



CHALMERS



Kartläggning och optimering av värdeflödet i produktion av mjukpapper

En fallstudie av flaskhalsar och förbättringsmöjligheter vid Essity Lilla Edet

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Ekonomi och produktionsteknik

ANNA FERMHEDEN
MATILDA SVENSSON

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

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, 2026
www.chalmers.se

Kartläggning och optimering av värdeflödet i produktion av mjukpapper

En fallstudie av flaskhalsar och förbättringsmöjligheter vid
Essity Lilla Edet

ANNA FERMHEDEN
MATILDA SVENSSON

TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
Avdelning för Supply and Operations Management
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2026

Kartläggning och optimering av värdeflödet i produktion av mjukpapper
En fallstudie av flaskhalsar och förbättringsmöjligheter vid Essity Lilla Edet

ANNA FERMHEDEN
MATILDA SVENSSON

© ANNA FERMHEDEN, 2026
© MATILDA SVENSSON, 2026

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

Omslag: Generisk visualisering av en inplastad förpackning av hushållspapper till vänster, samt en inplastad förpackning av toalettpapper till höger mot grå bakgrund. Royaltyfri vektorillustration av Ingram Publishing, hämtad via EBSCOhost bildbank (https://quest-eu1.proxy.openathens.net/images/my/media/detail/186_3413827). Ingram Publishing licens

Göteborg, Sverige

Göteborg, Sverige 2026

Kartläggning och optimering av värdeflödet i produktion av mjukpapper
En fallstudie av flaskhalsar och förbättringsmöjligheter vid Essity Lilla Edet

ANNA FERMHEDEN
MATILDA SVENSSON

Institutionen för Teknikens ekonomi och organisation
Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Produktionslinje 15 vid Essity Hygiene and Health AB i Lilla Edet producerar mjukpapper i formatet toalett- och hushållspapper. I dagsläget uppnår inte produktionen de produktionsmål som är uppsatta avseende producerad mängd och maskineffektivitet. Trots tidigare försök att implementera förbättringar och Leanprinciper, kvarstår störningar, flaskhalsar och ineffektivitet längs produktionslinjen. Företaget har upplevt svårigheter att identifiera vilka lösningar som vore mest effektiva att applicera på grund av ett bristande underlag och kartläggning av flödet.

Studien syftar till att kartlägga och analysera värdeflödet i produktionen för att identifiera flaskhalsar, slöserier och rotorsaker till störningar, samt presentera välgrundade förbättringsförslag för att öka produktiviteten.

Resultatet från studien påvisar en ojämn balansering av värdeskapande moment hos de olika processerna längs produktionslinjen vilket orsakar flaskhalsar och obalans. En genomgående identifierad rotorsak anses vara avsaknaden av uppdaterade och ägda standarder för maskininställningar, upplärning och mätning.

Studien presenterar förbättringsförslag inom standardisering, förebyggande arbete och layoutförändringar samt ger företaget ett konkret underlag för att prioritera och genomföra förbättringsarbete.

Nyckelord: Produktion av mjukpapper, värdeflödesanalys, lean produktion, linjebalansering, standardisering, flaskhalsanalys, layout

Abstract

Production Line 15 at Essity Hygiene and Health AB in Lilla Edet manufactures tissue products such as toilet paper and paper towels. Currently the production line does not meet established targets regarding output volume and machine efficiency. Despite previous efforts to implement improvements and lean principles, disruptions, bottlenecks, and inefficiencies persist throughout the production process. The company has experienced difficulties in identifying effective solutions due to insufficient data and a lack of comprehensive process mapping.

The purpose of this study is to map and analyze the value stream to identify bottlenecks, waste, and root causes of disturbances, as well as to propose well-founded improvement measures to increase productivity.

The results indicate an imbalance in the distribution of value-adding activities across processes along the production line, leading to bottlenecks and inefficiencies. A key root cause identified is the lack of updated and clearly defined standards for machine settings, training, and performance measurement.

The study presents improvement proposals related to standardization, preventive maintenance, layout changes, and provides the company with a concrete basis for prioritizing and implementing improvement initiatives.

Förord

Examensarbetet har utförts vid Chalmers Tekniska högskola under våren år 2026. Arbetet är skrivet av två studenter på Högskoleingenjörsprogrammet Ekonomi och Produktionsteknik 180hp, och är utfört på institutionen Teknikens ekonomi och organisation.

Vi vill rikta ett stort tack till våra kontaktpersoner från Essity Hygiene and Health AB i Lilla Edet. Ett särskilt tack riktar vi till vår handledare Sanna Hidesjö, som varit engagerad i vårt arbete och varit stödjande under processens gång. Vi vill även tacka Eddie och Stefan från Essity Hygiene and Health AB som bidragit med goda insikter och erfarenheter från produktionen.

Slutligen vill vi även tacka Per Medbo som varit vår handledare från institutionen Teknikens ekonomi och organisation, som har bidragit med fördjupad kunskap inom Leanmetodik men även varit ett stort stöd under processens gång. Pers medverkan har fördjupat vårt analytiska tänkande och hjälpt oss angripa problem på ett strukturerat sätt.

Anna Fermheden & Matilda Svensson
Göteborg
Maj 2026

Begreppslista

Mjukpapper	Toapapper och hushållspapper.
Hylsa	Innerrulle till mjukpapperet (kartongrulle).
Logg	En icke kapad rulle av mjukpapper upprullad på en hylsa. Från en logg kapas ett förbestämt antal mjukpappersrullar beroende på produktsort, exempelvis 16 toaletterullar.
Moderrullar	Stora pappersrullar som utgör råmaterialet i processen. Från moderrullen matas pappret vidare och rullas upp i flera skikt på en logg.
Säck	Enskilda paket sammanslagna i en större förpackning (säck).
Machine efficiency (ME)	Hur effektiv en maskin är jämfört med dess maximala kapacitet.
Time efficiency (TE)	Ett mått på tillgänglighet i produktionen.
Cykeltid (C/T)	Tiden mellan att två enheter lämnar processen.
Processtid (P/T)	Den tid det tar att utföra en process.
Lagernivå (L)	Antal enheter i lager.
Väntetid (V)	Tid utan värdeskapande aktivitet.
PIA	Antal produkter i arbete.
GAP-analys	Analys som påvisar skillnaden mellan nuvarande läge och målbild.
Loss map	Kartläggning av alla typer av förluster (tid, material, energi, kvalitet) längs en produktionslinje eller process. Syftet är att se var de största förlusterna ligger så att förbättringsarbete kan prioriteras.
Slöserier	Aktivitet som förbrukar resurser utan att tillföra värde.
Ben/Produktionsben	Kedja av processer som i produktionen finns i dubletter eller ännu flera parallella versioner av.
Centerline	Det mellersta produktionsbenet.

Innehållsförteckning

1.	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund	1
1.1.1	Essity Hygien and Health AB	1
1.1.2	Produktkatalog	1
1.1.3	Bransch och konkurrens inom mjukpapperstillverkning	1
1.1.4	Produktionslinje 15	2
1.2	Syfte	3
1.3	Frågeställning.....	4
2.	Teoretiskt ramverk	5
2.1	Lean produktion	5
2.1.1	7 + 1 Slöserierna inom Leanmetodik	5
2.1.2	Genchi Genbutsu	6
2.1.3	Just-in-time.....	6
2.1.4	Standardiserat arbetssätt	6
2.2	Värdeflödesanalys	7
2.2.1	Flaskhals.....	8
2.2.2	Takttid	8
2.3	Kontinuerligt flöde.....	8
2.4	Nyckeltal (KPI: er).....	9
2.5	Fiskbensdiagram	9
2.6	Rotorsaksanalys	9
2.7	Pareto-diagram	9
2.8	GAP-analys	10
2.9	Digital replika	10
2.10	Sammanfattning teoretiskt ramverk	11
3.	Metod	12
3.1	Genomförande.....	12
3.1.1	Urval och stickprovsstorlek.....	12
3.2	Datainsamlingsmetoder.....	14
3.2.1	Kvantitativa metoder	14
3.2.1.1	Observation och tidsstudier	14
3.2.1.2	Historisk data.....	16

3.2.2 Kvalitativa metoder	16
3.2.2.1 Intervjuer med handledare på Essity	16
3.2.2.2 Intervjuer med operatörer	16
3.3 Empirisk analys.....	17
3.4 Hantering av konfidentiella data	18
4. Nulägesbeskrivning	19
4.1 Flödesschema.....	19
4.2 Nulägesbeskrivning av tider och mellanlager	20
4.2.1 Cykeltider	21
4.2.2 Mellanlager.....	21
4.2.3 Takttid	22
4.3 Nulägesbeskrivning av värdeflödet i sin helhet	22
4.4 Historiska data (GAP-analyser utfärdade av företaget).....	23
5. Analys.....	24
5.1 Värdeflödesanalys	24
5.1.1 Analys av balansdiagram	25
5.2 Fiskbensdiagram	27
5.2.1 Metod	28
5.2.2 Maskin.....	28
5.2.3 Människa	29
5.2.4 Management	31
5.2.5 Mätning	31
5.2.6 Material	32
5.2.7 Miljö	32
5.3 Standardiserat arbetssätt.....	32
5.4 Produktionsstopp.....	32
5.5 Rotorsaksanalys	34
5.5.1 Metod	35
5.5.2 Mätning	35
5.5.3 Maskin.....	35
5.5.4 Människa	35
5.6 Sammanfattning av analys	35
6. Förbättringsförslag.....	37

