



CHALMERS

# Produktivitetsförbättring för förpackningsflöden på Swedish Match Industries AB

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet ekonomi och  
produktionsteknik

ANDREAS NILSSON  
MARTINUS KYRK DAHLGREN

INSTITUTIONEN FÖR TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION  
AVDELNINGEN FÖR SUPPLY AND OPERATIONS MANAGEMENT

---

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, 2024  
[www.chalmers.se](http://www.chalmers.se)



Produktivitetsförbättring för  
förpackningsflöden på Swedish Match  
Industries AB

ANDREAS NILSSON  
MARTINUS KYRK DAHLGREN

TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION  
Avdelning för Supply and Operations Management  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, Sverige 2024

Produktivitetsförbättring för förpackningsflöden på Swedish Match Industries AB

ANDREAS NILSSON  
MARTINUS KYRK DAHLGREN

© ANDREAS NILSSON, 2024  
© MARTINUS KYRK DAHLGREN, 2024

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

Göteborg, Sverige 2024

## Förord

Detta examensarbete är utfört vid Chalmers tekniska högskola i Göteborg inom Ekonomi- och Produktionsteknik våren 2024. Arbetet omfattar 15 hp och är genomfört på företaget Swedish Match Industries AB i Tidaholm.

Först och främst vill vi rikta ett stort tack till våra handledare på Swedish Match. Tack för att vi fått utföra examensarbetet hos er och tack för allt stöd ni gett oss under arbetets gång. Vi vill även tacka all övrig personal som vi har haft samtal och intervjuer med på företaget för att ni har ställt upp och svarat på frågor.

Avslutningsvis vill vi framföra vårt varma tack till Peter Almström, vår handledare på Chalmers, för det omfattande stöd, feedback och de värdefulla insikter vi har erhållit under arbetets gång.

Göteborg - Maj 2024

Andreas Nilsson

Martinus Kyrk Dahlgren

Göteborg, Sverige 2024

Produktivitetsförbättring för förpackningsflöden på Swedish Match Industries AB

ANDREAS NILSSON  
MARTINUS KYRK DAHLGREN

Institutionen för Teknikens ekonomi och organisation  
Chalmers tekniska högskola

## **SAMMANFATTNING**

Swedish Match är ett svenskt tillverkningsföretag som verkar inom tre affärsområden: snus, tändare och tändprodukter. Denna rapport undersöker produktionen av braständare i Tidaholm med fokusering på tre förpackningslinjer som i nuläget har problem kring produktivitet. Linjerna som undersöks är cylinder-, box- och XXL-linjen. Studiens syfte har därmed varit att identifiera och analysera kapacitetsförluster för de tre förpackningslinjerna samt presentera förslag för att uppnå ökad produktivitet. Genomförandet av studien har skett genom en beskrivning samt analysering av nuläget för att sedan presentera lösningsförslag. Metoderna som har använts för att nå detta syfte är observationer, intervjuer, intern data, arbetsmätningar och litteraturstudier.

Inom nulägesbeskrivningen och analysen beskrivs packlinjerna samt tillhörande begränsningar. Analysen från nulägesbeskrivningen slutförs i en sammanställning av fem kapacitetsbegränsningar för de tre förpackningslinjerna. Här presenteras att linjernas flaskhals samt en variation i processtid finns i påfyllningssteget för förpackningarna. Det presenteras även att det inte finns standardiserade arbetssätt. Ytterligare beskrivs bristen på störningshantering och uppföljning som en av de primära kapacitetsbegränsningarna. Slutligen presenteras långa planerade driftstopp som en anledning till de kapacitetsproblem som finns idag.

Studien presenterar fyra lösningsförslag för att öka produktiviteten och lösa kapacitetsbegränsningarna. Det första presenterade lösningsförslaget är införande av standardiserat arbetssätt. Andra lösningsförslaget utgår i hantering av störningar genom insamling av störningsdata samt påbörja störningsuppföljning. Lösningsförslag kring hanteringen av variation inom påfyllare presenteras med förslag på införskaffande av en buffer. Slutligen presenteras lösningsförslaget att automatisera större delar av förpackningslinjerna från det primära manuella arbete som finns idag för att säkerställa minskad variation och planerade stopp.

Nyckelord: Kapacitet, produktivitet, produktionsledning, prestationsmätning

Göteborg, Sverige 2024

Produktivitetsförbättring för förpackningsflöden på Swedish Match Industries AB

ANDREAS NILSSON

MARTINUS KYRK DAHLGREN

Institutionen för Teknikens ekonomi och organisation

Chalmers tekniska högskola

## **Abstract**

Swedish Match is a Swedish manufacturing company operating in three business areas: snuff, lighters, and ignition products. This report focuses on the production of firelighters in Tidaholm, with an emphasis on three packaging lines that face productivity challenges. The lines being examined are the cylinder, box, and XXL lines. The study's objective has been to identify and analyze capacity losses for the three packaging lines and present proposals to improve productivity. The study was conducted through a description and analysis of the current state, followed by solution proposals. The methods used to achieve this goal include observations, interviews, internal data, work measurements, and literature studies.

The current situation description and analysis detail the packaging lines and their associated limitations. The analysis from the current state description concludes with a compilation of five capacity constraints for the three packaging lines. It shows that the lines contain bottlenecks and variations in process time at the filling stage for the packaging. It is also highlighted that there are no standardized working methods. Additionally, the lack of disturbance management and follow-up is described as one of the primary capacity constraints. Finally, long planned downtime is presented as a reason for the current capacity problems.

The study presents four solution proposals to increase productivity and address the capacity constraints. The first proposed solution is the implementation of standardized working methods. The second proposal involves reducing disturbances by collecting disturbance data and initiating disturbance follow-up. The solution proposal regarding handling variation in fillers includes the acquisition of a buffer. Lastly, the final solution proposal suggests automating significant parts of the packaging lines to minimize variation and planned downtime, moving away from the predominantly manual work currently in place.

Keywords: Capacity, productivity, production management, performance measurement



# Innehållsförteckning

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Inledning .....</b>                    | <b>1</b>  |
| 1.1 Bakgrund.....                            | 1         |
| 1.2 Syfte.....                               | 2         |
| 1.3 Avgränsningar.....                       | 2         |
| 1.4 Precisering av frågeställning.....       | 2         |
| <b>2. Metod .....</b>                        | <b>4</b>  |
| 2.1 Beskrivning av nuläget.....              | 4         |
| 2.1.1. Observationer.....                    | 4         |
| 2.1.2. Intervjuer.....                       | 5         |
| 2.1.3. Intem data.....                       | 6         |
| 2.2 Analys av nuläget.....                   | 6         |
| 2.3 Arbetsmätning.....                       | 6         |
| 2.3.1 Klocktidsstudie.....                   | 6         |
| 2.3.2 Frekvensstudie.....                    | 7         |
| 2.4 Litteratursökning.....                   | 7         |
| 2.5 Litteraturstudie.....                    | 7         |
| 2.6 Validering av källor.....                | 8         |
| 2.7 Förväntat resultat.....                  | 8         |
| <b>3. Teori.....</b>                         | <b>9</b>  |
| 3.1 Kapacitet.....                           | 9         |
| 3.2 Produktivitet.....                       | 9         |
| 3.3 Flaskhalsar.....                         | 9         |
| 3.4 Nyckeltal.....                           | 10        |
| 3.4.1 Cykeltid.....                          | 10        |
| 3.4.2 Processtid.....                        | 10        |
| 3.4.3 Takttid.....                           | 10        |
| 3.4.4 Lager.....                             | 10        |
| 3.4.5 Balanseringsförlust.....               | 11        |
| 3.5 Variation.....                           | 11        |
| 3.6 Standardiserat arbetssätt.....           | 11        |
| 3.7 Processflödesdiagram.....                | 12        |
| 3.8 7 + 1 Slöserier.....                     | 12        |
| 3.9 Kontinuerlig flödesprocesslayout.....    | 12        |
| 3.10 Spagettidiagram.....                    | 13        |
| <b>4. Nulägesbeskrivning och analys.....</b> | <b>14</b> |
| 4.1 Tändkub-tillverkningslinjen.....         | 14        |
| 4.1.1 Produktionsprocessen.....              | 14        |
| 4.1.2 Processflödesdiagram.....              | 15        |
| 4.1.3 Nulägeskapacitet.....                  | 16        |
| 4.2 Cylinderlinjen.....                      | 16        |
| 4.2.1 Produktionsprocessen.....              | 16        |
| 4.2.2 Processflödesdiagram.....              | 17        |
| 4.2.3 Nulägeskapacitet.....                  | 18        |
| 4.3 Boxlinjen.....                           | 19        |
| 4.3.1 Produktionsprocessen.....              | 19        |

|                   |   |           |
|-------------------|---|-----------|
| 4.3.2             | Processflödesdiagram .....                                  | 20        |
| 4.3.3             | Nulägeskapacitet .....                                      | 21        |
| 4.3.4             | Frekvensstudie .....  | 22        |
| 4.4               | XXL-linjen .....  | 26        |
| 4.4.1             | Produktionsprocessen .....                                  | 27        |
| 4.4.2             | Processflödesdiagram .....                                  | 27        |
| 4.4.3             | Nulägeskapacitet .....                                      | 28        |
| 4.5               | Analys av nuläget .....                                     | 29        |
| 4.5.1             | Överkapacitet i tillverkningslinje .....                    | 29        |
| 4.5.2             | Påfyllaren .....  | 30        |
| 4.5.3             | Spill .....   | 31        |
| 4.5.4             | Störningshantering .....                                    | 31        |
| 4.5.5             | Planerade stopp .....                                       | 32        |
| 4.5.6             | Olika arbetsätt .....                                       | 32        |
| 4.5.7             | Inget standardiserat arbetsätt vid omställningsarbete ..... | 33        |
| 4.5.8             | Låg automatiseringsgrad .....                               | 34        |
| 4.5.9             | Frekvensstudie över box-linje .....                         | 34        |
| 4.6               | Sammanställning av kapacitetsbegränsningar .....            | 35        |
| 4.6.1             | Variation .....   | 35        |
| 4.6.2             | Inga standardiserade arbetsätt .....                        | 36        |
| 4.6.3             | Störningshantering och uppföljning .....                    | 36        |
| 4.6.4             | Flaskhals .....   | 36        |
| 4.6.5             | Planerade driftstopp .....                                  | 36        |
| <b>5.</b>         | <b>Lösningförslag .....</b>                                 | <b>38</b> |
| 5.1               | Införa standardiserade arbetsätt .....                      | 38        |
| 5.1.1             | Framtagning av standardiserat arbetsätt .....               | 38        |
| 5.2               | Störningshantering .....                                    | 40        |
| 5.2.1             | Störningsdata insamling .....                               | 40        |
| 5.2.2             | Störningsuppföljning .....                                  | 41        |
| 5.3               | Hantering av variation .....                                | 42        |
| 5.3.1             | Påfyllaren för cylinder och box .....                       | 42        |
| 5.3.2             | Påfyllaren för XXL .....                                    | 42        |
| 5.4               | Automatisering .....  | 43        |
| 5.4.1             | Implementering av automatisering .....                      | 43        |
| 5.4.2             | Hantera motståndet för automatisering .....                 | 44        |
| <b>6.</b>         | <b>Diskussion och slutsatser .....</b>                      | <b>45</b> |
| 6.1               | Diskussion kring lösningförslag .....                       | 45        |
| 6.2               | Diskussion kring metod .....                                | 46        |
| 6.3               | Diskussion kring hållbarhet och etik .....                  | 47        |
| 6.4               | Slutsats .....  | 48        |
| 6.5               | Framtida studier .....                                      | 49        |
| <b>Referenser</b> | <b>.....</b>  | <b>50</b> |

# 1. Inledning

Följande kapitel presenterar bakgrunden för rapporten med dess syfte och avgränsningar. Slutligen presenteras en precisering för de två frågeställningarna inom rapporten.

## 1.1 Bakgrund

Swedish Match är en koncern som är verksam inom tre olika affärsområden: snus, tändare och tändprodukter. Från början var koncernen uppdelad i två olika företag, deras tobaksverksamhet Svenska Tobaks AB och tändsticksverksamheten Svenska Tändsticks AB. Från och med år 1994 har företagen ingått i samma koncern, under företagsnamnet Swedish Match. Swedish Match Industries AB, fortsatt benämnd som Swedish Match, kommer ursprungligen från Svenska Tändsticks AB som grundades år 1917. I slutet av 2022 blev Swedish Match uppköpt från Stockholmsbörsen och ingår numera i Philip Morris International. Philip Morris är ett bolag som tillverkar och säljer produkter inom tobaksbranschen. Swedish Match bedriver idag produktion av tändstickor och tändprodukter till största del i en fabrik i Tidaholm. Denna rapport kommer fokusera på avdelningen i Tidaholm som tillverkar tändkuber som används av slutkund för tändning av brasa eller utomhus i till exempel eldstäder eller grillar.

Marknaden för tändprodukter finns till stor del utanför Sverige. 98% av den totala produktionen exporteras till andra länder medan 2% av produkterna stannar i Sverige. Swedish Match är störst på den europeiska marknaden där 50% av all försäljning sker inom Europa medan resterande 50% av försäljningen sker i övriga delar av världen. I dagsläget har Swedish Match ett konkurrerande företag som producerar tändstickor i Ungern. Inom braständare är det högre konkurrens på marknaden till följd av en enklare tillverkningsmetod, vilket gör det svårare att ta en större marknadsandel. Hur efterfrågan är över året är svårbedömt och det finns ingen data över efterfrågan då produktionen i Tidaholm är ny. Det som går att påpeka är en säsongsbaserad variation med högre efterfrågan under vintersäsongen och sommarsäsongen.

Produktionen för braständare i Tidaholm startades den första maj 2023 efter att företaget flyttade en befintlig maskinpark från en fabrik i Nederländerna som Swedish Match köpt. Denna maskinpark är den enda som Swedish Match innehar inom braständartillverkning och det blev en ny marknad för Philip Morris när koncernen köpte Swedish Match. Braständaren tillverkas i tre olika tjocklekar, formad som en kaka eller lösa kuber. Formatet på kakorna är alltid i samma dimensioner, 12 centimeter breda och 18 centimeter långa, uppdelat i antingen 8, 24, 28 eller 32 delar. Dessa förpackas sedan i en mängd olika förpackningar eller i cylinderformat. Produktionen består av två packlinjer för paketering av kakor och fyra linjer för olika paketering av kuber. Produktionen på enheten i Tidaholm utförs på två skift, ett förmiddagsskift från 05.36 till 14.00 och ett eftermiddagsskift från 13.54 till 23.00. Inom skiftet arbetar operatörer på produktionslinjer där de roterar mellan olika arbetsuppgifter.

Värdet för kunden skapas i produktionen av braständare där resurserna förädlas till hela produkter. Det vill säga processen från att softboard sågas för att få rätt dimensioner, doppas i fettsyra för att få rätt egenskaper och slutligen förpackas för att levereras till kund.

I nuläget upplevs problem inom förpackningen av tändkuberna där den förväntade kapaciteten inte nås. Samtidigt upplever företaget effektivitetsproblem i produktionen av tändkuber och det finns en brist på lämplig dokumentation och mätetal för uppföljning. Den tillverkning som sker inom linjerna når inte upp till den beräknade kapaciteten och företaget söker därmed lösningar på detta.

Genom att utföra en undersökning inom tillverkningsprocessen på Swedish Match kan bakomliggande problem synliggöras, vilket kan vara orsaken till företagets problem i nuläget. Vidare kan olika kapacitetsförluster identifieras för att kunna effektivisera produktionslinjen. Resultatet av undersökningen kan bidra till en utökning av produktionskapaciteten vilket i sin tur ökar den värdeskapande tiden.

## 1.2 Syfte

Syftet med rapporten är att identifiera och analysera kapacitetsförluster för valda linjer inom braständartillverkningen samt presentera förslag för att uppnå ökad produktivitet.

## 1.3 Avgränsningar

Arbetet kommer att rikta in sig på tre förpackningslinjer inom produktionen för avdelningen braständare. Linjerna som undersöks är packlinjen för cylinder, box och XXL. Arbetet kommer att utgå och begränsa sig till när materialet kommer in till produktionen fram till att den går ut ur produktionen vilket kan sammanfattas till den totala tillverkningsprocessen inuti fabriken i Tidaholm.

## 1.4 Precisering av frågeställning

Vidare kommer en precisering av frågeställningen att presenteras vilket kommer att undersökas genom arbetets gång. För att uppfylla syftet med arbetet formulerades två frågeställningar som kommer att användas som grund för arbetet. Den första frågeställningen grundar sig i hur företaget ser ut idag för att skapa en tydlig bild för nuläget inom företaget. Den första frågeställningen är:

- *Vilka faktorer påverkar produktionskapaciteten för de valda braständarproduktionslinjerna idag?*

När denna frågeställning är uppnådd har man en god grund för att fortsätta arbetet och fokusera på att framkalla förbättringsförslag åt företaget vilket leder till den andra frågeställningen:

- *Hur kan produktiviteten öka i de valda braständarproduktionslinjerna?*

## 2. Metod

I följande kapitel beskrivs studiens process översiktligt. Studiens metoder och genomförande presenteras där tillvägagångssättet för datainsamling och dataanalys beskrivs. Kapitlet avslutas med en diskussion kring litteratur och dess trovärdighet.

### 2.1 Beskrivning av nuläget

Under arbetet har en nulägesbeskrivning skapats över produktionslinjen och för detta har tre metoder tillämpats som inkluderar intervjuer, egna observationer och intern data. Dessa metoder har använts som grund för att skapa en tillförlitlig beskrivning av nuläget och beskrivs utförligare nedan.

#### 2.1.1. Observationer

En första bild av produktionen erhöles genom att gå ut och inspektera lokalen. Genom att inspektera produktionen tillkännagavs processens olika delar och vilka resurser som tillhörde respektive linje. En lämplig metod för att bilda en uppfattning av det dagliga arbetet är observationer (Blomkvist & Hallin, 2014). Att personligen gå ut och se produktionen gav en bättre bild av upplägget samtidigt som relevanta frågor inför intervjuerna och samtalen uppenbarades. Under observationerna utfördes inget arbete parallellt med diskussionerna för att fokusera på vad som uppstod inom linjen.

En djupare bild av produktionen och dess uppbyggnad erhöles vid första besöket hos företaget där produktionschefen gav en rundtur runt hela produktionslokalen och dess ingående delar. För att få en djupgående uppfattning av förpackningslinjerna utfördes flera individuella besök där kompletterande uppgifter och beskrivningar samt mätetal inhämtades. Besöken dokumenterades genom att skriva ner och fotografera ingående delar i produktionen för att vidare analyseras. Dokumentationen är viktig då det är i den som observationens trovärdighet grundas (Blomkvist & Hallin, 2014). Under arbetets gång har även flertalet mätningar utförts som utgår ifrån en kvantitativ karaktär. Det är i den data som relevanta mätvärden har grundats och reliabiliteten av intern data utvärderats. Genom observationerna kontrollerades och jämfördes de frågor som ställts inom intervjuerna. Samtliga observationer utfördes med en strukturerad och passiv karaktär, vilket innebär att innehållet var förplanerat och att observationsobjektet utför sina uppgifter ostört.

| Datum      | Syfte           | Struktur                | Tid |
|------------|-----------------|-------------------------|-----|
| 2024-02-16 | Produktionslina | Strukturerad och passiv | 2h  |
| 2024-02-23 | Produktionslina | Strukturerad och        | 1h  |

|            |                 |                         |      |
|------------|-----------------|-------------------------|------|
|            |                 | passiv                  |      |
| 2024-03-13 | Produktionslina | Strukturerad och passiv | 1h   |
| 2024-03-14 | Produktionslina | Strukturerad och passiv | 2h   |
| 2024-04-15 | Arbetsätt       | Strukturerad och passiv | 1.5h |
| 2024-04-15 | Arbetsätt       | Strukturerad och passiv | 3.5h |
| 2024-04-16 | Arbetsätt       | Strukturerad och passiv | 4.5h |

Figur 1. Tabell som beskriver observationstillfällena utifrån deras syfte, struktur och tid.

