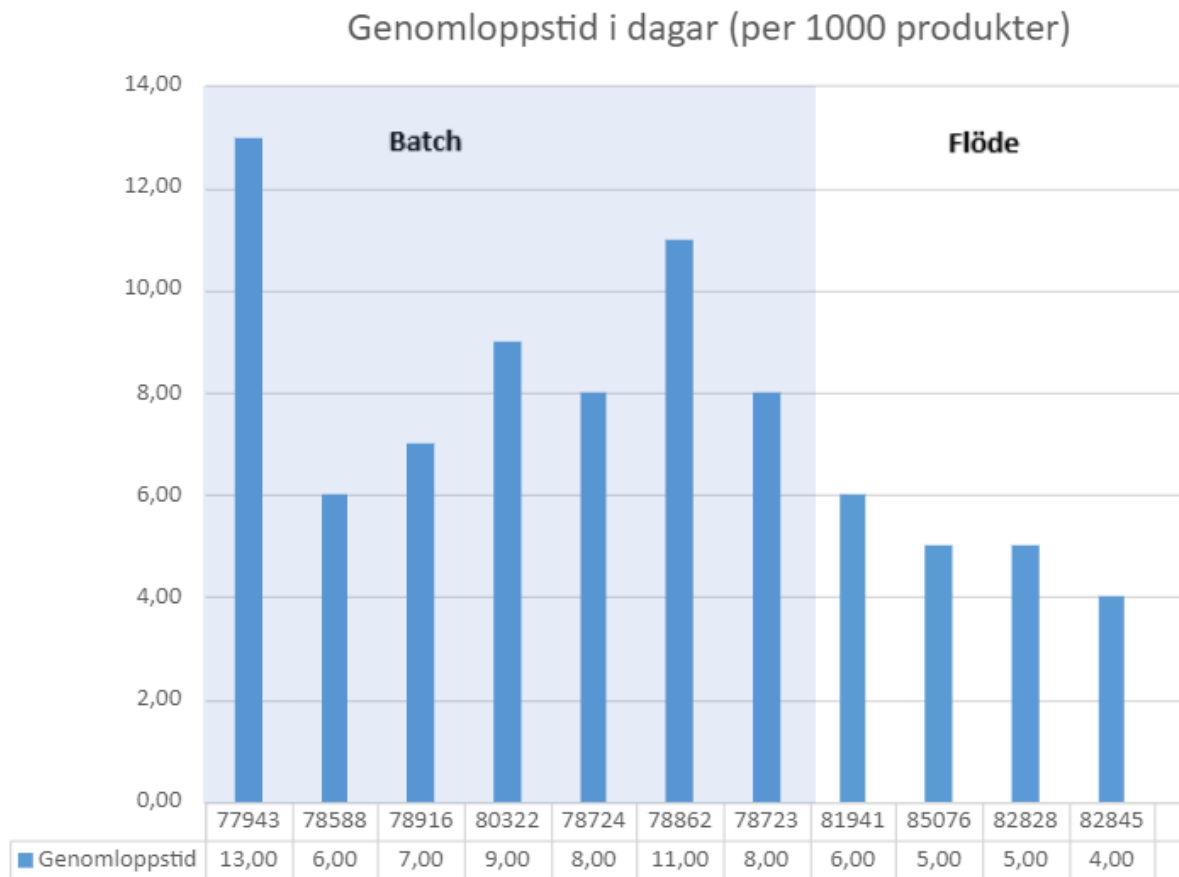
När flödet hade implementerats förbättrades resultatet enligt *figur 7*. Enligt lagledaren hade även flödesimplementeringen en positiv effekt på kvaliteten, då fel upptäcktes tidigare och åtgärdades direkt. Genom att placera arbetsstationerna nära varandra, samt genom att använda rullbanor för att minimera transporter, kunde enstycksproduktion tillämpas (se *figur 8*). Det infördes buffertar mellan stationerna, där den ena bufferten hade en kapacitet på 60 produkter, medan kapaciteten på rullbanden var 10 produkter. Enligt interna dokument kunde en operation som kallas våglödning inte inkluderas i

flödet, eftersom våglödaren var placerad i andra änden av fabriken och inte gick att flytta. Därav fick flödet inledas efter att produkterna bearbetats i våglödaren. Cykeltiden för alla stationer balanserades efter taktiden (se *figur 9*), vilket möjliggjorde att operationstiden blev mer jämn och leveranssäkerheten till kund förbättrades.



Till vänster: *Figur 8. Utformning av flödet*
Till höger: *Figur 9. Balansering av stationerna*

Från företagets interna dokument framgick det att två av huvudmålen vid införandet av flöde var att reducera genomloppstiden med 40 procent och operationstiden med 25 procent. I praktiken resulterade flödesimplementationen i att genomloppstiden reducerats med 44 procent, se *figur 10*. Dessutom hade operationstiden minskat med 34 procent.



Figur 10. Genomloppstiden i dagar för 1000 produkter.

Enligt lagledare berodde förbättringarna vid införandet av flödet främst på att man specialiserade sig på färre arbetsmoment, då arbetet var uppdelat på tre stationer istället för att en operatör tillverkade hela produkten själv. Enligt lagledaren var en ytterligare faktor att arbetet delades upp i lag där operatörerna kunde lära av varandra. Den drastiska förbättring som uppnåts berodde dock inte enbart på att flöde implementerades, utan även på många andra förbättringar som utfördes parallellt. Enligt lagledaren var den mest väsentliga att förbättra arbetsmomenten tillsammans med operatörerna, där standarder sedan infördes på de bästa metoderna. Exempelvis ersattes ett arbetsmoment där man tidigare manuellt lödde fast två kablar med att istället använda ett kontaktstift. Lagledaren menar att det var kombinationen av dessa förändringar som möjliggjorde den stora reduceringen av genomloppstiden.

Lagledaren nämnde flera aspekter som var viktiga att tänka på vid en flödesimplementation. En av aspekterna var att involvera operatörerna som ska arbeta i flödet, genom att låta dem vara med och bestämma utformningen av flödet. Enligt lagledaren är fördelen att operatörerna, som har mest kunskap om arbetsmomenten och produkten, kan vara med och bidra med värdefulla insikter angående hur flödet skulle kunna implementeras. En annan aspekt var att den fysiska utformningen måste tas i åtanke vid införandet av flöde. Arbetsstationerna måste vara lokaliserade i en logisk ordning för att undvika onödiga transporter av produkterna. En ytterligare aspekt när det kommer till själva utformningen av flödet var att arbetsstationerna behövde vara flexibla så att de snabbt kunde avvecklas, och frigöra yta för tillverkning av övriga produkter. Andra aspekter som enligt lagledaren är viktiga att ta hänsyn till är att tiden i eftermonteringen är tillräckligt lång för att rättfärdiga att införa

ett flöde ur ett ekonomiskt perspektiv. Bristande kvalitet hos en produkt är en annan faktor lagledaren tog upp som en anledning till att implementera flöde.

Även om flödesimplementeringen medförde stora ekonomiska och operativa fördelar krävdes det relativt mycket resurser att genomföra implementeringen. Enligt lagledaren översteg den totala implementeringstiden 120 timmar, med deltagande från bland annat produktionschef, projektledare, tekniker och operatörer. En mer detaljerad överblick på hur tiden fördelades finns i *tabell 1* nedan. De tre mötena där operatörerna deltog handlade om att hitta förbättringar och ta fram det optimala arbetssättet för flödet. "Diverse aktiviteter" innefattar bland annat planering, administrering och framtagning av standarder. Den totala implementeringstiden var 122 timmar, där operatörer stod för merparten av den totala arbetstiden.

Aktivitet	Tid	Deltagare
Uppstartsmöte	3tim	Hela Teamet (6st) plus tekniker, projektledare och produktionschef
Nulägesanalys	4tim	Hela Teamet (6st) plus tekniker, projektledare
3 möten	6tim (3x2tim)	Hela Teamet (6st) plus tekniker, projektledare
Diverse aktiviteter	5tim	PL, tekniker och Team Leader

Tabell 1. Implementeringstid Testflöde 1

Det var blandade åsikter bland operatörerna, där vissa var positiva till implementeringen av flöde, medan andra var mer kritiska. Anmärkningarna handlade främst om att införandet av flödet ökat stressen hos operatörerna, exempelvis då det inte fanns tid att gå på toaletten i början. Det framgick dock att företaget gjort ett räknefel vid beräkningen av cykeltiden, vilket bidragit till den stressade situationen. Situationen förbättrades dock efter att en korrekt cykeltid började användas och operatörerna fick då en mer hälsosam arbetsmiljö. Företaget har även infört frivillig rotation mellan arbetsuppgifterna för att öka variationen i arbetet, men detta utnyttjas inte alltid av operatörerna.

4.5.2 Testflöde 2 - Flödet på avdelning grön

På fallföretaget i Stockholm har också ett flöde implementerats tidigare, vilket beskrevs kortfattat vid introduktionen till avdelning grön i avsnitt *4.4.1 Lag grön*. I dagsläget ser inte flödet ut som det är tänkt, då flera stationer har slagits ihop på grund av personalbrist. Det här har haft negativ påverkan på produktiviteten. Innan problemet med personalbrist uppstod hade flödesimplementeringen reducerat genomloppstiden med 75 procent, från att tillverka en batch på fyra dagar till att istället producera den på en dag. Det krävdes dock tre gånger fler personer för att bemanna flödet, vilket gör det svårt att uppskatta hur stor del av förbättringen som berodde på själva flödesimplementeringen respektive den ökade bemanningen. Därmed har främst Testflöde 1 använts i analysdelen samt för de slutsatser som senare dragits angående effekterna av flödesimplementation.

Produkter inom produktfamilj A som inte produceras i flöde tillverkas i batcher med 48 eller 52 produkter. Flödet i sin ursprungliga form hade istället batcher med 5 produkter, men numera har även flödet en större batchstorlek på cirka 10 produkter. Enligt lagledaren för lag grön var ett ytterligare problem med flödet att det var långa avstånd mellan vissa stationer till följd av platsbrist i fabriken, vilket resulterade i långa transporter.

Enligt den före detta produktionschefen som var ansvarig för flödesimplementeringen var det tre personer som arbetade med framtagningen av flödet 1-2 timmar per dag under cirka en månads tid. Den fysiska omstruktureringen av arbetsplatserna tog sedan fem timmar för tre personer att genomföra, vilket resulterade i en total implementeringstid på omkring 100 timmar. Enligt den f.d. produktionschefen var det inledningsvis ett stort motstånd till att implementera flödet. Den primära orsaken till motståndet var att flera operatörer var ovilliga att lämna ifrån sig sin personliga arbetsplats som de använt under en längre tid. Efter en tid menar han dock på att motståndet släppte och operatörerna accepterade att arbeta i flöde.

5. Analys

I det här kapitlet har potentiella kriterier för att utvärdera huruvida en produkt lämpas att tillverka i flöde analyserats. Därefter kommer de kriterier som kategoriserats som mer relevanta att preciseras mer utförligt. Slutligen kommer en metodstandard för att identifiera vilka produkter som är bäst lämpade att tillverka i flöde att tas fram, samt appliceras på fallföretagets produktsortiment.

5.1 Utvärdering av potentiella kriterier

Efter att nuläget på fallföretaget har studerats togs flera preliminära kriterier fram, baserat på interna dokument, vetenskaplig teori, intervjuer på företaget, samt författarnas egna observationer av produktionen. Följande avsnitt avser att undersöka vilka kriterier som är intressanta att studera vidare. Notera att preciseringen av kriterierna inte sker förrän i avsnitt 5.2 *Precisering av kriterier*. De kriterier som har analyserats är följande:

- Volym
- Eftermonteringstid
- Liknande monteringssteg
- Försäljningspris
- Kvalitet
- Jämn efterfrågan
- Lönsamhet

5.1.1 Volym

När företag utför förbättringsarbeten kommer effekterna att variera beroende på hur stor del av verksamheten förbättringarna kan appliceras på. Ifall förbättringsarbete endast fokuserar på en mindre del av verksamheten kommer resultaten också vara små, medan förbättringar som omfattar en större del kommer ge mer märkbara resultat. Att implementera flöde är en typ av förbättringsarbete där samma resonemang kan användas. I avsnitt 2.6 *Flödesimplementation i praktiken* presenterades studier där flödesimplementering hade resulterat i minskad genomloppstid för de produkter som utvärderats. Askin (2013) presenterade att införandet av flöde minskade genomloppstiden med i genomsnitt 24 procent på de företag som medverkat i studien. Om liknande förbättring på genomloppstiden skulle appliceras på en produkt med hög volym, som exempelvis tillverkas kontinuerligt varje dag, skulle effekten bli påtaglig i den dagliga verksamheten. Ifall förbättringen istället appliceras på en produkt med låg volym där endast ett fåtal tillverkas per år skulle effekterna inte vara lika märkbara.

Inom teori kring produktionslayouter, som presenterats i avsnitt 2.7 *Produktionslayouter och flödesimplementering*, framförs aspekter som också tyder på att volym är ett viktigt kriterium vid införandet av flödesorienterad produktion. Enligt Slack (2013) är volym en av de mest avgörande faktorerna när det kommer till att välja produktionslayout. Låg volym lämpar sig enligt Slack bäst för statiska produktionslayouter, som exempelvis de nuvarande arbetsstationerna på fallföretaget, där majoriteten av tillverkningen sker på en förbestämd arbetsyta. Produkter med hög volym lämpar sig emellertid bättre att producera i mer dynamiska miljöer, där produkten istället flödar mellan olika arbetsstationer (Slack, 2013). I sin ytterlighet kan flödet appliceras genom ett löpande band, men även

flödesceller kan användas vid volymer som är relativt höga. De produkter med högst volym inom en HMLV-produktion, är enligt Jina et al. (1997) och Irani (2022) väl lämpade att implementera i flöden. Enligt den här teorin skulle exempelvis produkt A1 på fallföretaget vara lämplig att tillverka i flöde.

En ytterligare anledningen till att volym är ett viktigt kriterium är att företaget har en bred produktflora, där vissa produkter endast tillverkas ett fåtal gånger per år. Exempelvis har medianvolymen varit 50 produkter över en period på tre år, samtidigt som produkterna med högst volym har producerats i över 20 000 exemplar. Från ett möte med företagsledningen, där bland annat produktionschef och VDN för fabriken i Stockholm var närvarande, framkom det även att de vanligaste produkterna motsvarade cirka 80 procent av företagets totala omsättning. Volym är på så sätt ett betydande kriterium då det säkerställer att företagets mest betydelsefulla produkter blir de som prioriteras vid flödesimplementering.

5.1.2 Eftermonteringstid

För att reducering av genomloppstiden i eftermonteringen ska vara möjlig är det centralt att produkten tillbringar en viss tid i eftermonteringen, och inte enbart ytmonteras innan den levereras till kunden. Enligt Surface Mount Council (1999) och Matric Group (2020) är ytmontering den vanligaste metoden vid kretskorttillverkning, då majoriteten av komponenterna monteras med denna metod. Även för mer komplicerade kretskort med fler än 50 komponenter, där tillverkningsmetoderna behöver kombineras, är en fördelning på 85 procent ytmontering och 15 procent hålmontering vanlig (Surface Mount Council, 1999). Efter att författarna studerat företagets vanligaste produkter framgick det att många ytmonterades även i företagets fall, där 12 av de 23 produkter som studerats enbart ytmonterades. Av de 11 produkter som kvarstod hade dessutom 2 produkter en monteringsstid på cirka en minut. Således kan möjligheten att implementera flöde uteslutas för många av företagets produkter som har obefintlig eller minimal eftermontering.

För de återstående 9 produkterna varierar eftermonteringstiden mycket. Några av produkterna tar tre till sex minuter att eftermonteras, medan somliga tar betydligt längre tid, exempelvis produkt A1 och B1 med eftermontering på över 40 minuter vardera. För de produkter med längst eftermonteringstid finns störst förbättringspotential av att införa flöde. Enligt Askin (2013) kunde införandet av flöde reducera genomloppstiden med i genomsnitt 24 procent, vilket för produkt A1 skulle reducera eftermonteringstiden med tio minuter. Ifall flöde istället skulle implementeras för en produkt med fyra minuter lång eftermontering skulle tidsbesparingen endast vara en minut. Därav är eftermonteringstiden en viktig faktor att ta hänsyn till vid utformningen av kriterierna.

5.1.3 Liknande monteringssteg

Ett annat potentiellt kriterium som utvärderats var huruvida det var applicerbart att införa ett gemensamt flöde för produkter med liknande monteringssteg. Anledningen till att detta kriterium är relevant att undersöka är att man kan öka utnyttjandegraden av produktionsytan och utrustningen. Enligt Irani (2011) är gemensamma flöden ett effektivt sätt att uppnå de stordriftsfördelar som traditionellt förknippas med flödesorienterad produktion för fler produkter inom företagets produktsortiment. Syftet med att samla produkter med liknande monteringssteg är att man då kan etablera ett gemensamt flöde för dessa, där den totala produktionsvolymen blir betydligt större än volymen för varje enskild produkt. Enligt Askin (2013) krävs det ofta att man utnyttjar likheter mellan produkter och inför gemensamma flöden för att uppnå maximal effektivitet. Att monteringsstegen behöver vara lika är viktigt eftersom det annars blir svårt att balansera, vilket skulle kunna orsaka

balanseringsförluster för vissa produkter. Ett strukturerat sätt att identifiera produkter med liknande monteringssteg är att studera produktfamiljer, då dessa har mer gemensamt än produkter som inte är besläktade.