6.1 7M	37
6.1.1 Metod	37
6.1.2 Maskin	37
6.1.3 Människa	38
6.1.4 Mätning	38
6.1.5 Management	38
6.1.6 Material	38
6.1.7 Miljö	38
6.2 Layout och flödesförbättringar	38
6.2.1 Framtida balanseringsdiagram	39
7. Diskussion	42
7.1 Resultatdiskussion	42
7.2 Metoddiskussion	42
7.3 Studiens begränsningar	43
8. Slutsats	44
9. Rekommendationer	46
9.1 Framtida forskning och utveckling	46
9.1.1 Material	46
9.1.2 Miljö	46
9.1.3 Omställningar	47
10. Referenser	48
Appendix 1	50
Appendix 2	51

1. Inledning

Under inledningen följer en presentation av företagets historia och produktkatalog för att skapa en förståelse kring företaget och branschen det verkar inom. Inledningen beskriver även syfte och frågeställning för studien.

1.1 Bakgrund

I bakgrunden presenteras företaget där studien har utförts. Beskrivning kring hur företaget uppstått samt hur produktionslinjen kommit till. Slutligen presenteras ett flödesschema över produktionslinjen som beskriver ordningen av processerna.

1.1.1 Essity Hygien and Health AB

År 1881 arrenderade Carl Emil Haeger tio sågar vid vattenfallen i Lilla Edet och startade ett sliperi för pappersmassa. Detta blev starten för Edet pappersbruk som i flera årtionden varit en stor arbetsgivare i Lilla Edets kommun. År 1940 blev bruket först i Sverige att pröva en ny teknik med eftertorkcylindrar som producerar ett mjukt, kräppat papper. Utvecklingen av företagets mjukpapper fortsätter och under 1960-talet lanseras blekt papper som har den ljusa, vita nyansen i stället för den tidigare gråaktiga färgen. 1969 säljer familjen Haeger sitt familjebolag till holländska holdingbolaget KZO (Akzo) som senare köps upp av NCB (Norrlands Skogsägares Cellulosa AB) och Lilla Edets Pappersbruk byter namn till Edet AB. Under 80-talet har Edet AB cirka 700 anställda och blir uppköpta av Mölnlycke-koncernen och kommer senare att bli en del av SCA. År 2017 blir Edet bruk en del av Essity efter att SCA delats upp och Essity bildats. Samma år avvecklades den tidigare Linje 14 och ersätts med den dubbelt så stora Linje 15 som flyttats från Frankrike. Under 2020-talet blir Edet bruk den första mjukpappersfabriken i världen att producera i stor skala utan fossila koldioxidutsläpp efter att ha bytt ut naturgas mot biogas som bränslekälla. Idag producerar Edet bruk cirka 100 000 ton mjukpapper årligen och har över 400 anställda (Essity Hygien and Health AB, u.å.).

1.1.2 Produktkatalog

Essity Hygien and Health AB är ett globalt företag inom hygien och hälsa. Deras portfolio innefattar bland annat mjukpapper, mensskydd, inkontinensprodukter och medicinsk utrustning. Denna studie är avgränsat till mjukpapper som toalett- och hushållspapper vilket tillverkas på Linje-15 på Edet bruk, en produktionslinje som är indelad i tre konverteringslinjer. På den produktionslinje som studierna har utförts, producerar man ett flertal produkter, men dessa studier innefattar endast två av dem, benämnda produkt 1 och produkt 2 (Essity, u.å.).

1.1.3 Bransch och konkurrens inom mjukpapperstillverkning

Essity är främst verksam inom hälsa, medicin, konsumentprodukter och professionell hygien. Företaget är som störst i Europa, följt av Nordamerika och Sydamerika men är även verksam i andra delar av världen. De har en förväntad marknadstillväxt på 1–5% årligen inom samtliga geografiska områden enligt deras årsredovisning för år 2025. Deras nettoomsättning motsvarade år 2025 138,5 miljarder SEK. Några av Essitys konkurrenter är bland annat Procter & Gamble och Kimberly-Clark i konsumentsegmentet, men även Unilever och Georgia-Pacific som samtliga är internationella tillverkare inom hygien och hälsosegmentet (Essity, 2026).

1.1.4 Produktionslinje 15

Produktionslinje 15 producerar olika produkter av mjukpapper utefter en line-layout på Essitys fabrik i Lilla Edet. Produktionslinjen uppvisar en viss ineffektivitet i form av långa omställningstider och varierande måtvärden av nyttjandegrad. Produktionslinjen kan inte styra om produktionsmålen utifrån linjens prestation då orderplaneringen sker på Essitys centrala planeringskontor för Europa. Produktionslinjen uppnår idag inte den innehavda kapaciteten för effektiv produktion och behöver därmed öka den producerade mängden mjukpapper från fabriken för att möta produktionsmålen (S. Hidesjö, personlig kommunikation, 12 februari, 2026).

Företaget har tidigare genomfört att applikationer av Lean-principer, men det finns fortfarande förbättringar att utföra av produktionen för att uppnå produktionsmålet. Variation i produkter, manuella justeringar i maskininställningar samt brist på fullständig standardisering bidrar till instabilitet i processen (S. Hidesjö, personlig kommunikation, 12 februari, 2026).

Produktionslinjen hanterar ett flertal produkter vilket medför frekventa omställningar och ökad komplexitet i driften då varje produkt kräver produktspecifika verktyg och inställningar i form av olika valsar, antal papperslager samt paketstorlek. Skillnader mellan toalettpapper och hushållspapper i längd samt olika storlekar på paket, kräver olika inställningar och skapar varierande problem i produktionen, de olika produktsorterna tar olika lång tid att hantera då processerna varierar i antal steg och komplexitet.

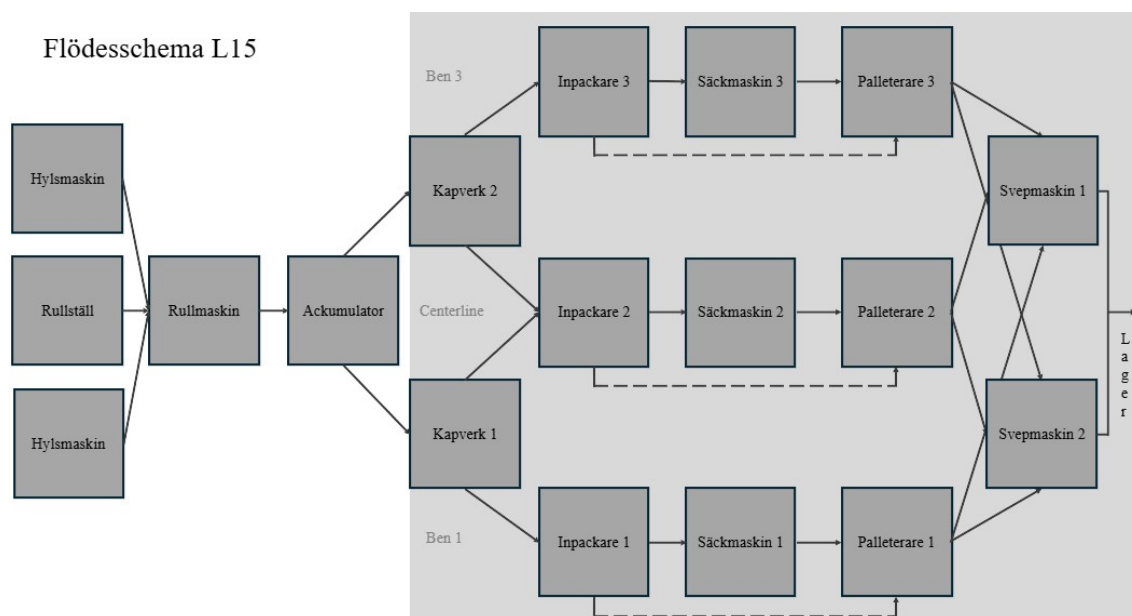
Ett antal återkommande störningar har identifierats av företaget, bland annat rullar som reser sig upp och problem vid paketeringen med svepmaskinen. En störning påverkar produktionslinjen genom sänkt produktionshastighet och i vissa fall även stopp, ingen exakt data på intervall av denna typ av störning har dokumenterats. Vid stopp i en process skapas en kaskadeffekt som påverkar hela linjens processer, uppströms processer stoppas då mellanlager blir fulla, nedströms processer blir stillastående då mellanlagren töms och produktionen kan därmed ej fortlöpa.