### 2.1.2. Intervjuer

Under arbetet har informationsmodellen intervjuer tillämpats. Intervjuer har genomförts med produktionschef, förbättringskoordinator och operatörer inom företaget. Intervjuer skapar en förståelse över produktionen och nuläget. Intervjuerna bestod främst av semistrukturerade men även enstaka ostrukturerade intervjuer. En semistrukturerad intervju är upplagd med grundläggande frågor med utrymme för följdfrågor och en ostrukturerad intervju är öppen, utan förutbestämda frågor men med ett förutsatt ämnesområde (Blomkvist & Hallin, 2014). Intervjuerna med produktionschef och förbättringskoordinator genomfördes tidigt i studien för att kunna sammanställa studiens syfte och frågeställningar.

Intervjuerna utgick från en kvalitativ datainsamling som uppfylls genom att hålla intervjuerna med en eller två personer i taget. Denna metod möjliggör en djupare förståelse och ger utrymme för följdfrågor vid eventuella oklarheter.

| Datum      | Syfte           | Roll                                     | Struktur         |
|------------|-----------------|--|------------------|
| 2024-01-25 | Produktionslina | Produktionschef, förbättringskoordinator | Semistrukturerad |
| 2024-02-02 | Produktionslina | Produktionschef, förbättringskoordinator | Semistrukturerad |
| 2024-02-22 | Arbetsätt       | Operatör                                 | Ostrukturerad    |
| 2024-03-13 | Arbetsätt       | Förbättringskoordinator                  | Semistrukturerad |

Figur 2. Tabell som beskriver intervjutillfällena utifrån deras syfte, roll och struktur.

### 2.1.3. Intern data

För att komplettera intervjuerna och de egna observationerna har befintlig intern data inom företaget använts som en grund för beskrivningen av nuläget. Den interna data som använts är karta över produktionslinjen, befintlig statistik om mätetal och statistik om avbrott i produktionslinjen. Inom företaget finns det brist på data som visar nuläget och har därför använt den data som är relevant för studien. Genom att använda befintlig data inom organisationen effektiviserar arbetet där man undviker att arbeta dubbelt, även kallat överarbete och är en form av slöseri enligt lean-principer (Liker & Meier, 2011). Den data som erhållits av företaget har granskats kritiskt och kontrollerats i form av observationer i produktionen.

## 2.2 Analys av nuläget

När beskrivningen av nuläget är utförd gick arbetet vidare till nästa del som är analyseringen av tillhandahållna uppgifter och svar. Detta steg ligger till viktig grund för förbättringsförslagen som formulerats utifrån denna analys. Analysen inkluderar formulering av problemområden där en grund utgörs av mätetal och arbetsätt. Underlaget för analysen baseras på flera teorier som beskrivs i teorikapitlet.

## 2.3 Arbetsmätning

För att skapa en objektiv bild över nuläget inför analysen har två olika arbetsmätningmetoder använts. Den första är i form av klocktidsstudie för att precisera standardtider för de olika momentens processer. Den andra är frekvensstudie för att skapa en uppfattning kring fördelningen av aktiviteter för operatören och hur dessa skiftar under arbetsdagen.

### 2.3.1 Klocktidsstudie

En metod för att mäta tider för produktionsrelaterat arbete är att använda sig av klocktidsstudier. Studien utgår från användningen av en stoppklocka för att utvärdera eller fastställa en ny standardtid (Almström, 2024). Genom att mäta ut ett antal cykler av den tid det tar för en maskin eller manuellt arbete att utföra sin aktivitet fastställs en genomsnittlig standardtid. För att uppnå tillförlitlig data finns det vissa åtgärder att följa, där den första är att det är en erfaren operatör som utför arbetet då man mäter på manuellt arbete. De andra åtgärderna att följa är att mäta flera cykler där tumregeln är 10, sortera ut mätningar där störningar eller avvikelser har förekommit och slutligen att använda sig av den genomsnittliga tiden.

### 2.3.2 Frekvensstudie

En frekvensstudie är en statistisk arbetsmodell som utgår från stickprover på objekt för att utvärdera förluster inom verksamheter (Almström, 2024). Genom att sprida stickprover över tid fastställs en helhetsbild över alla aktiviteter, även aktiviteter som normalt inte ingår i arbetscykeln. Studien utgår ifrån att studera objekt i form av operatörer eller montörer. Studien kan utföras på två olika sätt där första metoden är att använda slumpmässigt tidsintervall på ett fast objekt medan andra metoden är att använda sig av ett fast tidsintervall på slumpmässiga objekt. Denna studie kommer att använda sig av den andra metoden.

För beräkning över antal stickprov samt testa sina utvalda aktiviteter ska en förstudie utföras.

Beräkning för antal stickprov erhålls från denna formel:  $n = \frac{z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{e^2}$

där  $n$  = minsta antal stickprov,  $z$  = värde beroende på valt konfidensintervall där 1.96 fås av 95% konfidensintervall,  $p$  = sannolikhet att aktiviteten uppstår och  $e$  = acceptabel felgräns.

Den acceptabla felgränsen beräknas genom  $e = p_{\text{minst}} * e_{\text{relativt fel}}$ , där  $p_{\text{minst}}$  = sannolikhet minsta intressanta aktivitet som erhålls från förstudien och  $e_{\text{relativt fel}}$  = relativt fel i hänseende till syfte vilket i denna studien är 13%. Frekvensstudien ligger till grund för en nulägesanalys över vilka aktiviteter som tillför värde för arbetet.

## 2.4 Litteratursökning

Information och litteratur från Chalmers databaser och Chalmers bibliotek använts initialt. För att få kunskap och förståelse inom området har relevant litteratur i form av vetenskapliga artiklar, e-böcker och böcker undersökts. Litteratur från tidigare kurser inom studieprogrammet har använts som grund för att besvara frågeställningarna. De sökord som har använts för litteraturen var production management, production engineering, operations management, technology application, maintenance engineering, performance measurement, organizational culture och capacity loss.

## 2.5 Litteraturstudie

Genomgående under arbetets gång har en litteraturstudie utförts där informationshämtning har skett löpande. Detta för att koppla den information som erhållits i arbetet relevant till den aktuella tidpunkten i processen. För att få en grundläggande uppfattning om sitt eget arbete krävs en bred kunskap inom området (Blomkvist & Hallin, 2014). Därför utfördes den största delen av litteraturstudien främst under början av arbetet i kapitlet om teori och sedan som underlag för lösningsförslagen.

## 2.6 Validering av källor

Valideringen av källor har utförts löpande under arbetet. De delar som haft en påverkan under arbetets gång är behovet av flera perspektiv och flera källor som bekräftar varandra. Denna validering har genomförts genom att verifiera att flera personer bekräftar samma påståenden. I arbetsmätningarna har det även genomförts flera mätningar för varje moment för att undvika avvikelser. Vid litteratursökandet för teoridelarna har en validering av källornas trovärdighet utförts genom frågorna: Stödjer sig källan på välkänd forskning, använder källan trovärdiga publikationer, är metoderna lämpliga för källans forskningsfråga och hur källan har ställt sig inför potentiella kritiker (Taylor, 2013).

## 2.7 Förväntat resultat

Efter avslutat examensarbete ska resultatet kunna implementeras i nuvarande produktion. Resultatet förväntas vara en teoretisk grund för vidare arbete med kapacitetsökningen av de utsatta produktionslinjerna men även andra produktionslinjer inom fabriken.

## 3. Teori

Inom följande kapitel kommer den teori som ligger till grund för rapporten att presenteras. Teorins syfte inom rapporten är att fungera som en referensram över de moment och begrepp som rapporten behandlar.

### 3.1 Kapacitet

Kapacitet beskrivs som mätetalet som är mest kopplat till processflödesdiagram och är ett mätetal som går att utveckla för nästan varje steg inom en process (Holweg, M. et al., 2018). Genom en noggrann och precis mätning av kapacitet kan man upptäcka både primära och sekundära flaskhalsar. Stationära flaskhalsar kan man tyda genom att det byggs upp ett lager före och kommer lite från denna station. Det kan även uppstå dynamiska flaskhalsar där flaskhalsen förflyttar sig över processen och uppstår på olika ställen vid olika tidpunkter. Det främsta nyckeltalet för att definiera kapaciteten i en process är utnyttjandegraden i processen som kan hänvisas till produktiviteten. Produktivitet är ett mått på vad man får som output genom sin input vilket kan definieras genom till exempel resurser som pengar, kompetens eller material. Kapaciteten baseras på produktionstiden där förluster i form av hastighet och tillgänglighet minskar kapaciteten (Slack et al., 2013). Tillgänglighetsförluster uppstår vid maskinfel och omställningsarbeten där hastighetsförluster grundar sig i problem inom utrustningen och maskiner som inte används.

### 3.2 Produktivitet

Produktivitet är ett begrepp som är nära relaterat till kapacitet. Produktivitet beskrivs ofta genom att definiera hur mycket som kan produceras i jämförelse med andelen arbete eller resurser (Holweg, M. et al., 2018). Från detta kan man precisera hur mycket arbete som krävs för att producera en viss mängd enheter. Därmed kan processer förbättras och följas upp genom att antingen öka mängden som produceras eller minska de resurser som krävs för att uppnå samma produktionsnivå.

### 3.3 Flaskhalsar

En vanlig anledning till att processer inte når upp till den kapacitet som är teoretiskt möjlig är flaskhalsar (Holweg, M. et al., 2018). Flaskhalsar kan definieras som den långsammaste processen i ett flöde där den längsta processtiden avgränsar flödes hastigheten. En process som har snabbare processtid än flaskhalsen för produktionen utgör att produkter i arbete ökar eller att det blir väntetid. Om antalet produkter i arbete ökar innebär det att köer bildas innan processens flaskhals vilket leder till lagerbildning.

Flaskhalsar kan uppstå av två olika anledningar, engångshändelser där exempelvis maskiner går sönder eller kontinuerligt uppstående flaskhalsar som är återkommande (Holweg, M. et al., 2018). Dessa kan sedan delas upp i två olika kategorier, statiska och dynamiska flaskhalsar. Statika flaskhalsar är enklare att upptäcka där dessa uppstår i samma station eller process. Dynamiska flaskhalsar är mer komplicerade eftersom flaskhalsen då fluktuerar mellan processens stationer beroende på produktionens upplägg. Orsaken till att statiska flaskhalsar uppstår grundar sig i kapacitetsproblem där en stations processtid begränsar resterande stationer medan dynamiska flaskhalsar grundar sig i problem inom produktionsplanen.

## 3.4 Nyckeltal

Det finns flera nyckeltal som används för att beskriva en process inom processflödesdiagrammet. De nyckeltal som presenteras är cykeltid, processtid, takttid och lager. De enskilda nyckeltalen används som hjälpmedel och skapar en förståelse över den större processen och deras samband för att kunna dra en välgrundad slutsats.

### 3.4.1 Cykeltid

Cykeltiden för en process är ett mått för hur snabbt en process kan producera en produkt (Holweg, M. et al., 2018). Med detta menas tiden mellan att en produkt går ur systemet till att nästa produkt går ur systemet. Denna tid begränsas av flaskhalsen i systemet vilket innebär att den totala cykeltiden för processen aldrig blir snabbare än den långsammaste enskilda cykeltiden.

### 3.4.2 Processtid

Processtiden beskrivs som tiden det tar för en maskin att utföra sin process (Holweg, M. et al., 2018). Med detta menas från att en produkt påbörjar sin process till att processen är utförd oberoende på antalet produkter som utfördes samtidigt i processen.

### 3.4.3 Takttid

Takttiden är ett teoretiskt koncept som beskriver den teoretiska takten som kunden efterfrågar (Holweg, M. et al., 2018). Detta måttal visar den takt som processen måste producera i för att matcha kundens efterfrågan.

### 3.4.4 Lager

Lager är ett måttal som beskriver volymen av produkter som finns inuti produktionen kopplat till tid (Holweg, M. et al., 2018). Detta får sin koppling med tiden då

genomloppstiden för en produkt ökar när det finns lager i systemet. Vid spårningen av lager undersöker man råmaterial, produkter i arbete och det slutliga färdigvarulagret. Med hjälp av kunskap av både taktid och lagret är det även möjligt att undersöka teoretiskt antal dagar av kundbehov som man har i lager.

### 3.4.5 Balanseringsförlust

Till följd av flaskhalsar inom produktionen uppstår balanseringsförluster. Genom att balansera linjer kan produktiviteten öka för att närma sig ett teoretiskt maximalt värde (Holweg, M. et al., 2018). Det speglar elimineringen av alla flaskhalsar inom processen vilket leder till att alla stationer har samma cykeltid och därmed utnyttjas till samma grad. Balanseringsförluster beräknas med formeln:  $Balanseringsförlust = \frac{Väntetid}{Antal\ stationer * Längsta\ cykeltid}$  (Slack et al., 2013).

## 3.5 Variation


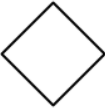



Variation beskrivs som avvikelser där en mätning inte överensstämmer med ett förutsett utfall (Holweg et al., 2018). En vanlig missuppfattning är att variation endast uppstår i form av kvalitetsavvikelser på produkter. Enligt Holweg uppstår variation inte enbart i form av kvalitetsavvikelser utan det finns även en variation i kvantitet och tid på processerna. Kvantitet- och tidsvariationer uppstår istället där processer överlämnar en produkt eller information mellan varandra för att vidareförädlas. Om processtiden på stationerna skiljer sig uppstår det en skillnad i hur fort processerna kan förädla materialet vilket blir en variation i tid och kvantitet. Ojämn processtid kan bero på antingen att den föregående stationen producerar snabbare och därmed blockeras eller att den efterföljande stationen producerar snabbare och därmed inte får tillräckligt med material. Tidsvariationen på processerna benämns med blockering och svältning, där skillnaden kommer påverka processens kapacitet.

## 3.6 Standardiserat arbetssätt

Ett standardiserat arbetssätt är av avgörande betydelse för framgången inom kvalitetsförbättringsarbetet av flera skäl, enligt principerna inom lean manufacturing. Genom att etablera och följa ett enhetligt standardiserat arbetssätt skapas en stabil grund för kontinuerliga förbättringar (Liker & Meier, 2011). Det är av stor vikt att alla arbetare kan utgå från denna gemensamma grund, då det underlättar identifiering och åtgärdande av brister på ett enhetligt sätt, vilket i sin tur gynnar förbättringsprocessen. Efter genomförandet av en förbättringsåtgärd är det nödvändigt att integrera denna förbättring i det befintliga standardiserade arbetssättet för att säkerställa långsiktiga och hållbara förbättringar.

### 3.7 Processflödesdiagram

Ett processflödesdiagram är en form av karta som beskriver processen inuti ett system utifrån aspekter som start och slutpunkt, var beslut tas, lager, värdeökande processer och vilken riktning flödet rör sig (Holweg, M. et al., 2018). Processflödesdiagram används som ett verktyg för att beskriva nuläget för en process där man undersöker vad som exakt händer och hjälper till att visualisera processen.

|   |                         |
|---|-------------------------|
|    | Start- eller slutpunkt  |
|    | Beslutsspunkt           |
|    | Lager                   |
|   | Värdeadderande process  |
|  | Processflödets riktning |

Figur 3. Beskrivning av betydelse av figurer i ett processflödesdiagram.  
(Figuren är skapad utifrån koncept av Holweg, M. et al., 2018)

### 3.8 7 + 1 Slöserier

Inom Lean manufacturing teorier finns det 7 primära slöserier som är icke värdeskapande aktiviteter i en produktion eller företagsmodell (Liker & Meier, 2011). Slöserierna beskrivs som överproduktion, väntetid, transport, överarbete, lager, kassation och rörelse. Ett åttonde slöseri beskrivs även och kallas för outnyttjad kreativitet.

### 3.9 Kontinuerlig flödesprocesslayout

Kontinuerlig flödesprocesslayout är en effektiv layout vid produktion av hög volym med lågt antal varianter (Holweg et al., 2018). Layouten bygger på ett kontinuerligt flöde där varje process ligger i tät anslutning till den tidigare processen och att materialet flödar näst intill utan att stanna. Typiskt är redskapen och maskinerna specialdesignade för stationerna och är

väl integrerade i systemet vilket ökar kapitalkostnaden i jämförelse med andra layouts. En kontinuerlig flödesprocesslayout ger en god överblick över tillverkningsprocessen där man med god säkerhet kan anta måttal som genomloppstid och produkter i arbete. Denna typ av layout är nästan alltid produktspecifik.

### 3.10 Spagettidiagram

Ett spagettidiagram är en metod som följer en produkt eller persons resa genom produktionen för att beskriva hanteringen som krävs under processen (Holweg, M. et al., 2018). Detta genomförs genom att man drar linjer över den faktiska resan för produkten på en karta av fabriken där man antecknar den totala distansen samt antal gånger som materialet hanteras som till ett exempel plockas upp eller plockas ner. Detta för att kunna visualisera det faktiska flödet i processen och kunna upptäcka ineffektiviteter i flödet där man vill minimera hanteringen av en produkt samt distansen som det genomgår.

## 4. Nulägesbeskrivning och analys

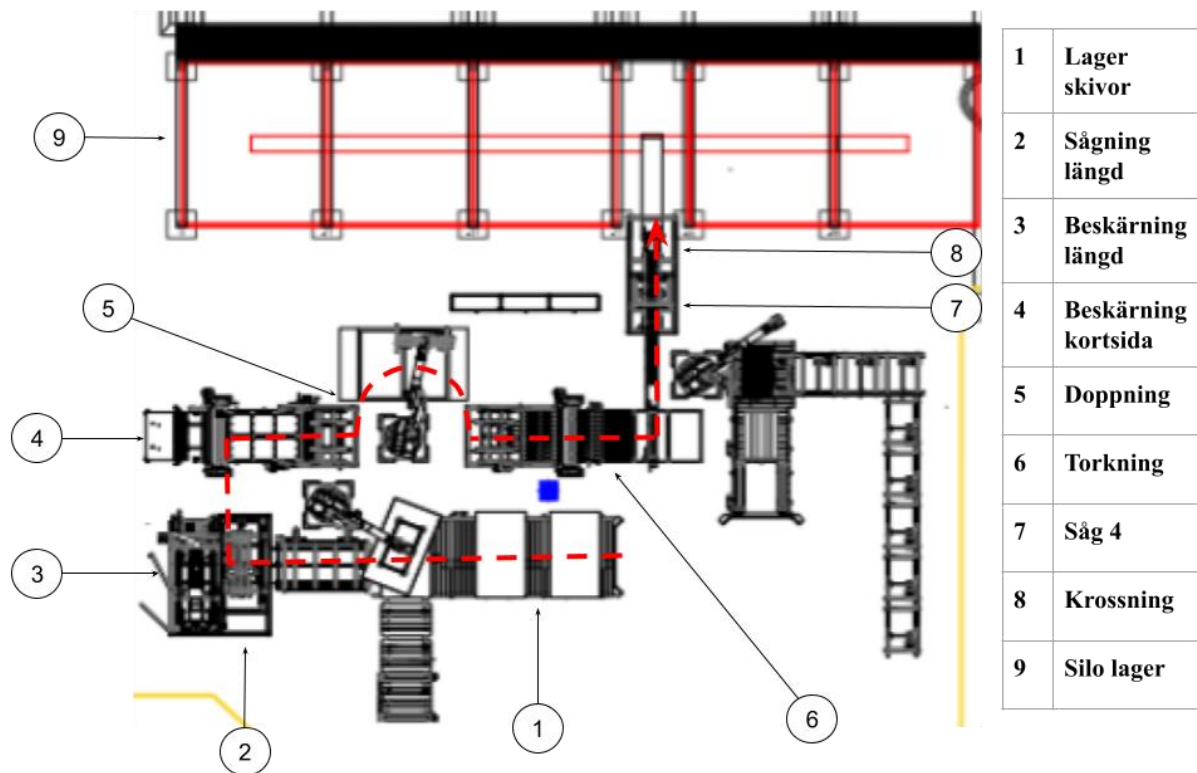
I detta avsnitt förklaras hur produktionen för braständare är uppbyggd i produktionsenheten i Tidaholm. Efter förklaring och beskrivning av braständarproduktionen följer en analys av nuläget där observationer och insikter lyfts fram. Beskrivningen och analysen bidrar till att besvara den första frågeställningen: *“Vilka faktorer påverkar produktionskapaciteten för de valda braständarproduktionslinjerna idag?”*.