De produkter som författarna valde att studera närmare var de vanligaste produkterna från produktfamilj A; A1 och A2, samt det vanligaste produkterna från produktfamilj B; B1, B2 och B3. Från tillverkningsorderna för respektive produkt kan monteringssteg, samt dess sekvens urskiljas, se *bilaga 1-5*. Det framgår från bilagorna att produkt B1 och B2 har mycket liknande monteringssteg, medan tillverkningen av produkt B3 skiljer sig markant från B1 och B2. Även A1 och A2 har stora skillnader trots att de ingår i samma produktfamilj. Efter intervjuer med lagledare framkom även att arbetsmoment inom de respektive operationerna kan skilja. Exempelvis kan arbetsmomenten inom hålmonteringen, som ofta tar mer än 15 minuter, variera mellan vissa produkter. Även i de fall när momenten är lika så kan sekvensen de utförs i variera, vilket försvårar implementering av ett gemensamt flöde. Enligt ovanstående exempel är det alltså ingen garanti att två produkter inom samma produktfamilj skulle kunna tillverkas i ett gemensamt flöde. Det här resonemanget stärks även av Stockton & Lindley (1995) som i en studie beskriver den stora utmaningen med att identifiera liknande produkter som är lämpade att implementera i ett gemensamt flöde. Stockton & Lindley (1995) skriver vidare att den fysiska implementationen av ett gemensamt flöde är svårare att genomföra, eftersom det är svårt att anpassa flödet efter de olika produkternas behov.

Eftersom det finns stora skillnader inom produktfamiljer, kommer skillnaderna mellan familjerna vara ännu tydligare. Jämför man exempelvis produkt A1 och B1 är skillnaderna betydligt större än om man jämför B2 och B3, där exempelvis box-build inte ens förekommer för produkt A1. Dessutom krävs olika utrustning för exempelvis verifiering. Eftersom fallföretaget har ett produktsortiment på cirka 1000 produkter är det dock sannolikt att det finns undantag, där sekvensen respektive monteringsstiden är relativt lika för två eller flera produkter. På grund av ekonomiska skäl är det inte lönsamt att manuellt jämföra processtegen för respektive produkt, för att i bästa fall hitta ett fåtal produkter där ett gemensamt flöde är applicerbart. Liknande monteringssteg är därför inget applicerbart kriterium, men det kan fortfarande vara intressant att avgränsa sig till att jämföra monteringssteg inom produktfamiljer. Att endast undersöka eventuella likheter för produkter inom samma familj är mindre tidskrävande, eftersom färre jämförelser behöver utföras, samt att sannolikheten är större att hitta likheter än för produkter som inte är besläktade. Ett exempel var jämförelsen mellan B1 och B2, där både sekvens och monteringssteg i princip var identiska, och ett gemensamt flöde således skulle kunna vara relevant.

5.1.4 Försäljningspris

Högt försäljningspris är ofta ett resultat av att mycket värdeskapande tid gått åt till att förädla produkten. Det var därför författarnas initiala intryck att försäljningspris har en stark korrelation med en lång och komplex tillverkningsprocess. Efter samtal med både produktionschef och processteknikern konstaterades att det fanns ett starkt samband mellan försäljningspris och lång eftermontering för de flesta av fallföretagets produkter. Författarna kom dock till insikten att dyra komponenter också var en faktor som påverkade försäljningspriset i stor utsträckning. Produkter som endast ytmonteras alternativt tillbringar en försumbar tid i eftermonteringen, kan alltså ändå ha ett högt försäljningspris om de ingående komponenterna är dyra. Ett kriterium för högt försäljningspris kan därför vara vilseledande, då produkter som inte ens eftermonteras enligt detta kriterium kan vara väl lämpade att

producera i flöde. Därmed kunde det här kriteriet uteslutas då det inte gav en rättvis bild av vilka produkter som passade att tillverka i flöde.

5.1.5 Kvalitet

I rapporten av Askin (2013) presenteras att företag i genomsnitt förbättrat kvaliteten med 15 procent genom att implementera flöde och standardisering. Vid specifika fall har företag sett betydligt större kvalitetsförbättringar, exempelvis för ett argentinskt företag som lyckats förbättra sin kvalitet med 62,5 procent genom att införa flöden (Motwani & Mohamed, 2002). Flödet ökar överskådligheten samt gör att problem kommer upp till ytan och kan åtgärdas direkt, vilket även var fallet för Testflöde 1, där lagledaren hade sett tydliga kvalitetsförbättringar efter flödesimplementationen. Standardisering innebär att det hittills bästa arbetssättet appliceras och börjar användas av samtliga operatörer (Liker, 2005), vilket är fundamentalt för att säkerställa god kvalitet. Kvalitet var därmed ett annat kriterium som undersöktes, eftersom företag kan förbättra kvaliteten för sina produkter genom att implementera flöde.

Det finns flera metoder för att förbättra kvaliteten. Flöde och standardisering som förklarades ovan är två sätt att åstadkomma kvalitetsförbättringar, men det finns även andra metoder. Till exempel har det vid samtal med lagledare framkommit att extra kontrollmoment adderats till produktionen för att säkerställa kvaliteten för vissa produkter. Med andra ord finns det fler sätt att förbättra kvaliteten för en produkt än att införa flöden, som i vissa fall är mer gångbara. Att införa flöde har en högre engångskostnad än andra mer statiska layouter, men en lägre rörlig kostnad när flödet väl är etablerat (Slack, 2013). Slack anser därför att flöde lämpas bäst att implementera för produkter som tillverkas i hög volym. Att implementera flöde enbart för att förbättra kvaliteten är därmed inte ekonomiskt lönsamt, särskilt inte i en HMLV-miljö där volymen generellt är mycket låg (Jina et al., 1997). Fallföretagets medianvolym är cirka 17 produkter per år och produktsortimentet är omkring 1000 produkter brett, vilket därav inte gör det realistiskt att införa flöden enbart för att förbättra kvaliteten. Företaget kan med fördel fokusera på att enbart standardisera eller på att införa fler kontrollstationer, för att undvika den omfattande kostnaden som är förknippad med att implementera flöde. Därmed är kvalitet ett otillräckligt kriterium i sig själv, men skulle passa bra att använda som en utslagsgivande faktor om produkterna i övrigt är lika väl lämpade att införa i flöde.

5.1.6 Jämn efterfrågan

Att införa flöde är som tidigare nämnt mer kostsamt än att införa mer statiska produktionslayouter (Slack, 2013). Man vill därav undvika temporära flöden som endast används under en kortare period. Temporära flöden kan behandlas på olika sätt; antingen avvecklar man flödet efter perioden som det har använts, för att bygga upp det igen vid ett senare tillfälle, alternativt så låter man flödet vara kvar men att det då står outnyttjat. Problemet med att installera ett flöde bara för att direkt avveckla det är att det kräver extra resurser i form av både tid och pengar. Det andra alternativet; att låta flödet stå oanvänt i produktionen, innebär istället att flödet tar upp onödig plats som istället kunde använts för värdeskapande ändamål. Idag har delar av fallföretaget redan platsbrist, vilket framgick vid en intervju med lagledaren för lag grön, således är det extra viktigt att använda den ytan som finns tillgänglig på ett effektivt sätt. Det innebär att produktionsytan i viss mån är begränsande avseende hur många flöden som fysiskt får plats. Flöden som kräver plats utöver den avsedda produktionsytan blir således omöjliga att implementera, förutsatt att företaget inte flyttar produktionen till en större fabrik alternativt bygger ut den nuvarande.

Jämn efterfrågan är en förutsättning för att permanenta flöden ska kunna implementeras och användas. Ifall efterfrågan för en produkt fluktuerar, blir istället någon av de ovan nämnda metoderna relevant för att implementera ett temporärt flöde. Dessa temporära flöden har som tidigare nämnts en del nackdelar, vilket därav innebär att permanenta flöden är att föredra. Temporära flöden kan dock fortfarande vara relevanta att implementera i specifika fall, exempelvis om mervärdet av flödet är tillräckligt stort för att väga upp för nackdelarna. Ifall ett temporärt flöde bedöms vara aktuellt för en produkt så är det en fördel om det temporära flödet som implementeras är flexibelt. Exempelvis genom att flödet är lätt att etablera samt avveckla, alternativt att det går att tillverka andra produkter på stationerna i flödet när det inte används. Med det sagt bör produkter med jämn efterfrågan prioriteras, men att undantag kan göras för speciellt gynnsamma produkter trots att efterfrågan är fluktuerande.

5.1.7 Lönsamhet

Ett annat potentiellt kriterium som har studerats för att utvärdera huruvida en produkt är aktuell för flödesimplementering är lönsamhet. Att förlora pengar på en produkt är inte långsiktigt hållbart, utan åtgärder måste tas för att vända utvecklingen, exempelvis genom att implementera flöde. Lönsamhet var det kriterium som användes vid framtagningen av Testflöde 1, se *avsnitt 4.5.1 Testflöde 1*, där lönsamheten för produkten från början var negativ. Att utgå från produkters lönsamhet har alltså tidigare visat sig vara en metod för att avgöra vilka produkter som kan tänkas produceras i flöde inom organisationen. Nackdelen med att kolla på lönsamheten är att det inte finns någon garanti att produkter med dålig lönsamhet lämpas att tillverka i flöde. Exempelvis kan en produkt med låg lönsamhet vara en produkt som endast ytmonteras, och då är inte flöde applicerbart. Det finns andra sätt att förbättra lönsamheten, exempelvis genom att hitta en ny leverantör som kan erbjuda komponenterna till ett lägre pris alternativt höja försäljningspriset. Ifall beslutet att implementera flöde baseras på produktens lönsamhet finns det även en risk att produkter som har positiv lönsamhet förbises. Produkter med positiv lönsamhet kan fortfarande vara relevanta att införa i flöde av andra anledningar, till exempel om produktens genomloppstid kan reduceras avsevärt. För att avgöra förbättringspotentialen som flöde medför finns det helt enkelt mer relevanta kriterier att studera, som exempelvis volym och eftermonteringstid.

5.2 Precisering av kriterier

De kriterier som identifierats som mest relevanta är volym och eftermonteringstid, vilka har kombinerats till ett huvudkriterium, total eftermonteringstid. Dessutom har minimikriterier för volym samt eftermonteringstid tagits fram. Några kriterier har dessutom identifierats till att vara relevanta under specifika omständigheter och kommer därmed behandlas som sidokriterier. Sidokriterierna är liknande monteringssteg, kvalitet och jämn efterfrågan.

5.2.1 Huvudkriterier

Huvudkriterierna är de som i majoriteten av fallen kommer avgöra vilka produkter som går vidare i urvalet och som slutligen bör implementeras i flöde. Nedan presenteras huvudkriterierna.

5.2.1.1 Minimivolym

Företaget har ett produktsortiment på cirka 1000 produkter, där medianvolymen är 17 produkter per år. Att applicera den framtagna metodstandard, se nästkommande *avsnitt 5.3 Metodstandard*, för

samtliga av företagets produkter är inte realistiskt, eftersom denna process skulle vara för tidskrävande. Således behövs en minimivolymer för att på ett effektivt sätt filtrera bort de produkter med lägst volym, eftersom produkter med låg volym inte lämpas att tillverka i flöde (Slack, 2013). För att bestämma en optimal minimivolymer, där inga produkter som är lönsamma att tillverka i flöde försvinner, samtidigt som övriga produkter sållas bort, har flera olika scenarion studerats. De tre scenarierna som studerats är ett pessimistiskt, ett realistiskt samt ett optimistiskt, där tidsbesparingen med att införa flöde har antagits vara 10, 25 respektive 40 procent för de tre fallen. Resultatet av undersökningen presenteras nedan i *figur 11*, och en mer överskådlig bild går att se i *bilaga 7*. Datan är hämtad från perioden januari 2021 till och med januari 2022.

Pessimistisk		Realistisk		Optimistisk	
Volym	Antal produkter	Volym	Antal produkter	Volym	Antal produkter
>1000	4	>1000	9	>1000	9
500-1000	0	500-1000	2	500-1000	3
250-500	0	250-500	1	250-500	3
100-250	0	100-250	0	100-250	4
<100	0	<100	0	<100	1

Figur 11. Antalet produkter som lämpas att införa i flöde för tre olika scenarier.

I det pessimistiska fallet var det endast 4 produkter som var lönsamma att implementera i flöde, där samtliga hade en årsvolym över 1000. I det realistiska fallet var det 12 produkter, varav 9 hade en volym över 1000, men ingen hade en volym under 250. Slutligen i det optimistiska fallet var det 5 av 20 produkter som hade en volym under 250, men samtliga hade en relativt låg lönsamhet jämfört med produkter som tillverkades i högre volymer, se *bilaga 7*. Därav beslutades det att en minimivolymer på 250 produkter per år skulle vara lämplig. Det finns alltså en risk att enstaka produkter förbises trots att det under särskilt lyckosamma förutsättningar skulle vara lönsamma att implementera i flöde. Med en minimivolymer på 250 kommer dock en övervägande majoritet av de relevanta produkterna att inkluderas i urvalet, samtidigt som närmare 90 procent av företagets produkter sållas bort. Genom att applicera minimikriteriet finns det därmed stor potential att spara tid genom att filtrera bort produkter som ändå inte är relevanta att undersöka vidare. Det är 114 av företagets 1000 produkter som uppfyller minimivolymer.

5.2.1.2 Minimikriterium eftermonteringstid

Eftersom flödet är avgränsat till att implementeras i eftermonteringen behövs ett minimikriterium även för eftermonteringstiden, för att filtrera bort produkter som endast ytmonteras. En förutsättning för flöde är att arbetet ska vara uppdelat i sekventiellt efterföljande stationer, där produkten flödar genom processerna (Liker, 2005). Det är därav ett krav att eftermonteringen innehåller flera arbetsmoment, som således går att dela upp och implementera i ett flöde. Minimikriteriet för eftermonteringstid är därför 2 minuter, dels för att filtrera bort produkter som endast ytmonteras, men även de produkter som enbart har ett eftermonteringsmoment.

5.2.1.3 Total eftermonteringstid

Tillverkningsvolymen och eftermonteringstiden för en produkt identifierades i avsnitt 5.1 *Utvärdering av potentiella kriterier* som de mest relevanta kriterierna för att avgöra om en produkt lämpas att tillverka i flöde. Den bakomliggande anledningen är att det finns störst potential till tidsbesparing genom att implementera flöde för produkter som har en betydande volym eller eftermonteringstid. En

produkt som tillverkas i hög volym med kort eftermonteringstid kan resultera i lika stor tidsbesparing som för en produkt som tillverkas i lägre volym, men som istället har längre eftermonteringstid. Således blir den totala eftermonteringstiden för en produkt intressant att undersöka, vilken kan beräknas med formeln nedan:

$$\text{Total eftermonteringstid (per år)} = \text{volym (per år)} * \text{eftermonteringstid (per produkt)}$$

Vid ovanstående beräkning kan eftermonteringstiden per produkt behöva anpassas. En aspekt som måste tas i beaktning när eftermonteringstiden för en produkt summeras är vilka arbetsmoment som bör räknas med. Ett moment som inte lämpas särskilt bra att inkludera i ett flöde är gjutning, eftersom produkterna behöver stelna i åtta timmar efter det att de gjutits. Att bygga in gjutning i flödet skulle således kräva en buffert som täcker upp åtta timmar av produktionen, vilket inte är idealt då det leder till ökad kapitalbindning. Eftermonteringstiden behöver därmed justeras för de produkter som ska gjutas, där den längsta sammanhängande tiden innan alternativt efter gjutprocessen används vid beräkning av den totala eftermonteringstiden.

Askin (2013) presenterar att företag kan minska genomloppstiden med 24 procent genom att införa flödesorienterad produktion. Ytterligare studier drog slutsatsen att flödesimplementering i genomsnitt kunde reducera ledtiden med 75 procent (John Miltenburg, 2001) respektive 61 procent (Wemmerlöv & Johnson, 2010). Dessutom har Testflöde 1, vilket tidigare implementerats på ett företag inom samma koncern som fallföretaget, resulterat i en reduktion av genomloppstiden samt operationstiden med 44 respektive 34 procent. Som slutgiltigt underlag för kriteriet ansågs en 25-procentig reduktion av genomloppstiden vara realistiskt, eftersom samtliga studier påvisade att sådan förbättring var möjlig i majoriteten av fallen. Anledningen till den konservativa hållningen, att välja det lägsta observerade värdet istället för ett medelvärde, är att inkludera en säkerhetsmarginal. Således bör merparten av fallföretagets produktsortiment uppnå liknande, alternativt större förbättringar vid en flödesimplementation. Som utgångspunkt är förbättringsfaktorn 25 procent, men denna kan justeras med tiden om det visar sig att företaget konsekvent uppnår resultat som skiljer sig från den nuvarande förbättringsfaktorn. I kommande avsnitt 5.4 *Applisering av metodstandard* har tre olika scenarier använts; ett pessimistiskt, ett realistiskt samt ett optimistiskt, där förbättringsfaktorn var 10, 25 respektive 40 procent. Dessa scenarier användes för att ge företaget en mer nyanserad bild av vilka effekter en eventuell flödesimplementation skulle medföra, samt vilka produkter som skulle vara aktuella att implementera i flöde om det visar sig att större förbättringar skulle vara möjliga.