Machine efficiency och Time efficiency används som centrala mätetal för att följa upp produktionsprestandan. Machine efficiency, ett begrepp som mäter maskinernas utnyttjande grad, har ett mål att uppnå [A] procent. Time efficiency, ett mått på tillgänglighet, har ett långsiktigt mål att uppnå över [B] procent men påverkas negativt av stopp kopplade till omställningar och materialbyten. Målvärdena är framtagna för att uppnå produktionsmålet på [C] ton per månad.

Fullständiga och tillförlitliga data kring ett antal stopp och förluster saknas, delar av stoppregreringarna görs manuellt av operatörer och kan därmed vara inkonsekventa vilket försvårar analysen av flaskhalsar och förbättringsarbetet. Behovet av ökad standardisering samt mer tillförlitliga data kvarstår för att förbättra linjens prestanda.

I detta arbete utförs en undersökning av samtliga processer efter produktionslinjens kapverk under pågående produktion. Omställningar omfattas inte av undersökningen, utan enbart aktiv produktionstid. Avgränsningen av produktionslinjens processer sker då man efter tidigare undersökningar identifierat att processerna efter kapverket på linjen är de mest obalanserade processerna. Denna avgränsning är utförd i samråd med företaget baserat på deras tidigare

bedömningar kring obalansen av flödet. I Figur 1 visualiseras flödesschemat av produktionslinjen.



Figur 1. Flödesschema av den nuvarande tillverkningsprocessen. Grå markerat område är de delar av processen som omfattas av studien. Streckade linjer påvisar alternativa vägar för PIA då produkterna kan paketeras både med och utan säck.

Som kan utläsas i Figur 1 är Linje-15 en komplex produktionslinje, där produktflödet kan gå flera alternativa vägar. Trots erfarenhet inom produktionen beskriver företaget hur de önskar att uppnå en högre effektivitet för att kunna producera mer. Det är möjligt att producera mer på produktionslinjen, då man har god erfarenhet av liknande produktionslinjer där maskiner exempelvis är av nyare modell och påvisar färre störningar.

Vad som krävs för att kunna implementera förbättringar och införa investeringar är en välgrundad analys av vad som anses kunna ge högst avkastning till lägst kostnad. Man har därmed hamnat i en limbo där man inte kunnat identifiera vilken störning som påverkar linjens effektivitet mest och därför inte vet vilken investering som vore mest lönsam. Med två par nya ögon över linjens effektivitet och kapacitet är det möjligt att identifiera nya förbättringslösningar eller skapa en grund för nya förbättringsförslag.

1.2 Syfte

Syftet med denna studie är att identifiera och analysera faktorer som påverkar produktiviteten på Produktionslinje 15 hos Essity i Lilla Edet, för att möjliggöra en stabilare utnyttjandegrad och ökad kapacitet så att de uppsatta produktionsmålen kan uppnås över tid.

1.3 Frågeställning

För att besvara arbetets syfte har följande huvudfråga tagits fram:

Hur kan utnyttjandegraden stabiliseras för att förbättra produktiviteten och säkerställa att produktionsmålen på [C] ton per månad nås över tid?

För att besvara huvudfrågeställningen har den delats upp i följande delfrågor:

1. Hur är arbetsbelastningen fördelad mellan processerna på Produktionslinje 15 och vilka processer utgör flaskhalsar i flödet?
2. Vilka faktorer orsakar störningar längs produktionslinjen och i vilken utsträckning bidrar avsaknaden av standardiserade maskininställningar, inkonsekvent stoppregistrering, centraliserad orderplanering och produktvariation till dessa störningar?
3. Vilka förbättringsåtgärder kan öka produktionslinjens produktivitet och bidra till ett mer balanserat flöde?

2. Teoretiskt ramverk

De teoretiska begrepp som presenterats i detta kapitel utgör det analytiska ramverk som tillämpas i studien. Studien är baserad på Leanmetodik och använder ett flertal metoder för att identifiera slöserier.

2.1 Lean produktion

Lean produktion är en metodik och filosofi som syftar till att maximera värdet i tillverkningsprocesser samtidigt som slöserier minimeras. Företaget Toyota utvecklade grunderna för Lean produktion inom sin fabrik och kallade det Toyota Production System (TPS). Lean produktion bygger på kontinuerlig förbättring, eliminering av onödiga resurser samt skapandet av effektiva flöden (Liker, 2021).

Att flaskhalsar och slöserier uppstår längs ett flöde är inte ett påstående utan snarare fakta. Alla typer av processer har någon form av slöseri, flaskhals eller obalans som bör identifieras för att effektivisera flödet vilket kan resultera i en bättre output som bidrar till ökad inkomst, snabbare leveranser samt kan minska klimatavtrycket (Liker, 2021).

I dagens industri blir det viktigare för varje dag att prestera bättre då kunder ställer allt högre krav och man förväntas leverera allt snabbare. Om man som företag inte kan hantera snabba omställningar kan det resultera i förlorade kunder.

2.1.1 7 + 1 Slöserierna inom Leanmetodik

Toyota har identifierat sju olika typer av icke värdeadderande slöserier i tillverkningsindustrin, dessa slöserier hindrar effektivitet och värdehöjande aktiviteter. Målet är att slöserierna ska minskas för att möjliggöra en ökad andel resurser som nyttjas till aktiviteter för ett ökat kundvärde. Liker (2021) beskriver de sju slöserierna samt sin åttonde egenskapande utnyttjad kreativitet enligt:

1. Överproduktion innebär att det produceras fler produkter än vad som efterfrågas av kunden. Detta slöseri brukar generera flertalet efterföljande slöserier och ses därför som det mest grundläggande slöseriet.
2. Väntan uppstår då personal bara står och övervakar en automatiserad maskin eller måste vänta på nästa processteg, material, verktyg eller komponent. Väntan kan även uppstå vid materialbrist, förseningar och maskinstopp. All väntan resulterar i uteblivet värdeskapande.
3. Onödiga transporter kan innebära att transporten av material eller produkter är onödigt långa, förflyttningar som inte behövs eller att det sker onödigt många förflyttningar.
4. Överarbete innebär att onödiga steg i bearbetningen sker, detta kan bero på dålig verktygs- eller produktdesign samt att produkterna tillverkas med en högre kvalitet än vad som krävs.

5. Överlager innebär att det lagras för mycket råmaterial, antalet produkter i arbete är för många, mellanlagren mellan processerna är för stora alternativt att färdigvarulagret är för stort. Överlager kan leda till längre ledtider samt ökade transport- och lagerhållningskostnader. Ett stort lager kan dölja olika produktionsobalanser.
6. Onödiga rörelser uppstår när anställda måste göra rörelser i arbetet som inte skapar något värde, det kan handla om att leta efter verktyg, sträcka sig efter material eller flytta och stapla delar. Onödiga förflyttningar mellan olika processer räknas också in som slöseri.
7. Fel och omarbeten innebär att produkter tillverkas med fel eller brister som bidrar till icke uppnådda kvalitetskrav. När detta sker måste produkterna repareras, göras om eller kasseras. Detta leder till extra arbete, mer tidsåtgång och ökade kostnader då resurser används för att åtgärda fel i stället för att producera nya produkter.
8. Outnyttjad kreativitet (Likers +1 slöseri) uppstår när företaget inte tar vara på de anställdas kunskaper, idéer och erfarenheter. Detta sker när medarbetare inte får möjlighet att bidra med förbättringsförslag eller när de inte blir lyssnade på.

2.1.2 Genchi Genbutsu

Genchi Genbutsu även kallat gå till Gemba innebär inom Lean produktion att gå till platsen och se den aktuella situationen för att förstå. Detta steg är det första som genomförs vid en problemlösningssprocess, framtagandet av en ny process eller utvärdering av utförandet av en faktisk situation för att få en förståelse över flödet samt hur allting samverkar och fungerar (Liker, 2021).

2.1.3 Just-in-time

Att all information, material och komponenter som behövs i en process anländer till användningspunkten precis när de behövs, varken för tidigt eller för sent, kallas inom Lean-metodiken för Just-in-time (JIT). Att producera med JIT bidrar till minskade slöserier i form av överproduktion och onödig väntan. JIT skapar ett flöde som har lättare att reagera på förändringar i kundernas efterfrågan (Liker, 2021).