### 4.1 Tändkub-tillverkningslinjen

Följande kapitel kommer att redovisa och beskriva tändkub-tillverkningslinjen som är linjen som tillverkar braständningskuberna för alla förpackningslinjer. Denna linje kan med små omställningar ändra storlek och modell på tändkuberna för att de ska passa för det behov det finns i förpackningslinjerna. Tillverkningslinjen utgör starten för samtliga braständarlinjer i fabriken.

#### 4.1.1 Produktionsprocessen

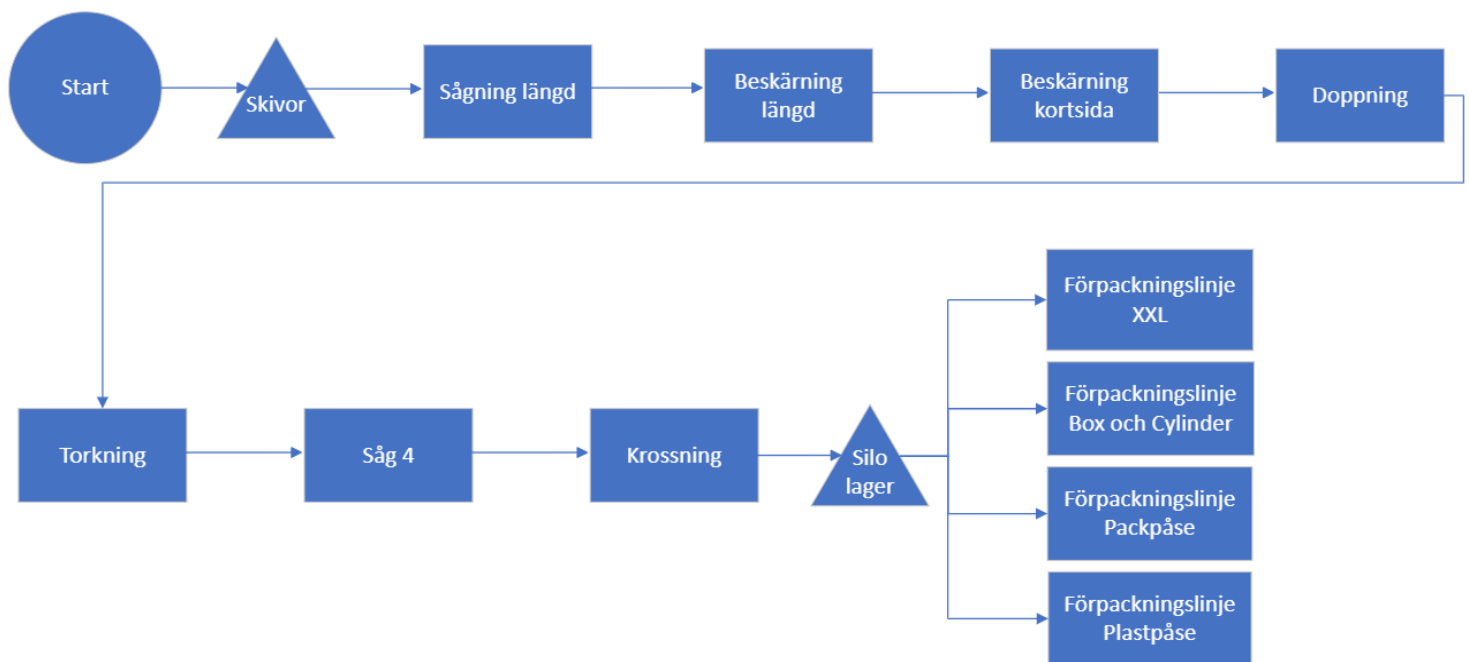
Tillverkningslinjen producerar tändkuber från softboardbrädor som lastas av i anslutning till början av tillverkningsprocessen. Flödets värdeskapande delar beskrivs mer detaljerat vid processflödesdiagrammet senare i rapporten men kan beskrivas som att man från en softboardbräda med flera sågningar, beskärningar och en doppning tillverkas till tändkuber. Dessa tändkuber från tillverkningslinjer transporteras sedan till ett mellanlager som det sedan distribueras till 6 olika förpackningslinjer. Tillverkningslinjen är även en kontinuerlig flödesprocesslayout där produktionen går i ett kontinuerligt flöde genom varje process. Tillverkningslinjens upplägg och processer beskrivs i figur 4.



Figur 4. Layout över tändkub-tillverknings layouten. Röda pilen beskriver materialets flöde genom processen (Swedish Match, a.o.).

#### 4.1.2 Processflödesdiagram

Tillverkningslinjen påbörjas med att en gaffeltruck lastar av flera brädor på en pall i anslutning till tillverkningen. Linjen består sedan av 7 värdeskapande processer för tändkubbrädan vilket inkluderar sågning på längd, beskärning på både längd och bredd, doppning, torkning, sågning igen på långsida och avslutningsvis krossning till kuber som transporteras till ett större mellanlager. Från mellanlagret distribueras tändkuberna vidare till respektive förpackningslinje.



Figur 5. Processflödesdiagram över tändkub-tillverkningslinjen.

#### 4.1.3 Nulägeskapacitet

Tillverkningslinjen körs för tillfället relativt sällan då linjen har en överkapacitet jämfört med packlinjerna. För att säkerställa att det finns kuber tillgängligt finns ett stort silolager som beskrivs i figur 4, där lagret fylls och förser packlinjerna med kuber. Från bilaga 1 framkommer en kapacitet i nuläget på 74 kuber per sekund. Därmed kommer tillverkningslinjen inte vara flaskhalsen för produktionslinjerna.

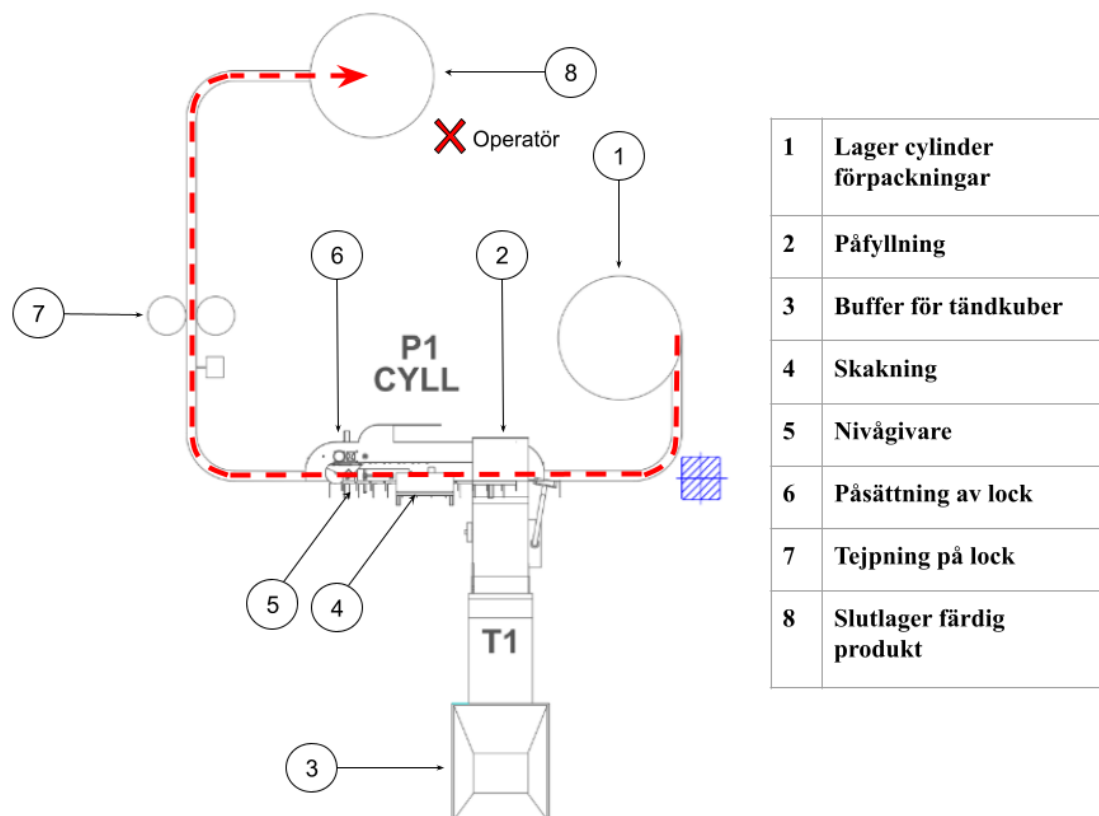
## 4.2 Cylinderlinjen

Följande kapitel kommer att redovisa och beskriva cylinderlinjen som är en förpackningslinje för braständarkuber i cylinderförpackningar. Linjen utgör en av de 6 olika förpackningslinjerna för braständare inom produktionen.

### 4.2.1 Produktionsprocessen

Cylinderlinjens layout består av två delar. Den första delen består av tillverkningslinjen för tändkuber som beskrivits tidigare, där tändkuberna transporteras till ett större mellanlager. Den andra delen i cylinder-linjen är förpackningslinjen av cylinder där cylinderformarna fylls upp med 100 kuber för att sedan förpackas till färdiga kartonger och pallar.

Cylinderns förpackningslinje är uppbyggd på kontinuerlig flödesprocesslayout där processerna utförs på en kontinuerlig linje. Processen påbörjas med att cylinderförpackningar packas upp av en operatör som ställer cylindrarna på en roterande cirkulär plattform som sedan transporterar förpackningen med ett transportband genom flera processer. Den färdiga produkten paketeras sedan i kartong och lastas på pall. Processen startar med att cylinderförpackningarna fylls med braständarkuber där cylindrarna transporteras vidare på ett transportband samtidigt som de skakas för att säkerställa att kuberna placeras rätt och för att minska tomrummet i förpackningen. För att säkerställa att rätt mängd kuber finns i förpackningen genomgår ett kvalitetstest i form av en nivåkontrollerare där efterföljande process är en maskin som sätter på locken på cylindrarna. Sedan transporteras cylindrarna med ett transportband genom en station som sätter tejp på locken för att slutligen gå mot en ny roterande cirkulär plattform som en form av mellanlager. Från den roterande skivan tar en operatör 6 st färdiga cylindrar och förpackar i en kartong som sedan går på ett transportband där kartongen tejpas och slutligen bär operatören kartongen till en pall.

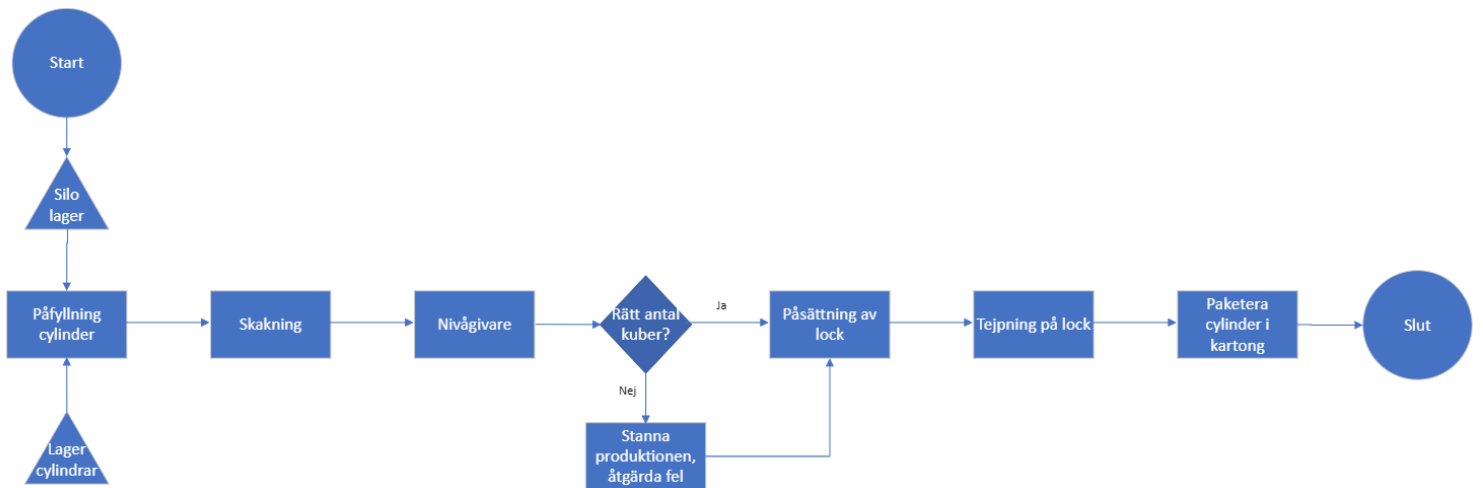


Figur 6. Layout över cylinderförpackningslayout. Röda pilen beskriver materialets flöde genom processen (Swedish Match, a.o.).

#### 4.2.2 Processflödesdiagram

Processflödesdiagrammet för kubtillverkningen har presenterats i tidigare kapitel därmed presenteras enbart förpackningsdelen av diagrammet. Från mellanlagret transporteras tändkuberna vidare till förpackningsdelen för cylinder. Denna del består av 6 värdeskapande processer vilket inkluderar påfyllning med 100 tändkuber i cylinder, skakning av form,

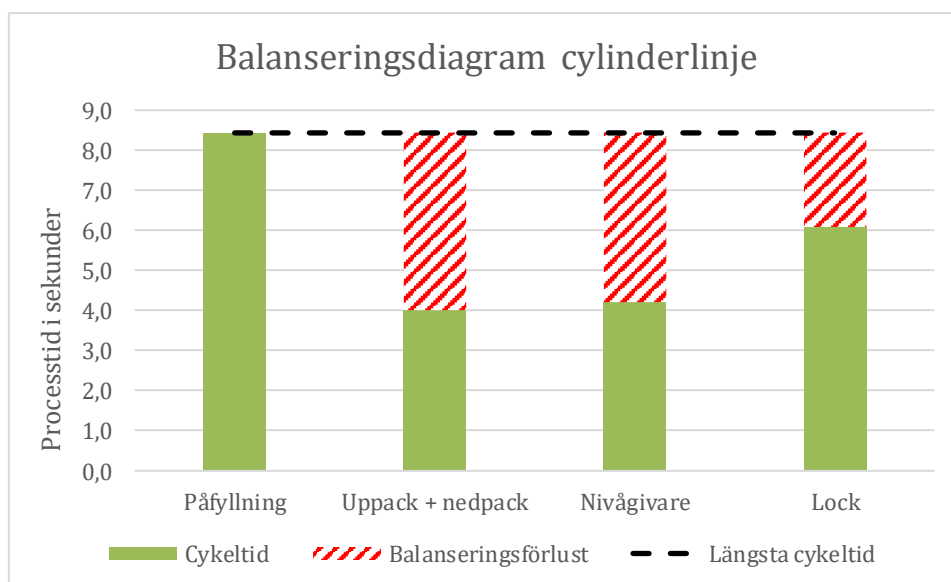
kvalitetstestning i cylinder, påsättning av lock, tejpning på lock, paketeringen av cylinder till kartong och förflyttningen till pall.



Figur 7. Processflödesdiagram över cylinderlinjen.

#### 4.2.3 Nulägeskapacitet

Från intervjuerna framkommer ett nuläge med få mätetal för produktionen. Därmed har observationer och tidsstudier använts för att beräkna mätetal som beskriver hur kapaciteten ser ut i nuläget. Datan hjälper att förstå hur den kapacitet som finns i nuläget och vilken station som är flaskhalsen i packlinjen. Genom att veta vilken station som är flaskhalsen fås ett resultat över vilken station som behöver analyseras för att kunna öka kapaciteten. Från figur 8 framkommer det att påfyllningen är cylinderlinjens flaskhals och som därmed begränsar antalet produkter som linjen kan producera. Genom att använda den tid som förloras då stationer får väntetid kan en balanseringslust över linjen beräknas. I bilaga 2 beräknas balanseringsförlusten uppgå till 33 procent för cylinderlinjen. I bilaga 2 beräknas även antalet kuber per sekund som packlinjen kan tillverka, vilket uppgår till 12 kuber per sekund, för att kunna jämföra det med produktionslinjens kapacitet.



Figur 8. Balanseringsdiagram över processtiderna för cylinderlinjen.

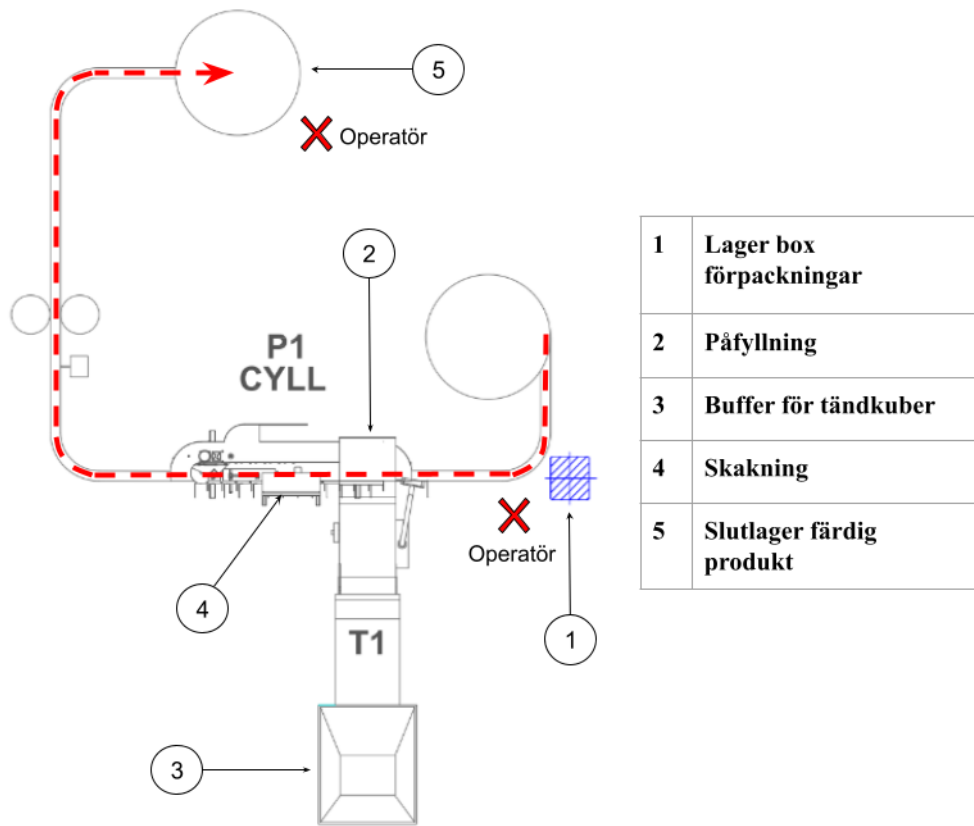
## 4.3 Boxlinjen

Följande kapitel kommer att redovisa och beskriva boxlinjen som är en förpackningslinje för braständarkuber i kartongboxförpackningar. Linjen utgör en av de 6 olika förpackningslinjerna för braständare inom produktionen och utgår ifrån samma linje som tidigare beskriven cylinderlinje. Det har även utförts en frekvensstudie på boxlinjen vilket preciseras vidare i rapporten.

### 4.3.1 Produktionsprocessen

Boxlinjen verkar på samma linje som cylinderlinjen vilket innebär att deras layouts består av samma 2 delar med små förändringar för de specifika ändamålen. Den första delen av tändkubs tillverkningslinjen är fortsatt identisk och beskriven tidigare i rapporten. Den andra delen i boxlinjen är förpackningslinjen av box där boxarna fylls av de 100 kuberna och sedan förpackas till kartonger och pallar.