Tidsbesparingen av att implementera flöde för en produkt beräknas genom att ta den totala eftermonteringstiden multiplicerat med förbättringsfaktorn, se formeln nedan. Ett alternativ är att sedan multiplicera tidsbesparingar med timkostnaden för operatörerna för att omvandla enheten från timmar till kronor. Detta underlättar om man vill ställa kostnadsbesparingen i relation till implementeringskostnaden. En fördel med att använda kostnad istället för tid som enhet är att timkostnaden för en operatör och tjänsteman kan skilja. Detta är betydelsefullt eftersom tiden operatörerna sparar i produktion vid en flödesimplementering inte är direkt jämförbar med tiden det tar för tjänstemännen att införa flödet. En annan situation då det är lämpligt att använda kostnad som enhet är då ny utrustning behöver införskaffas vid en flödesimplementering.

$$\text{Tidsbesparing (per år)} = \text{Total eftermonteringstid (per år)} * \text{Förbättringsfaktorn}$$

Alternativt:

$$\text{Kostnadsbesparing (kr per år)} = \text{Tidsbesparing (per år)} * \text{Timkostnad operatör}$$

För att avgöra huruvida en produkt är intressant att producera i flöde eller inte, jämför man tids- eller kostnadsbesparingen med tiden alternativt kostnaden för att implementera flöde. Kostnaden eller implementeringstiden ska bedömas av personer som har erfarenhet av att producera produkten och om hur man implementerar flöden, till exempel produktionschef i samråd med lagledare. Exempel på kostnadsparametrar från implementeringen av Testflöde 1 är administration, balansering av arbetsstationer, standardisering av arbetsuppgifter samt eventuella produktionsförmödenheter. För de tidigare implementerade flödena på fallföretaget; Testflöde 1 och Testflöde 2, var implementeringstiden 122 respektive 100 timmar. I kommande avsnitt 5.4 *Applicering av metodstandard* används den längre av dessa, alltså 122 timmar. Det slutgiltiga utfallet av kriteriet blir således:

$$\text{Förbättringspotential (per år)} = \text{Tidsbesparing (timmar per år)} - \text{Implementeringstid}$$

Alternativt:

$$\text{Förbättringspotential (per år)} = \text{Kostnadsbesparing (kr per år)} - \text{Implementeringskostnad}$$

Anledningen till att en årlig kostnadsbesparing ställs emot en engångskostnad i form av implementeringskostnaden för flödet, är att det finns en osäkerhet i hur efterfrågan kommer att förändras under kommande perioder. Exempelvis kan en produkt som produceras i stor volym under en period, plötsligt fasas ut alternativt att produktionen flyttas till en annan fabrik inom koncernen. För att täcka upp för den här osäkerheten har en återbetalningstid på ett år använts, vilket innebär att den årliga kostnadsbesparingen måste motsvara implementeringskostnaden för flödet. Förbättringspotentialen blir således lika med tids- eller kostnadsbesparingen efter första året, ifall flödet används under en längre period.

De produkter med positiv förbättringspotential förväntas vara lönsamma att implementera i flöde. Om flera produkter har positiv förbättringspotential prioriteras de produkter med störst marginal. Utöver ökad lönsamhet medför flödesimplementering andra fördelar, till exempel reducerad ledtid (Fransson & Tommelein, 2014; Miltenburg, 2001) och förbättrad kvalitet (Liker, 2005; Askin, 2013). Att reducera ledtiden för att öka leveransflexibiliteten till kunderna, samt att förbättra kvaliteten, är två av företagets strategiska mål, vilket presenterades i avsnitt 1.1 *Bakgrund* och är en del av syftet med flödesimplementeringen. Att använda den totala eftermonteringstiden som kriterium är därför extra relevant, eftersom tidsbesparingen för en produkt med lång eftermonteringstid är större. Det här påverkar både kostnadsbesparingen i form av reducerad arbetstid, men även ledtiden mer än för en produkt med kortare total eftermonteringstid.

5.2.2 Sidokriterier

Det finns undantagsfall där huvudkriteriet inte räcker för att avgöra vilka produkter som är bäst lämpade att implementera i flöde. I de specifika fall då huvudkriteriet inte räcker till kan sidokriterier användas för att komplettera huvudkriteriet.

5.2.2.1 Liknande monteringssteg

Produkter som har liknande monteringssteg och kräver samma utrustning när de produceras kan tillverkas i ett gemensamt flöde. Produktfamiljer är ett strukturerat tillvägagångssätt för att identifiera liknande produkter, vilket diskuterades i avsnitt 5.1.3 *Liknande monteringssteg*. Volymen för dessa produkter kan adderas för att tillsammans utgöra en större total eftermonteringstid med större förbättringspotential. Förbättringspotentialen definierades i föregående avsnitt 5.2.1.3 *Total eftermonteringstid*, och representerar den arbetsbesparing man kan åstadkomma vid en flödesimplementering. Alla produkter inom produktfamiljer med relativt hög volym och/eller eftermonteringstid bör därför undersökas närmare av den lagledare som ansvarar för produktionen av respektive produktfamilj. Ifall lagledaren anser att monteringsstegen för två eller flera produkter inom samma produktfamilj är nästintill identiska kan ett gemensamt flöde etableras för produkterna, givet att den totala eftermonteringstiden är tillräckligt stor för att göra flödet lönsamt.

5.2.2.2 Kvalitet

I avsnitt 5.1.5 *Kvalitet* fastställdes att kvalitet inte är ett relevant kriterium i sig självt, eftersom det finns andra sätt att förbättra kvaliteten än att införa flöde. Flödesimplementering har dock konstaterats ha positiv påverkan på kvaliteten (Askin, 2013; Motwani & Mohamed, 2002), vilket tyder på att kvalitet ändå till viss mån måste tas i beaktning när produkterna utvärderas. Det föreslås följaktligen att kvalitet blir ett utslagskriterium, där produkter som värderats lika på huvudkriteriet kan avgöras genom att identifiera vilken av produkterna som är i störst behov av kvalitetsförbättring. Rimligtvis bör kvalitet maximalt rättfärdiga en 5-procentig justering av huvudkriteriet, eftersom det enligt tidigare resonemang finns andra sätt att öka kvaliteten. Således blir kvalitet ett avgörande kriterium i specifika fall där effekterna av att implementera flöde är likartade för två produkter, där den produkt med störst behov av kvalitetsförbättring blir den som implementeras i flöde först.

5.2.2.3 Jämn efterfrågan

Det har tidigare konstaterats att jämn efterfrågan är viktigt för att undvika temporära flöden, som antingen måste avvecklas när efterfrågan avtar, alternativt stå oanvänt och ta upp onödig plats i fabriken. Anledningen till att detta är ett sidokriterium och inget huvudkriterium är att jämn efterfrågan har en stark korrelation till volymen i huvudkriteriet. Produkter som kontinuerligt produceras under året är mer benägna att få en högre total eftermonteringstid än produkter som exempelvis endast produceras under en månad. Med andra ord kommer utfallet från huvudkriteriet naturligt vara viktat till produkter med hög och jämn efterfrågan. Detta tydliggörs i det senare avsnittet 5.4 *Applicering av metodstandard*, där de produkter som hade högst total eftermonteringstid, exempelvis produkt A1, A2 och B1, dessutom hade jämn efterfrågan.

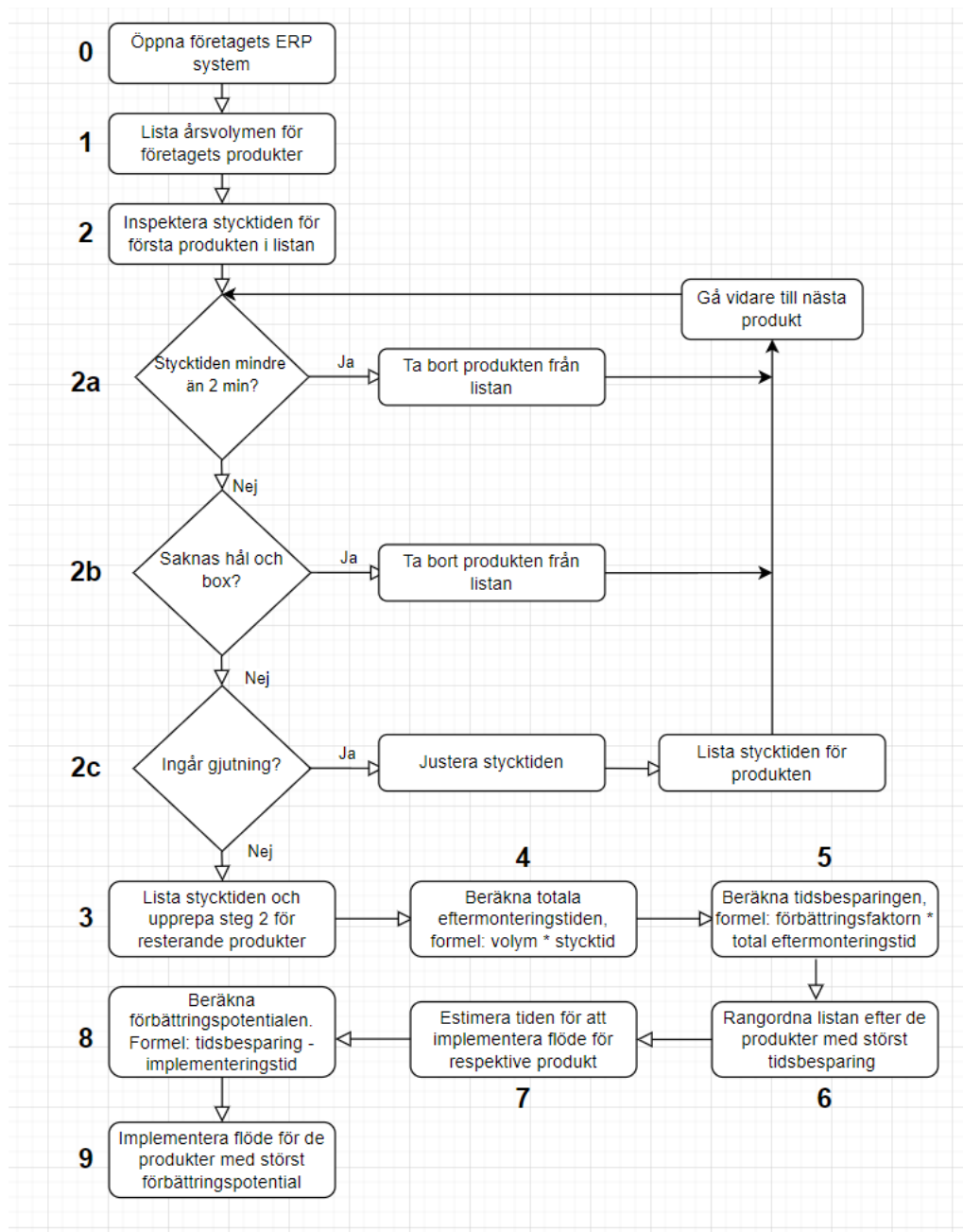
Det kan dock finnas undantag där produkter som inte har jämn efterfrågan ändå har hög total eftermonteringstid, och således ges som kandidater av huvudkriteriet till att implementera i flöde. Ifall det endast handlar om någon enstaka order per år, vilket skulle innebära att flödet enbart behöver implementeras samt avvecklas vid ett tillfälle, kan det fortfarande vara relevant att implementera ett temporärt flöde, eftersom kostnaden inte blir nämnvärt högre än vid implementering av ett permanent flöde. Problem uppstår istället vid regelbunden periodisk efterfrågan, exempelvis om ordrar läggs varannan månad. Då tvingas företaget välja mellan att låta flödet stå outnyttjat varannan månad, alternativt att avveckla det för att sedan bygga upp det igen. Det är alltså installations- och avvecklingsprocesserna som är kostsamma, och som därav bör minimeras. Ett alternativ är att designa ett flexibelt flöde, där stationerna snabbt kan ställas om och användas i den konventionella

produktionen. Ett flexibelt flöde kan exempelvis innebära att utrustningen som används på respektive station lätt kan flyttas, alternativt anpassas för att producera övriga produkter, vilket exempelvis var fallet för Testflöde 1.

Sammanfattningsvis är jämn efterfrågan och permanenta flöden att föredra, men även engångsordrar fungerar att etablera i temporära flöden givet att den totala eftermonteringstiden är tillräckligt hög. Problem förekommer istället för produkter som har regelbunden periodisk efterfrågan, då dessa flöden måste byggas upp och avvecklas flertalet gånger, vilket medför extra kostnader. En eventuell lösning är att etablera ett flexibelt flöde som är tids- och kostnadseffektivt att installera samt avveckla. Det är dock inte alltid möjligt att etablera flexibla flöden, exempelvis om utrustningen är svårflyttad. Även denna bedömning, huruvida det går att införa ett flexibelt flöde, bör utföras av produktionschef i samråd med lagledare. Det är när flexibla flöden inte är lönsamma att etablera som jämn efterfrågan blir ett aktuellt kriterium, där produkter med regelbunden periodisk efterfrågan bör avvisas trots en hög gradering på huvudkriteriet.

5.3 Metodstandard

De flesta företag använder sig av ett affärssystem. Fallföretagets affärssystem heter Monitor ERP. Affärssystemet innehåller information som täcker de flesta aktiviteter i företaget, exempelvis produktionsvolym, tillverkningstid samt vilka monteringssteg som ingår i tillverkningen för respektive produkt. Affärssystem kan därmed användas för att undersöka vilka produkter som bäst uppfyller de kriterier som identifierats i tidigare kapitel. Stegen för att identifiera de produkter som är bäst lämpade att införa i flöde presenteras nedan:



Figur 12. Flödeskarta metodstandard

1. Det första steget är att lista produktionsvolymen för företagets produkter. Förslagsvis förs datan sedan över till Excel, eftersom beräkningar kommer ske med hjälp av ny data som läggs till i senare steg. Sortera efter högst volym och ta bort de produkter samt produktfamiljer som inte uppfyller kravet på minimivolymen.
 - a. Produkter inom samma produktfamilj som har mycket lika tillverkningsprocess kan behandlas som samma produkt, givet att ett gemensamt flöde är applicerbart. Därav kan volymen för dessa produkter adderas.
 - b. Produkter med regelbunden periodisk efterfrågan, som inte går att implementera i flexibla flöden, bör elimineras från listan. Detta beror på att flödesimplementering är

mindre lönsam för sådana produkter, se avsnitt 5.2.2.3 *Jämn efterfrågan*.

2. Inspektera stycktiden för första produkten på listan i affärssystemet.
 - a. Ifall stycktiden är mindre än 2 minuter kan produkten tas bort från listan i Excel.
 - b. Saknas hålmontering och box-build bland tillverkningsstegen kan produkten också tas bort från listan, för att på så sätt eliminera produkter som enbart ytmonteras från urvalet.
 - c. Ifall gjutning ingår bland processtegen måste stycktiden justeras till den längsta sammanhängande tiden, antingen innan eller efter gjutprocessen. Eftersom produkterna måste stelna i 8 timmar efter dess att de har gjutits lämpas detta moment inte att implementera i flöde.
3. Lista stycktiden i en separat kolumn bredvid volymen för produkten i Excel. Upprepa samma moment för resterande produkter i listan.
4. Beräkna den totala eftermonteringstiden i en ny kolumn för respektive produkt, genom att multiplicera volymen med stycktiden.
5. Beräkna tidsbesparingen i en ny kolumn genom att multiplicera förbättringsfaktorn, vilken preciserades i avsnitt 5.2.1.3 *Total eftermonteringstid*, med den totala eftermonteringstiden för respektive produkt. Ifall tidsbesparingen önskas omvandlas till kostnadsbesparing, kan tidsbesparingen multipliceras med timkostnaden för en operatör.
6. Rangordna listan efter de produkter med störst tidsbesparing, för att de mest relevanta produkterna ska samlas längst upp i listan.
7. Estimera tiden för att implementera flöde för de produkter som är högst upp i listan, och således mest relevanta att tillverka i flöde.
8. Beräkna förbättringspotentialen vid flödesimplementering, genom att ta tids- eller kostnadsbesparingen subtraherat med implementeringstiden alternativt implementeringskostnaden för respektive produkt.
9. Implementera flöde för de produkter med störst förbättringspotential.
 - a. Ifall två produkter har i princip lika stor förbättringspotential, kan kvalitet användas som utslagskriterium, där den produkt med störst behov av kvalitetsförbättring prioriteras.