2.1.4 Standardiserat arbetssätt

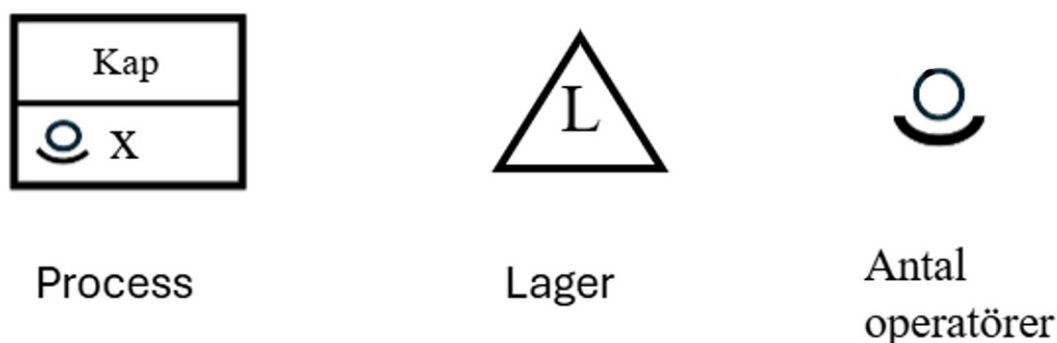
En metod för att genomföra arbetsprocesser på ett så effektivt och säkert sätt som möjligt, alltså det bästa kända arbetssättet för tillfället benämns inom Lean som Standardiserat arbetssätt. Metoden är dynamisk och kan förbättras kontinuerligt i takt med nya erfarenheter och teknologiska framsteg. Standardiserat arbete är inte bara en metod utan omfattar andra standarder som är avgörande för kvalitet och säkerhet, så som tekniska specifikationer, inställningar för utrustning och säkerhetsföreskrifter. Tillsammans bidrar de olika

standarderna till att skapa en arbetsmiljö som är systematisk och strukturerad där processer kan följas och genomföras konsekvent av olika medarbetare (Liker, 2021).

2.2 Värdeflödesanalys

Värdeflödesanalys är en analys av ett visualiserat flöde i en produktion från en vald startpunkt, ofta en större godsmottagning eller ett första processteg, genom värdehöjandeprocesser till färdig produkt. Det visualiserade flödet ger en samlad bild hur material och information rör sig igenom processen. Genom denna helhetsbild blir det möjligt att identifiera var i processen resurser förbrukas utan att skapa värde, särskilt synliggörs slöserier i form av lageruppbyggnad och väntetid mellan processteg (Liker, 2021).

För att tydliggöra flödet används standardiserade symboler där olika typer av aktiviteter representeras grafiskt, trianglar för att illustrera lager eller väntetider och fyrkanter för värdehöjande processer, dessa illustreras i Figur 2. Styrsignaler och informationsflöden visualiseras också, vilket gör det möjligt att analysera samspelet mellan material- och informationsflöden (Liker, 2021).



Figur 2. Symboler för värdeflödesanalys. Från vänster: Symbol för process benämnd med namn och antal stationerade operatörer. Mitten: Symbol för mellanlager mellan processer. Från höger: Symbol för operatör.

Inledningsvis upprättas en nulägeskarta som visualiserar hur processen faktiskt fungerar vid analysens genomförande. Nulägeskartan utgör grunden för det fortsatta förbättringsarbetet och baseras på insamlade data såsom cykeltider (C/T), processtid (P/T), lagernivåer (L) och väntetider. Kartan möjliggör en kvantifiering av flödets prestanda, vilket är viktigt för att kunna prioritera förbättringsarbeten och följa upp effekter av genomförda förändringar (Liker, 2021).

Nästa steg är upprättande av en framtidskarta, vilken beskriver hur flödet bör utformas för att möta verksamhetens mål samt kundens behov. Framtidskartan fungerar som en målbild, inte en detaljerad handlingsplan, som realiseras genom ett systematiskt förbättringsarbete. Framtidskartan baseras på analysen av nuläget och innefattar principer som jämnare flöden, minskade lager, kortare ledtider samt inslag av ett dragande system (Liker, 2021).

2.2.1 Flaskhals

Ett begrepp som används för att beskriva den del i processen som begränsar flödet, enkelt beskrivet är det den långsammaste processen, benämns inom Lean för flaskhals. De processer som arbetar snabbare kan skapa köbildning om de är placerade före flaskhalsen, medan de riskerar att stå stilla stora delar av tiden om de är stationerade efter flaskhalsen. En flaskhals kan antingen vara tillfällig eller återkommande. Tillfälliga flaskhalsar uppstår vid oförutsedda händelser, såsom maskinhaverier eller andra driftstörningar. Återkommande flaskhalsar beror på begränsningar i systemet, såsom otillräcklig kapacitet eller obalans i produktionsflödet (Holweg m.fl., 2018).

Flaskhalsar delas även in i två typer, stationära (permanenta) och rörliga (flytande). Stationära flaskhalsar innebär att de finns kvar på samma plats i processen och är relativt lätta att identifiera, de kräver kontinuerlig uppmärksamhet, planering och resurser för att minimera stillestånd och maximera output. Rörliga flaskhalsar förändras över tid beroende på produktionsplanering eller efterfrågan, de är svårare att upptäcka och orsakas ofta av variationer i produktmix eller schemaläggning (Holweg m.fl., 2018).

2.2.2 Takttid

Takttid är den takt som produktionen måste följa för att matcha kundernas efterfrågan. Inom linjebalansering används takttid för att fördela arbetet jämnt mellan olika processer i en produktionslinje. Om en process arbetar snabbare än de andra kan det leda till överproduktion, medan en långsammare process kan skapa flaskhalsar. Genom att balansera linjen efter takttiden kan alla steg i processen arbeta i samma tempo och skapa ett jämnt och effektivt produktionsflöde (Liker, 2021).

2.3 Kontinuerligt flöde

Kontinuerligt flöde är en central teori inom Lean produktion som innebär att varor och material rör sig genom en process på ett jämnt och kontinuerligt sätt. Syftet är att skapa ett flytande produktionssystem där alla steg i processen är balanserade med efterkommande steg för att undvika onödiga stopp och köer. För att uppnå kontinuerligt flöde krävs det en jämn takttid, stabila processer och en god samordning mellan de olika processerna. Inom mjukpapperstillverkning kan detta till exempel innebära att alla maskiner är inställda i samma genomströmningshastighet i förhållande till antal rullar (Liker, 2021).

Målet är att skapa ett jämnt tempo för att möta kundernas behov utan onödiga kostnader eller förseningar, samt nyttja produktionens resurser så effektivt som möjligt. Ett kontinuerligt flöde möjliggör en snabbare identifiering av problem då alla steg i produktionen är beroende av varandra och avvikelser blir synliga snabbare (Liker, 2021).

I praktiken innebär det en jämn ström med tre faser: uppstart, stabil körning och nedkörning. Det som styr output är uptime, alltså andelen av tiden som linjen producerar samt rate, som beskriver produktionstakten. Om linjen står still eller störs även kort tid skapas ofta störningar eftersom man inte kan "pausa" materialet. Det här sättet att tillverka passar produkter som formas som ark, strängar, vätskor eller gaser. Nyckeln är att stabilisera huvudlinjen, ha mellanlager så att linjen aldrig svälts samt kontrollera de kritiska processvariablerna.

Förbättras uptime så minskar slöserier och energiförbrukningen per ton minskar. Grundregel: stabilitet först - skydda linjen och håll en jämn rate (Holweg m.fl., 2018).

2.4 Nyckeltal (KPI: er)

Nyckeltal även kallat KPI: er från engelskans Key Performance Indicator är mätvärden som visar hur väl en verksamhet, process eller organisation presterar i förhållande till sina mål. KPI: er hjälper företag att mäta framsteg över tid. De ska vara utförda tydligt, relevant och vara kopplade till företagets strategi för att visa att de rör sig i rätt riktning. KPI: er delas vanligtvis in i två delar, finansiella och icke-finansiella (Paramenter, 2015).

Genom att kontinuerligt följa upp KPI: er kan företag identifiera problem, fatta bättre beslut och arbeta med ständiga förbättringar (Liker, 2021).

2.5 Fiskbensdiagram

Fiskbensdiagram, även kallat Ishikawadiagram är ett analysverktyg som används för att identifiera och strukturera möjliga orsaker till ett problem. Diagrammet visualiserar sambandet mellan ett problem och dess bakomliggande orsaker genom en fiskbensliknande struktur (Coccia, 2017).

Modellen kategoriseras enligt en annan modell benämnd 7M. De 7M:en står för de sju huvudkategorierna metod, maskin, människa, management, mätning, material och miljö. Genom att strukturera orsakerna i dessa kategorier skapas en helhetsbild av problemet vilket underlättar identifiering av rotorsaker. Diagrammet används ofta i kvalitetsarbete och förbättringsprocesser inom industri och andra verksamheter (Liliana, 2016).

2.6 Rotorsaksanalys

5-Varför är en sorts rotorsaksanalys, ofta använd inom Lean och Six-Sigma, där frågan "Varför?" ställs fem gånger i rad i syfte att åtkomma rotorsaker och inte bara stanna vid symptomen. När ett problem uppstår tenderar man att enbart åtgärda det som syns (symptomet). Med 5-Varförmetoden tvingas analysen djupare för att hitta den underliggande orsaken. Detta gör det möjligt att genomföra åtgärder som förebygger problemet i framtiden (Liker, 2021).