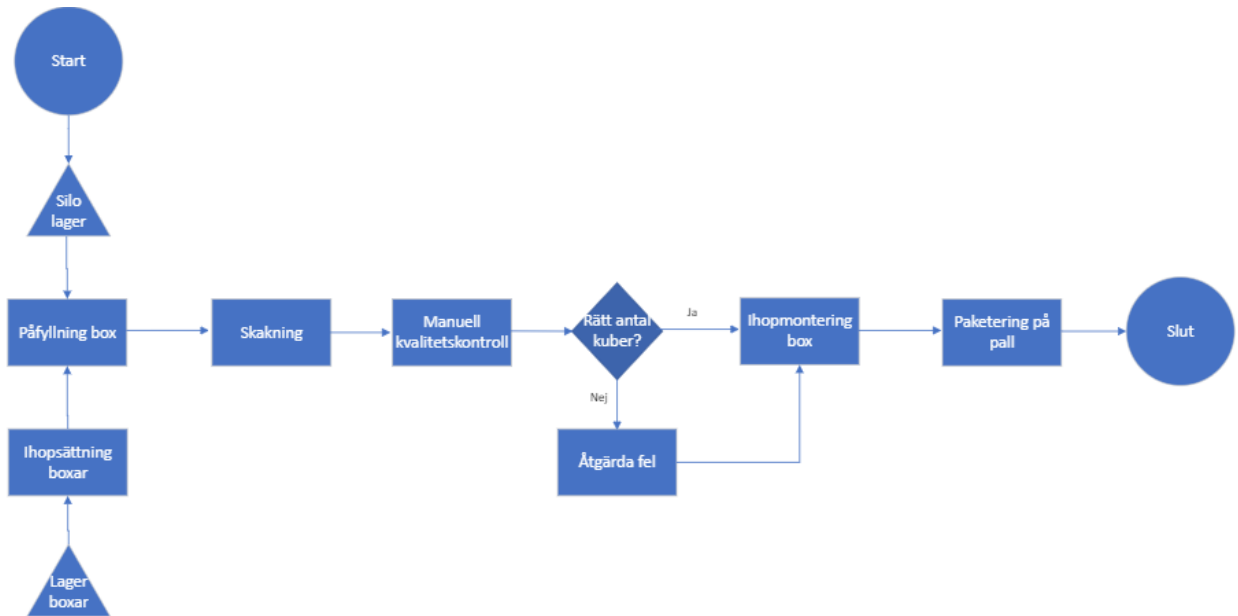
Boxförpackningslinjen är uppbyggd på kontinuerlig flödesprocesslayout där processerna utförs på en kontinuerlig linje. Processen börjar med att boxar plockas samt vikts upp av en operatör som sedan placerar boxarna på ett transportband som transporterar boxen genom flera processer. Processen startar likt cylindrarna med att boxen fylls med tändkuber och för att säkerställa att rätt mängd och minskat tomrum skakas boxarna på efterföljande transportband. Sedan transporteras boxarna med ett transportband mot en roterande cirkulär plattform som blir en form av mellanlager. Från den roterande skivan tar en operatör de färdiga boxarna, viker ihop boxen och bär upp på en pall. Produktionsprocessen för boxlinjen visualiseras i figur 9.



Figur 9. Layout över boxförpackningslayout. Röda pilen beskriver materialets flöde genom processen (Swedish Match, a.o.).

#### 4.3.2 Processflödesdiagram

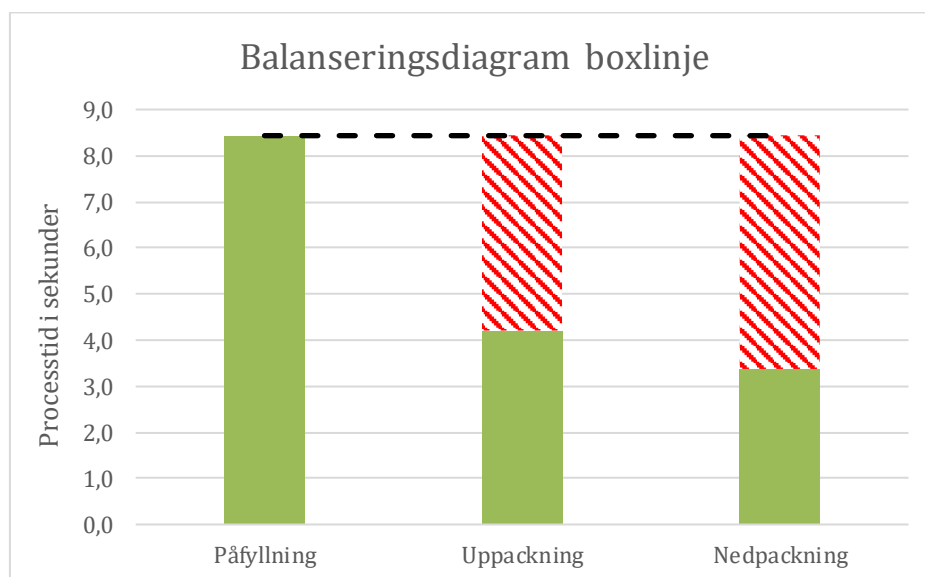
Processflödesdiagram för kubtillverkningen har presenterats i tidigare kapitel därmed presenteras förpackningsdelen av diagrammet direkt. Från mellanlagret transporteras tändkuberna vidare till förpackningsdelen för boxar. Denna del består av 6 värdeskapande processer vilket inkluderar upppackning av boxar, påfyllning med 100 tändkuber i boxar, skakning av form, kvalitetstestning, ihopmontering av box och slutligen paketering på pall.



Figur 10. Processflödesdiagram över boxlinjen.

#### 4.3.3 Nulägeskapacitet

Från tidsstudien framkommer det att påfyllaren är flaskhalsen för boxlinjen. I figur 11 visualiseras packlinjens processtider och även den förlorade tiden i form av balanseringsförluster. I bilaga 3 beräknas balanseringsförlusten för packlinjen till 36,7 procent där antalet kuber som kan paketeras per sekund begränsas av påfyllaren och uppgår till 12 kuber per sekund enligt bilagan. Genom att den begränsande stationen är påfyllaren har flaskhalsen blivit funnen och därmed stationen som behöver förbättras för att få en högre produktivitet.



Figur 11. Balanseringsdiagram över boxlinjen.

#### 4.3.4 Frekvensstudie

På boxlinjen utfördes en frekvensstudie i syfte att finna de påverkande faktorerna till varför kapaciteten är mindre än planerat. Frekvensstudien utfördes på två operatörer över två olika dagar mellan tiderna 14.00 och 21.30. Innan utförandet informerades alla operatörer om studien där det betonades att de inte skulle oro sig över resultatet. Under mötet informerades operatörerna även att de skulle vara anonyma under studiens gång och i dokumentationen. Dock behövs det betonas att operatörerna verkade ha en viss oro över hur mätningen gick till och vad resultatet blev. Frekvensstudien påbörjades med att utifrån packlinjen utse 16 aktiviteter som förekom bland operatörernas vardagliga arbete. Dessa aktiviteter delades in i tre olika kategorier: värdeadderande arbete, icke värdeadderande arbete och stödjande arbete. Inom kategorin värdeadderande arbete ingår aktiviteter som tillför direkt värde till kunden exempelvis att fylla en kartong med tändkuber. Icke värdeadderande arbete innefattar aktiviteter som inte tillför något direkt värde till kunden och inte är till stöd för att linjen ska fungera som planerat, exempelvis väntetid. Den sista kategorin är stödjande arbete som beskriver det arbete som inte direkt ger värde till kunden men som är värdefullt för att produktionslinjen ska fungera som planerat, exempelvis städning.

### **Cylinder Linje, Box - förstudie**

#### **Värdeadderande aktiviteter**

- Avslutningssteg färdig produkt - Vika ihop box och flytta fylld box till pall.
- Paketera upp - Vika upp och förflytta box till transportband.
- Värdeadderande pallarbete - Pallarbete som ger värde till kund - plasta in färdig pall, förflytta färdiga pallar och hämta kantskydd.

#### **Stödjande aktiviteter**

- Stödjande pallarbete - Hämta nya kartonger med boxar, flytta på pallar utan färdiga produkter
- Omställningsarbete - Arbete vid omställning till annan produkt
- Kvalitetskontroll - Kontroll av kvaliteten
- Omarbete - Omarbete vid ofullständig produkt
- Störningshantering - Motverka problem på egen station
- Hjälpa annan station - Störningshantering på annan station
- Städa - Sopa och dammsuga station
- Förebyggande underhåll - Smörja och förbättra maskiner
- Påfyllningsarbete - Skriva ut etiketter för boxar och förflytta kartong med boxar till station från pall

#### **Icke värdeadderande aktiviteter**

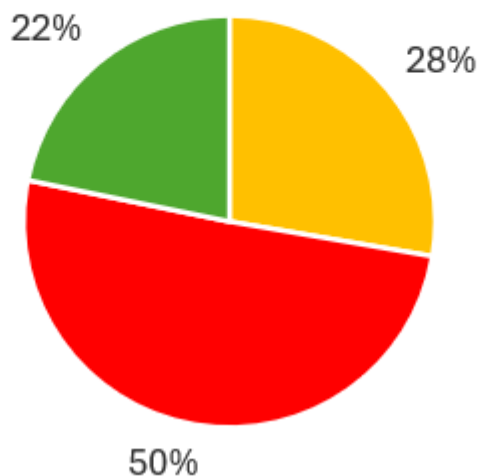
- Personlig tid - Tid för personliga aktiviteter, prata med kollegor
- Betald rast, arbetsrotation - Byte av arbetsuppgift, rast med lön ersättning
- Väntetid - Tid som operatör får vänta till följd av process fördröjningar
- Övrigt - Övriga aktiviteter som inte täcks av ovanstående

Figur 12. Aktivitetslista för förstudie.

Efter aktiviteterna var färdigställda behövde dessa testas för att utvärdera om det saknades eller eventuellt behövde slås ihop aktiviteter för att aktiviteterna förekom för sällan. Detta genomfördes med hjälp av en förstudie som gick ut på att undersöka andelen av tiden som aktiviteter förekom. Förstudien utfördes under en och en halv timme i produktionen där dessa 16 aktiviteter utvärderades utifrån deras relevans. Förstudien gick ut på att operatörerna observerades utifrån aktivitetslistan där ett stickprov togs var tjugonde sekund. För varje tagning fylldes en ruta i angående vilken av de slumpmässiga operatörerna som mättes och vilken aktivitet som utfördes vid provtagningen. Utifrån provtagningarna har följande diagram sammanställts som grund för aktivitetsfördelningen.

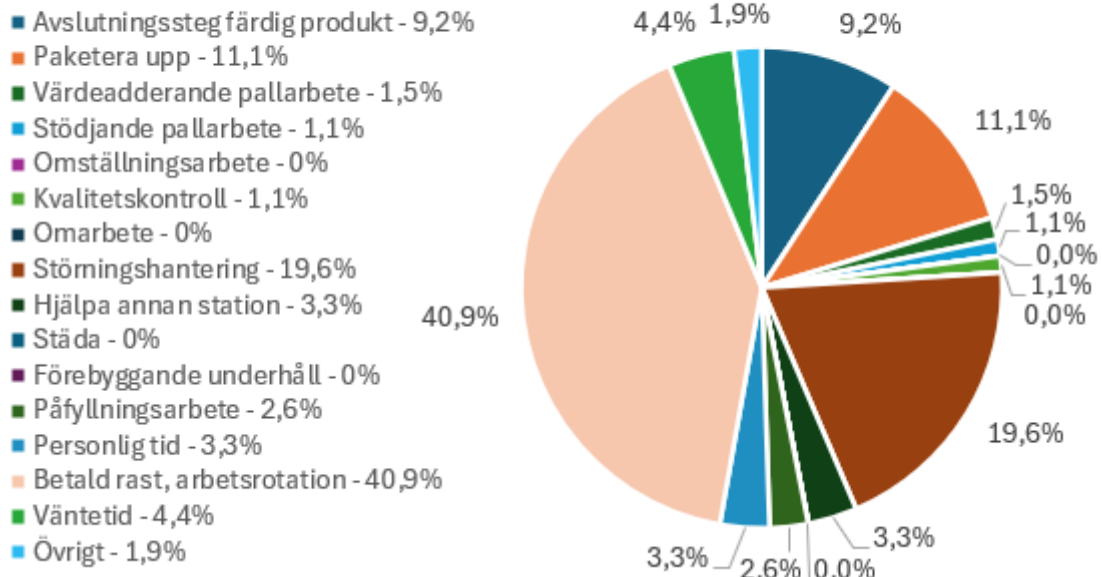
### Aktivitetsfördelning för operatörer inom förstudie

■ Stödjande arbete ■ Icke värdeadderande arbete ■ Värdeadderande arbete



Figur 13. Förstudiens aktivitetsfördelning av operatörernas arbete inom stödjande, icke värdeadderande och värdeadderande arbete.

## Aktivitetsfördelning förstudie



Figur 14. Aktivitetsfördelning för förstudie.

Från förstudien framkom det att flera av aktiviteterna var för små för att vara signifikanta och behövde därför sättas ihop till större grupper av aktiviteter. I figur 14 beskrivs aktivitetsfördelningen över alla aktiviteter inom förstudien. Några exempel på kombineringen som gjordes är de stödjande aktiviteterna samt att störningshantering blev icke värdeadderande. Inom vår studie antogs störningshantering vara den minst förekommande intressanta aktiviteten utifrån syftet att undersöka kapacitetsbegränsningar. Från uträkningen i bilaga 4 behövs därmed 1667 stickprov genomföras för att uppnå en acceptabel konfidens. De slutgiltiga aktiviteterna blev därmed:

## Cylinder Linje, Box - Frekvensstudie

### Värdeadderande aktiviteter

- Paketera upp - Vika upp och förflytta box till transportband.
- Avslutningssteg färdig produkt - Vika ihop box och flytta fylld box till pall.
- Värdeadderande pallarbete - Pallarbete som ger värde till kund - plasta in färdig pall, förflytta färdiga pallar och hämta kantskydd.

### Stödjande aktiviteter

- Stödjande pall- och påfyllningsarbete - Hämta nya kartonger med boxar, flytta på pallar utan färdiga produkter, skriva ut etiketter och förflytta kartong med boxar från pall till station
- Omställningsarbete, städning, förebyggande underhåll och planering - Arbete vid omställning till annan produkt, städa runt och smörja maskiner samt planering för arbetspasset.
- Kvalitetskontroll - Kontroll av kvaliteten och omarbete vid behov av felaktig produkt

### Icke värdeadderande aktiviteter

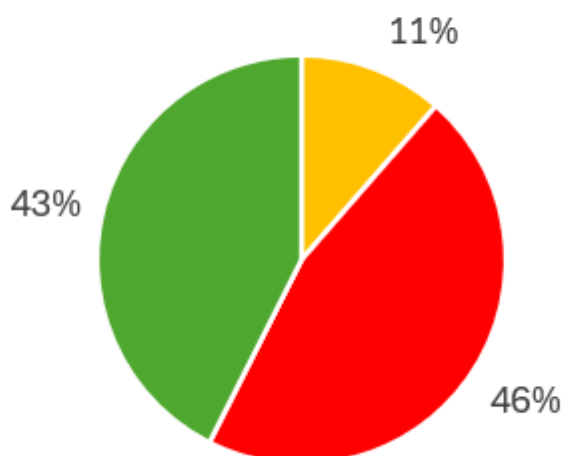
- Störningshantering - Motverka problem på egen station samt hjälpa annan station.
- Personlig tid - Tid för personliga aktiviteter, prata med kollegor
- Betald rast, arbetsrotation - Byte av arbetsuppgift, rast med lön ersättning
- Väntetid - Tid som operatör får vänta till följd av process fördröjningar
- Övrigt - Övriga aktiviteter som inte täcks av ovanstående

Figur 15. Aktivitetslista för frekvensstudie.

När förstudien var färdig påbörjades den slutgiltiga studien. Den slutgiltiga studien utfördes på liknande vis som förstudien, där en slumpmässig operatör observerades var femtonde sekund och vilken aktivitet den utförde sammanställdes i en tabell. Det slutgiltiga antalet stickprov som mättes var 1678 stycken. Från det slutgiltiga resultatet åstadkom ett resultat över vilka aktiviteter som frekvent förekom samt hur stor andel av tiden som gick åt vardera grupperingen av värdeadderande, icke värdeadderande och stödjande arbete. Den slutgiltiga studien pågick under två dagar, från 14.00 till 21.30 första dagen och från 16.00 till 19.00 den andra dagen. Frekvensstudien resulterade i ett diagram över uppdelningen där 11% av tiden användes till stödjande arbete, 43% till värdeadderande arbete och 46% av tiden var icke värdeadderande arbete. Detta visualiseras i ett diagram i figur 16. En grundligare beskrivning av frekvensstudiens aktivitetsfördelning visualiseras i figur 17.

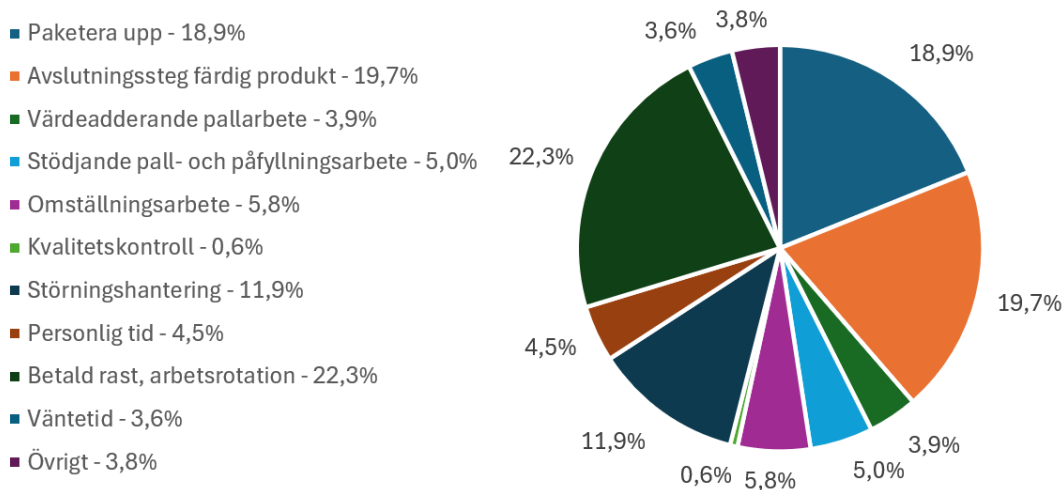
## Aktivitetsfördelning för operatörer

■ Stödjande arbete ■ Icke värdeadderande arbete ■ Värdeadderande arbete



Figur 16. Cirkeldiagram över operatörernas aktivitetsfördelning

## Aktivitetsfördelning frekvensstudie



Figur 17. Aktivitetsfördelning för frekvensstudie.

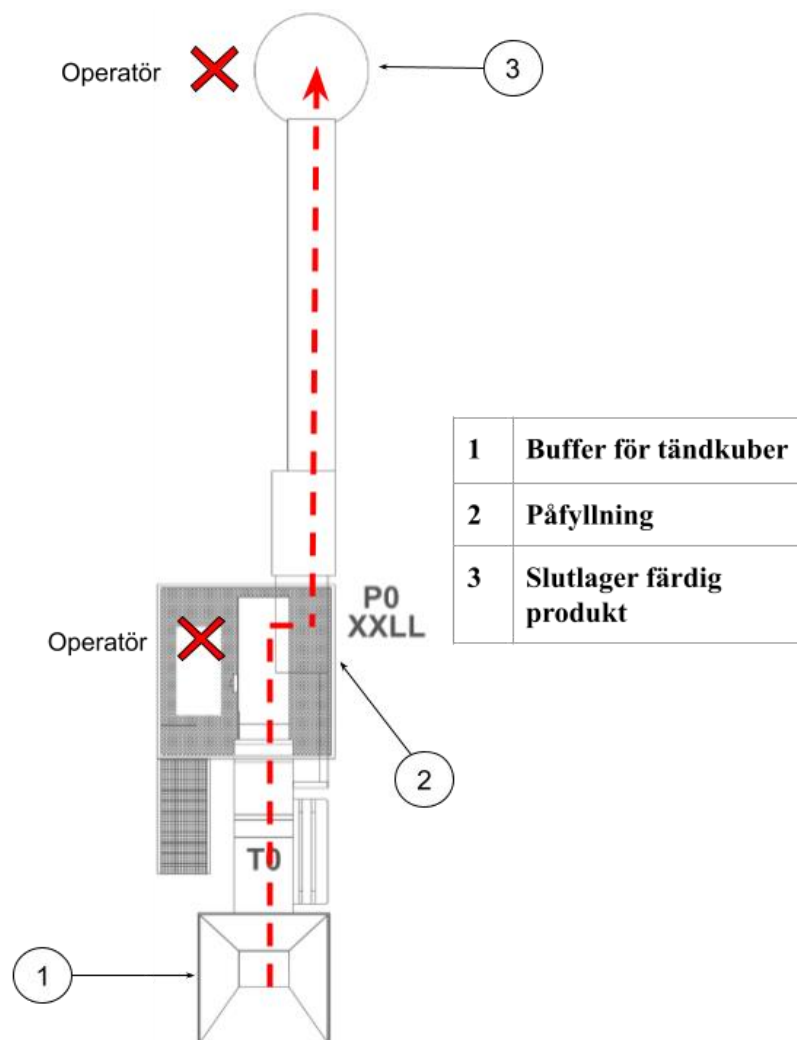
### 4.4 XXL-linjen

Följande kapitel kommer att redovisa och beskriva XXL-linjen som är en förpackningslinje för braständarkuber i större kartongboxförpackningar än boxlinjen. Linjen utgör en av de sex olika förpackningslinjer för braständare inom produktionen.