5.4 Applicering av metodstandard

Ovanstående metodstandard har applicerats på fallföretaget, för att identifiera hur stor andel av företagets produkter som är lämpliga att bygga i flöde, samt vilka effekter flödesproduktion skulle resultera i för dessa produkter. En komprimerad instruktion på hur metodstandarderna ska appliceras på fallföretaget har tagits fram, där företagets affärssystem har använts för att inhämta relevant data, se *Bilaga 6 - Instruktion för applicering av metodstandard*. Nedan kommer dessa instruktioner förklaras mer utförligt och resultatet att analyseras.

Inledningsvis utfördes en selektering på datum och varugrupp för att filtrera bort produkter som var mindre relevanta att införa i flöde. Att filtrera på en aktuell tidsperiod eliminerar de produkter vars efterfrågan inte längre är representativ. Den period som användes under appliceringen var första januari 2021 till första januari 2022. Observera att det är volymen per år som är intressant, således måste volymen anpassas ifall perioden som valts är längre alternativt kortare än ett år. Ett annat relevant filter är varugrupp, där färdigvaror (varugrupp 5 i Monitor ERP) användes vid selekteringen. Det här eliminerar merparten av de produkter som enbart ytmonteras, samt artiklar som säljs vidare utan att bearbetas, som exempelvis diverse tillbehör till företagets kärnprodukter.

The screenshot shows the 'Beställning' window in Monitor ERP. The 'Gr. Selektion' tab is active, displaying a form for selecting products. The 'Från och med' date is set to 01/01/2021 and the 'Till och med' date is 01/01/2022. The 'Varugrupp' is set to 5. The 'Listtyper' section has 'Enbart summa' selected. The 'Visa' section has 'Artikelrad', 'Fnr', 'Tjänsterad', 'Verktysgrad', and 'Kreditrad' checked. The 'Alternativ' section has 'Jämför prisalt:' set to 'S Standardpris' and 'Jämför prisalt. 2:' set to 'S Standardpris'. The 'TB för K-artiklar inkl MO-påslag' checkbox is unchecked, and 'Visa kalkylinfo' is also unchecked.

Figur 13. Selektion Monitor

Efter selekteringen rangordnades de resterande produkterna efter volym. Listan med de kvarvarande produkterna exporterades till excel, för att underlätta bearbetningen av datan. Enligt sidokriteriet för liknande monteringssteg kan produkter som är mycket lika varandra behandlas som samma produkt och därav adderas samman i excelfilen. Efter adderingen bör den adderade produkten tas bort från listan. *Figur 14* ger ett exempel på hur detta kan se ut. Enligt avsnitt 5.2.2.1 *Liknande monteringssteg* bör dock utvärderingen utföras av experter som har mycket kunskap om processerna för dessa produkter. Således har följande delar av appliceringen antagit att alla produkter är unika och att inga gemensamma flöden går att etablera.

	A	B	C	D
1				
2	Artikelnr	Benämning	Antal ▼	
3				
4	Produkt A3		8817	
5	Produkt A1 (V1) + Produkt A1 (V2)		=6115+C9	
6	Produkt X1		4570	
7	Produkt A4		3069	
8	Produkt A5		2955	
9	Produkt A1 (V2)		2885	
10	Produkt B3		2687	
11	Produkt B1		2640	
12	Produkt A2		2226	
13	Produkt X2		1467	
14	Produkt A1 (V3)		1230	
15	Produkt A6		1227	
16	Produkt A7		1221	
17	Produkt A8		1139	

Figur 14. Addering av liknande produkter (endast som exempel).

Eftersom minimikriteriet för volym preciserades i avsnitt 5.2.1.1 *Minimivolym* till 250 produkter per år måste de produkter som avviker från kriteriet tas bort. Således reducerades urvalet från 217 till 54 produkter. Enligt sidokriteriet i avsnitt 5.2.2.3 *Jämn efterfrågan* bör produkter med regelbunden periodisk efterfrågan, som inte går att implementera i flexibla flöden, också tas bort. Det här är en fråga som försäljningschefen är bäst lämpad att besvara då hen har bäst kunskap om hur efterfrågan ser ut för företagets produkter. I appliceringen har det således antagits att samtliga produkter har en jämn efterfrågan.

Nästa steg var att studera stycktiden samt monteringsstegen för respektive produkt, vilket genomfördes med hjälp av företagets affärssystem, Monitor ERP. Minimikriteriet för eftermonteringstiden är två minuter, se avsnitt 5.2.1.2 *Minimikriterium eftermonteringstid*, vilket medförde att fler produkter togs bort från listan. De produkter som saknade eftermonteringssteg i form av hålmontering eller box-build raderades också från listan, för att rensa bort de resterande produkterna som endast ytmonterades. Ifall gjutning ingick i tillverkningsprocessen behövde stycktiden justeras till den längsta sammanhängande processtiden, innan alternativt efter gjutprocessen, se figur 15.

The screenshot displays a software window titled 'G4 fasas ut - Uppgradera till G5!'. It shows a product structure with a main product 'TRAFÖ TOROID N1=300 N2=25' and several sub-components. The 'Operationslista' (Operations List) table is highlighted, showing the following data:

Rad	Op. Pgr	Op. benämning	Legolev.	L.a	Kap. fakt	Und. k-faktor	Ställtid	Stycktid	Lev. artikelnr	Öl%	Kötid	Kötid pgr	Bem. fa
1	10 1006	Plock H8/Box					0.0	0.0 min			1.0	1.0	
2	20 1030	H8					15.0	10.22 min				0.0	
3	30 1035	Verifiering					15.0	4.5 min				0.0	
4	40 1030	Box					30.0	14.98 min				0.0	
5	50 1035	Verifiering					15.0	5.6 min				0.0	
6	60 1030	Gjutning					30.0	3.0 min		0.5		0.0	
7	70 1030	Packning					15.0	4.0 min				0.0	

The 'Stycklista' (Bill of Materials) table shows the main product 'TRAFÖ TOROID N1=300 N2=25' with a quantity of 1. The interface also includes various filters and buttons for managing the product structure.

Figur 15. Produkt där gjutning ingår i tillverkningsprocessen.

För att slutligen bestämma vilka produkter som lämpas bäst att tillverka i flöde utfördes de beräkningar som presenterades i avsnitt 5.2.1.3 *Total eftermonteringstid*. Tre olika förbättringsfaktorer användes; en realistisk, en pessimistisk samt en optimistisk. Den realistiska förbättringsfaktorn var 25 procent, medan de andra valdes till 10 respektive 40 procent, vilka definierades i avsnitt 5.2.1.3 *Total eftermonteringstid*. Intentionen med att använda ett intervall från 10-40 procent var att ta hänsyn till att effekterna av att implementera flöde kan skilja mellan olika situationer. Det här stämmer väl överens med den litteratur som tidigare studerats, där effekterna av att införa flöde varierat mellan olika företag. Det slutgiltiga resultatet av beräkningarna presenteras nedan i figur 16.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
	Artikelnr	Benämning	Antal	Stycktid	Total eftermonteringstid	Förbättringsfaktor			Tidsbesparing			Implementeringstid	Förbättringspotential (timmar)		
						Pessimistisk	Realistisk	Optimistisk	Pessimistisk	Realistisk	Optimistisk		Pessimistisk	Realistisk	Optimistisk
4	Produkt A1 (V1)		6115	46,32	4721	10%	25%	40%	472	1180	1888	122	350	1058	1766
5	Produkt A1 (V2)		2885	40,70	1957	10%	25%	40%	196	489	783	122	74	367	661
6	Produkt B1		2640	35,30	1553	10%	25%	40%	155	388	621	122	33	266	499
7	Produkt A2		2226	40,77	1513	10%	25%	40%	151	378	605	122	29	256	483
8	Produkt A1 (V3)		1230	37,22	763	10%	25%	40%	76	191	305	122	-46	69	183
9	Produkt X8		322	110,50	593	10%	25%	40%	59	148	237	122	-63	26	115
10	Produkt A3		8817	3,96	582	10%	25%	40%	58	145	233	122	-64	23	111
11	Produkt A4		3069	10,85	555	10%	25%	40%	55	139	222	122	-67	17	100
12	Produkt X2		1467	22,50	550	10%	25%	40%	55	138	220	122	-67	16	98
13	Produkt A2 (V2)		796	40,50	537	10%	25%	40%	54	134	215	122	-68	12	93
14	Produkt A1 (V4)		804	39,70	532	10%	25%	40%	53	133	213	122	-69	11	91
15	Produkt X1		4570	6,50	495	10%	25%	40%	50	124	198	122	-72	2	76
16	Produkt X3		864	28,50	410	10%	25%	40%	41	103	164	122	-81	-19	42
17	Produkt X13		254	87,00	368	10%	25%	40%	37	92	147	122	-85	-30	25
18	Produkt X11		278	74,00	343	10%	25%	40%	34	86	137	122	-88	-36	15
19	Produkt X6		444	40,00	296	10%	25%	40%	30	74	118	122	-92	-48	-4
20	Produkt B3		2687	6,00	269	10%	25%	40%	27	67	107	122	-95	-55	-15
21	Produkt B2		280	52,74	246	10%	25%	40%	25	62	98	122	-97	-60	-24
22	Produkt X14		250	58,00	242	10%	25%	40%	24	60	97	122	-98	-62	-25
23	Produkt A1 (V5)		353	37,47	220	10%	25%	40%	22	55	88	122	-100	-67	-34

Figur 16. Slutgiltigt förbättringspotential av att införa flöde

Från listan i excel framgår det att 12 produkter är lönsamma att implementera i flöde vid ett realistiskt scenario, där eftermonteringstiden reduceras med 25 procent. Antalet produkter är istället 15 vid ett optimistiskt scenario respektive 4 vid ett pessimistiskt scenario. Antalet produkter som lämpas att tillverka i flöde är alltså beroende av hur stora effektiviseringar som kan uppnås. En realistisk effekt-

ivisering på 25 procent skulle medföra att 12 av företagets cirka 1000 produkter är lönsamma att implementera i flöde, vilket motsvarar en andel på 1,2 procent. Den slutgiltiga förbättringspotentialen vid en flödesimplementation av samtliga produkter, som är lönsamma att implementera i ett realistiskt scenario, varierar mellan 2 och 1058 timmar beroende på produktens totala eftermonteringstid. Det här resultatet är baserat på att implementeringstiden för ett flöde är 122 timmar, vilket var fallet för Testflöde 1. Det är dock osannolikt att den är precis samma för samtliga produkter, men det ger ändå en bra indikation på hur många produkter som är aktuella, samt vilka effekter som kan förväntas vid en flödesimplementation. Den produkt som har störst förbättringspotential bör prioriteras att implementera i flöde först, vilken i detta fallet är A1. Därefter prioriteras produkterna efter rangordningen. Ett undantag är då kvalitet kan användas som ett utslagskriterium, exempelvis för produkt B1 och A2 där skillnaden i förbättringspotential är mindre än 5 procent. Därmed prioriteras flödesimplementeringen istället på den produkt med störst behov av kvalitetsförbättring.

6. Diskussion

I det här kapitlet diskuteras möjligheten att implementera flöde i en HMLV-miljö, samt hur det i så fall behöver anpassas för att hantera branschens specifika förutsättningar. Därefter presenteras rekommendationer samt andra aspekter att ha i åtanke vid en eventuell flödesimplementering. Slutligen ges en rekommendation till fortsatt arbete.

6.1 Flöde i en HMLV-miljö

Historiskt sett har företag som är verksamma i en HMLV-miljö använt sig av traditionell batchproduktion (Cooney, 2002). Det finns dock en stor enighet bland forskare om att flödesorienterad produktion och andra lean-verktyg är applicerbara i alla typer av produktionsmiljöer (Tomašević, 2021). Eftersom lean-verktygen inte togs fram för att användas i HMLV-miljöer, utan istället är optimerade för företag som producerar i hög volym med låg variation, kan verktygen behöva anpassas efter HMLV-branschens specifika förutsättningar. Ett hybrid-flöde är en kombination av olika flödestyper, som kan användas av företag för att anpassa produktionssystemet efter företagets unika miljö (Holweg et al., 2018). En vanlig hybridlösning som Holweg et al. beskriver är att komplexa produkter som tillverkas i en hög volym produceras i ett kontinuerligt flöde, medan de ingående komponenterna till dessa produkter tillverkas i ett batchflöde. Det här är något som HMLV-företag kan använda sig av för att optimera ett flöde för den egna organisationen, då även HMLV-företag har produkter som tillverkas i relativt höga volymer (Jina et al., 1997).

Fallföretaget använder sig redan idag av en liknande lösning för produkt A1, där ingående komponenter först ytmonteras i ett batchflöde, innan de mellanlagras i en buffert. Därefter slutmonteras de i ett separat batchflöde med fristående taktid. Ett liknande upplägg skulle även kunna användas för andra produkter som med hjälp av metodstandarden identifierats vara lönsamma att tillverka i flöde. Enligt Irani (2011) så är flexibla flöden med tidsbuffertar och större partistorlekar bättre anpassade för de unika förutsättningar som existerar i en HMLV-miljö. Att enbart använda sig av ett kontinuerligt flöde med taktid, som Liker (2005) menar är idealfallet, är alltså inte realistiskt i företagets fall, utan företaget måste anpassa flödet efter sina egna förutsättningar. Att använda sig av hybrid-flöden i olika former är ett sätt att hantera det här problemet.

Oberoende av flödets utformning så kan flexibla processer med fördel användas för att ta hänsyn till de unika förutsättningarna i en HMLV-miljö, som kännetecknas av många olika produktvarianter samt låga volymer. Slack (2013) skriver att ett effektivt sätt att minimera slöserier är att bygga in flexibilitet i flödet, exempelvis genom att utan höga kostnader eller förseningar kunna anpassa vilka produkter som ska tillverkas vid en given tidpunkt, samt i vilken volym de ska produceras. Flexibla flöden är särskilt användbart i en HMLV-produktion, eftersom branschen traditionellt sett konkurrerat med ett brett produktutbud samt skräddarsydda produkter (Jina et al., 1997). Dessutom är sena ordrar vanligt förekommande i företagets fall, vilket ytterligare ökar behovet av flexibla flöden där produktionsvolymen kan anpassas i ett sent skede för att möta efterfrågan. Enligt Jina et al. (1997) är fullständig produktion mot order standard inom HMLV-branschen, och korta ledtider är en viktig konkurrensfördel, vilket även detta talar för att flexibla flöden är väl lämpade för en HMLV-miljö. Ett exempel på när flexibilitet användes var för Testflöde 1, där flödet implementerades med hjälp av rullband mellan stationerna som var lätta att montera ner när efterfrågan minskade. På så sätt möjliggjordes produktion av andra produkter vid samma yta. Ett annat exempel på hur ett flexibelt flöde skulle kunna

konstrueras är genom att addera extra arbetsstationer, som senare kan användas för att takta in personal vid varierande efterfrågan.

6.2 Rekommendation vid implementering av flödet

Ifall företaget beslutar att implementera flöde för en, alternativt ett antal olika produkter är det viktigt att skapa rätt förutsättningar för att flödet ska fungera optimalt, och för att de effekter som presenterats i teorin samt empirin ska vara möjliga att uppnå. En förutsättning för att ett flöde ska vara effektivt är att samtliga stationer är balanserade med en jämn cykeltid, då det annars uppstår slöserier i form av väntan (Liker, 2005). Det finns två sätt att hantera variationer i cykeltiden. Det ena är att införa buffertar som kan absorbera variationerna, och det andra är att angripa rotorsaken, det vill säga att vidta åtgärder för att stabilisera cykeltiden. Liker (2005) menar på att buffertar bör etableras för att skapa en grundläggande stabilitet i flödet, men att dessa bör minimeras för att reducera PIA. Långsiktigt bör företaget sedan arbeta inkrementellt med att reducera variationen, genom att exempelvis använda standardiserat arbete.

Att standardisera arbetsuppgifter är grundläggande för att en flödesimplementering ska vara lönsam, eftersom standardisering är en förutsättning för att upprätthålla stabila processer (Liker, 2005). Ifall standarder saknas riskerar flödet att med tiden bli ineffektivt, eftersom operatörer kommer finna egna sätt att utföra arbetsuppgifterna och skapa varierande cykeltider. Att standardisera processer är en förutsättning för att ett företag ska kunna åstadkomma kontinuerliga förbättringar (Liker, 2005). När ett standardiserat arbetssätt etableras betyder det inte att man funnit det perfekta arbetssättet som aldrig behöver förändras, utan det är viktigt att företag ständigt utvärderar arbetssättet för att hitta kontinuerliga förbättringar. Exempelvis kan operatörer uppmuntras att bidra med synpunkter på standarden, för att identifiera potentiella förbättringsmöjligheter, då operatörerna ofta har gedigen kunskap om arbetsprocessen. När en förbättring har identifierats bör företaget förnya standarden för att inkludera förbättringen. Genom att applicera standardiserat arbete kan företag åstadkomma kontinuerliga förbättringar och därmed långsiktigt utveckla konkurrensfördelar i form av exempelvis kortare ledtider och högre leveransflexibilitet.