2.7 Pareto-diagram

Ett Pareto-diagram visar den relativa påverkan som varje bidragande faktor har på ett övergripande problemet. Modellen rangordnar källorna från störst till minst och visar den totala kumulativa påverkan för de två största, tre största och så vidare. Pareto-diagram och tabeller är presentationstekniker som används för att visualisera fakta och separera "the vital few" från "the useful many". Dess ursprung härstammar från Vilfredo Pareto som var en italiensk ekonom och sociolog som utförde en analys av inkomstfördelningen i Italien och då fann att 80% av landets rikedomar ägdes av 20% av befolkningen i landet. Det var senare år 1937 som Joseph Juran konstaterade att denna princip var möjlig att applicera på defekter och dess orsak. Diagrammet visar på hur ett få tal orsaker ofta är orsak till de flesta av problemen (Juran, 1962).

Inom modern kvalitetsstyrning används Pareto-diagrammet fortsatt som ett centralt verktyg för att identifiera de fåtal orsaker som ger upphov till majoriteten av problemen (Defeo, 2017).

2.8 GAP-analys

GAP-analys är ett verktyg skapat för att mäta differensen mellan faktiskt tillstånd och önskat tillstånd. Analysen används för att beräkna vad som saknas för att nå det önskade målet och kan bidra till att styrka argument för investeringar samt för att utföra strategier. Detta verktyg kan appliceras inom ett flertal olika användningsområden (Mercadal, 2026).

I Essitys GAP-analyser ingår Machine Efficiency (ME), producerad mängd mjukpapper i ton, antal stopp per 24 timmar, materialspill (spill). Machine Efficiency (ME) och dessa beräknas enligt (S. Hidesjö, personlig kommunikation, 12 februari, 2026):

$$ME = \frac{\text{Machine Operating Time}}{\text{Calendar Time}} \quad (1)$$

Machine Operating Time (MOT) motsvarar tiden där maskinerna är i drift och Calendar Time motsvarar den totala planerade produktionstiden, resultatet anges i procent.

Producerad mängd i ton beskriver hur många ton mjukpapper som levererats till lager från produktionslinjen under en månad.

Antal stopp per 24 timmar avser hur många gånger produktionen har stannat under en längre tid.

Materials spill (Spill%) anger den andel material som har gått förlorat varje månad. Värdet uttrycks i procent och inkluderar alla sorters materialspill så som både papper och plast.

Time Efficiency (TE) är ett mått på tillgänglighet och beräknas enligt:

$$TE = \frac{\text{Manned Operating Time}}{\text{Calendar Time}} \quad (2)$$

Omställningar anges i procent och beräknas enligt:

$$\text{Omställn.} = \frac{\text{Total tid för omställn.}}{\text{Total Operating Time}} \quad (3)$$

2.9 Digital replika

Under det senaste årtiondet har användningen av virtuella modeller ökat då det är ett effektivt sätt att utföra tester och förändringar offline, alltså utan att störa produktionen. Tekniken finns i olika format så som Digital Twin och Digital Shadow som skapas för att spegla och analysera produktionen virtuellt. I dessa program kan man undersöka exempelvis hur en

layoutförändring kan påverka produktionen utan att fysiskt flytta runt maskiner vilket är kostsamt för företag. Digital replika är alltså ett samlingsord för olika typer av virtuella simuleringar av produktioner som kan upprättas både innan en produktion upprättats och för en existerande produktion. En virtuell simulering är er kostnadseffektiv än att faktiskt stanna produktionen, fördröja lanseringar samt göra felaktiga förändringar i produktionen, Bergs et al. (2021).

2.10 Sammanfattning teoretiskt ramverk

Sammantaget utförs en metodtriangulering baserad på ett flertal olika teoretiska ramverk för att identifiera hur utnyttjandegraden av produktionslinjen kan stabiliseras samt förbättra produktiviteten och säkerställa att produktionsmålen nås över tid. Metodtrianguleringen syftar till att skapa fler perspektiv och tillföra mer underlag för att kunna identifiera optimala lösningar.

För att kartlägga flödet och dess arbetsbelastnings fördelning mellan processer, används data från tidsstudierna till att skapa en värdeflödesanalys för att identifiera flaskhalsar och balansering av taktid. För att förstå typen av produktion används teori kring kontinuerliga flöden för att förstå vad produktionen kräver för att fungera effektivt.

För att skapa en förståelse av produktionen och vilka faktorer som orsakar störningar utförs Genchi Genbutsu för att se produktionen fysiskt under producerande tillstånd. För att kategorisera och kartlägga de olika slöserierna används de 7+1 slöserierna som ramverk för att systematisera de slöserier som identifieras. Nuläget i produktionen jämförs med teorier för Just-in-time och standardiserat arbetssätt för att undersöka hur väl dessa principer fungerar i produktionen.

KPI: er från företagets analyser används för att förstå varför man inte når de mål som satts upp. KPI: erna används för att identifiera om rotorsaken grundats i metoden eller mätningen.

Slutligen används Fiskbensdiagram, rotorsaksanalys och Paretdiagram för att sammanfatta data och analysera för att undersöka samband mellan de olika störningar och slöserier som uppstår längs produktionslinjen samt identifiera vilka förbättringsåtgärder som kan öka produktionslinjens produktivitet.

3. Metod

Kapitlet beskriver de metoder som användes för att besvara studiens frågeställningar. Metodvalen bygger på Leanprinciper som beskrivs under kapitel 2.1 och är anpassad för att möta målbilden samt följa avgränsningarna. Studien kombinerar kvantitativa och kvalitativa metoder i en metodtriangulering, vilket valdes för att skapa ett mer tillförlitligt underlag än vad en enskild metod hade kunnat ge.

3.1 Genomförande

Studien genomfördes i två faser. Den första fasen bestod av datainsamling genom fysiska tidsstudier, intervjuer och insamling av historiska data. Den andra fasen bestod av en empirisk analys där insamlade data analyserades med hjälp av en Värdeflödesanalys, Fiskbensdiagram, Paretoanalys samt Rotorsaksanalys. Denna uppdelning gjordes för att säkerställa att analysen baserades på ett brett och tillförlitligt dataunderlag.

För att kunna genomföra studien av produktionslinjen krävdes en grundläggande förståelse för flödet och linjens olika processer. Genomförandet utformades så insamlade data kunde brukas i olika typer av nuläges- och framtida tillstånds analysverktyg.

Inför den fysiska tidsstudien genomfördes en pilotstudie för att identifiera lämpliga metoder för mätning och dokumentation. Standarder utvecklades för att fastställa start- och slutpunkter för mätningar, med stöd av visuella hjälpmedel så som märkningar, start av nytt rullband eller specifika maskinhändelser. Dessa standarder dokumenterades genom fotografiska dokument med märkningar eller kommentarer i text.

3.1.1 Urval och stickprovsstorlek

För att kunna utföra en optimering av produktionslinjen krävdes data från produktionens flöde, vilket möjliggjorde identifiering av flaskhalsar och slöserier genom beräkningar. Företaget hade tidigare genomfört bland annat flaskhalsanalyser, Loss Maps samt månatliga GAP-analyser. För att säkerställa tillförlitligheten i den data som användes i denna studie, samt dess spårbarhet, användes främst egna insamlade data. Företagets data användes dock i de fall där egen mätning inte var möjlig, samt för jämförelser med resultaten från tidsstudierna.

Under pilotstudien undersöktes och fastställdes även ett lämpligt mätintervall för samtliga processer. Hänsyn togs till att produktion av en och samma produkt vanligtvis inte översteg 1–2 dygn innan omställning skedde, vilket begränsade möjligheten till omfattande mätningar. Vidare kunde produktionslinjen vid stopp stå stilla under längre perioder, vilket krävde upprepade mätningar för att erhålla representativa data. Detta steg var avgörande för att säkerställa en strukturerad metod inför tidsstudierna.

För att kunna beräkna vad som ansågs vara ett godtyckligt antal mätningar för de olika processerna, användes följande formel för stickprovsmätningar (da Silva & Vaz, 2024):

$$n = \left(\frac{z \times s}{p \times \bar{x}} \right)^2 \quad (4)$$

Beteckningar:

n = Antal behövda mätningar

k = Antal genomförda mätningar

z = Motsvarar vald konfidensnivå

s = Standardavvikelse

p = Precision

$\bar{x}$ = Medelvärde av utförda mätningar

Val av precision samt konfidensintervall:

$z = 1,96$ (95% konfidens) Vedertagen standard inom ingenjör och produktionssammanhang (da Silva & Vaz, 2024).

$p = 0,05$ (+/- 5% precision) Anses inom produktionssammanhang vara tillräckligt noggrant (da Silva & Vaz, 2024).

Resultatet av pilotstudien där antalet godtyckliga mätningar för en representativ studie utfärdades beskrivs i Tabell 1, som kan utläsas av tabellen var en till två mätningar godtyckliga för alla processer förutom mellanlager 1.