#### 4.4.1 Produktionsprocessen

XXL-linjens layout består av två delar. Den första delen är tändkubs tillverkningslinjen som är fortsatt identisk och beskriven tidigare i rapporten. Den andra delen i XXL-linjen är förpackningslinjen av box där boxarna fylls med 200 kuber och sedan placeras på pallar.

XXL-förpackningslinjen är konstruerad enligt en kontinuerlig flödesprocesslayout där processerna utförs på en kontinuerlig linje. Processen inleds med att operatören plockar och viker upp boxar, som sedan placeras i påfyllningsröret för att fyllas. Därefter transporteras kartongen via ett transportband till en roterande cirkulär plattform. På detta mellanlager viker en annan operatör ihop och tejpar kartongerna innan de slutligen placeras på en pall för vidare hantering.

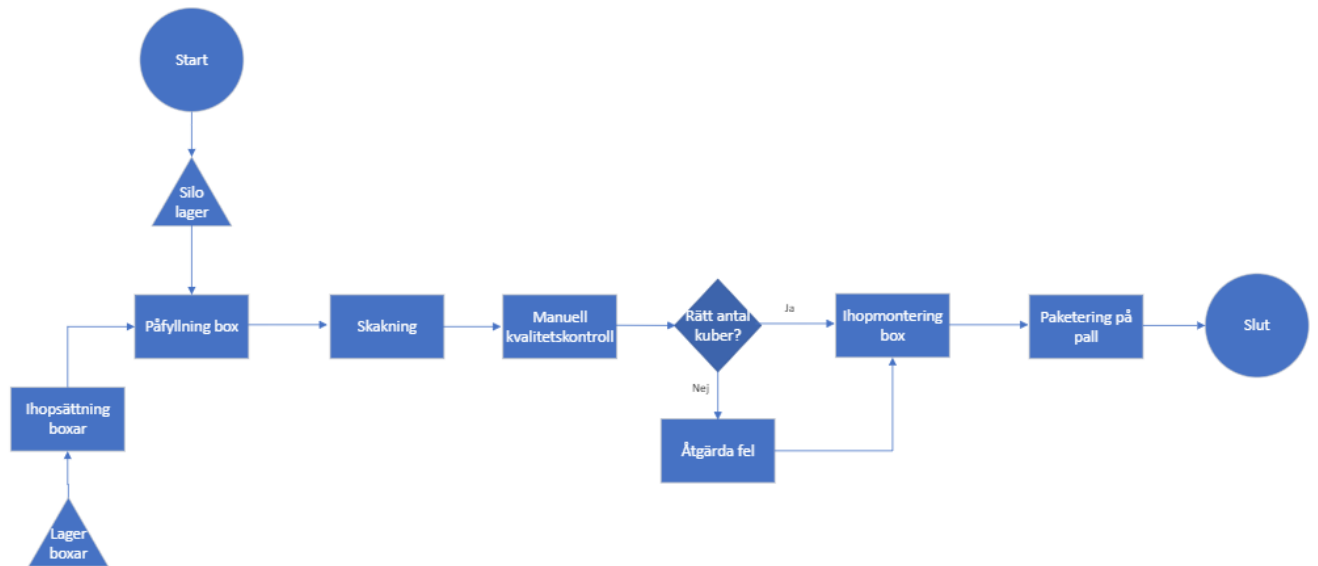


Figur 18. Layout över XXL-förpackningslayout. Röda pilen beskriver materialets flöde genom processen (Swedish Match, a.o.).

#### 4.4.2 Processflödesdiagram

Processflödesdiagram för kubtillverkningen har presenterats i tidigare kapitel därmed presenteras förpackningsdelen av diagrammet direkt. Från mellanlagret transporteras

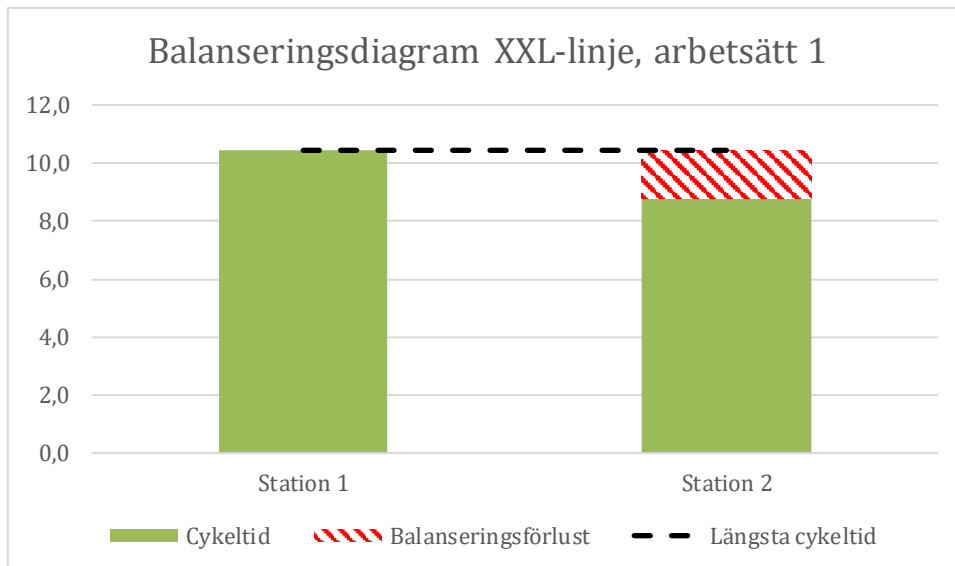
tändkuberna vidare till förpackningsdelen för XXL-boxar. Denna del består av sex värdeskapande processer vilket inkluderar uppvikning av boxar, påfyllning med 200 tändkuber i boxar, skakning av form, kvalitetstestning, hopmontering av box och slutligen paketering på pall.



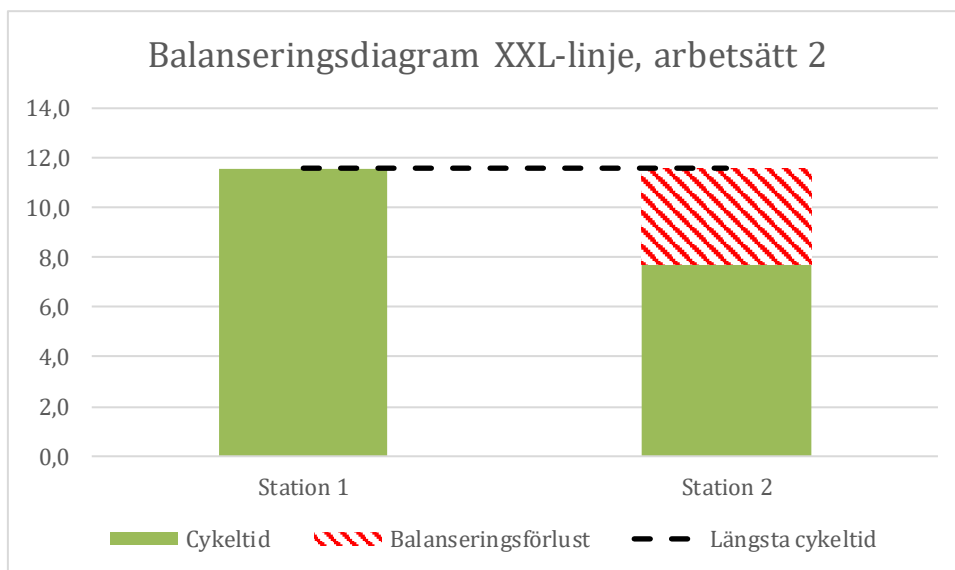
Figur 19. Processflödesdiagram över XXL-linjen.

#### 4.4.3 Nulägeskapacitet

Från observationer inom XXL-linjen framkommer det att olika operatörer använder olika arbetssätt. Det medför att stationerna får en varierande processtid vilket utgör en faktor för hur mycket kapacitet som linjen har i nuläget. I figur 20 visualiseras det första arbetssättet för linjen där hopvikning av box sker inom station 2. Från bilaga 6 beräknas balanseringsförlusten för detta arbetssätt till 8 procent och antalet paketerade kuber per sekund uppgår till 19. I figur 21 visualiseras det andra observerade arbetssättet, där hopvikning av box sker inom station 1. Från bilaga 6 framkommer det att balanseringsförlusten för det andra arbetssättet är 17 procent där antalet paketerade kuber per sekund uppgår till 17. Den del av arbetssätten som tar längst tid är påfyllaren som i det här fallet blir flaskhalsen. Enligt bilaga 7 syns den genomsnittliga processtiden det tar för påfyllaren i jämförelse med den första stationens genomsnittliga processtid. Utöver det har det från observationer framkommit att boxen har möjlighet att fyllas utan att hållas i, vilket medför att operatören kan vika upp en ny box samtidigt som den gamla fylls.



Figur 20. Balanseringsdiagramm över processtiderna för XXL-linjen, arbetsätt 1.



Figur 21. Balanseringsdiagramm över processtiderna för XXL-linjen, arbetsätt 2.

## 4.5 Analys av nuläget

Följande kapitel beskriver analysen utifrån nulägesbeskrivningen. Detta kapitel belyser den överkapacitet som tillverkningslinjen innefattar, variationer inom påfyllare och arbetsätt, störningshanteringen och den låga automatiseringsgraden. Utöver det analyseras frekvensstudien över box-linjen.

### 4.5.1 Överkapacitet i tillverkningslinje

Utav egna observationer och klocktidsstudien utläses det att tändkubs-tillverkningslinjen har en överkapacitet sett till de följande sex förpackningslinjerna i nuläget. Tillverkningslinjen

står stilla i stora delar av dagen då den fyller silosarna som mellanlager snabbare än vad förpackningslinjerna förpackar kuber. Mätningar har även utförts på produktionstakten när linjen är i gång vilket påvisar att den tillverkar mellan 74 och 85 kuber per sekund, beroende på kubstorleken, vilket ska fördelas på de 6 packlinjerna. Denna produktionskapacitet är tillräcklig för närvarande eftersom inte alla förpackningslinjer körs samtidigt och begränsningen ligger därför inte i detta steg. Denna rapport kommer därför inte att fortsätta fokusera på denna linje, eftersom det primära syftet är att identifiera kapacitetsbegränsningarna inom packlinjerna.

#### 4.5.2 Påfyllaren

Vid granskning av linjerna genom processflödesdiagrammets tidsmätningar samt egna observationer har det upptäckts att påfyllarsteget inom processen innefattar en variation där tiden som det tar att fylla en cylinder och box varierar från 7 - 10 sek. Tiden för XXL har varierat mellan de två dagar som tidtagningen har utförts, där första dagen gav 19 - 25 sek medan dagen efter gav 9 - 11 sek för att utföra samma process. Denna förändring från de två dagarna berodde på att vid första dagen var maskinen felinställd. Vid beräkning av stationens processtider och balanseringsförlust har dessa inte medtagits för att säkerställa datans kvalitet. Mätningarna har tagits genom tiden det tar för 10 enheter och utifrån det beräkna genomsnittet för en enhet för att undvika slumpvis variation. Med noteringen att det är denna process som styr de tidigare och nästföljande stationernas takt i processen skapar denna variation en variation i processtid genom hela flödet. Variationen i påfyllningen beror på flera faktorer som kommer att beskrivas nedan.

Påfyllningsprocessen styrs av en mätare som räknar antalet kuber som faller ner i en initial behållare. Denna mätning pågår kontinuerligt och börjar när kuber samlas i en behållare inuti påfyllarmaskinen. När antalet kuber i behållaren når upp till 100 för cylinder och box eller 200 för XXL aktiveras en lucka automatiskt som förhindrar fler kuber att komma in i behållaren. Detta steg signalerar starten för påfyllningsfasen. Medan luckan är stängd och påfyllningen pågår fortsätter processen med räknande av kuber i en separat behållare över den nu stängda luckan, förberedande inför nästa påfyllningscykel. Efter påfyllningen är fullbordad öppnas luckan igen och de räknade kuberna förflyttar sig till den initiala behållaren. Den förberedande räknaren stänger av transportbandet som förser påfyllaren med kuber då antalet kuber når 40 för cylinder- och boxlinjen samt 80 för XXL-linjen. Anledningen till att den förberedande räknaren stannar vid 40 respektive 80 kuber är för att maskinen är tillverkad med en buffer som endast rymmer 40% av de totala 100 respektive 200 kuberna.

Vid närmare analys av processen är det tydligt att det varierar i antal kuber som blir förräknade, vilket i sin tur påverkar den totala tiden det tar att genomföra påfyllningen. De olika påfyllarna tycks få sin variation från två olika ställen. Cylinder och box har en variation i flödet på antal kuber från transportbandet innan räknaren. Transportbandet består av en uppfångningsfunktion som bär upp kuberna till räkningssteget. Variationen skapas här genom

att ett slumpmässigt antal kuber fångas upp varje gång, vilket ger upphov till variationen i processtid.

XXL visar variationer både dag för dag och inom samma dag. Den första dagen upptäcktes ett ojämnt flöde i skakplåtsrännan vid räkning. Skakplåtsrännan är den slutliga transporten för kuberna innan räkningssteget där de även separeras för att säkerställa en korrekt räkningsprocess. Detta fel i skakplåtsrännan berodde delvis på en ojämn fyllning i buffertanken före skakplåtsrännan, där ena sidan var full medan den andra var tom. Detta resulterade i att systemet felaktigt trodde att bufferten var helt fylld, vilket ledde till att ena sidan av skakplåten inte fick kuber i rännan. Detta berodde som tidigare nämnt på felaktiga inställningar i maskinen. Felet uppstod eftersom man hade glömt att justera inställningarna under omställningen till kuber efter att linjen hade producerat en annan typ av produkt dagen innan.

#### 4.5.3 Spill

Vid analyseringen av nuläget är de egna observationerna en primär faktor. Det är flera steg inom processen som det uppstår spill av kuber inom processen. För förpackningslinjen uppstår spill främst vid transportbandet från mellanlagret och vid påfyllningen. Spillet från transportband kan däremot anses som försumbart i och med överkapaciteten i tillverkningslinjen och att detta är några enstaka kuber då och då under en arbetsdag så får detta ingen större påverkan. Spillet vid påfyllningen av cylinder och box däremot får en större betydelse då detta dels skapar en variation i kvalitet hos produkten men även att detta steg redan innefattar en form av variation och är taksättaren för linjen. Detta spill som kan ske under påfyllningsteget är bland annat att kuberna ramlar utanför förpackningen vilket medför att produkten inte får de 100 kuber som den ska ha vilket medför bristfällig kvalite för kund eller omarbete. Utöver det utgör spillet som hamnar utanför förpackningen en blockering för transportbandet som förflyttar förpackningar vidare på packlinjen. Det som händer är att spillet bygger upp och sedan blockerar hela transportbandet eller utgör ett blockerande moment där förpackningarna tippas. När spillet utgör en blockering behöver operatörerna inom linjen tömma de överblivna kuberna och i vissa fall tillkalla operatör för att linjen fortsätter strula.

#### 4.5.4 Störningshantering

Genom egna observationer och frekvensstudien som har vidtagits har det framkommit att flödet inte går helt kontinuerligt utan att det uppstår flera stopp under arbetsdagen. Stoppen under dagen har flera underliggande faktorer till varför de uppstår. För det första uppstår det en del maskinstopp där en eller flera maskiner producerar felaktiga produkter eller står still i form av felaktig tejpning och maskinhaverier. Samtidigt uppstår det en del förpackningsfel där boxar inte viks upp korrekt, boxar ramlar på transportbandet och fel paketeringsetikett sätts på pall. Dessa stopp i produktionen skapar en kapacitetsbegränsning då man slutar att producera under den tid som processen är stoppad.

Ytterligare fall där störningar ger upphov till driftstopp på de specifika linjerna är när operatörer tvingas att hjälpa andra stationer vid deras störningshantering. Hjälpen som operatörer kan tänkas utföra är felsökning innan man ringer till reparatören. Detta medför att operatören stoppar sin egen linje vilket skapar ett nytt oplanerat driftstopp som inte har en direkt koppling till deras egen linje.

Från samtal med produktionschef och förbättringskoordinator framkommer det att produktionen idag inte har någon störningsuppföljning. Att inte följa upp de störningar som sker skapar en kapacitetsbegränsning inom produktionen på lång sikt då man inte löser de grundproblem som skapar de oplanerade stoppen (Ito et al., 2021). Detta medför att de oplanerade driftstoppen kan uppstå igen vilket minskar produktionskapaciteten.

#### 4.5.5 Planerade stopp

Utöver det framkommer driftstopp där pall behöver plastas in när den är fylld med boxar och nästan redo att skickas till lagret. När produktionen stoppas och pallarna ska plastas in behöver en av operatörerna hålla i kantskydden som ska omslutas tillsammans med pallen, medan den andra operatören plasar in pallen. Detta medför att produktionen oftast står still i fem minuter varje gång en pall behöver plastas in. Detta beror också delvis på att kantskydden inte är anpassade för att appliceras på pallen utan operatörerna behöver skära kantskydden i mindre bitar vilket tillför ett extra moment. I idealfallet på XXL linjen tillverkas en pall på 32 minuter vilket medför att nästan två gånger i timmen behöver produktionen stoppas för att plasta in pallen i fem minuter vardera. Detta medför vid ideell produktion 14% planerat driftstopp. Utifrån nuvarande produktion tillverkas en pall på 51 minuter där detta medför driftstopp på 10% av produktionstiden.

Ytterligare tillkommer en del stopp i produktionen där operatörerna behöver hämta nytt material för att kunna producera. Detta förekommer i form av stopp där operatören behöver hämta nya boxar för att fylla tändkuber i samt hämtning och utskrivning av nya etiketter till förpackningarna. Genom att sammanställa dessa produktionsstopp uppnås en andel av arbetet som sker till stödjande arbete. Dessa stopp i produktionen skapar en kapacitetsbegränsning då man slutar att producera under den tid som processen är stoppad. Detta förtydligas vidare vid kapitlet 4.5.9 "Frekvensstudie över box-linje" som beskriver de olika faktiska stoppen och fördelningen av aktiviteter över arbetsdagen.

#### 4.5.6 Olika arbetssätt

Vid observation upptäcktes att XXL-linjen har två olika arbetsmetoder för förpackningsprocessen som normalt utförs av två operatörer. I det första arbetssättet är en operatör ansvarig för att vika upp och fylla boxen, som sedan skakas och skickas vidare på transportbandet till nästa operatör. Där viks boxen ihop, tejpas och förpackas på en pall. I det andra arbetssättet inkluderar den första operatören även att vika ihop boxen efter skakning,

vilket innebär att den ordinarie förpackningsoperatören endast behöver tejpa och placera boxen på en pall. Det första arbetssättet sätter en genomsnittlig tid på 9 sek för upppack och 10 sek för nedpack. Medan andra arbetssättet hade en tid på 12 sek för upppack och 8 sek för nedpack. Det betyder att när påfyllningstiden är 12 sekunder kommer nedpackningen på 8 sekunder medföra en större balanseringsförlust och längre cykeltid, därigenom en förminskning av kapaciteten. Ett standardiserat arbetssätt är en viktig del för att lokalisera var kapacitetsbegränsningar finns inom en produktion då dessa uppstår återkommande men när arbetssättet ändras beroende på operatör skapar detta en variation i tid och potentiella fel. På grund av varierande arbetssätt kan dynamiska flaskhalsar uppstå där flaskhalsen förflyttar sig mellan stationer.