6.3 Andra aspekter att ha i åtanke vid flödesimplementering

Även om rekommendationerna följs och flödet som implementerats är välbalanserat finns det en del andra utmaningar. Exempelvis är det viktigt att se till att det finns hög och konsekvent tillgång till resurser, både när det kommer till material men även personal. Liker (2005) skriver att inkonsekvent tillgång till dessa resurser är den huvudsakliga orsaken till att flödesimplementeringar misslyckas. Metoder för att säkra tillgängligheten på företagets resurser måste därmed införas. Att enbart öka antalet resurser är ingen lösning då det medför ytterligare kostnader (Liker, 2005).

En annan faktor som är viktig att tänka på vid en flödesimplementering är den fysiska utformningen av flödet, det vill säga stationernas placering i förhållande till varandra. Flöden som har korta avstånd mellan processerna kommer att producera med högst produktivitet (Liker, 2005). Chatzopoulos (2014) menar att målet med ett flöde är att maximera processtiden i värdeskapande aktiviteter. Det blir således viktigt att minimera antalet onödiga transporter. Ett praktiskt exempel där placeringen av en arbetsstation förhindrat att den inkluderats i ett flöde, är våglödningsoperationen i Testflöde 1, där dess placering innebar att det saknades förutsättningar att inkludera stationen i flödet.

En ytterligare aspekt att ha i åtanke är hur en flödesimplementering kan påverka operatörerna i produktionen. Flera forskare är överens om att arbetsförhållandena inom lean kan påverka operatörerna negativt (Huo & Boxall, 2018). Vidare menar Huo & Boxall att flödesproduktion är en central del inom lean som kännetecknas av störningskänslighet, där ett misstag från operatörerna kan få stora konsekvenser i form av att hela produktionen måste stoppas. Det här kan leda till ökad stress hos operatörerna, vilket illustrerades i en undersökning av Jackson & Mullarkey (2000), där det framgick att den psykiska hälsan hos medarbetarna var sämre på företag som arbetade med lean produktion än på företag med traditionell produktion. Det här stämmer överens med de anmärkningar som framkom vid införandet av Testflöde 1, där flera av operatörerna upplevde ökad stress. Forskningen är dock inte helt entydig, utan det finns andra studier som istället tyder på att lean produktion har en positiv inverkan på individer, eftersom mer ansvar i sitt arbete kan öka motivationen (Cullinane et al., 2013). Enligt Huo & Boxall (2018) finns det flera åtgärder ett företag kan ta för att minimera de negativa aspekterna med flöde. Genom att utbilda operatörerna, ha ett nära samarbete mellan lagledare och övriga lagmedlemmar, samt öka medarbetarnas möjlighet att påverka beslut, kan företaget minimera de negativa effekterna av flöde.

6.4 Rekommendation till fortsatt arbete

Eftersom arbetet var avgränsat till att inte fokusera på den fysiska implementationen av flöden så är detta ett område som kan studeras vidare. HMLV-branschen har helt andra förutsättningar än traditionell massproduktion, som flödesorienterad produktion är anpassad för. Hur skulle den praktiska implementationen gå till, samt hur skulle flödet se ut i en HMLV-miljö? Skulle det vara möjligt att införa flexibla flöden som kan anpassas till företagens breda produktmix? Ifall ett flexibelt flöde kan etableras, som dels kan anpassas för att tillverka många olika produktvarianter, men även där kapaciteten kan justeras för att spegla efterfrågan, hade det i så fall varit fördelaktigt för ett HMLV-företag. Således är detta ett intressant område att studera vidare.

7. Slutsats

I den här rapporten har möjligheten att implementera flöde i en HMLV-produktion studerats. Utmaningen härstammar från att flödesorienterad produktion historiskt sett främst använts av massproducerande företag, och därmed kan behöva anpassas för att fungera optimalt i en HMLV-miljö. Arbetet har avsett att studera huruvida flödesproduktion med taktid är applicerbar i en sådan miljö, vilka kriterier som kan användas för att utvärdera produkterna, samt vilka effekter som kan förväntas. Nedan kommer arbetets frågeställningar att besvaras.

7.1 Är flödesproduktion med taktid applicerbar i en HMLV produktion?

Att implementera ett gemensamt flöde med taktid för alla företags produkter är inte applicerbart, eftersom det enbart är vissa produkter som lämpas att tillverka i flöde i en HMLV-produktion. Jina et al. (1997), Stockton & Lindley (1995) samt Irani (2022) drar slutsatsen att flöde är applicerbart i en HMLV-miljö för de produkter som tillverkas i högst volym. Det här stämmer väl överens med resultatet från avsnitt 5.4 *Applicering av metodstandard*. Således är endast en andel av produkterna i en HMLV-produktion lönsamma att implementera i flöde.

Även om vissa produkter är lönsamma att implementera i flöde, som avsnitt 5.4 *Applicering av metodstandard* visade, måste fortfarande flödet anpassas för att fungera i en HMLV-miljö. I företags fall är exempelvis inte en gemensam taktid applicerbar, eftersom ytmonteringen har för långa ställtider och således måste tillverkas i ett separat batchflöde med en större buffert innan eftermonteringen. De produkter som är lönsamma att tillverka i flöde kommer sedan att ha en egen taktid i eftermonteringen. Således tillverkas produkterna i ett hybrid-flöde, med två olika taktider. Företags fall går delvis att generalisera till andra HMLV-företag, eftersom branschen kännetecknas av komplexa produkter (Tomašević et al., 2021), och således kan gynnas av att använda hybrid-flöden (Holweg et al., 2018). Svaret på frågeställningen är alltså att flödesproduktion i en HMLV-miljö är applicerbart på ett begränsat antal produkter, samt att flödet måste anpassas till företags unika förutsättningar. I företags fall skulle detta exempelvis kunna innebära att implementera hybrid-flöden alternativt andra flexibla flöden.

7.1.1. Vilka kriterier skall produkter utvärderas mot för att byggas i flöde?

Den totala eftermonteringstiden har använts som huvudkriterium för att bestämma vilka av företags produkter som är lönsamma att implementera i flöde. Det här beror på att tidsbesparingen av att implementera flöde är störst för de produkter med störst total eftermonteringstid. Tidsbesparingen ställs sedan i relation till implementeringstiden för att bestämma den slutgiltiga förbättringspotentialen. Eftersom fallföretaget har ett brett produktsortiment med cirka 1000 produkter har minimikriterier för både volym och eftermonteringstid tagits fram för att avgränsa urvalet. Minimivolymen och minimikriteriet för eftermonteringstiden är 250 produkter per år respektive 2 minuter per produkt. För att täcka upp för specifika undantagsfall har även tre sidokriterier tagits fram; liknande monteringssteg, kvalitet och jämn efterfrågan.

7.1.2 Hur stor andel produkter, baserat på kriterierna, är lämpliga att bygga i flöde?

Kriterierna har applicerats på fallföretags produktsortiment med hjälp av den metodstandard som tagits fram, se avsnitt 5.4 *Applicering av metodstandard*. Tre olika scenarier har analyserats. I ett realistiskt scenario blev utfallet att 12 produkter lämpades att implementera i flöde, vilket motsvarar

en andel på 1,2 procent av företagets produkter. Sett till företagets totala produktionsvolym motsvarar dessa produkter cirka 15 procent. Ett optimistiskt samt ett pessimistiskt utfall har också analyserats då effekterna av att implementera flöde inte är helt entydiga, eftersom olika studier har uppvisat skilda resultat. I ett optimistiskt scenario blev utfallet 15 produkter (1,5%), medan ett pessimistiskt scenario gav ett utfall på 4 produkter (0,4%).

7.1.3 Vilka effekter skulle flödesproduktion ge för dessa produkter?

Tidsbesparingen av att implementera dessa 12 produkter i flöde varierar mellan 1180 och 124 timmar i ett realistiskt scenario där genomloppstiden reduceras med 25 procent. Den frigjorda tiden i eftermonteringen leder till ökad lönsamhet för produkten, eftersom personalkostnader minskar samt att den frigjorda kapaciteten kan användas till andra värdeskapande aktiviteter. Att implementera flöde har även andra positiva effekter. Flödesorienterad produktion har konstaterats att ha positiv inverkan på både ledtid (Liker, 2005; Frandson & Tommelein, 2014; Miltenburg, 2001) och kvalitet (Askin, 2013; Motwani & Mohammed, 2002; Liker, 2005). En reducerad ledtid till kund skulle innebära högre leveransflexibilitet, vilket idag efterfrågas av företagets kunder.

8. Referenser

Alvehus, J. (2019). *Skriva uppsats med kvalitativ metod* (2. uppl.). Liber.

Askin, R. G. (2013). Contributions to the design and analysis of cellular manufacturing systems. *International Journal of Production Research*. 51(23-24), 6778-6787.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2013.825745>

Askin, R. G., & S. Estrada. (1999). An Investigation of Cellular Manufacturing Practices. *In Handbook of Cellular Manufacturing (kapitel 1)*. New York: Wiley.

Bergman, B., & Klefsjö, B. (2020). *Kvalitet från behov till användning* (6 uppl.). Studentlitteratur.

Chatzopoulos, C. G. (2014). Flow Customizer: An algorithm to design lean-flow production systems for mass customization. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 5(4), 179-194.
https://scholar.google.gr/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=5xaKp4MAAAAJ&citation_for_view=5xaKp4MAAAAJ:bnK-perLprsC

Cooney, R. (2002). Is “lean” a universal production system? Batch production in the automotive industry. *International Journal of Operations & Production Management*. 22 (10), 1130-1147.
<https://doi.org/10.1108/01443570210446342>

Crowe, S., Cresswell, K., Robertson, A., Huby, G., Avery, A., & Sheikh, A. (2011). The case study approach. *BMC Med Res Methodol*. 11(100). <https://doi.org/10.1186/1471-2288-11-100>

Cullinane, S., Bosak, J., Flood, P., & Demerouti, E. (2013). Job design under lean manufacturing and its impact on employee outcomes. *Organizational Psychology Review*, 3(1), 44-61.
<https://doi.org/10.1177/2041386612456412>

Fransson, A., & Tommelein, I. D. (2014). Development of a takt-time plan: A case study. *Construction Research Congress*. <https://doi.org/10.1061/9780784413517.168>

Holweg, M., Davies, J., De Meyer, A., Lawson, B., & Schmenner, R. (2018). *Process Theory: The Principle of Operations Management* (1 uppl.). Oxford: OUP Oxford.

Hue, M-L., Boxall, P. (2018). Are all aspects of lean production bad for workers? An analysis of how problem-solving demands affect employee well-being. *Human Resource Management Journal*. 28(4), 569-584. <https://doi.org/10.1111/1748-8583.12204>

Irani, S. (2011). Choosing what works. *Industrial Engineer*, 43(8), 42-47.
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-80053517190&partnerID=40&md5=0091ccb9d092ee895548ed9365924aaf>

Irani, S. A. (2022). Lean principles for high-mix, low-volume firms. *ISE: Industrial & Systems Engineering at Work*. 54(2), 26-26.

Jackson, P., & Mullarkey, S. (2000). Lean production teams and health in garment manufacture. *Journal of Occupational Health Psychology*, 5(2), 231-245.
<https://doi.org/10.1037/1076-8998.5.2.231>

Jina, J., Bhattacharya, A.K., & Walton, A.D. (1997). Applying lean principles for high product variety and low volumes: some issues and propositions. *Logistics Information Management*. 10(1), pp. 5-13. <https://doi.org/10.1108/09576059710159655>

Liker, J. K. (2005). *The Toyota way fieldbook: a practical guide for implementing Toyota's 4Ps*. McGraw-Hill.

Matric Group. (2020). PCB Assembly Services: Through-Hole vs Surface Mount.
<https://blog.matric.com/pcb-assembly-services-through-hole-vs-surface-mount>

Miltenburg, J. (2001). U-shaped production lines: A review of theory and practice. *International Journal of Production Economics*. 70(3), 201-214. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(00\)00064-5](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(00)00064-5)

Motwani, J. & Mohamed, Z. M. (2002). Flow manufacturing – necessity, benefits, and implementation: a case study. *Industrial Management & Data Systems*. 102(2), 73-79.
<https://doi.org/10.1108/02635570210419618>

Patel, R., & Davidson, B. (2011). *Forskningsmetodikens grunder*. Studentlitteratur.

Prasad, S., & Panghal, M. (2022). Process-loss Optimization through the Implementation of Kanban & Single-piece Flow: A Case Study in an Ethiopian Garment Factory. *Wilson College of Textiles*. 12(3). <https://ojs.cnr.ncsu.edu/index.php/JTATM/article/view/17556>

Slack, N. (2013). *Operations Management* (7 uppl.). Pearson Education.

Stockton, D.J. & Lindley, R.J. (1995). Implementing Kanbans within high variety/low volume manufacturing environments. *International Journal of Operations & Production Management*. 15(7), 47-59. <https://doi.org/10.1108/01443579510090417>

Surface Mount Council. (1999). *Status of the Technology Industry Activities and Action Plan*. Surface Mount Technology. Surface Mount Council.
https://web.archive.org/web/20151228182745/http://www.ipc.org/4.0_Knowledge/4.1_Standards/smc_status.pdf

Säfsen, K., & Gustavsson, M. (2019). *Forskningsmetodik: för ingenjörer och andra problemlösare* (uppl. 1). Studentlitteratur.

Tomašević, I., Stojanović, D., Slović, D., Simeunović, B., & Jovanović, I. (2021). Lean in High-Mix/Low-Volume industry: a systematic literature review. *Production Planning & Control*. 32(12), 1004-1019. <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1782094>

Wemmerlov, U. & Hyer, N. L. (1989). Cellular manufacturing in the U.S. industry: A survey of users. *International Journal of Production Research*. 27(9), 1511-1530.
<https://doi.org/10.1080/00207548908942637>

Wemmerlov, U. & Johnson, D. J. (2010). Cellular manufacturing at 46 user plants: Implementation experiences and performance improvements. *International Journal of Production Research*. 35(1), 29-49. <https://doi.org/10.1080/002075497195966>

Wright, A. (u.å). Differences between through hole and surface mount pcb designs. *Epec engineered technologies*.
<https://www.epectec.com/articles/differences-between-through-hole-and-surface-mount-pcb-designs.html>

9. Bilagor

9.1 Bilaga 1 - Tillverkningsorder för produkt A1

Följort		Startper	Färdigper	Projekt	Kund	Sida
		2022-03-24	2022-03-29			1 / 2
Antal		52,0	ST	Startper	Färdigper	
				2022-03-24	2022-03-29	

Revision
R18

Ordertext
STB

Kända avvikelser:

Extra kabeln som skall lödas och limmas före pro

Säljordernummer: Serienummer

Antal:

Op.	Pgrp	Benämning	Ställtid (min)	Stycktid (min)	Totaltid (tim)	Rapp.nr	Komm.	Sign
10	1006	Plock	0,00	0,78	0,68	401450	2/3/22	
		Startper:2022-03-24 Färdigper:2022-03-24						
20	1025	Verifiering AC	5,00	2,20	1,99	401448	52	PA
		Startper:2022-03-24 Färdigper:2022-03-24						
		4211522982.10						
		Kasserade under verifiering						
30	1025	Verifiering AC	5,00	0,83	0,80	401446	52	PA
		Startper:2022-03-24 Färdigper:2022-03-25						
		4211522880.17						
		Kasserade under verifiering						
40	1020	Hål	15,00	22,52	19,77	401444	52	KPA, PA, Sanku
		Startper:2022-03-25 Färdigper:2022-03-28						
45	1020	Avsugning	0,00	4,03	3,49	401442	52	FST
		Startper:2022-03-25 Färdigper:2022-03-28						
		Efter hålmontage så ska man kontrollera att det inte finns olödda ben eller kortslutningar på stiftlisterna. Avsugna komponenterna som ligger nära kopparskenorna samt lodkylor ska tas bort!						
50	1025	Verifiering AC	5,00	5,08	4,49	401440	52	FST
		Startper:2022-03-28 Färdigper:2022-03-28						
		Den som testat korten ser även till att de blir limmade, tejpad och "geggade" innan antal stämpas ut						
		Kasserade under verifiering						
60	1020	Lack	10,00	3,72	3,39	401438	52	BLOM
		Startper:2022-03-28 Färdigper:2022-03-29						
		Efter lackning så ska man "gegga" av alla kontakter!						
65	1020	Avsugning	0,00	2,06	1,79	401436	52	BLOM
		Startper:2022-03-29 Färdigper:2022-03-29						
		Kvalitets åtgärd:						
		Enheter ska avsynas i mikroskop och om man misstänker att lack har kommit in i någon kontakt måste man kontrollera under en uv-lampa.						

Följekort

[REDACTED]		Startper	Färdigper	Projekt	Kund		Sida
[REDACTED]		2022-03-24	2022-03-29				2 / 2
[REDACTED]		[REDACTED]			Antal	Startper	Färdigper
					52,0	2022-03-24	2022-03-29
70	1020	Slutmontering		15,00	5,10	4,67	401434
		Startper:2022-03-29		Färdigper:2022-03-29			

Efter avsyning sätts serienummer på modul och monteras i en kostym.
Korten lämnas till lagret för packning!