Tabell 1. Sammanställning av godtyckligt mätintervall

Process	k	$\bar{x}$ (sek)	s (sek)	n	Bedömning
Kapverk	9	17.56	0.53	2	✓
Mellanlager 1	9	126.66	29.37	83	Otillräckligt
Inpackare	10	15.62	0.47	2	✓
Mellanlager 2	7	72.29	0.52	1	✓
Säckmaskin	3	96.32	0.04	1	✓
Mellanlager 3	4	96.45	0.54	1	✓
Palleterare	10	43.00	0.82	1	✓
Mellanlager 4	-	-	-	-	-
Pallsvepare	4	143.75	0.5	1	✓

Notera: Vid genomförandet av tidsstudierna utfördes mätningar under både optimala och verkliga förhållanden. Med optimala förhållanden avsågs den faktiska processtiden exklusive stopp, medan verkliga förhållanden inkluderade stopptider. Längre stopp, såsom totalt maskinhaveri, exkluderades då dessa skulle ha medfört alltför omfattande och tidskrävande mätningar inom ramen för detta arbete.

Pilotstudien genomfördes på produkt 2, medan den slutgiltiga datainsamlingen utfördes på produkt 1, vilket kan ha varit en bidragande faktor till variationer i precisionen. Vid pilotstudien kunde det även utläsas att mellanlager 1 skulle kräva 83 mätningar för ett tillräckligt mätintervall, vilket inte var möjligt att genomföra under denna studies tidsram och omfattning.

Efter att ha beräknat det statistiskt motiverade antalet stickprov för respektive process, beslutades att utföra tio mätningar per process under optimala förhållanden. Beräkningarna av stickprovsstorlek gav både låga värden (där statistisk osäkerhet bedömdes som för stor) och höga värden (som inte var praktiskt genomförbara inom studiens tidsram). Tio mätningar valdes som en avvägning mellan tillförlitlighet och tillgänglig tid, och möjliggjorde fullständig mätning av samtliga processer längs produktionslinjen.

3.2 Datainsamlingsmetoder

I detta avsnitt beskrivs de olika metoder som har använts för datainsamling uppdelade utefter kvantitativa och kvalitativa metoder. För att få en objektiv bild av processen, samt för att bilda olika perspektiv, så användes ett flertal olika metoder för att skapa trovärdighet i resultatet vilket kallas för metodtriangulering. Genom att använda flera metoder skapades bättre möjligheter till att identifiera fler förbättringsmöjligheter. Extraherade data kombinerades sedan för att skapa informationsrikare analyser och tolkningar. Denna data är nödvändig för att kunna utföra värdeflödesanalys, balanseringsdiagram och Paretoanalysen (Patel & Davidson, 2019).

3.2.1 Kvantitativa metoder

Kvantitativa metoder syftar till att mäta, kvantifiera och analysera samband mellan variabler av numeriska data för att analyseras statistiskt. Syftet med denna metod var att möjliggöra objektiva slutsatser, som kunde presenteras i form av tabeller, diagram och statistiska mått (Patel & Davidson, 2019).

3.2.1.1 Observation och tidsstudier

Under den första delen av genomförandet genomfördes en fysisk tidsstudie som kompletterade redan givna mätvärden. De givna värdena utgjorde den data som tillhandahölls och tidigare hade uppmätts av företaget. Egna mätningar på produktionslinjen var nödvändiga, då varken maskinerna eller operatörerna hade dokumenterat all data som var nödvändig för att utföra analysen. Den typ av data som eftersöktes var bland annat cykeltid och taktid för produkterna i processerna, men även information kring kapacitet. Den data som extraherades användes senare i värdeflödesanalysen.

Inför tidsstudierna hade en pilotstudie genomförts för att identifiera standardiserade metoder samt antal mätningar. Tidsstudierna var nödvändiga för att erhålla data till analysen av produktionslinjen. Att självant utmäta data med tidsstudier gav högre tillförlitlighet till då data annars kan vara påverkad av systematiska fel. Data från tidmätningarna användes för att kartlägga cykeltider, processtider, tillgänglighet, antal operatörer och mellanlagerstorlekar. Metoden har tillämpats i tre steg baserade på Leanprinciper.

Steg 1.

Första steget var att genomföra Genchi Genbutsu, det innebar att produktionen besöktes där arbetet faktiskt utfördes för att förstå processen. Syftet var att observera processen för att kunna identifiera de utmaningar som existerade.

Under denna undersökning följdes en produkt från att ha kapats från en logg i kapverket vidare till inpackaren, palleteraren och slutligen svepmaskin. Detta skapade en förståelse för flödet och en första bild av var det uppstod stopp och störningar. För denna produktionslina var det viktigt att förstå de olika vägarna produkterna kunde ta genom processen då det finns två ben som körs parallellt, vilket kunde ske på fyra olika sätt. Detta steg utfördes redan under förstudien men benämns även här då det är nödvändigt för att kunna genomföra studien.

Denna undersökning dokumenterades skriftligt och med foton av särskilda delar av flödet som ansågs vara intressanta för vidare undersökning.

Steg 2.

Andra steget var att kartlägga det nuvarande flödet. Under detta steg genomfördes flertalet mätningar och beräkningar av cykeltid, processtid, tillgänglighet, antal operatörer och mellanlagerstorlekar. För att visualisera flödet skapades ett flödesschema, Figur 1, där samtliga processer och möjliga vägar genom produktionslinjen identifierades.

För att utföra mätningarna av bland annat processtid och cykeltid hade standarder skapats för mätningarna under pilotstudien. Detta möjliggjorde individuellt mätande, där mätningarna inte behövde utföras gemensamt utan kunde delas upp, vilket var en förutsättning för att kunna hinna mäta alla processer under en order.

I detta steg sågs även informationsflödet över, det vill säga hur planeringen och orderskrivningen fungerade på linjen. När detta steg var genomfört hade ett nuläge identifierats. Tidsstudier genomfördes i kombination med video- och bildupptagning. Syftet med denna metod var att undersöka produktionslinjens väntetider, köer även kallat Work In Progress, stopp och störningar samt operatörers rörelser. Observationerna som utfördes parallellt med tidsstudierna dokumenterades och användes senare för att identifiera slöserier, flaskhalsar samt förbättringsförslag.

Steg 3.

Sista steget under studien var att identifiera de 7+1 slöserierna samt olika flaskhalsar. De 7+1 slöserierna innefattade att identifiera överproduktion, väntan, transport, överarbete, lager, rörelse, defekter samt outnyttjad kreativitet. Viktiga delar i detta steg var att identifiera samband mellan de 7+1 slöserierna och hur de bidrog till olika flaskhalsar. Detta bidrog till kompletterande information till de beräkningar som genomfördes. Detta steg genomfördes fysiskt i produktionen och dokumenterades i text samt med foto.

3.2.1.2 Historisk data

Den data som var önskvärd för studien, men som av särskilda anledningar inte är möjlig att extrahera själv uteslöts, alternativt hämtades från beräkningar utförda av företaget. Företaget genomför månatligen en GAP-analys där produktionens utfall jämförs med uppsatta målvärden. Analysen omfattar centrala nyckeltal såsom Machine Efficiency (ME), Time Efficiency (TE), producerad mängd, antal stopp per 24 timmar, materialspill samt andel omställningstid. Differensen mellan utfall och mål används för att identifiera avvikelser och prioritera förbättringsområden. Denna historiska data utgör även underlag för Pareto-analysen.

3.2.2 Kvalitativa metoder

Kvalitativa metoder handlar om insamling av subjektiva data som identifierats under intervjuer och diskussioner som sedan kan transkriberas till text, teman och citat (Patel & Davidson, 2019). Denna data beskriver upplevelser och krävde tolkning då den inte var mätbar likt numeriska data. Metoden användes för att samla data till Fiskbensdiagrammet, Rotorsaksanalysen samt för att kunna fördjupa analysen och identifiera samband.

3.2.2.1 Intervjuer med handledare på Essity

Kontinuerliga intervjuer och diskussioner genomfördes parallellt under tidsstudierna med handledarna från Essity för att få en förståelse av processen ur ett erfarenhetsperspektiv. Handledarna som var erfarna processingenjörer besvarade frågor och påståenden som baserades på observationer och studier, men även på nyfikenhet och en vilja att förstå processerna bättre. Frågorna var både spontana samt planerade och syftade till att komplettera den information som inte kunde extraheras från studier och observationer under ett fåtal besök, utan snarare krävde några års arbetslivserfarenhet i produktionen. Då intervjuerna var både spontana och planerade samt bestod av nya frågor varje tillfälle, hade inget frågeformulär sammanfattats men frågeställningarna kunde se ut likt följande:

- ”Varför produceras inte alla produkter i viss förpackning om det är effektivare för produktionen?”
- ”Vad skiljer de olika benen på produktionslinjen åt?”
- ” Hur planeras och prioriteras körordningen för produktionsorderna?”

Samtliga svar dokumenterades i text och användes som data för att utföra analysen av produktionslinjen.

3.2.2.2 Intervjuer med operatörer

Semistrukturerade intervjuer genomfördes med de operatörer som arbetade på produktionslinjen för att skapa ytterligare perspektiv på produktionens styrkor och brister. De semistrukturerade intervjuerna gav möjlighet till följdfrågor och fördjupning, vilket skapade både struktur, flexibilitet och nyans i den insamlade data.