På samtliga undersökta linjer utgår operatören efter behov och förbereder material på känsla. Det medför att olika påfyllningssätt medför olika tid som det tar att fylla på materialet för att sedan fortsätta produktionen. Det utgör en begränsande roll för kapaciteten där den totala produktionstiden minskar om påfyllningen tar längre tid. Vid nuvarande produktionsupplägg framkommer det att operatörerna rör sig mycket. Utifrån produktionen används olika typer av arbetssätt vilket medför att det varierar i hur mycket överflödiga rörelser som framkommer inom produktionen. Överflödiga rörelser utgör en faktor i linjens kapacitet men utgör i nuläget inte en begränsning då detta inte är flaskhalsen. Därför kommer primärt fokus att läggas på stationens flaskhals. Genom att använda ett standardiserat arbetssätt kan rörelserna inom processen minska.

#### 4.5.7 Inget standardiserat arbetssätt vid omställningsarbete

Från observationer och intervjuer i produktionen framkommer det att det inte finns något standardiserat arbetssätt när det kommer till omställningsarbete. I nuläget sker omställningsarbetet i första hand av operatörerna där reparatörer inkallas om fel uppstår vid omställningsarbetet. Vid omställningen är det oklart vem av operatörerna som ska utföra vilken del av omställningsarbetet till följd av icke standardiserade omställningsarbeten. Det resulterar i att en stor del av arbetet utförs av endast en operatör där den andra operatören får väntetid. Genom att det inte finns något standardiserat arbetssätt händer det också att fel inträffar vid omställningen, där en reparatör behöver tillkallas för att lösa problemet. Detta leder till att omställningsarbetet tar betydligt längre tid och blir i slutändan en kapacitetsförlust där produktionstiden minskar.

Kapacitetsförluster framkommer också från omställningsarbeten där inställningar på maskinen förblir ogjorda efter produkter har bytts. Anledningen till att inställningar förblir oändrade beror på att det i nuläget inte finns några dokumenterade inställningar på maskinerna. Genom att det inte fanns dokumenterat att inställningarna skulle ändras på XXL linjen påbörjades produktionen på felaktiga inställningar vilket gav en processtid mellan 19 - 25 sekunder där det på vanliga inställningar var mellan 9 - 11 sekunder. Eftersom det i nuläget inte finns något strukturerat system för att rapportera störningar inom produktionen dokumenteras heller inte de fel som uppstår till följd av felinställda maskiner. Därigenom

utgör felen som uppstår att produktionshastigheten minskar vilket är en faktor till en förminskad kapacitet.

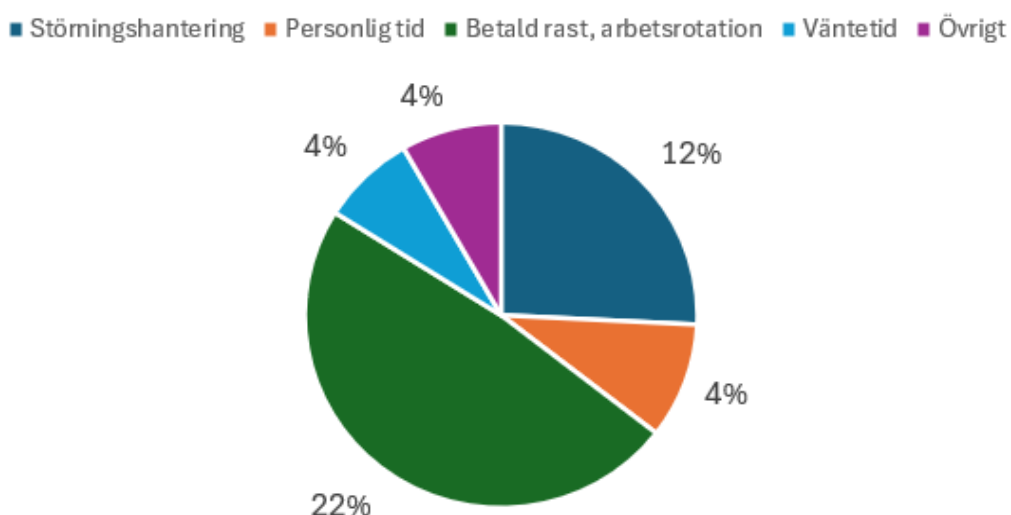
#### 4.5.8 Låg automatiseringsgrad

Från de observationer som har gjorts under arbetets gång kan det konstateras att linjerna primärt drivs av manuellt arbete av operatör med undantag för cylinderlinjen. Både box och XXL linje drivs av två operatörer som utför allt värdeadderande arbete bortsett från själva påfyllningen av kuber vilket utförs av påfyllningsmaskinen. Det värdeadderande arbetet som operatörer utför på både box samt XXL-linjen är uppvikandet samt stängning av box vilket får anses som en enkel och repetitiv process. Att använda operatörer till dessa processer kan anses som en kapacitetsbegränsning då en automatisering på enkla och repetitiva processer har visat sig att öka effektiviteten inom produktioner med denna typ av arbetsmoment (Campilho & Silva, 2023). Att ersätta manuellt operatörsarbete med automatisering har visat att produktioner utsätts för färre produktionsstopp samt kvalitetsproblem då man minskar de mänskliga felen och därmed den mänskliga faktorns variation vilket gör produktionen mer precis.

#### 4.5.9 Frekvensstudie över box-linje

Från frekvensstudien framkommer det att endast 43% av arbetet som utförs är arbete kopplat till värde för kunden och 11% är stödjande arbete för produktionslinjen. Därmed är 46% av arbetet kopplat till aktiviteter som är icke värdeadderande arbete. För att analysera bakomliggande orsaker krävs en uppdelning av det icke värdeadderande arbetet i dess olika aktiviteter. Uppdelningen av vilka aktiviteter som förekommer inom det icke värdeadderande arbetet delas upp i ett diagram:

#### Aktiviteter som utgör icke värdeadderande arbete



Figur 22. Uppdelningen av icke värdeadderande arbete. Procentenheten beskriver aktivitetens andel till den fullständiga studien.

Genom att 12% av den totala produktionen läggs på hantering av störningar minskar en betydande del av verksamhetens kapacitet som hade kunnat generera värde. Detta är en betydande faktor i varför kapaciteten inte når upp till målen som produktionslinjen har och att produktiviteten försämras. Tillsammans med betald rast utgör störningshantering och rast 34% av produktionstiden. Det innebär att 34% av tiden utförs ingen produktion, vilket resulterar i att maskiner står stilla och reducerar möjligheten att producera fler produkter. Värt att notera är det stödjande arbetet från frekvensstudien som också medför ett produktionsstopp. I vissa fall kan det utgöra en minskad kapacitet då det inte finns standardiserade arbetsrutiner för hur det stödjande arbetet utförs.

En av de bakomliggande faktorerna till att en tredjedel av produktionstiden förloras är att operatörerna inte håller tiderna kring rasterna. Under frekvensstudien observerades det att operatörerna tar längre raster än planerat, vilket resulterar i en minskad körtid under arbetspasset. Samtidigt är rasten betald vilket utgör ytterligare en kostnad som tillkommer utöver att produktionen inte producerar som planerat. Vid samtal med ledningen är de medvetna om detta men väljer att inte åtgärda problemet. På ena sidan framhäver det en viss gemenskap och tillit inom arbetsplatsen men på andra sidan resulterar det i att produktionstiden minskar avsevärt och lön betalas för arbete som inte utförs.

En ytterligare bakomliggande faktor till det höga icke värdeadderande arbetet är problemen inom stationen men även hos andra stationer. Inom stationen förekommer det ofta fel vid påfyllaren, där spill åker ut på transportbandet från påfyllaren och till slut utgör ett blockage för boxarna att förflytta sig på transportbandet. På grund av spill förekommer det också att boxarna ramlar på transportbandet vilket gör att hela transportbandet blir blockerat. Samtidigt som det sker mycket störningshantering inom stationen förekommer det också problem på andra närliggande stationer. Under frekvensstudien var det bland annat den närliggande XXL packlinjen, plastpåse packlinjen och tillverkningslinjen som behövde hantera problem.

## 4.6 Sammanställning av kapacitetsbegränsningar

De kapacitetsbegränsningar som kan utläsas från nulägesanalysen kan sammanfattas till variation, inga standardiserade arbetssätt, störningshantering och uppföljning, flaskhalsar och planerade driftstopp. Följande kapitel kommer att ge en sammanställning över dessa kapacitetsbegränsningar och visualiseras slutligen i figur 23 med en uppdelning per packlinje.

### 4.6.1 Variation

Från klocktidsstudien framkommer det att tiden det tar för påfyllaren att fylla en box eller cylinder har en variation. Detta förekommer på alla bevakade linjer men är som mest märkbar på cylinder- och boxlinjen. Variation är en av anledningarna till att det uppstår brister i kapaciteten för maskiner och i slutändan produktionslinjer. På grund av variationen påverkas

produktiviteten vilket medför problemet att det från olika tidpunkter varierar i hur mycket linjen kan producera.

#### 4.6.2 Inga standardiserade arbetssätt

Variation förekommer bland arbetssätten inom alla packlinjer. På grund av variationen inom arbetssätten förflyttar sig flaskhalsen på olika platser inom produktionen. Genom att ett av arbetssätten får en kortare cykeltid blir det en kapacitetsbegränsning att använda fel arbetssätt. Utöver det uppstår fel efter att en omställning på linjerna sker i form av att inställningarna blir felaktiga till följd av att det inte finns standardiserade omställningsarbeten.

#### 4.6.3 Störningshantering och uppföljning

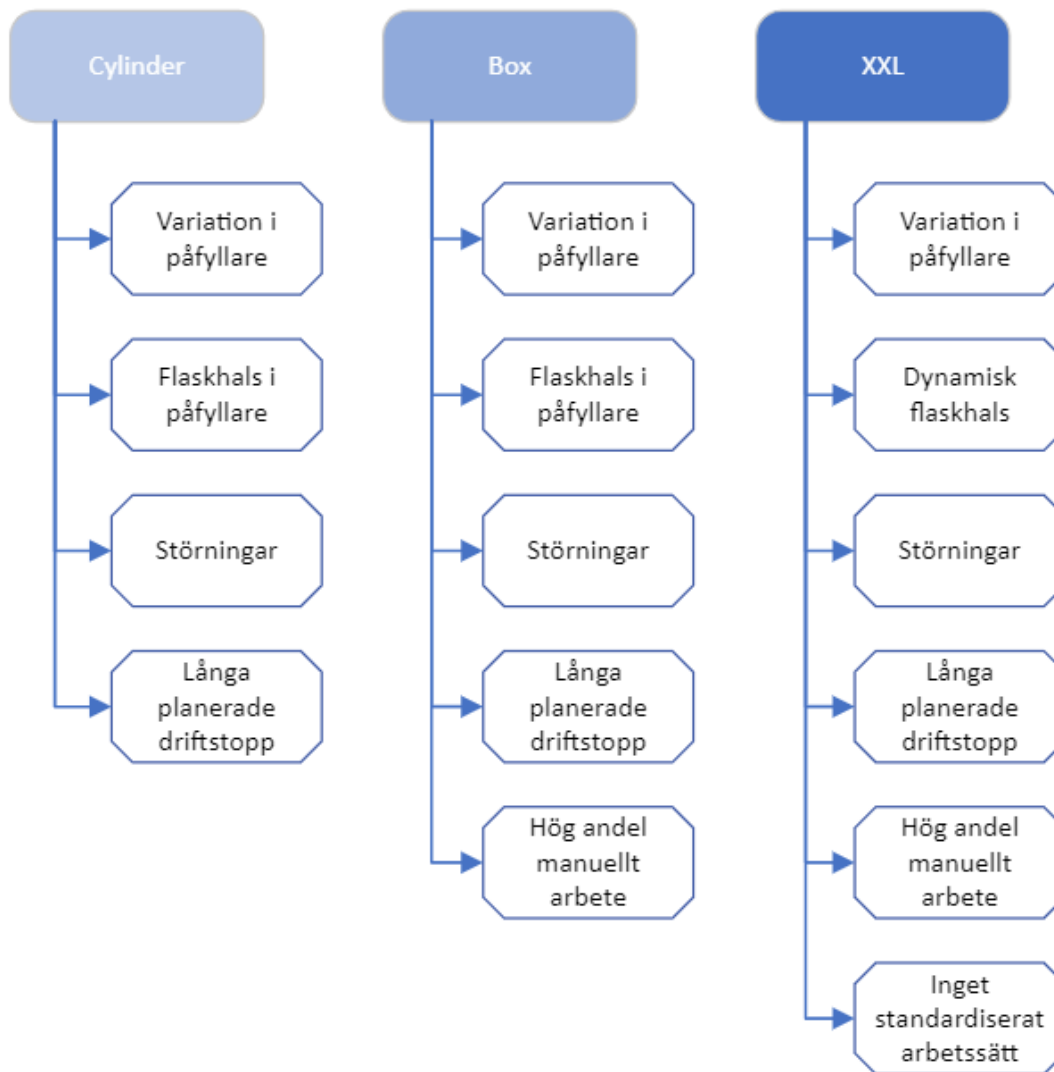
Från frekvensstudien och observationer begränsas produktionstiden och kapaciteten av störningar inom alla förpackningslinjer för tändkuber. Många fel är återkommande vilket i sin tur kan grunda sig i att linjerna inte följer upp problemen som har skett. Det finns olika skäl till att kapacitetsbristen uppstår men grundar sig ofta på att spill bygger upp blockage och resulterar i stopp eller omarbete på produkter.

#### 4.6.4 Flaskhals

Påfyllaren är en flaskhals för såväl XXL linjen som box- och cylinderlinjen. Problemet uppstår på grund av variationer inom stationerna men även att processtiderna för linjernas operationer har en differens. Beroende på hur arbetssättet läggs upp uppstår även flaskhalsen på olika delar av stationen där ytterligare felinställningar på maskiner reducerar produktionshastigheten.

#### 4.6.5 Planerade driftstopp

Från analysen av nuläget är det tydligt att det finns flera långa planerade driftstopp inom produktionen av linjerna vilket skapar en kapacitetsbegränsning. De planerade driftstoppen beror bland annat på hantering av pall med inplastning och kantskyddssättning, omställningsarbete, stödjande arbete som påfyllningsarbete med exempel på hämtning eller påfyllning av lock och etiketter. Dessa moment kräver att produktionen stoppas då arbetet främst sker manuellt med tanke på den låga automatiseringsnivån som linjerna innehar idag. Andra planerade driftstopp som sker oftare än nödvändigt är de förlängda rasterna.



Figur 23. Sammanfattning av kapacitetsbegränsningar för cylinder, box och XXL-linjen.

## 5. Lösningsförslag

I följande avsnitt rekommenderas lösningsförslag baserade på nulägesbeskrivning och analys. Grundat i lösningsförslagen besvaras rapportens andra frågeställning “*Hur kan produktiviteten öka i de valda braständarproduktionslinjerna?*”. Lösningarna är uppdelade i en fallande prioriteringsordning utifrån vad som är lämpligast att börja med för företaget i nuläget. Förslagen är standardiserade arbetssätt, hantering av störningar, hantering av variation och slutligen automatisering.

### 5.1 Införa standardiserade arbetssätt

På packlinjerna finns det för tillfället inget standardiserat arbetssätt som operatörerna ska arbeta efter. För att minska cykeltiden, skapa bättre ordning och förbättra omställningstiden rekommenderas det att implementera ett dokumenterat standardiserat arbetssätt. Den variation i arbetssätten som uppstår medför inkonsekventa resultat, vilket omöjliggör förbättringar eftersom dessa förutsätter att alla arbetar på samma sätt. Genom att implementera ett standardiserat arbetssätt medförs en grund för kontinuerliga förbättringar (Liker & Meier, 2011). Resultatet av frekvensstudien visar att endast 43% av tiden är relaterat till värdeskapande aktiviteter. Att reducera icke värdeskapande aktiviteter eller utvärdera nuvarande aktiviteter är därför att eftersträva (Liker, 2021). Vid implementeringen av ett nytt standardiserat arbetssätt är det viktigt att utveckla det stegvis tillsammans med operatörer men även att följa upp det nya arbetssättet.

#### 5.1.1 Framtagning av standardiserat arbetssätt

Det första steget i att ta fram ett standardiserat arbetssätt är att sammanställa alla steg inom arbetsuppgifterna på linjen (Liker & Meier, 2011). Från klocktidsstudien och frekvensstudien i denna rapport har vi sammanställt vilka arbetsuppgifter som förekommer inom vardera linje. Vid sammanställningen är det viktigt att diskutera och involvera operatörer i processen för att få en rättvisande bild av aktiviteterna (Patchong, 2013). Genom att involvera operatörer tränas teamwork och det medföljes av en känsla av delaktighet där deras kontribution påverkar arbetet. Där personer berörda av beslutet inom processen upplever en delaktighet, och därmed får sina röster hörda, är sannolikheten för acceptans högre (Jacobsen & Thorsvik, 2021). Sammanställningen av arbetsuppgifterna kan utföras i en workshop där grupper, bestående av operatörer, ska sammanställa arbetsuppgifterna (Patchong, 2013). Efter att samtliga arbetsuppgifter är kartlagda är det viktigt att utföra en tidsstudie på de olika arbetssätten för att få underlag som kan bygga det nya arbetssättet. Det som är viktigt att beakta här är att uppgifter runt omkring stationens basala uppgifter, exempelvis materialhantering, kan utgöra en faktor för aktiviteternas uppbyggnad. Tidsstudien går ut på att mäta tiden det tar för operatörerna och maskinerna att utföra sina uppgifter som krävs mellan varje station med hjälp av ett tidtagarur (Liker & Meier, 2021). Ingående i arbetsuppgifterna räknas tiden det tar att förflytta produkter och operatörernas rörelse i samband med de basala aktiviteterna.

Genom att måla upp arbetsuppgifterna i ett diagram visualiseras arbetsuppgifternas tidsåtgång vilket gör det lättare att analysera och påpeka kapacitetsbegränsningar. I figur 24 visualiseras ett enkelt diagram över hur uppdelningen av arbetsuppgifter och dess respektive tidsåtgång kan beskrivas. Diagrammet kan kompletteras med ett spagettidiagram som visar operatörernas rörelse (Liker & Meier, 2021). Vid illustrering av operatörernas rörelse kan begränsningar som onödiga rörelser lokaliseras. I rapporten sammanställs två olika arbetssätt som har beaktats, där ett av arbetssätten utgör en flaskhals för produktionslinan.

| Moment      | Arbetstid | Gångtid |
|-------------|-----------|---------|
| Uppackning  | 3         |         |
| Påfyllning  | 8         |         |
| Nedpackning | 3         | 1       |
|             |           |         |
|             |           |         |
| Summa       | 14        | 1       |

Figur 24. Exempeldiagram över standardiserat arbetssätt.

När underlaget som beskriver produktionslinjens aktiviteter har tagits fram behöver den informationen utvärderas och analyseras. Från visualiseringen med hjälp av diagram kan tiderna för processerna påvisas där avvikelser och långa processtider blir synliga. Utifrån det kan en del av den icke värdeskapande tiden kartläggas för att utgöra ett jämnare flöde där alla processer har en balanserad processtid. Genom att jämföra tiderna återfås en överblick på vilken maskin som utgör flaskhalsen och därmed kan en analys genomföras. När de onödiga arbetsmomenten har analyserats kan ett förbättringsarbete genomföras där en utvärdering om en bättre arbetsmetod utförs (Liker & Meier, 2021). När en ny förbättrad arbetsmetod har utvecklats är det viktigt att denna blir dokumenterad. Enligt Liker & Meier (2011) är det viktigt att en dokumenterad utgångspunkt återfinns vid varje ny åtgärd för att möjliggöra en utvärdering av nya förbättringar. När arbetssättet finns dokumenterat och väletablerat minskar variationer inom arbetssätten. Då arbetssättet lärs ut på samma sätt till alla anställda medför det också att arbetssättet kommer att bevaras även vid nyanställning av personal. Det som är viktigt att ha i åtanke är att börja på enskilda processer, då en kartläggning över hela flöden oftast kan bli väldigt komplicerad.