Lagerplats: 115 FH-2

52 BLOM

9.2 Bilaga 2 - Tillverkningsorder för produkt A2

Följekort

Startper 2022-03-21	Färdigper 2022-03-25	Projekt	Kund	Sida 1/2
Antal 52,0		ST	Startper 2022-03-21	Färdigper 2022-03-25

Revision
R18

Ordertext
ETP

Säljordernummer: _____ Serie: _____

Antal: _____

Op.	Pgr	Benämning	Ställtid (min)	Stycktid (min)	Totaltid (tim)	Rapp.nr	Komm.	Sign
10	1006	Plock Startper:2022-03-21 Färdigper:2022-03-21	0,00	1,12	0,97	399462	16/3/22	SS
20	1025	Verifiering AC Startper:2022-03-21 Färdigper:2022-03-21	5,00	1,94	1,76	399460	52	FGA
4211513181 Kasserade under verifiering 2							52	SS
30	1025	Verifiering AC Startper:2022-03-21 Färdigper:2022-03-21	5,00	3,34	2,98	399458	52	SS
4211515283 Kasserade under verifiering							52	SS
40	1020	Limning Startper:2022-03-21 Färdigper:2022-03-21	10,00	1,62	1,57	399456	52	SS
50	1020	Lack Startper:2022-03-22 Färdigper:2022-03-22	10,00	2,82	2,61	399454	52	PA
60	1020	Hål Startper:2022-03-22 Färdigper:2022-03-25	15,00	25,45	22,31	399452	52	PA, KPA
Allt som ska monteras löds på men man väntar med att limma fast batterikabeln tills efter avsyning.								
65	1020	Avsyning Startper:2022-03-25 Färdigper:2022-03-25	0,00	1,44	1,25	399450	52	20
Enheterna ska avsynas i mikroskåp och om man misstänker att lack har kommit in i någon kontakt måste man kontrollera under en uv-lampa. Efter hålmontage så ska man kontrollera att det inte finns olödda ben eller kortslutningar på stiftlisterna samt lodkylor ska tas bort! Kontrollera även att alla kondensatorer vid stiften är lödda och inte har tombstone.								
70	1020	limning extrakabel Startper:2022-03-25 Färdigper:2022-03-25	15,00	1,05	1,16	399448	52	KPA
80	1025	Test Startper:2022-03-25 Färdigper:2022-03-25	15,00	0,77	0,92	399446	52	20
Kasserade under verifiering 1								

Utskriftsdatum

Följekort

Ordernummer	Startper	Färdigper	Projekt	Kund	Sida
	2022-03-21	2022-03-25			2 / 2
Artikelnr	Benämning	Type	Antal	Startper	Färdigper
			52,0 ST	2022-03-21	2022-03-25

90 1020

Avsugning

0,00

1,22

1,06 399444

Startper:2022-03-25 Färdigper:2022-03-25

Enheterna ska avsynas i mikroskop och om man misstänker att lack har kommit in i någon kontakt måste man kontrollera under en uv-lampa. Efter hålmontage så ska man kontrollera att det inte finns olödda ben eller kortslutningar på stiftlisterna samt lodkylor ska tas bort! Kontrollera även att alla kondensatorer vid stiften är lödda och inte har tombstone.

Efter avsugning lämnas korten till lagret för packning.

Lagerplats: 115 FH-4

9.3 Bilaga 3 - Tillverkningsorder för produkt B1

Följekort							
Order	Startper	Färdigper	Projekt	Kund	Sida		
	2022-03-14	2022-03-23			1 / 1		
			Typ	Antal	ST	Startper	Färdigper
			L	72,0	ST	2022-03-14	2022-03-23

Ordertext
Platsnummer från excel

Op.	Pgrp	Benämning	Stålltid (min)	Stycktid (min)	Totaltid (tim)	Rapp.nr	Komm.	Sign
10	1006	Plock Hål/Box Startper:2022-03-14 Färdigper:2022-03-14	0,00	0,00	0,00	393802	22/3/22	Sc
20	1030	Hål Startper:2022-03-14 Färdigper:2022-03-16	15,00	10,22	12,51	393800	72	Sc
30	1035	HÅLMONTAGE AV KORT Batterikablar limmas med smältlim Verifiering Startper:2022-03-16 Färdigper:2022-03-16	15,00	4,50	5,65	393798		
40	1030	TEST AV YT OCH HÅLMONTERAT KORT Ställ de färdigtestade på primervagnarna. Box Startper:2022-03-16 Färdigper:2022-03-21	30,00	14,97	18,46	393796		
50	1035	IHOPMONTAGE + PRIMNING ☐ Solceller (ink kablar 135mm) ☐ Montera solceller och displaytätning i hus ☐ Stansa strömledare (gör batteriluckor under tiden) ☐ Prima hus, kort, strömledare ☐ Montera kort i hus Verifiering Startper:2022-03-21 Färdigper:2022-03-21	15,00	5,60	6,97	393794		
60	1030	Sluttest Gjutning Startper:2022-03-22 Färdigper:2022-03-23	30,00	3,00	4,10	393792		
70	1030	Packning Startper:2022-03-23 Färdigper:2022-03-23	15,00	4,00	5,05	393790		

Packning
Var tydlig på TO:t med antalet då bara 71st skall levereras till kund.

Lagerplats: 134 W09+TORG

Utskriftsdatum
2022-03-22 08:25:19 ANNPA

9.4 Bilaga 4 - Tillverkningsorder för produkt B2

Följekort							
Startper	Färdigper	Projekt	Kund	Sida			
2022-03-17	2022-03-30			1 / 1			
Typ	Antal	ST	Startper	Färdigper			
L	72,0		2022-03-17	2022-03-30			

Ordertext

Op.	Pgrp	Benämning	Stålltid (min)	Stycktid (min)	Totaltid (tim)	Rapp.nr	Komm.	Sign
10	1005	Plock Hål/Box Startper:2022-03-17 Färdigper:2022-03-17	0,00	0,00	0,00	393636		
20	1030	Hål Startper:2022-03-17 Färdigper:2022-03-21	15,00	16,05	19,51	393634	72	SC
HÅLMONTAGE AV KORTBatterikablar limmas med smältlim								
30	1036	Verifiering ABB Startper:2022-03-21 Färdigper:2022-03-22	15,00	4,50	5,65	393632		
Test av kortmontage Ställ de färdigtestade på primervagnarna. Ställ ej för tätt.								
40	1030	Box Startper:2022-03-22 Färdigper:2022-03-28	30,00	23,94	29,23	393630		
IHOPMONTAGE + PRIMNING								
☐ Klipp, skala och förtenna RELÅKABEL ☐ Solceller (ink kablar 135mm) ☐ Montera solceller och displaytätning i hus ☐ Stansa strömledere (gör batteriluckor under tiden) ☐ Prima hus, kort, strömledere ☐ Montera kort i hus								
50	1036	Verifiering ABB Startper:2022-03-28 Färdigper:2022-03-28	15,00	5,60	6,97	393628		
SLUTTEST								
60	1030	Gjutning Startper:2022-03-29 Färdigper:2022-03-30	30,00	3,00	4,10	393626		
☐ Prima lock ☐ Gjutning (förbered solskydd och vik testprotokoll under tiden) Ställ enheter på vagnar.								
70	1030	Packning Startper:2022-03-30 Färdigper:2022-03-30	15,00	4,50	5,65	393624		
Packning Var tydlig på TO:t med antalet då bara 71st normalt skall levereras till kund.								

Lagerplats: 134X-7.4

21/3-22 — 3.0h op. 1030/SC

Utskriftsdatum
2022-03-17 08:56:29 ANNPA

9.5 Bilaga 5 - Tillverkningsorder för produkt B3

Följekort							
Startper	Färdigper	Projekt	Kund	Sida			
17/02/2022	25/02/2022			1 / 2			
Typ	Antal	*	Startper	Färdigper			
L	4.0	ST	17/02/2022	25/02/2022			
Revision							
A							

Op.	Pgr	Benämning	Ställtid (min)	Stycktid (min)	Totaltid (tim)	Rapp.nr	Komm.	Sign
10	1006	Plock Hål/Box	0.00	0.00	0.00	383370		
Startper:17/02/2022 Färdigper:17/02/2022			Op.antal: 0*					
20	1030	Hål	15.00	6.00	10.25	383368		
Startper:17/02/2022 Färdigper:18/02/2022			Op.antal: 0*					
Plasthus förmonteras med Goretex skydd monteras enligt instruktion med sprit, OBS!! Behandlas varsamt, inga fingrar. Kretskortet kompletteras med ett antal hålmonterade komponenter förrådsmaterial från pos 5 till 30. OBS! Montera endast kondensatorer + räknare, därefter testas korten med hjälp av " skotträknaren " för att se att räkneverket fungerar, räkneverket ska stå på10 efter avslutad test. Därefter monteras spolen och det färdiga kortet lägg i plasthus med plaströr och o-ringar.								
30	962	Lego Gjutning SE PRODUKTION	0	40.00 SEK	4000	383366		
Startper:21/02/2022 Färdigper:25/02/2022								
O-ringen till locket samt plastlock och lockskravar medlevereras till gjutaren.								

Utskriftsdatum
31/03/2022 11:30:58 MIKEN

Följekort

[REDACTED]		Startper 17/02/2022	Färdigper 25/02/2022	Projekt	Kund		Sida 2 / 2
[REDACTED]		[REDACTED]		Typ L	Antal 4.0	* ST	Startper 17/02/2022
[REDACTED]		[REDACTED]		[REDACTED]		Färdigper 25/02/2022	

40 1030 Test/pack 15.00 3.50 6.08 383364
Startper:25/02/2022 Färdigper:25/02/2022

I denna operation så ingår det: Testning, Slutmontage samt Packning av stöträknaren.

Testning

Innan test skall enheten kontrolleras okulärt efter repor eller andra avvikelser i utseendet.
Vid testning av stöträknarna placeras räknarna i provdonet som redan har ett testprogram, nr: 3, inprogrammerat enligt ritning 5685 2264-J.
Efter färdigprovfrekvens skall räknaren stå på 20, står den ej på 20 är den ej godkänd.

Slutmontage

Efter testning så skriver man ut silveretiketter enligt ritning 1HSA448411-001, etiketten skrivs ut i etikettdatorn. Denna etikett klistras fast utanpå plastkåpan.

Packning

I varje kartong bifogas en montageanvisning samt monteringsatts som består av skruvar, brickor, muttrar, distans och bussning som läggs i en påse och tejpas ihop. Man klistrar även på en vit etikett utanpå kartongen med text enligt ritning 1HSA448802-001, etikettens skrivs ut i etikettdatorn.

OBS!! Nu ska det vara streckkod på etiketten som sitter på kartongen. Varje kartong stämplas med ordernummer utanpå kartongen.

Vid leverans av stöträknare ska ett kontrollintyg sitta tillsammans med följesedel på godset. Detta intyg skrivs utav TL.

OBS! Intyget måste vara hos kund senast vid godsets ankomst. Viktigt !!!

Lagerplats: 134 CC-03

Utskriftsdatum
31/03/2022 11:30:58 MIKEN

9.6 Bilaga 6 - Instruktion för applicering av metodstandard

1. Starta Monitor ERP
2. Tryck på försäljning (F) uppe till vänster i huvudmenyn och navigera till faktureringsloggen.
3. Välj “Artikelnummer” i selekteringskolumnen. Välj även “Enbart summa” i listtyper kolumnen.

Arkiv Redigera Visa Zoom Inställningar Moduler Fönster Hjälp G4 fasas ut – Uppgradera till G5!

T I F L V S E B Artiklar Kunder Offert Order Utleverans Fakturering Kundreskontra

Sök rutin (Alt+D)

Beställning Lista bildskärm Förhandsgranska

Stäng

Bildskärm

Skriv ut

Exportera...

Visa urval

Hjälp

Gr. Selektion

Datum: 01/01/2021

Kundkod:

Kundnamn sök:

Artikelnummer:

Varuslag: 5

Säljare:

Ordernr:

Fakturanr:

Kundkategori:

Typ:

Distrikt:

Följesedelsnummer:

Till och med 01/01/2022

Exkl.

Listtyper

Logg

Summa / vecka

Summa / månad

Summa / kvartal

Summa / år

Enbart summa

Prisuppföljning / FIFO

Visa

Artikelrad

Fritrad

Tjänsterad

Verktysrad

Kreditrad

Extern valuta

Alternativ

Jämför prisalt: 1 S Standardpris

Jämför prisalt: 2 TB för K-artiklar inkl MO-påslag

Visa kalkylinfo:

Ange selektion till och med

4. Ändra datum till “från och med” ett år tillbaka, till “till och med” idag. Här kan en längre period, exempelvis på 2 eller 3 år också väljas om detta anses ge en mer representativ bild av volymen för respektive produkt. (OBS! Det är dock viktigt att ta

den genomsnittliga volymen per år, då förbättringspotentialen beräknas i kr/år).

Arkiv Redigera Visa Zoom Inställningar Moduler Fönster Hjälp G4 fasas ut – Uppgradera till G5!

T I F L V S E B Artiklar Kunder Offert Order Utleverans Fakturering Kundreskontra

Sök rutin (Alt+D)

Beställning Lista bildskärm Förhandsgranska

Stäng Bildskärm Skriv ut Exportera... Visa urval Hjälp

Gr. Selektioner	Från och med	Till och med	Exkl.
☐ Datum:	01/01/2021	01/01/2022	☐ +
☐ Kundkod:			☐ +
Kundnamn sök:			☐ +
☒ Artikelnummer:			☐ +
Benämning:			☐ +
☐ Varugrupp:	5	5	☐ +
☐ Säljare:			☐ +
☐ Ordernr:			☐ +
☐ Fakturanr:			☐ +
Kundkategori:			☐ +
☐ Typ:			☐ +
☐ Distrikt:			☐ +
Följesedelsnummer:			☐ +

Listtyper

- ☐ Logg
- ☐ Summera / vecka
- ☐ Summera / månad
- ☐ Summera / kvartal
- ☐ Summera / år
- ☒ Enbart summa
- ☐ Prisuppföljning FIFO

Visa

- ☒ Artikelrad
- ☒ Frirad
- ☒ Tjänsterad
- ☒ Verktygsrad
- ☒ Kreditrad
- ☐ Extern valuta

Alternativ

Jämför prisalt: S Standardpris

Jämför prisalt. 2:

TB för K-artiklar inkl MO-påslag ☐

Visa kalkylinfo: ☐

Ange selektioner till och med

5. Välj därefter “varugrupp 5” som innefattar färdigprodukter, för att sålla bort produkter som enbart ytmonteras eller säljs vidare utan att bearbetas.

Arkiv Redigera Visa Zoom Inställningar Moduler Fönster Hjälps G4 fasas ut – Uppgradera till G5!

T I F L V S E B Artiklar Kunder Offert Order Utleverans Fakturering Kundreskontra

Sök rutin (Alt+D)

Beställning Lista bildskärm Förhandsgranska

Stäng Bildskärm Skriv ut Exportera... Visa urval Hjälps

Gr. Selektion	Från och med	Till och med	Exkl.
☐ Datum:	01/01/2021	01/01/2022	☐ +
☐ Kundkod:			☐ +
☐ Kundnamn sök:			☐ +
☒ Artikelnummer:			☐ +
☐ Benämning:			☐ +
☐ Varugrupp:	5	5	☐ +
☐ Säljare:	5 Färdigvaror		☐ +
☐ Ordernr:	6 Förbrukningsmaterial		☐ +
☐ Fakturanr:	9 Avskrivna artiklar från		☐ +
☐ Kundkategori:	10 Förskott		☐ +
☐ Typ:	1100		☐ +
☐ Distrikt:	1101		☐ +
☐ Följesedelsnummer:			☐ +

Listtyper

- ☐ Logg
- ☐ Summera / vecka
- ☐ Summera / månad
- ☐ Summera / kvartal
- ☐ Summera / år
- ☒ Enbart summa
- ☐ Prisuppföljning FIFO

Visa

- ☒ Artikelrad
- ☒ Frirad
- ☒ Tjänsterad
- ☒ Verktygsrad
- ☒ Kreditrad
- ☐ Extern valuta