För att få ytterligare bredd intervjuades operatörer av varierande erfarenhetsnivå och bakgrund. Intervjuerna utfördes muntligt och dokumenterades skriftligt i anonyma formulär.

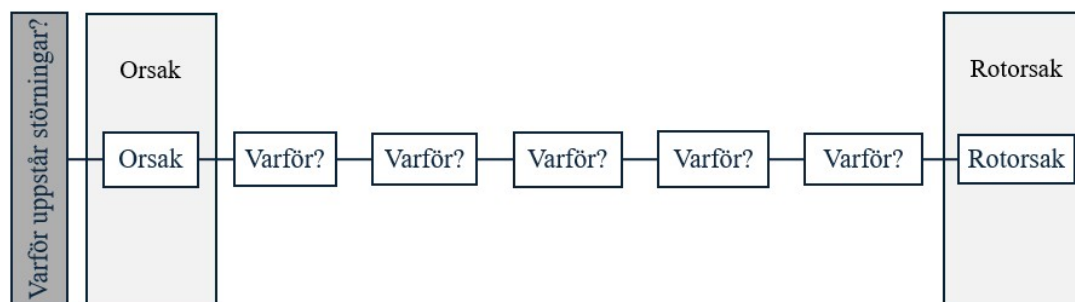
Sammanställningen av intervjuerna utfördes senare i form av visuella diagram samt löpande text för att fånga upp nyanser. Mall för intervjufrågor finns listade under Appendix A.1.

Sammantaget intervjuades fem operatörer från olika skiftteam som var av olika bakgrunder med erfarenhet från under 1 år till över 40 års tid. Antalet operatörer som intervjuades beror endast på att det var så många som fanns tillgängliga vid tillfället som intervjuerna utfärdades.

3.3 Empirisk analys

I den andra delen av genomförandet utfördes en empirisk analys för att identifiera och analysera flaskhalsar och slöserier, för att slutligen ta fram möjliga förbättringsförslag. Analysen av tidsstudien baserades på Leanprinciper och genomfördes i två steg, där det första steget fokuserade på rotorsaksanalys och det andra på utformning av förbättringsåtgärder.

Genomförandet bestod av att utifrån nulägesbeskrivningen identifiera vilka områden som ansågs mest intressanta att undersöka för mer djupgående rotorsaker. Till detta skapades en egen mall för Rotorsaksanalys som beskrivs i Figur 3, mallen användes sedan för att undersöka de underliggande orsakerna till utvalda störningar.



Figur 3. Mall för att utföra Rotorsaksanalys med hjälp av 5-Varför.

Steg 1.

I den empiriska studien utfördes inledningsvis en undersökning av möjliga orsaker till störningar och ineffektivitet. Metoder som användes var 5-Varför samt framtagning av fiskbensdiagram, vilka möjliggjorde en systematisk analys av rotorsakerna. Dessa modeller bidrog till en djupare förståelse och analys av störningar längs produktionslinjen, samt skapade ett underlag för att kunna prioritera förbättringsåtgärder baserat på identifierade rotorsaker.

För att kunna avgöra var de mest frekventa eller mest kritiska störningarna uppstod, krävdes en kartläggning av dessa störningar. Genom denna kartläggning skapades ett faktabaserat underlag, vilket möjliggjorde en mer objektiv analys av var i produktionslinjen störningarna uppstod samt hur de påverkade flödet som helhet.

Steg 2.

Efter att orsakerna hade analyserats och identifierats, utformades förbättringsförslag med syfte att reducera identifierade problemområden. Dessa förbättringsförslag baserades på resultaten från rotorsaksanalyserna samt observationer från tidsstudierna och utgick från identifierade samband mellan störningar, flaskhalsar och variationer i flödet.

För att tydliggöra effekten av de föreslagna åtgärderna utvecklades en visualisering av ett framtida tillstånd. Detta baserades på det optimala tillståndet, i syfte att illustrera ett mer optimerat produktionsflöde.

Vidare analyserades möjligheter till balansering av processer för att minska variationer i flödet och därigenom reducera uppkomsten av flaskhalsar och ineffektivitet i produktionslinjen. För detta ändamål konstruerades balanseringsdiagram baserade på cykeltid (C/T) samt producerad mängd per sekund, vilket möjliggjorde en tydlig jämförelse mellan processernas kapacitet.

Utifrån dessa visualiseringar genomfördes beräkningar för att undersöka hur en omfördelning av arbete mellan processerna kunde påverka produktionslinjens effektivitet. Dessa beräkningar möjliggjorde en kvantitativ bedömning av hur en jämnare belastning mellan processerna kunde reducera väntetider och förbättra det övergripande flödet, vilket låg till grund för de slutgiltiga förbättringsförslagen.

3.4 Hantering av konfidentiella data

Av konfidentiella skäl har vissa verksamhetsspecifika värden avidentifierats i denna rapport. Varje värde har ersatts med en unik beteckning ([A], [B], [C] osv.), vilken konsekvent representerar samma underliggande värde genom hela rapporten. Cykeltider och balanseringsdiagram redovisas i procentenheter, där värdena uttrycks relativt en gemensam referens. Detta gäller även produkter och därmed benämns produkterna som studerats i studien med produkt 1 och produkt 2.

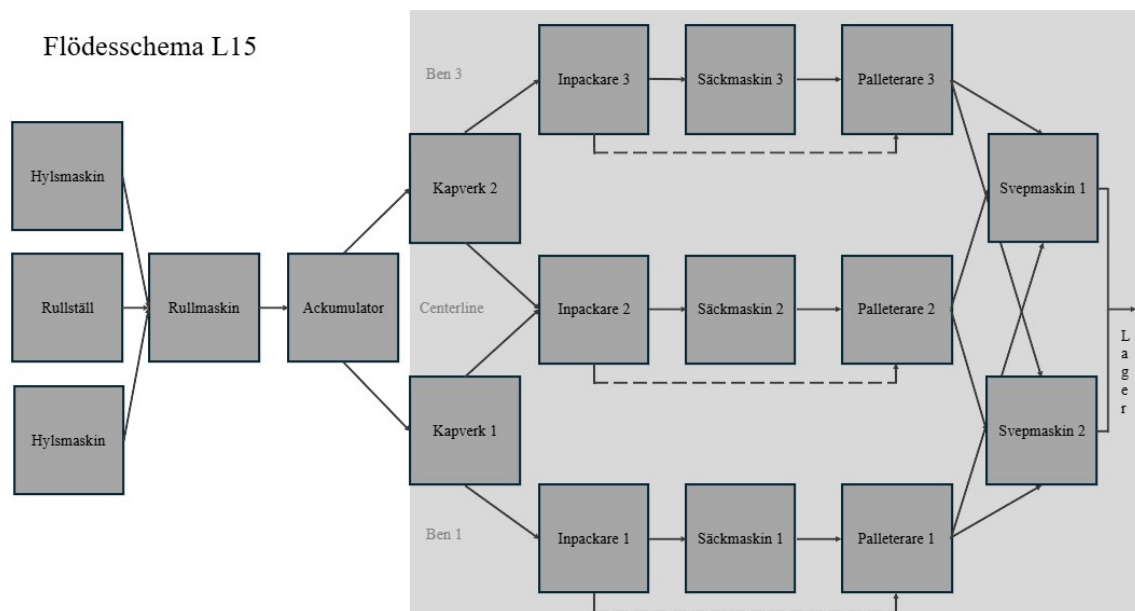
4. Nulägesbeskrivning

Detta kapitel syftar till att ge en detaljerad nulägesbeskrivning av den studerade verksamheten. Nedan presenteras en beskrivning av hur produktionen såg ut i februari 2026, men även tidigare månader med hjälp av data insamlad av företaget. Produktionen har analyserats under olika tillfällen och därmed har även olika produkter observerats, både olika varianter på toalettpapper och hushållspapper. Det som kan variera mellan de olika produkterna är exempelvis antal pappersskikt, materialsammansättning och grad av kvalitet. De dokumenterade observationerna har utförts på produkt 1, men fler produkter har observerats utan dokumentation under exempelvis uppstarten av arbetet vid rundvandring.

4.1 Flödesschema

För att skapa en uppfattning kring hur produkterna rör sig och hur produktionen ser ut, är ett flödesschema ett användbart verktyg. Flödesschemat tydliggör varje steg i produktionsprocessen som produkten passerar, vilket är viktigt för att få en överblick över flödet och möjliggöra en identifiering av olika optimeringar och effektiviseringar av tillverkningsprocessen.

Vad som kan utläsas från flödesschemat i Figur 4 är att ett flertal processer har parallella maskiner för att öka produktiviteten för vissa processer. Exempelvis är det två hylsmaskiner som utför samma process. Produktionslinjen består även av tre identiska produktionsben som linjen fördelas till efter kapverken. Benen är identiska men endast två av tre är i produktion samtidigt då fördelaren mellan kapverken och inpackarna är gjord för att enbart transportera till två ben samtidigt.