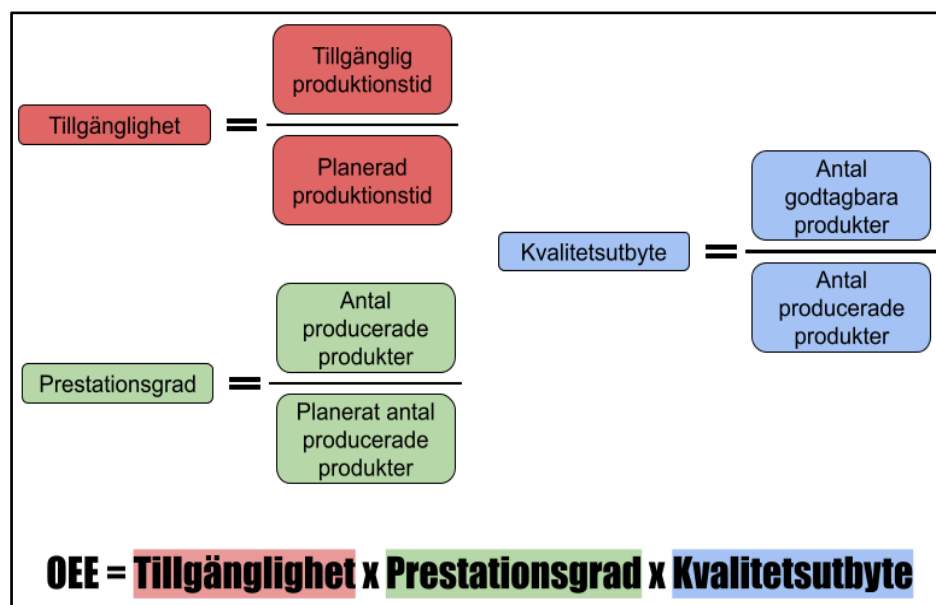
Då ett dokumenterat arbetssätt anses vara det bästa i stunden och etablerats kan produktionen börja köra enligt det nya arbetssättet. Vid ett standardiserat arbetssätt uppnås en djupare förståelse för produktionen där gömda problem framhävs (Liker & Meier, 2021). Det framtagna underlaget från den nya arbetsmetoden utgör en möjlighet för djupare analys av produktionslinjens höga andel icke värdeadderande arbete och störningar. Därmed kan analysen utgöra en grund för att vidareutveckla och minska kapacitetsbegränsningar inom produktionen. Genom att kontinuerligt mäta och analysera metoderna som används uppnås varje gång ett nytt standardvärde som kan användas vid utvärderingen. Därmed erhålls ett nytt mätvärde vilket resulterar i en kontinuerlig förbättring av företagets processer och metoder.

## 5.2 Störningshantering

Från frekvensstudien och observationer framkommer problem inom produktionen som skapar driftstopp vilket resulterar i minskad kapacitet. För att minska dessa driftstopp blir det viktigt för företaget att starta en insamling och uppföljning av dessa störningar för att reducera dem och säkerställa att de inte återkommer.

### 5.2.1 Störningsdata insamling

För att samla data och underlag för vilka maskiner som är i störst behov av störningsuppföljning är implementering av Overall Equipment Effectiveness (OEE) ett rekommenderat alternativ. OEE är en prestandaindikator som har som mål att förbättra resursutnyttjandet av maskinerna där man skapar ett procentuellt värde av tillgänglighet, prestationsgrad och kvalitetsutbyte (Hedman et al., 2016). OEE utgår ifrån att skapa ett värde på företagets förluster kring aspekterna driftstopp, väntetider och kvalitetsproblem vilket ger en god indikator var i processen som produktivitetsproblemen är som störst. För att skapa ett OEE värde krävs det datainsamling över processerna för de olika delarna, se figur 25 (Jana & Tiwari, 2021).



Figur 25. Beskrivning för beräkning av OEE värde (Figuren är skapad utifrån koncept skapad av Jana & Tiwari, 2021).

Det är även viktigt för företaget att få en kartläggning kring vilka störningar som faktiskt sker och får en påverkan på OEE-talet. För detta föreslås en implementering av en störningsregistreringsmetod för att samla data kring vilken typ av störning som sker och vad som sker. Denna registreringsmetod kan utföras på både papper och genom digitala hjälpmedel utifrån vad företaget själva anser som nödvändigt. Det som blir viktigt för

företaget vid implementeringen är att ha en intern samsyn kring vilka driftstopp som räknas som störningar och ska registreras för att skapa trovärdig data att analysera (Bokrantz et al., 2016). Det rekommenderas även att inkludera planerat underhåll och planerade driftstopp i denna registrering för att även kunna identifiera förbättringsmöjligheter vid dessa moment. Denna störningsregistrering i samband med OEE-talet skapar en god bild kring vilka störningar som får störst påverkan för företagets produktivitet och därmed vilka som är i behov för en störningsuppföljning.

### 5.2.2 Störningsuppföljning

Som en första åtgärd för att följa upp dessa störningar som sker i produktion är implementeringen av root cause analysis (RCA) vilket betecknar sökandet av grundorsaken till att störningen uppstår ett steg som rekommenderas för företaget (Ito et al., 2021). För att uppnå detta sökande finns det flera metoder man kan använda vilket bland annat är felträdsanalys, 5 varför och fiskbensdiagram. En felträdsanalys är en metod som används för att analysera de olika faktorer som leder upp till att ett systemfel uppstår (Yang et al., 2021). Det är en uppåtgående metod som bryter upp de olika grundliga delarna som krävs för att i en kombination skapa den händelse som analyseras vilket sedan visas grafiskt i form av ett träd (Dalal & Chhillar, 2013). En annan metod som beskrivs är 5 varför som går ut på att man ställer sig frågan varför, 5 gånger till händelsen för att hitta grundorsaken till det uppstådda problemet. Ytterligare metod som beskrivs är fiskbensdiagrammet som illustrerar hur flera orsaker kan kopplas till den uppstådda effekten och är en teknik som används för att illustrera de olika orsakernas samverkan till flera problem inom fabriken. Alla dessa metoder bygger på att hitta de fundamentala grundorsakerna till de störningar som sker inom produktion för att man sedan skall fokusera på att lösa dessa snarare än att lösa de följande synliga problemen som sker som till följd vilket är vad som främst utförs i nuläget.

Vid implementering av RCA är det flera steg man ska ta i beaktning för att säkerställa att man använder korrekt strategi. Till en början är en prioritering över de störningar som uppstår ett viktigt steg där man väljer att prioritera de frekventaste och de mest tidskrävande störningarna först då de har den största påverkan över produktionens produktivitet vilket är studiens syfte (Ito et al., 2021). För att hitta de frekventaste och mest tidskrävande störningarna anses det att man vill arbeta efter historisk data för att lokalisera mönster och trender som kan användas för att fatta tillförlitliga beslut. Vidare beskrivs det hur olika perspektiv kan addera flera kompetenser och hitta nya lösningar och därmed främjas tvärfunktionella teams med relevanta avdelningar för störningsuppföljning vilket även motverkar suboptimering som skulle förbättra den enskilda avdelningen men försämra produktionen i stort.

Med information och data från sina OEE studier kan man skapa en prioritering över vilka störningar som är i störst behov av att lösas. När man har satt denna prioritering med den uppmätta datan rekommenderas att utföra en RCA med hjälp av de tidigare beskrivna metoderna felträdsanalys, 5 varför och fiskbensdiagram för att analysera grundorsaken till störningen som man sedan åtgärdar med förslagsvis PDCA principen. PDCA är en metod för

att förbättra något som är uppbyggd på 4 steg vilket innefattar första steget planera (Plan), vilket går ut på att definiera vad som ska åtgärdas (Liker & Meier, 2011). Andra steget är genomföra (Do), vilket står för att implementera sina planerade lösningar. Tredje steget är kontrollera (Check), vilket står för att utvärdera ifall lösningarna fick önskad effekt och slutligen är steget agera (Act), vilket står för att implementera lösningarna i det standardiserade arbetssättet ifall det fick önskad effekt annars påbörjar man en ny PDCA-cykel. För att upprätthålla och mäta effekten över de åtgärder som utförs är den fortsatta mätningen av OEE viktig för att säkerställa linjernas produktivetsförbättring över tid (Cheah et al., 2020).

## 5.3 Hantering av variation

Den nuvarande situationen på företaget visar att det inom produktionslinjerna uppstår en variation på hur mycket som produceras. Variationen uppstår både på grund av en sviktande processtid inom maskinerna och en mänsklig faktor men även varierande arbetssätt.

### 5.3.1 Påfyllaren för cylinder och box

Variationen som uppstår i cylinder- och boxlinjen grundar sig i påfyllaren. Eftersom linjerna använder samma inställningar utan att ändra påfyllaren uppstår samma problem på båda uppsättningar. Rekommendationen blir därmed att införa en buffer framför påfyllaren på cylinderlinjen för att minimera variationen. Genom att öka produkter i arbete, belägna som buffrar framför stationer, minskar svältning och därmed ökar kapaciteten (Holweg, M. et al., 2018). När buffern implementeras kommer variationen att minska då påfyllaren inte längre behöver vänta på att transportbandet ska transportera 100 tändkuber från mellanlagret. Genom att tändkuberna tas från buffern, som redan är fylld med kuber, säkerställs att påfyllaren inte kommer svälta och processtiden får en mindre variation. Eftersom påfyllaren i produktionens nuvarande situation är flaskhalsen kommer reduktionen av variation att direkt öka produktiviteten.

Efter att buffern har implementerats är det viktigt att följa upp förändringens påverkan på packlinjen. Uppföljningen genomförs med hjälp av en tidsstudie som underlag för att mäta ut den nya processtiden för påfyllaren. För att öka tidsstudiens relevans och pålitlighet krävs det att tio tagningar i tio cykler tas. Detta är för att variationen inom processen kan påverka medelvärdet och det är variationen på processtiderna som vill minskas med hjälp av buffern. De nya processtidernas variation behöver därför sedan jämföras med tidsvariationerna och medelprocesstiden som beräknats i denna rapport för att utvärdera om variationen minskat.

### 5.3.2 Påfyllaren för XXL

Det är även tydligt att det finns en form av variation inom processtid för påfyllaren hos XXL-linjen. För denna påfyllare finns det redan en buffer inför skakplåten, där problemet för

variationen dag till dag är att den inte fungerade som den skulle på grund av fel inställningarna. Detta löses genom den tidigare beskrivna rekommendationen till standardiserat omställningsarbete för att dessa variationer inte ska ske igen. Den variation som uppstår även med korrekt inställda inställningar får anses vara på grund av den slumpmässiga variationen som uppstår när man arbetar med kuber som inte är staplade på exakt samma sätt varje gång. För att minska denna variation är en rekommendation att lägga till en buffer som går upp till 200 kuber efter räknar steget då variationen finns i antal kuber som blir förräknade. En buffer är som tidigare beskrivet en metod för att hantera slumpmässig variation (Holweg, M. et al., 2018).

## 5.4 Automatisering

Från analysen har det beskrivits kring den låga automatiseringsgrad som främst box och XXL-linjen innehar där majoriteten av det värdeskapande arbetet sker manuellt vilket skapar en kapacitetsbegränsning från aspekter som produktionsstopp och kvalitetsproblem.

### 5.4.1 Implementering av automatisering

För att minska den kapacitetsbegränsning som finns inom främst linjerna box och XXL-linjen blir en automatisering kring de värdeskapandedelarna uppvikande samt stängning av box ett viktigt steg för att öka produktiviteten. Som tidigare beskrivet ger en automatisering kring enkla och repetitiva processer högre produktivitet då man minskar den inverkan som variationen har från den mänskliga faktorn på produktionen, vilket gör den mer precis som resulterar i färre produktionsstopp samt kvalitetsproblem (Campilho & Silva, 2023). De moment som rekommenderas att automatiseras är de moment som anses vara enkla och repetitiva processer vilket i fallet för box och XXL-linjen anses vara uppvikande, påfyllning och placering på band samt stängning av box. Därmed rekommenderas en automatisering kring dessa moment där operatörens uppgift för linjerna övergår till materialhantering och förse linjerna med nya nedvikta boxar samt placerar färdiga boxar från linje till pall. Detta skulle även minska behovet av operatörer för linjerna där man kan gå från två till en när man ersätter en station med automatiseringen. För cylinderlinjen rekommenderas automatisering vid upplocket av förpackning från pall till transportband i början av processen för att minska operatörens rörelse. Operatörens uppgift blir att förse linjen med pallar fyllda med cylinderförpackningar samt att placera färdiga cylindrar från linjen till pall. Pallhantering samt inplastning av pall rekommenderas fortsatt vara operatörens uppgift för alla tre linjer.

Pallhanteringen som operatören har som uppgift har tidigare setts som ett planerat driftstopp från analysen men med skiftandet från huvudsakligt manuellt till automatiserat arbete kan man med ett nytt arbetssätt hantera de färdiga pallarna samtidigt som linjen är igång. Detta minskar den tid som linjen är stillastående vilket ökar produktiviteten för linjen. Därmed kommer en automatisering för dessa linjer att öka produktiviteten ur främst två aspekter som är minskade störningar som orsakas av mänsklig variation vilket ökar produktiviteten genom

att minska oplanerade driftstopp samt kvalitetsproblemen hos produkt. Det blir även mindre planerade driftstopp på grund av pallhanteringen vilket får en positiv effekt för produktiviteten inom produktionen.

#### 5.4.2 Hantera motståndet för automatisering

När någonting nytt kommer är det naturligt att känna oro vilket är en viktig förståelse när man väljer att introducera ett nytt arbetssätt och maskiner vid automatiseringen. Därmed blir det viktigt att förstå dessa motstånd samt hur man kan hantera dem för att det inte ska påverka produktionen negativt. I boken "Hur moderna organisationer fungerar" skriven av Jacobsen och Thorsvik beskrivs 10 motstånd mot förändring som kan inträffa (Jacobsen & Thorsvik, 2021). De anledningar för motstånd som kan anses vara relevanta att ta beaktning vid denna förändring är bland annat "fruktan för det okända" vilket utgår ifrån att operatörerna är oroliga över de nya förväntningarna som ställs emot dem och den anpassning som detta kommer att kräva. Man kan även få en form av förlust av identitet där operatörerna känner att de är mindre värda för organisationen då de går från en framträdande till en mer stödjande roll för linjen. Automatiseringen kan även förändra maktrelationerna på linjen där operatören tidigare haft en stor beslutsrätt om arbetet övergår detta till att maskinen får en större påverkan på operatörens arbetssätt. Slutligen kan motstånd även uppstå när man väljer att minska ner antal operatörer då det finns risk att operatörerna blir rädda att förlora sina jobb. En strategi för att hantera dessa motstånd men fortsatt få genom förändring är att driva en tvungen utveckling (Jacobsen & Thorsvik, 2021). Denna strategi utgår ifrån att man gör förändringar i många små steg där ledningen har en klar vision över vad man vill åstadkomma. Genom att utföra förändringen i små steg blir dels förändringen inte särskilt stor varje gång vilket minskar motståndet, dels kan man utvärdera förändringarna och se ifall de är lyckade genom den tidigare beskrivna PDCA-metoden där man kan utvärdera och ändra ifall förändringarna inte får önskad effekt. Genom att förstå det motstånd som kan uppstå och arbeta med det genom att successivt gå över till en automatiserad produktion med hjälp av tvungen utveckling kan man på ett effektivt vis utföra förändringen samtidigt som man minskar eventuellt negativt motstånd.

## 6. Diskussion och slutsatser

Följande kapitel inkluderar diskussion kring lösningsförslag i jämförelse med liknande studier med liknande syfte och vilka åtgärder dessa framställt. Utöver det presenteras en diskussion kring metodval. En slutsats utifrån studiens syfte och frågeställningar framförs och slutligen redogörs förslag för framtida studier.

### 6.1 Diskussion kring lösningsförslag

Inom examensarbets rapporten “Minimering av slöserier och kapacitetsbegränsningar för att öka produktionskapaciteten” av Rebecka Eriksson och Therese Karlsson från 2016 studeras en formgivningsprocess för att identifiera slöserier samt kapacitetsbegränsningar för att sedan föreslå kapacitets förbättringsåtgärder (Eriksson & Karlsson, 2016). Detta syfte innefattar likheter med denna rapport och därmed faller det sig naturligt att utföra jämförelser med denna. De likheter som finns mellan rapporterna är bristen på standardiserat arbetssätt för produktionen vilket skapar en kapacitetsbegränsning på grund av den variation som uppstår på både kvalitet samt processtider. Båda rapporterna identifierar även olika typer av flaskhalsar samt bristen på automatisering och datainsamling kring produktionen. De lösningar som presenteras i Eriksson och Karlssons rapport är hopslagning av lager för färre onödiga lager samt rörelser och transporter av material. Detta är något som eventuellt skulle kunna vara intressant även för Swedish Match då det finns flera lager inom produktionen som kan anses som överflödiga. En annan lösning som presenteras är introduceringen av förberedande underhåll på maskinerna. Detta är något som också skulle kunna vara relevant för Swedish Match med tanke på den höga andel driftstopp som uppstår på grund av andelen störningar. Om detta anses som relevant lär det däremot framkomma inom RCA som rekommenderas att utföras. Rapporten diskuterar även introduceringen av övertid för att kunna öka kapaciteten efter kundens efterfrågan vilket är ett sätt att öka produktionens kapacitet i och med mer arbetstid. Detta resulterar däremot i fler utgifter i form av löner och löser inte själva problemet med kapacitetsbegränsningar. Det diskuteras även att kassera avfall direkt än att vänta till skiftbyten för att skapa mer ordning på arbetsplatsen vilket tydliggör problem. Denna åtgärd kan däremot anses som en form av överarbete ifall de spill och skräp som finns inom produktionen inte skapar en större ordning. Detta anses inte överensstämmande med Swedish Match produktion och därmed anses denna åtgärd snarare resultera i onödig rörelse och överarbete än vad det skulle hjälpa i felsökningsprocessen i detta specifika fall.

Malin Schmidt och Tobias Svenssons examensarbete “Den dolda kapaciteten” studerar Kabes husbilsfabrik med målet att eliminera eller minska icke värdeadderande arbete och få en siffra på kapaciteten i nuläget och därmed utvärdera den dolda kapaciteten (Schmidt & Tobiasson, 2018). Studien använder liknande metoder som frekvensstudie och tidsstudier men tillsammans med en 5-varför analys samt PPA-metoden för att räkna fram en potentiell kapacitet. Likt denna rapport framkommer det att stationer inom processen har en variation i arbetstid vilket utgör en lägre utnyttjandegrad. Från den lägre utnyttjandegraden tappar

linjerna kapacitet som kunnat utgöra mer produktion. Ett förbättringsförslag som Schmidt & Tobiasson (2018) tar upp är att processer sällan förbättras på befintlig utrustning. En engagerad personal som fokuserar på förbättring av befintlig process är något som skulle kunna stärka Swedish Match. Likt lösningsförslag i denna rapport handlar det om att motivera och involvera medarbetare för att uppmuntra ett arbete med kontinuerliga förbättringar. Samtidigt som kontinuerliga förbättringar ger företaget en förbättringsprocess menar Schmidt & Tobiasson (2018) att ett standardiserat arbetssätt behöver etableras för att uppmärksamma avvikelser. Likt det, beskriver denna rapport att ett standardiserat arbetssätt krävs för en utgångspunkt för att kunna utvärdera förbättringseffekter. Utöver det föreslår Schmidt & Tobiasson (2018) i sin rapport att kittning skulle vara ett alternativ att utforska för Kabe. Kittning beskrivs som materialhantering som utförs i takt med produktionsschemat där behållare fylls med specifikt material utefter kundbehovet. Denna åtgärd hade i framtiden kunnat vara intressant men anses i nuläget vara överflödig för Swedish Match då det är enkla steg med få involverade komponenter som utförs inom processen.