Alternativ

Jämför prisalt: S Standardpris

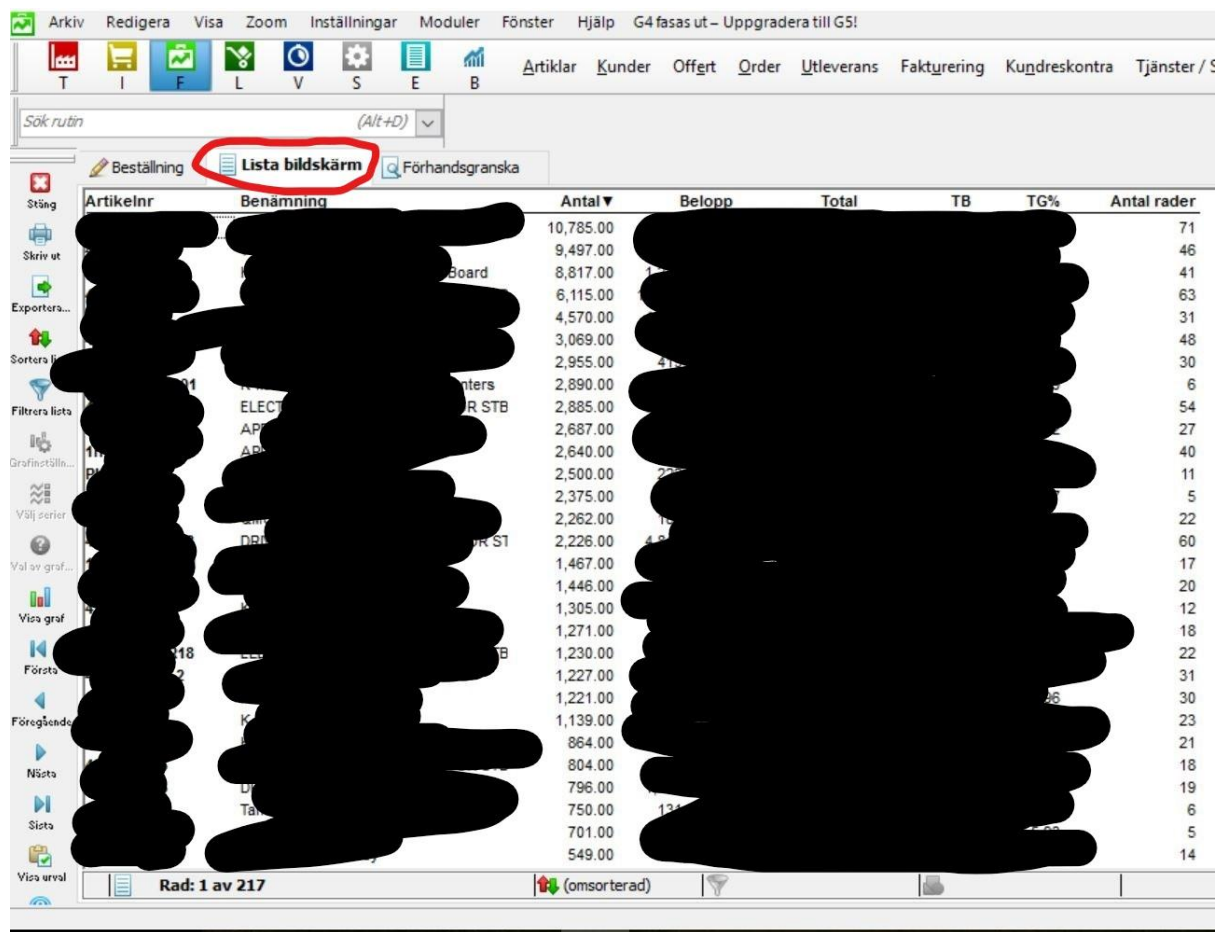
Jämför prisalt. 2:

TB för K-artiklar inkl MO-påslag ☐

Visa kalkylinfo: ☐

nya selektioner från och med (Listruta finns)

6. Navigera till “lista bildskärm”



Sök rutin (Alt+D)

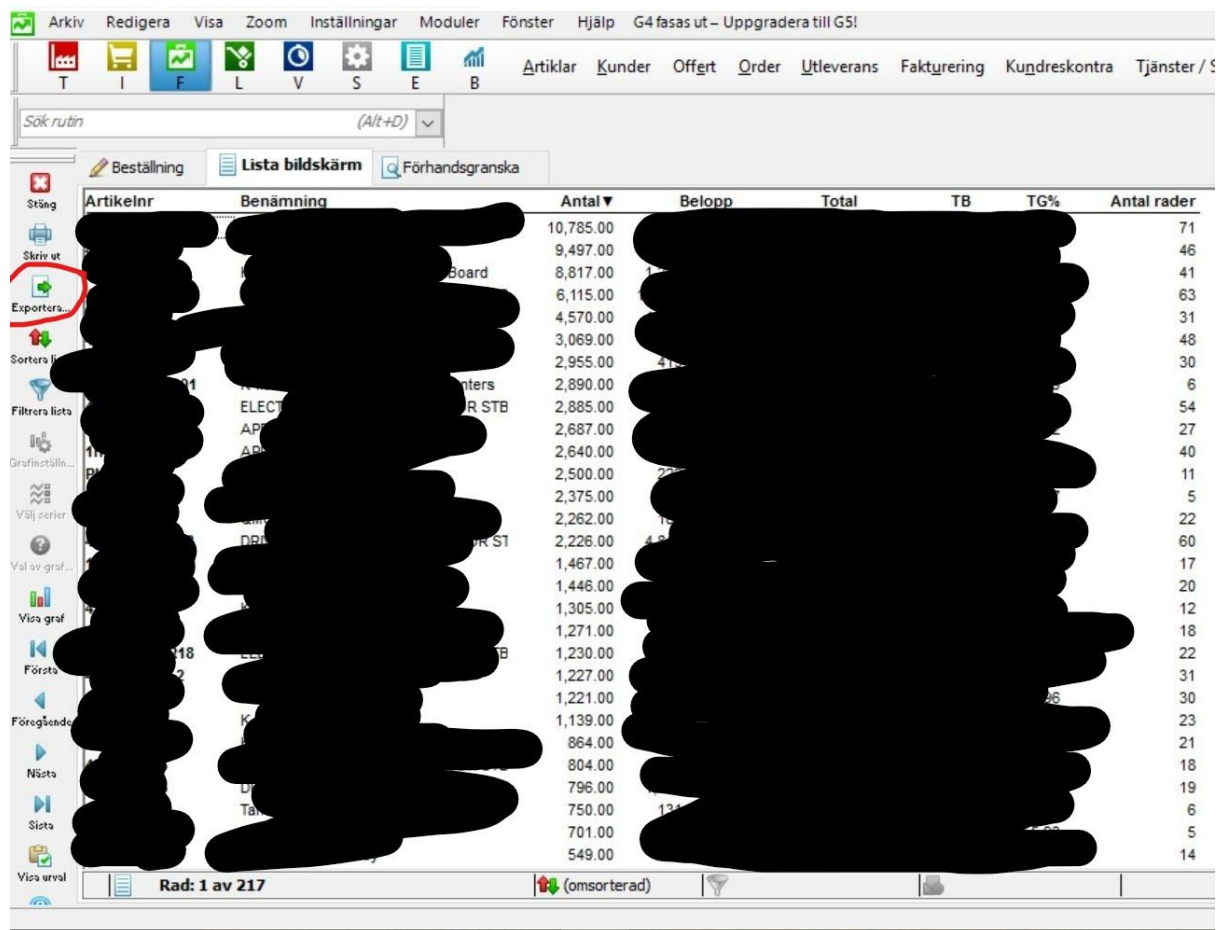
Beställning **Lista bildskärm** Förhandsgranska

Artikelnr	Benämning	Antal	Belopp	Total	TB	TG%	Antal rader
		10,785.00					71
		9,497.00					46
	Board	8,817.00					41
		6,115.00					63
		4,570.00					31
		3,069.00					48
		2,955.00					30
	nters	2,890.00					6
	ELECTR STB	2,885.00					54
	AP	2,687.00					27
	AP	2,640.00					40
		2,500.00					11
		2,375.00					5
		2,262.00					22
	DB	2,226.00					60
		1,467.00					17
		1,446.00					20
		1,305.00					12
		1,271.00					18
		1,230.00					22
		1,227.00					31
		1,221.00					30
		1,139.00					23
		864.00					21
		804.00					18
		796.00					19
	Tal	750.00					6
		701.00					5
		549.00					14

Rad: 1 av 217 (omsorterad)

7. Sortera sedan produkterna efter antal (volym) sålda enheter.

8. Tryck på exportera och spara ner som en excel-fil.



The screenshot shows a software interface with a menu bar at the top containing options like Arkiv, Redigera, Visa, Zoom, Inställningar, Moduler, Fönster, and Hjälp. Below the menu bar is a toolbar with icons for various functions. The main window displays a list of products with the following columns: Artikelnr, Benämning, Antal, Belopp, Total, TB, TG%, and Antal rader. The 'Exportera' button is highlighted with a red circle. The list of products is partially obscured by black redaction marks.

Artikelnr	Benämning	Antal	Belopp	Total	TB	TG%	Antal rader
		10,785.00					71
		9,497.00					46
		8,817.00					41
		6,115.00					63
		4,570.00					31
		3,069.00					48
		2,955.00					30
		2,890.00					6
		2,885.00					54
		2,687.00					27
		2,640.00					40
		2,500.00					11
		2,375.00					5
		2,262.00					22
		2,226.00					60
		1,467.00					17
		1,446.00					20
		1,305.00					12
		1,271.00					18
		1,230.00					22
		1,227.00					31
		1,221.00					30
		1,139.00					23
		864.00					21
		804.00					18
		796.00					19
		750.00					6
		701.00					5
		549.00					14

9. Produkter inom samma produktfamilj som har mycket lika tillverkningsprocess kan behandlas som samma produkt, givet att ett gemensamt flöde är applicerbart. Därav kan volymen för dessa produkter adderas. Nedanstående bild är ett exempel. Efter

adderingen bör den adderande produkten tas bort från listan.

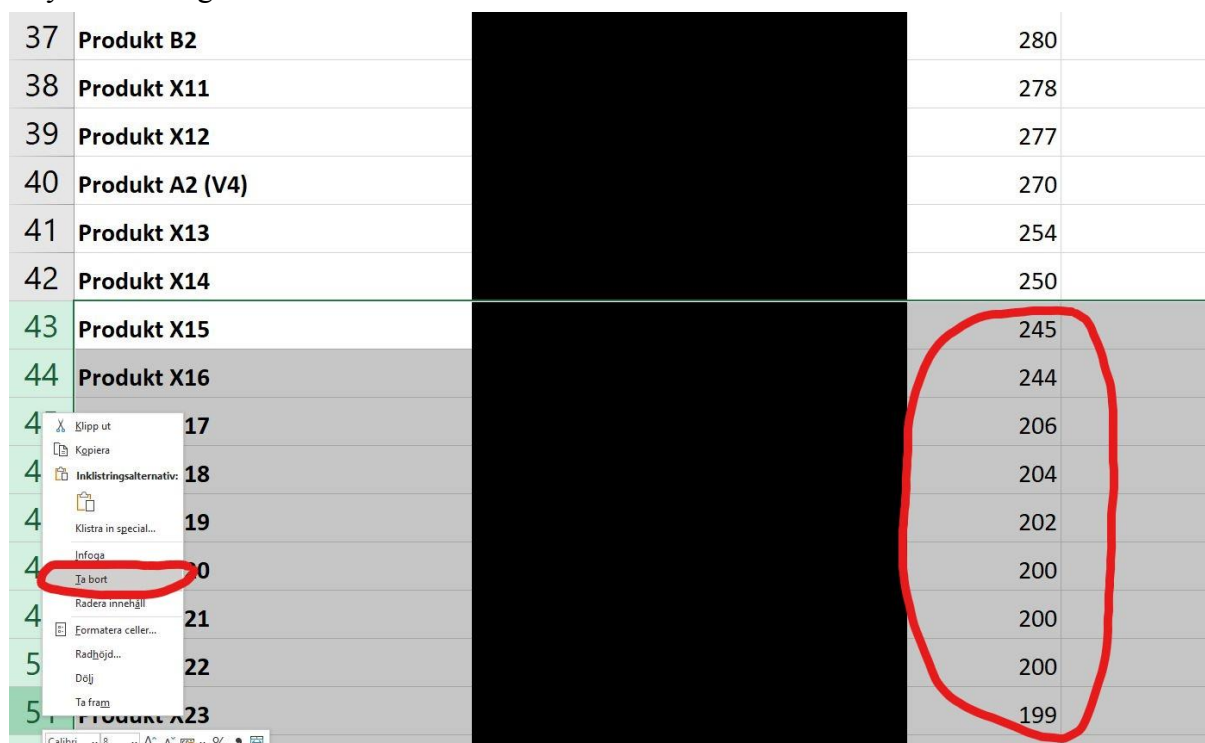
	A	B	C
1			
2	Artikelnr	Benämning	Antal ▼
3			
4	Produkt A3		8817
5	Produkt A1 (V1) + Produkt A1 (V2)		=6115+C9
6	Produkt X1		4570
7	Produkt A4		3069
8	Produkt A5		2955
9	Produkt A1 (V2)		2885
10	Produkt B3		2687
11	Produkt B1		2640
12	Produkt A2		2226
13	Produkt X2		1467
14	Produkt A1 (V3)		1230
15	Produkt A6		1227
16	Produkt A7		1221
17	Produkt A8		1139

10. Radera kolumnerna för “belopp”, “total”, “TB”, “TG” och “antal rader” för att öka överskådligheten.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2	Artikelnr	Benämning	Antal ▼	Belopp	Total	TB	TG%	Antal r
3								
4	Produkt A3		8817					
5	Produkt A1 (V1)		6115					
6	Produkt X1		4570					
7	Produkt A4		3069					
8	Produkt A5		2955					
9	Produkt A1 (V2)		2885					
10	Produkt B3		2687					
11	Produkt B1		2640					
12	Produkt A2		2226					
13	Produkt X2		1467					
14	Produkt A1 (V3)		1230					
15	Produkt A6		1227					
16	Produkt A7		1221					
17	Produkt A8		1139					
18	Produkt X3		864					
19	Produkt A1 (V4)		804					
20	Produkt A2 (V2)		796					
21	Produkt X4		750					
22	Produkt X5		549					
23	Produkt A9		517					
24	Produkt A10		500					

11. Eftersom minimikriteriet för volym är 250 produkter/år raderas alla produkter vars volym understiger 250.

37	Produkt B2		280
38	Produkt X11		278
39	Produkt X12		277
40	Produkt A2 (V4)		270
41	Produkt X13		254
42	Produkt X14		250
43	Produkt X15		245
44	Produkt X16		244
45	Produkt X17		206
46	Produkt X18		204
47	Produkt X19		202
48	Produkt X20		200
49	Produkt X21		200
50	Produkt X22		200
51	Produkt X23		199



12. Lägg till en kolumn för “stycktid” i excel-filen.
13. Gå tillbaka till Monitor ERP och markera artikelnumret längst upp i listan och tryck F12.

Arkiv

Redigera

Visa

Zoom

Inställningar

Moduler

Fönster

Hjälp

G4 fasas ut – Uppgradera till G5!

T

I

F

L

V

S

E

B

Artiklar

Kunder

Offert

Order

Utleverans

Fakturering

Kundreskontra

Tjänster / S

Sök rutin

(Alt+D)

Beställning

Lista bildskärm

Förhandsgranska

Stäng

Skriv ut

Exportera...

Sortera lista

Filtera lista

Grafinställ...

Välj ser...

Val av graf

Visa graf

Första

Föregående

Nästa

Sista

Visa urval

Artikelnr	Benämning	Antal ▼	Belopp	Total	TB	TG%	Antal rader
4211		10,785.00					71
		9,497.00					46
		8,817.00					41
		6,115.00					63
		4,570.00					31
		3,069.00					48
		2,955.00					30
		2,890.00					6
		2,885.00					54
		2,687.00					27
		2,640.00					40
		2,500.00					11
		2,375.00					5
		2,262.00					22
		2,226.00					60
		1,467.00					17
		1,446.00					20
		1,305.00					12
		1,271.00					18
		1,230.00					22
		1,227.00					31
		1,221.00					30
		1,139.00					23
		864.00					21
		804.00					18
		796.00					19
		750.00					6
		701.00					5
		549.00					14

Rad: 1 av 217

(omsorterad)

14. Välj beredning längst ner till höger.

Kalkyler

Aktuellt

Standardpriser: = 1,429.12 SEK/ST

Fördelning enligt kalkyl

Kostnadsfakt: 7

Material: + 973.57 (varav Lart: 706.16)

Lego: + 0.00 (varav Lart: 0.00)

Ställkostnad: + 70.31 (varav Lart: 62.96)

Styckkostnad: + 385.25 (varav Lart: 63.33)

Partistorlek: 52 ST

Genomloppstid: 4 arb.dag.

inkl. mat.ansk: 6 arb.dag.

Kommande

= 0.00 SEK/ST

Ingen kalkyl finns!

Övrigt

Antal / plats:

Handläggare: NL

Undantag LO-påslag: <Inget>

Förvald flaggtyp:

Beredningsinfo

Senaste ber. ändring: LENDE 25/01/2022

Antal operationer: 9

Antal material: 20

Summa ställtid: 55.0 min

Summa stycktid: 46.32 min

Priser

Efterkalkylerat snittpris: 0.00 SEK

Mer om tillverkning

Material räcker till

Sparade kalkyler

I-orderlogg

Ingår i

Beregning...

(#) Kommentar

15. Läs av stycktiden för produkten.

Operationslista

Rad	Op.pgrp	Op.benämning	Legolev.	L.a	Kap.fakt	Und.k-faktor	Ställtid	Stycktid	Lev.artikelnr	OL%	Kotid	Kotid pgrp	Ben
1	101006	Plock					0.0	0.78min			1.0	1.0	
2	201025	Verifiering AC					5.0	2.2min				0.0	
3	301025	Verifiering AC					5.0	0.83min				0.0	
4	401020	Hål		2.00			15.0	22.52min		50		0.0	
5	451020	Avsyning					0.0	4.03min				0.0	
6	501025	Verifiering AC					5.0	5.08min				0.0	
7	601020	Lack					10.0	3.72min				0.0	

Stycklista

Rad	Pos	Artikelnummer	Benämning	Typ	T.opi	Inst.kvant.	Kvantitet	Enhet	Extra(%)	Std.gris/Vikt (kg)	I	Villkor
1				K	10	0.0	35			0.87	I	

Filter för varianthantering

☒ Period ☒ Revision ☒ Antal ☒ Ordernr ☒ Kundkod ☒ Artikelstatus ☒ Variantkod ☐ Filtrera

26/04/2022 R18 [Artikelnr] 40

Beredare: LENDE Datum: 25/01/2022 Kalkyldatum: 22/12/2021 Antal mat.: 20 Antal op.: 9 Ställtid: 55.0 **ΣStycktid: 46.32 min** ☒ Visa villkor ☒ Visa filter

Logg... (#) Kommentar

Material räcker till

Sparade kalkyler

I-orderlogg

Ingår i

Beregning...

(#) Kommentar

16. Anteckna stycktiden i kolumnen "stycktid" i excel-filen för den givna produkten/artikelnumret.

17. Specialfall 1: Om stycktiden är mindre än 2 minuter kan produkten tas bort från listan i excelfilen.
18. Specialfall 2: Om stycktiden utgörs av operationer som saknar både box och hålmontering kan produkten tas bort från listan i excelfilen.
19. Specialfall 3: Om gjutning ingår i tillverkningsprocessen måste stycktiden justeras till den längsta sammanhängande tiden, antingen innan gjutprocessen, alternativt efter. Detta görs genom att subtrahera operationstiden för gjutning samt de moment innan alternativt efter som inte tillhör den längsta sammanhängande tiden. I bilden nedan blir det således:

Längsta sammanhängande tiden = Stycktiden – (gjutning + packning)

Längsta sammanhängande tiden = 42,3 – (3 + 4) = 35,3 minuter

Det är endast den längsta sammanhängande tiden som är relevant att implementera i flöde, såvida inte eftermonteringstiden är tillräckligt omfattande för att rättfärdiga ett flöde både innan och efter gjutprocessen.

The screenshot shows the SAP 'Operationslist' (Operationen) for production order TR101. The table lists various operations with their respective piece times. The 'Stycktid' column is highlighted in red, and the 'Gjutning' operation is also highlighted in red.

Rad	Op. Pgr	Op. benämning	Legolev.	L.a	Kap.fakt	Und. k-faktor	Stältid	Stycktid	Lev. artikelnr	Öl%	Köttd	Köttd pgr	Bem. fa
1	10 1006	Plock Hål/Box					0.0	0.0 min			1.0	1.0	
2	20 1030	Hål					15.0	10.22 min				0.0	
3	30 1035	Verifiering					15.0	4.5 min				0.0	
4	40 1030	Box					30.0	14.98 min				0.0	
5	50 1035	Verifiering					15.0	5.6 min				0.0	
6	60 1030	Gjutning					30.0	3.0 min			0.5	0.0	
7	70 1030	Packning					15.0	4.0 min				0.0	

The 'Stycktid' column is highlighted in red, and the 'Gjutning' operation is also highlighted in red.

20. Upprepa steg 13-19 för samtliga produkter/artikelnummer i listan.
21. Gör en ny kolumn och namnge den "total eftermonteringstid".

22. Multiplicera volymen med stycktiden för att få fram den totala eftermonteringstiden för respektive produkt. Dividera med 60 för att få tiden i timmar.

SUMMA				
	A	B	C	D
1				
2	Artikelnr	Benämning	Antal ▼	Stycktid
3				
4	Produkt A3		8817	3,96
5	Produkt A1 (V1)		6115	46,32
6	Produkt X1		4570	6,50
7	Produkt A4		3069	10,85
8	Produkt A5		2955	4,05
9	Produkt A1 (V2)		2885	40,70
10	Produkt B3		2687	6,00
11	Produkt B1		2640	35,30
12	Produkt A2		2226	40,77
13	Produkt X2		1467	22,50
14	Produkt A1 (V3)		1230	37,22
15	Produkt A6		1227	9,32
16	Produkt A7		1221	8,85
17	Produkt A8		1139	7,79
18	Produkt X3		864	28,50
19	Produkt A1 (V4)		804	39,70

23. Rangordna produkterna efter störst total eftermonteringstid

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2	Artikelnr	Benämning	Antal ▼	Stycktid	Total eftermonteringstid			
3								
4	Produkt A3		8817	3,96	582			
5	Produkt A1 (V1)		6115	46,32	4721			
6	Produkt X1		4570	6,50	495			
7	Produkt A4		3069	10,85	555			
8	Produkt A5		2955	4,05				
9	Produkt A1 (V2)		2885	40,70				
10	Produkt B3		2687	6,00				
11	Produkt B1		2640	35,30				
12	Produkt A2		2226	40,77				
13	Produkt X2		1467	22,50				
14	Produkt A1 (V3)		1230	37,22				
15	Produkt A6		1227	9,32				
16	Produkt A7		1221	8,85				
17	Produkt A8		1139	7,79				
18	Produkt X3		864	28,50				
19	Produkt A1 (V4)		804	39,70				
20	Produkt A2 (V2)		796	40,50				
21	Produkt X4		750	14,00				
22	Produkt X5		549	15,00				

24. Gör tre nya kolumner för “förbättringsfaktorn”, en pessimistisk, en realistisk och en optimistisk. Ge alla cellerna i den pessimistiska, realistiska och optimistiska

kolumnerna värdet 10%, 25% respektive 40%.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2	Artikelnr	Benämning	Antal ▼	Stycktid	Total eftermonteringstid	Förbättringsfaktorn		
3						Pessimistisk	Realistisk	Optimistisk
4	Produkt A1 (V1)		6115	46,32	4721	10%	25%	40%
5	Produkt A1 (V2)		2885	40,70	1957	10%	25%	40%
6	Produkt B1		2640	35,30	1553	10%	25%	40%
7	Produkt A2		2226	40,77	1513	10%	25%	40%
8	Produkt A1 (V3)		1230	37,22	763	10%	25%	40%
9	Produkt X8		322	110,50	593	10%	25%	40%
10	Produkt A3		8817	3,96	582	10%	25%	40%
11	Produkt A4		3069	10,85	555	10%	25%	40%
12	Produkt X2		1467	22,50	550	10%	25%	40%
13	Produkt A2 (V2)		796	40,50	537	10%	25%	40%
14	Produkt A1 (V4)		804	39,70	532	10%	25%	40%
15	Produkt X1		4570	6,50	495	10%	25%	40%
16	Produkt X3		864	28,50	410	10%	25%	40%
17	Produkt X13		254	87,00	368	10%	25%	40%
18	Produkt X11		278	74,00	343	10%	25%	40%
19	Produkt X6		444	40,00	296	10%	25%	40%

25. Gör tre nya kolumner som representerar tidsbesparingen för respektive scenario.

26. Multiplicera den totala eftermonteringstiden för respektive produkt med förbättringsfaktorn för att få fram tidsbesparingen i de olika scenarierna. Ifall man vill få enheten i kr kan tidsbesparingen sedan multipliceras med timkostnaden för en operatör.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2	Artikelnr	Benämning	Antal ▼	Stycktid	Total eftermonteringstid	Förbättringsfaktorn			Tidsbesparing		
3						Pessimistisk	Realistisk	Optimistisk	Pessimistisk	Realistisk	Optimistisk
4	Produkt A1 (V1)		6115	46,32	4721	10%	25%	40%	=E4*F4	1180	1888
5	Produkt A1 (V2)		2885	40,70	1957	10%	25%	40%	196	489	783
6	Produkt B1		2640	35,30	1553	10%	25%	40%	155	388	621
7	Produkt A2		2226	40,77	1513	10%	25%	40%	151	378	605
8	Produkt A1 (V3)		1230	37,22	763	10%	25%	40%	76	191	305
9	Produkt X8		322	110,50	593	10%	25%	40%	59	148	237
10	Produkt A3		8817	3,96	582	10%	25%	40%	58	145	233
11	Produkt A4		3069	10,85	555	10%	25%	40%	55	139	222
12	Produkt X2		1467	22,50	550	10%	25%	40%	55	138	220
13	Produkt A2 (V2)		796	40,50	537	10%	25%	40%	54	134	215
14	Produkt A1 (V4)		804	39,70	532	10%	25%	40%	53	133	213

27. Skapa en ny kolumn och namnge den “implementeringstid” eller “implementeringskostnad” beroende på vilken enhet man vill använda.

28. Uppskatta kostnaden för att implementera flöde, antingen i tid eller i kronor. Börja uppifrån och lägg in kostnaden för de relevanta produkterna. Exempel på kostnadsposter är administrering, planering, balansering och standardisering av arbetsuppgifter. I bilden nedan har implementeringstiden för Testflöde 1 använts som

utgångspunkt för samtliga produkter.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2	Artikelnr	Benämning	Antal ▼	Stycktid	Total eftermonteringstid	Förbättringsfaktorn			Tidsbesparing			Implementeringstid
3						Pessimistisk	Realistisk	Optimistisk	Pessimistisk	Realistisk	Optimistisk	
4	Produkt A1 (V1)		6115	46,32	4721	10%	25%	40%	472	1180	1888	122
5	Produkt A1 (V2)		2885	40,70	1957	10%	25%	40%	196	489	783	122
6	Produkt B1		2640	35,30	1553	10%	25%	40%	155	388	621	122
7	Produkt A2		2226	40,77	1513	10%	25%	40%	151	378	605	122
8	Produkt A1 (V3)		1230	37,22	763	10%	25%	40%	76	191	305	122
9	Produkt X8		322	110,50	593	10%	25%	40%	59	148	237	122
10	Produkt A3		8817	3,96	582	10%	25%	40%	58	145	233	122
11	Produkt A4		3069	10,85	555	10%	25%	40%	55	139	222	122
12	Produkt X2		1467	22,50	550	10%	25%	40%	55	138	220	122
13	Produkt A2 (V2)		796	40,50	537	10%	25%	40%	54	134	215	122
14	Produkt A1 (V4)		804	39,70	532	10%	25%	40%	53	133	213	122
15	Produkt X1		4570	6,50	495	10%	25%	40%	50	124	198	122
16	Produkt X3		864	28,50	410	10%	25%	40%	41	103	164	122
17	Produkt X13		254	87,00	368	10%	25%	40%	37	92	147	122
18	Produkt X11		278	74,00	343	10%	25%	40%	34	86	137	122

29. Gör tre nya kolumner som representerar den slutgiltiga förbättringspotentialen för respektive scenario och produkt.

30. Beräkna förbättringspotentialen för de tre olika scenarierna genom att ta “tidsbesparing” subtraherat med “implementeringstid” för respektive produkt om enheten är timmar, alternativt “kostnadsbesparing” subtraherat med “implementeringskostnad” om enheten är kronor.

eftermonteringstid	Förbättringsfaktorn			Tidsbesparing			Implementeringstid	Förbättringspotential		
	Pessimistisk	Realistisk	Optimistisk	Pessimistisk	Realistisk	Optimistisk		Pessimistisk	Realistisk	Optimistisk
4721	10%	25%	40%	472	1180	1888	122	=I4-L4		
1957	10%	25%	40%	196	489	783	122			
1553	10%	25%	40%	155	388	621	122			
1513	10%	25%	40%	151	378	605	122			
763	10%	25%	40%	76	191	305	122			
593	10%	25%	40%	59	148	237	122			
582	10%	25%	40%	58	145	233	122			
555	10%	25%	40%	55	139	222	122			
550	10%	25%	40%	55	138	220	122			
537	10%	25%	40%	54	134	215	122			
532	10%	25%	40%	53	133	213	122			
495	10%	25%	40%	50	124	198	122			

31. Om förbättringspotentialen är positiv är flödesimplementeringen lönsam. Prioritera att implementera flöden för de produkter med störst förbättringspotential.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1															
2	Artikelnr	Benämning	Antal ▼	Stycktid	Total eftermonteringstid	Förbättringsfaktorn			Tidsbesparing			Implementeringstid	Förbättringspotential (timmar)		
3						Pessimistisk	Realistisk	Optimistisk	Pessimistisk	Realistisk	Optimistisk		Pessimistisk	Realistisk	Optimistisk
4	Produkt A1 (V1)		6115	46,32	4721	10%	25%	40%	472	1180	1888	122	350	1058	1766
5	Produkt A1 (V2)		2885	40,70	1957	10%	25%	40%	196	489	783	122	74	367	661
6	Produkt B1		2640	35,30	1553	10%	25%	40%	155	388	621	122	33	266	499
7	Produkt A2		2226	40,77	1513	10%	25%	40%	151	378	605	122	29	256	483
8	Produkt A1 (V3)		1230	37,22	763	10%	25%	40%	76	191	305	122	-46	69	183
9	Produkt X8		322	110,50	593	10%	25%	40%	59	148	237	122	-63	26	115
10	Produkt A3		8817	3,96	582	10%	25%	40%	58	145	233	122	-64	23	111
11	Produkt A4		3069	10,85	555	10%	25%	40%	55	139	222	122	-67	17	100
12	Produkt X2		1467	22,50	550	10%	25%	40%	55	138	220	122	-67	16	98
13	Produkt A2 (V2)		796	40,50	537	10%	25%	40%	54	134	215	122	-68	12	93
14	Produkt A1 (V4)		804	39,70	532	10%	25%	40%	53	133	213	122	-69	11	91
15	Produkt X1		4570	6,50	495	10%	25%	40%	50	124	198	122	-72	2	76
16	Produkt X3		864	28,50	410	10%	25%	40%	41	103	164	122	-81	-19	42
17	Produkt X13		254	87,00	368	10%	25%	40%	37	92	147	122	-85	-30	25
18	Produkt X11		278	74,00	343	10%	25%	40%	34	86	137	122	-88	-36	15
19	Produkt X6		444	40,00	296	10%	25%	40%	30	74	118	122	-92	-48	-4
20	Produkt B3		2687	6,00	269	10%	25%	40%	27	67	107	122	-95	-55	-15
21	Produkt B2		280	52,74	246	10%	25%	40%	25	62	98	122	-97	-60	-24
22	Produkt X14		250	58,00	242	10%	25%	40%	24	60	97	122	-98	-62	-25
23	Produkt A1 (V5)		353	37,47	220	10%	25%	40%	22	55	88	122	-100	-67	-34

9.7 Bilaga 7 - Applicering av metodstandard utan minimivolyum

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1															
2	Artikelnr	Benämning	Antal ▼	Stycktid	Total eftermonteringstid	Förbättringsfaktorn			Tidsbesparing			Implementeringstid	Förbättringspotential		
3						Pessimistisk	Realistisk	Optimistisk	Pessimistisk	Realistisk	Optimistisk		Pessimistisk	Realistisk	Optimistisk
4	Produkt A1 (V1)		6115	46,32	4721	10%	25%	40%	472	1180	1888	122	350	1058	1766
5	Produkt A1 (V2)		2885	40,70	1957	10%	25%	40%	196	489	783	122	74	367	661
6	Produkt B1		2640	35,30	1553	10%	25%	40%	155	388	621	122	33	266	499
7	Produkt A2		2226	40,77	1513	10%	25%	40%	151	378	605	122	29	256	483
8	Produkt A1 (V3)		1230	37,22	763	10%	25%	40%	76	191	305	122	-46	69	183
9	Produkt X8		322	110,50	593	10%	25%	40%	59	148	237	122	-63	26	115
10	Produkt A3		8817	3,96	582	10%	25%	40%	58	145	233	122	-64	23	111
11	Produkt A4		3069	10,85	555	10%	25%	40%	55	139	222	122	-67	17	100
12	Produkt X2		1467	22,50	550	10%	25%	40%	55	138	220	122	-67	16	98
13	Produkt A2 (V2)		796	40,50	537	10%	25%	40%	54	134	215	122	-68	12	93
14	Produkt A1 (V4)		804	39,70	532	10%	25%	40%	53	133	213	122	-69	11	91
15	Produkt X1		4570	6,50	495	10%	25%	40%	50	124	198	122	-72	2	76
16	Produkt X3		864	28,50	410	10%	25%	40%	41	103	164	122	-81	-19	42
17	Produkt X13		206	117,00	402	10%	25%	40%	40	100	161	122	-82	-22	39
18	Produkt X11		254	87,00	368	10%	25%	40%	37	92	147	122	-85	-30	25
19	Produkt X6		132	165,00	363	10%	25%	40%	36	91	145	122	-86	-31	23
20	Produkt B3		131	158,00	345	10%	25%	40%	34	86	138	122	-88	-36	16
21	Produkt B2		278	74,00	343	10%	25%	40%	34	86	137	122	-88	-36	15
22	Produkt X14		74	270	333	10%	25%	40%	33	83	133	122	-89	-39	11
23	Produkt A1 (V5)		244	78,00	317	10%	25%	40%	32	79	127	122	-90	-43	5
24	Produkt X10		444	40,00	296	10%	25%	40%	30	74	118	122	-92	-48	-4
25	Produkt A5		2687	6,00	269	10%	25%	40%	27	67	107	122	-95	-55	-15
26	Produkt A6		199	75,00	249	10%	25%	40%	25	62	100	122	-97	-60	-23



CHALMERS