## 6.2 Diskussion kring metod

Metoderna som utfördes inom denna rapport för att beskriva nuläget hos packningslinjerna var primärt egna observationer, intervjuer, den interna datan som Swedish Match innehade inom området och arbetsmätningar i form av klocktidstudie och frekvensstudier. De egna observationerna har bidragit väl som metod för arbetet då man har kunnat bevittna de olika händelser som skett under arbetsdagen samt möjligheten att notera saker från ett utomstående perspektiv än vad de som är inom produktionen varje dag. Denna metod i kombination med de intervjuer som utförts har bidragit till en bred förståelse över linjernas funktion samt de kapacitetsbegränsningar som dessa innehar. Intervjuerna har bidragit till att snabbt få relevant intern data samt de upplevda problemen som har hjälpt arbetet att snabbt komma framåt för identifieringen av begränsningarna. För att säkerställa att de upplevda begränsningarna även stämmer objektivt har arbetsmätningar varit väl fungerande metoder som har visat objektivt de innefattande begränsningarna hos linjerna. Klocktidsstudier har givit en förståelse över flaskhalsar och variationer inom processen medan frekvensstudien har givit förståelse över arbetsfördelningen över en arbetsdag. Dessa objektiva värden har varit en god grund för beskrivningen av nuläget och har varit metoder som fungerat väl för syftet.

De metoder som används för framtagning av produktivitets förbättringsförslagen är från den litteraturstudie som har utförts vilket grundades i de kapacitetsbegränsningar som erhållits från analysen av nuläget. Litteraturen har varit en god grund för att förse trovärdiga förbättringsförslag utifrån de identifierade begränsningarna. Denna metod har bidragit för arbetets tillförlitlighet då de förbättringsförslag som presenterats har grundat sig i beprövade och forskade metoder vilket har styrkt förbättringsåtgärdernas reliabilitet. Denna reliabilitet kring litteraturen har även styrkts genom arbetet som resultat av den tidigare beskrivna löpande valideringen. Dessa metoder har varit anpassade för studiens syfte och varit till god grund för att uppnå det förväntade resultatet.

## 6.3 Diskussion kring hållbarhet och etik

Vid implementering av nya lösningar inom företaget är det viktigt att förstå hur dessa påverkar både hållbarheten och de etiska aspekterna, både för företaget och globalt. Ur ett socialt hållbarhetsperspektiv kommer lösningarna standardiserat arbetssätt och hantering av störningar bidra till en säkrare arbetsmiljö då risken för olyckor minskar vilket ger en bättre socialhållbarhet. Det standardiserade arbetet bidrar även till minskad stress och en mer inkluderande arbetsplats då det är tydligt vad som förväntas vilket minimerar de outtalade uppgifterna som kan finnas sedan tidigare. Om det nya arbetssättet införs på en rimlig arbetsbelastning kommer därmed detta gynna den sociala hållbarheten. Genom en god övergång till automation med minskat förändringsmotstånd kan de nya arbetsuppgifterna för operatören skapa utvecklingsmöjligheter vilket även på sikt kan gynna den sociala hållbarheten. Ifall förändringen sker på ett mindre gynnsamt sätt kan motståndet skapa en missnöjdheten hos operatörerna vilket har en negativ inverkan på den sociala hållbarheten inom företaget.

Ur ett ekonomiskt hållbarhetsperspektiv tros lösningarna bidra till en mer produktiv produktion med minskade driftkostnader. Det medför att de resurser som finns idag utnyttjas bättre vilket gynnar den ekonomiska hållbarheten. Även resurser i form av operatörer utnyttjas mer effektivt och med implementeringen av automatisering kan de mänskliga resurserna användas mer effektivt på andra arbetsuppgifter. Genom en minskad variation i kvalitet produceras även mindre defekta produkter vilket höjer materialutnyttjandet som ger en positiv inverkan på den ekonomiska hållbarheten.

Ur ett ekologiskt hållbarhetsperspektiv tros de föreslagna lösningarna bidra till mer resursutnyttjande med minskade spill av material samt energibehov per enhet då produktiviteten ökar. Minskandet av materialspill och energibehov per enhet har en positiv inverkan på den ekologiska hållbarheten då framtagandet av dessa generellt har en negativ inverkan på miljön.

Ur ett etiskt perspektiv påverkar de föreslagna lösningarna personalen på flera sätt. Som tidigare beskrivet bidrar ett standardiserat arbetssätt och hantering av störningar till rättvisa arbetsförhållanden och en säkrare arbetsmiljö för operatörerna vilket är positivt ur ett etiskt perspektiv. Det är även positivt etiskt att använda mer resurseffektiva arbetsmetoder som minskar spill och energibehovet per enhet då man inte påverkar miljön mer än nödvändigt. En negativ aspekt ur ett etiskt perspektiv däremot är implementeringen av automatisering som kan leda till att viss personal förlorar sina jobb då maskiner ersätter mänskligt arbete. För att motverka detta föreslås en omfördelning av operatörernas arbetsuppgifter så att jobbförluster undviks.

## 6.4 Slutsats

Studien har haft som syfte att identifiera och analysera kapacitetsförluster för packningslinjerna cylinder, box och XXL inom braständartillverkningen samt presentera förslag för att uppnå ökad produktivitet. För att uppnå detta syfte formulerades två frågeställningar där den första grundade sig i kapacitetsbegränsningar i nuläget och den andra grundade sig i hur produktiviteten kan öka.

- *Vilka faktorer påverkar produktionskapaciteten för de valda braständarproduktionslinjerna idag?*

Denna frågeställning besvaras med hjälp av en nulägesbeskrivning och analys kring de valda linjerna. Informationen för nulägesbeskrivningen framkom genom intervjuer, observationer och arbetsmätning. Vid beskrivningen av linjerna presenterades produktionsprocessen, processflödesdiagram samt en frekvensstudie för boxlinjen. Vid analysen av nuläget observerades överkapacitet i tillverkningslinje, variationer inom processtider, arbetssätt och kvalitet samt långa driftstopp på grund av störningar eller planerade stopp. Detta sammanställdes i fem kapacitetsbegränsningar som bred variation inom processtid och kvalitet, inga standardiserade arbetssätt, bristande störningshantering och uppföljning, flaskhalsar och långa planerade driftstopp.

- *Hur kan produktiviteten öka i de valda braständarproduktionslinjerna?*

För att besvara denna frågeställning användes sammanställningen av kapacitetsbegränsningar från analysen där fyra lösningsförslag kring produktivitet presenterades. Det första utgår ifrån att dokumentera och etablera ett standardiserat arbetssätt på samtliga linjer vilket tydliggör problem och skapar en jämn produktion. Det andra lösningsförslaget är att hantera störningarna vilket utförs genom att påbörja mäta OEE för maskinerna och registrera störningar som sker. Detta används som grund för störningsuppföljning som ska ske genom RCA. Tredje lösningsförslaget är att reducera variationen i processtid för påfyllningsprocessen hos linjerna vilket löses genom att addera buffrar efter räkne steget. Det fjärde och sista lösningsförslaget är att automatisera delar packningsprocessen, från upppackning till stängning av förpackning, så att operatörens roll förändras från manuellt arbete till att förse packningslinjen med material. Metoderna som användes för informationen till lösningsförslag har erhållits från den litteraturstudie som har utförts.

Studien har skapat en större förståelse för kapacitetsbegränsningarna i packningslinjerna och belyst de utmaningar som gör att de inte når den produktivitet som företaget eftersträvar idag. Genom att implementera de presenterade lösningsförslagen förväntas en ökad produktivitet, då man arbetar aktivt för att minska den stora andelen icke värdeskapande tid som finns i nuläget.

## 6.5 Framtida studier

Under studiens gång har förslag för framtida studier observerats och identifierats där bland annat förslaget att fortsätta mätdata insamlingen med att ta fram MTBF och MTTR. Dessa kunskaper kring maskinerna skulle kunna ligga som grund för att i framtiden ytterligare kartlägga linjernas kapacitetsbegränsningar när man vill analysera med objektiv data.

Ytterligare förslag för framtida studier är utvecklingen för störningsregistrering vilket skulle kunna implementeras genom en snabb och enkel knapp på förslagsvis en surfplatta för operatörerna. Alternativt att man använder ett automatiskt system som samlar data kring maskinerna som tar fram relevanta mätetal och tider för driftstopp.

Genom studiens gång har det identifierats att det erhålls flera steg av mellanlager inom processen där bland annat det går från ett större mellanlager till ett mindre lager i form av buffer. Det är tidigare beskrivet att onödiga lager samt transporter är två former av lean manufacturing 7 + 1 slöserier. Därmed rekommenderas en studie kring ifall produktionen verkligen är i behov av båda dessa lager och ifall transport från ett lager till ett annat lager är nödvändigt.

Ett annat område som identifierades under studien är att en undersökning av arbetsmiljöfrågor kan gynna produktiviteten på sikt. För närvarande använder både gaffeltruckar och fotgängare samma vägar i produktionen vilket innebär en säkerhetsrisk. Operatörer vittnar även kring förslitningsskador som smärta i handleder och axlar. En studie kring dessa områden skulle kunna öka produktiviteten på sikt med en bättre välmående personal där det dels blir färre sjukskrivna, dels att personalen stannar längre på arbetsplatsen vilket minskar kostnaden för upplärningen av ny personal.

En möjlig lösning för att lösa den nuvarande flaskhalsen i påfyllaren är att köpa in ytterligare en maskin. Därmed kommer kapaciteten inom den stationen att dubblas men för att utforska detta krävs vidare studier.

# Referenser

Almström, P., (2024). *“Time Data Management - En handbok”*. Chalmers University of Technology

Blomkvist, P., & Hallin, A., (2014). *Metod för teknologer : Examensarbete enligt 4-fasmodellen*. Studentlitteratur AB.

Bokrantz, J., Skoogh, A., Ylipää, T., & Stahre, J. (2016). Handling of production disturbances in the manufacturing industry. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 27(8), 1054–1075. <https://doi.org/10.1108/jmtm-02-2016-0023>

Campilho, R., & Silva, F. (2023). Industrial process improvement by automation and robotics. *Machines*, 11(11), 1011. <https://doi.org/10.3390/machines11111011>

Cheah, C. K., Prakash, J., & Ong, K. S. (2020). An integrated OEE framework for structured productivity improvement in a semiconductor manufacturing facility. *the International Journal of Productivity and Performance Management/International Journal of Productivity and Performance Management*, 69(5), 1081–1105. <https://doi.org/10.1108/ijppm-04-2019-0176>

Dalal, S., & Chhillar, R. S. (2013). Empirical study of root cause analysis of software failure. *Software Engineering Notes*, 38(4), 1–7. <https://doi.org/10.1145/2492248.2492263>

Hedman, R., Subramaniyan, M., & Almström, P. (2016). Analysis of critical factors for automatic measurement of OEE. *Procedia CIRP*, 57, 128–133. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.023>

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

Ito, A., Ylipää, T., Gullander, P., Bokrantz, J., & Skoogh, A. (2021). Prioritisation of root cause analysis in production disturbance management. *International Journal of Quality and Reliability Management/International Journal of Quality & Reliability Management*, 39(5), 1133–1150. <https://doi.org/10.1108/ijqrm-12-2020-0402>

Jacobsen, D. I., & Thorsvik, J. (2021). *Hur moderna organisationer fungerar* (G. Sandin & P. Larson, Trans.). Studentlitteratur AB.

Jana, P., & Tiwari, M. (2021). *Lean tools in apparel manufacturing*. Woodhead Publishing.

Jobber, D., Ellis-Chadwick, F. (2019). *“Principles and Practice of Marketing”* (Ninth edition). McGraw-Hill Education

Karlsson, T., & Eriksson, R. (2016). Minimering av slöserier och kapacitetsbegränsningar för att öka produktionskapaciteten : En fallstudie på företaget Svensson & Linnér. Linneuniversitet. <http://lnu.diva-portal.org/smash/get/diva2:934407/FULLTEXT01>

Liker, J. K., (2021). Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. (Second edition). McGraw-Hill Education

Liker, J. K., & Meier, D. (2011). *The Toyota way fieldbook : a practical guide for implementing Toyota's 4Ps*. New York McGraw Hill Professional.

Patchong, A., (2013). Implementing Standardized Work : Writing Standardized Work Forms. Productivity Press  
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/chalmers/reader.action?docID=4744311>

Schmidt, M., & Tobiasson, S. (2018). Den dolda kapaciteten : Identifiering och grundorsaksanalys av potentiell kapacitet i en produktionslina. Tekniska Högskolan i Jönköping. <http://www.diva-portal.se/smash/get/diva2:1228199/FULLTEXT01.pdf>

Slack, N., Johnston, R., Brandon-Jones, A., (2013) Operations management (7. edition). Pearson.

Taylor, C. S. (2013). Validity and validation. Oxford University Press.

Yang, B., Kuan, Y., Zhu, R., Xie, H., Zhao, L., Li, H., & Yuan, T. (2021). Reliability Evaluation of voltage transformer based on Fault-Tree analysis method. 2021 International Conference on Advanced Electrical Equipment and Reliable Operation (AEERO).  
<https://doi.org/10.1109/aeero52475.2021.9708279>

# Bilagor

## Bilaga 1, Beskrivning för tillverkningslinje processtid

| Tillverkningslinje |                          |                        |
|--------------------|--------------------------|------------------------|
| Moment             | Genomsnittlig processtid | Antal kuber per sekund |
| Tillverkning       | 7,6                      | 74                     |

## Bilaga 2, Balanseringsförlust och processtid cylinderlinje

| Moment              | Genomsnittlig processtid | Balanseringsförlust | Antal kuber per sekund |
|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------|
| Påfyllning          | 8,4                      | 0                   | 12                     |
| Uppack + nedpack    | 4,0                      | 4,4                 | 25                     |
| Nivågivare          | 4,2                      | 4,2                 | 24                     |
| Lock                | 6,1                      | 2,3                 | 16                     |
| Längsta process     | 8,4                      |                     |                        |
| Balanseringsförlust | 33%                      |                     |                        |

## Bilaga 3, Balanseringsförlust och processtid boxlinje

| Moment              | Genomsnittlig processtid | Balanseringsförlust | Antal kuber per sekund |
|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------|
| Påfyllning          | 8,4                      | 0                   | 12                     |
| Uppackning          | 4,2                      | 4,2                 | 24                     |
| Nedpackning         | 3,4                      | 5,0                 | 29                     |
| Längsta process     | 8,4                      |                     |                        |
| Balanseringsförlust | 36,7%                    |                     |                        |

## Bilaga 4. Beräkning av antal provtagningar för frekvensstudie

$z = 1.96$  (Standardvärde för 95% konfidensintervall)

$p_{\text{minst}} = 12\%$  (Minsta intressanta aktivitet anses vara störningshantering)

$e_{\text{relativt fel}} = 13\%$  (Godtagbar relativt fel för minsta intressanta aktivitet)

$e = p_{\text{minst}} * e_{\text{relativt fel}} \approx 2\%$  (Acceptabel felgräns)

$N = z^2 * p_{\text{minst}} * (1 - p_{\text{minst}}) / e^2 = 1667$  (Antal provtagningar)

Bilaga 5, Frekvensstudie från excel som påvisar faktiska relativa fel för intressanta aktiviteter

|   | z    | p minst | e, relativt fel | e  | N    |
|---|------|---------|-----------------|----|------|
|   | 1,96 | 12%     | 13%             | 2% | 1667 |
| Faktiska relativa fel för intressanta aktiviteter |      |         |                 |    |      |
| Avslutningssteg färdig produkt                    |      | 8%      |                 |    |      |
| Paketera upp                                      |      | 8%      |                 |    |      |
| Betald rast, arbetsrotation                       |      | 7%      |                 |    |      |
| Störningshantering                                |      | 13%     |                 |    |      |

Bilaga 6, Balanseringsförlust och processtid XXL för arbetssätt 1 och 2.

| Arbetsätt 1, XXL    |                          |                     |                        |
|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------|
| Moment              | Genomsnittlig processtid | Balanseringsförlust | Antal kuber per sekund |
| Station 1           | 10,4                     | 0,0                 | 19                     |
| Station 2           | 8,8                      | 1,6                 | 23                     |
| Balanseringsförlust | 8%                       |                     |                        |
| Arbetsätt 2, XXL    |                          |                     |                        |
| Moment              | Genomsnittlig processtid | Balanseringsförlust | Antal kuber per sekund |
| Station 1           | 11,6                     | 0                   | 17                     |
| Station 2           | 7,7                      | 4                   | 26                     |
| Balanseringsförlust | 17%                      |                     |                        |

Bilaga 7, Genomsnittlig tid för påfyllare i jämförelse med den genomsnittliga tiden för station 1 inom XXL linjen.

| Moment     | Arbetsätt 1 | Arbetsätt 2 |
|------------|-------------|-------------|
| Påfyllaren | 10,1        | 10,1        |
| Station 1  | 10,4        | 11,6        |

Bilaga 8, Frekvensstudie Excel med antal provtagningar i kvantitativa nummer

| Kategori | Aktivitet  | Totalt | Operatör 1 (Uppackning Box) | Operatör 2 (Nedpackning Box) |
|----------|--|--------|-----------------------------|------------------------------|
| VA       | Avslutningssteg färdig produkt                                     | 317    | 2                           | 315                          |
| VA       | Paketera upp   | 331    | 329                         | 2                            |
| VA       | Värdeadderande pallarbete  | 66     | 0                           | 66                           |
| SU       | Stödjande pall- och påfyllningsarbete                              | 84     | 33                          | 51                           |
| SU       | Omställningsarbete, städning, förebyggande underhåll och planering | 97     | 51                          | 46                           |
| SU       | Kvalitetskontroll  | 11     | 0                           | 11                           |
| NVA      | Störningshantering   | 199    | 137                         | 62                           |
| NVA      | Personlig tid  | 75     | 44                          | 31                           |
| NVA      | Betald rast, arbetsrotation  | 374    | 165                         | 209                          |
| NVA      | Väntetid   | 60     | 39                          | 21                           |
| NVA      | Övrigt   | 64     | 41                          | 23                           |
|          | Ej ifyllda   | 254    | 127                         | 127                          |
|          | Totalt   | 1678   | 841                         | 837                          |

## Bilaga 9, Frekvensstudie Excel med antal provtagningar i procentuell fördelning

| Kategori | Aktivitet  | Totalt    | Operatör 1 (Uppackning Box) | Operatör 2 (Nedpackning Box) |
|----------|--|-----------|-----------------------------|------------------------------|
| VA       | Avslutningssteg färdig produkt                                     | "18,89 %" | "0,24 %"                    | "37,63 %"                    |
| VA       | Paketera upp   | "19,73 %" | "39,12 %"                   | "0,24 %"                     |
| VA       | Värdeadderande pallarbete  | "3,93 %"  | "0 %"                       | "7,89 %"                     |
| SU       | Stödjande pall- och påfyllningsarbete                              | "5,01 %"  | "3,92 %"                    | "6,09 %"                     |
| SU       | Omställningsarbete, städning, förebyggande underhåll och planering | "5,78 %"  | "6,06 %"                    | "5,5 %"                      |
| SU       | Kvalitetskontroll  | "0,66 %"  | "0 %"                       | "1,31 %"                     |
| NVA      | Störningshantering   | "11,86 %" | "16,29 %"                   | "7,41 %"                     |
| NVA      | Personlig tid  | "4,47 %"  | "5,23 %"                    | "3,7 %"                      |
| NVA      | Betald rast, arbetsrotation  | "22,29 %" | "19,62 %"                   | "24,97 %"                    |
| NVA      | Väntetid   | "3,58 %"  | "4,64 %"                    | "2,51 %"                     |
| NVA      | Övrigt   | "3,81 %"  | "4,88 %"                    | "2,75 %"                     |



INSTITUTIONEN FÖR TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION  
AVDELNINGEN FÖR SUPPLY AND OPERATIONS MANAGEMENT  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, Sverige 2024  
[www.chalmers.se](http://www.chalmers.se)



**CHALMERS**