Figur 4. Flödesschema av den nuvarande tillverkningsprocessen. Grå markerat område är delar av processen som omfattas av studien. Streckade linjer påvisar alternativa vägar för PIA då produkterna kan paketeras både med och utan säck.

Processen inleds med hylstillverkning i två parallella hylsmaskiner. Hylsorna i kartong är nödvändiga i produkten för att skapa stadga samt ha något att rulla upp pappret på. De färdiga hylsorna färdas vidare till rullmaskinen där pappret rullas från moderrullen till hylsorna och bildar loggar. Därefter transporteras det vidare till en ackumulator som fungerar som mellanlager och är till för att säkerställa ett jämnare flöde i produktionen. Detta är det största mellanlagret längs hela flödet och lagrar PIA både på höjd och längd.

Från ackumulatören fördelas loggarna till två parallella kapverk, benämnda kapverk 1 och kapverk 2, där loggarna kapas till en specifik längd. Produktionen utgår från standardmått och man kan därmed få ut ett jämnt antal toalettrullar, alternativt hushållsrullar på en logg. Ändarna av loggarna blir till spillmaterial, då kanterna annars saknar ett rakt snitt, som sedan återvinns. Efter kapningen leds materialet vidare till två parallella produktionsben, valfri kombination av ben 1, ben 2 eller Centerline beroende på vilka ben som är omställda för ordern. Denna konstellation är till för att kunna producera på två ben och utföra en omställning på det tredje benet under tiden som produktion pågår på de andra två benen. Nyttjandet av bara två ben, görs för att spara tid, eller vid behov under längre stopp kunna utnyttja det tredje benen i stället. Normaltillståndet är därmed att en tredjedel av maskinerna mellan kapverken och svepmaskinerna är stillastående och outnyttjade, vilket i detta fall motsvarar tre av nio maskiner.

Efter kapverket genomgår produkten först packning till plastat paket i inpackarna, vilket är det format som säljs i butik. Storleken på paketen kan variera från två till tjugofyra rullar. Efter inpackarna kan paketen antingen transporteras genom en säckmaskin där paketen packas på säck, alternativt direkt till palleteraren. Mellan samtliga processer transporteras PIA på transportband vilket utgör produktionens mellanlager.

I palleteraren staplas paketen eller säckarna i ett förbestämt mönster och antal på en pall. Höjden av staplingen på pallen varierar beroende på kund, produkten och papperskvaliteten. Vilket land pallen ska fraktas till avgör om det är den trä- eller plastpall. Efter palleteringen transporteras pallarna vidare till en av två parallella svepmaskiner, som samlar och dirigerar flödet från de olika benen. I svepmaskinen sveps pallarna in i plast för att skydda produkterna och för att staplingen ska behålla sin form under frakt. Slutligen förs produkterna vidare till ett lager där de lagras i väntan på distribution eller vidare transport.

Sammantaget förpackas produkterna i två till tre lager av plastfilm för att dels kunna fraktas effektivt, dels för att skydda produkten. Ur ett produktionsmässigt perspektiv vore det effektivare att producera enbart med säckförpackning då det är effektivare, men detta frångår kundernas önskemål då det skulle göra att butikspersonal i stället får sprätta upp säckarna vid frontning i butikerna.

4.2 Nulägesbeskrivning av tider och mellanlager

Nulägesbeskrivning av tider och mellanlager ger en inblick i hur balanserad och effektiv produktionen är i nuläget. Genom att analysera dessa parametrar kan flaskhalsar identifieras då processer med avvikande eller längre cykeltider blir synliggjorda. När processtiderna har fastställts kan den faktiska kapaciteten beräknas och jämföras med den teoretiska (optimala) kapaciteten. Större avvikelser mellan dessa värden indikerar att det finns potential för förbättringar i produktionsflödet.

De redovisade tiderna baseras på viktade värden från tre tidmätningar på olika produktsorter genomförda vid olika tillfällen, vilket ger en övergripande och representativ bild av de olika processernas prestation. För att få ett genomgående mätvärde är alla värden beräknade utifrån en mjukpappersrulle, för att möjliggöra ett genomsnitt på samtliga produktvarianter och förpackningsstorlekar.

4.2.1 Cykeltider

Cykeltider för respektive process redovisas i Tabell 2 nedan.

Tabell 2. Nulägesbeskrivning av cykeltider

Beskrivning av process	Cykeltid (procentenheter)
Kapverk	83%
Inpackare	100%
Säckmaskin	123%
Palleterare	91%
Svepmaskin	110%

Då inpackaren används för alla typer av produkter samt beräknats som en av de främsta flaskhalsarna, har den benämnts med 100% för att spegla de andra processerna. Ur tabellen läses att den längsta cykeltiden innehar säckmaskinen, som inte brukas för alla produkter.

4.2.2 Mellanlager

De nuvarande mellanlagren som finns utgörs mestadels av olika transportband. Dessa transportband används för att transportera produkterna mellan de olika processtegen. Nedan redovisas de nuvarande mellanlagren i Tabell 3.

Tabell 3. Nulägesbeskrivning av storlek i mellanlager

Beskrivning av mellanlager (transportbandssträcka)	Antal (individuella rullar)
Kapverk- Inpackare	112st
Inpackare- Säckmaskin	48st
Säckmaskin- Palleterare	0 st
Palleterare- Svepmaskin	960st

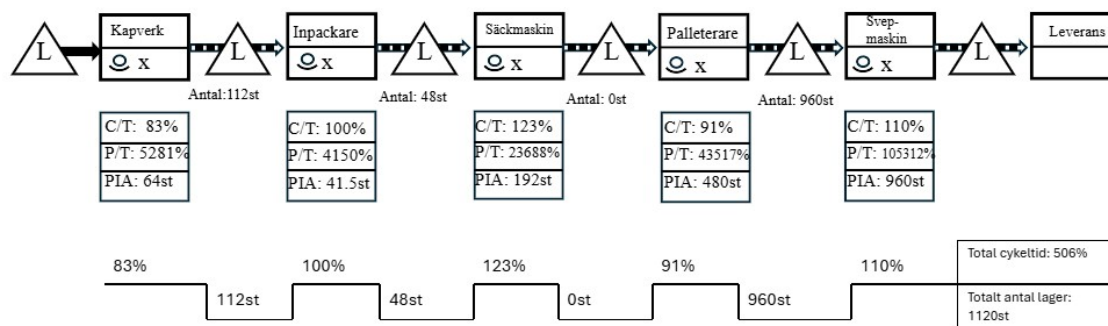
Antalet PIA är som högst i slutet av tillverkningen. Svepmaskinen går i omgångar om två pallar och kan inte påbörja processen förens två likadana pallar är färdigpackade från palleteraren. Av denna anledning kan antalet rullar i mellanlager variera från 0 till 960st mellan de två sista processerna.

4.2.3 Takttid

Produktionen är i gång dygnet runt under stort sett hela året. Takttiden styrs av den process som tar längst tid i flödet, vilket innebär att den processen utgör systemets begränsning och därmed bestämmer den maximala genomströmningen. Mellan vissa processteg finns mindre mellanlager, dessa möjliggör en viss utjämning av variationer i flödet. Om mellanlagret töms och inga produkter finns tillgängliga, tvingas den efterföljande maskinen att stanna, vilket leder till produktionsstopp och minskad effektivitet.

4.3 Nulägesbeskrivning av värdeflödet i sin helhet

Värdeflödet kan beskrivas med ovanstående information om processteg, tider och mellanlager. Produktionsplaner skickas ut varje vecka från det centrala kontoret för produktionsplanering i Europa. Första steget i värdeflödet är beställning av moderrullar från en annan avdelning på Lilla Edet bruk, samt beställning av plast till förpackningar och säckar från en extern aktör. Processen fortsätter genom flera processteg där varje process har specifika processtider (P/T), cykeltider (C/T) och mellanlager (L) som är avgörande för flödet. Alla dessa tider är sammanställda i värdeflödeskartan som visualiseras i Figur 5.



Figur 5. Värdeflödet av den verkliga produktionen av mjukpapper

Processerna har ett tryckande flöde, vilket innebär att processen producerar till dess att materialet från föregående process är slut, eller att det bildas en kö framför maskinen. Det tryckande flödet orsakar på grund av varierade cykeltider en ojämn arbetsbelastning samt varierade mellanlager.

I mjukpappersproduktionen är det fyra till sex operatörer per skiftteam som arbetar heltid i tre skift. Av dessa operatörer är hälften placerade vid rullmaskinen och hälften vid produktionsbenen, de förflyttar sig efter behov till de olika processerna. Operatörerna ansvarar själva för de olika maskininställningarna i processerna och följer inte alltid de utsatta inställningarna som företaget tagit fram då de hävdar att de inställningarna inte är de bästa, detta gör att inställningarna varierar med operatörerna.

Med avseende på hela värdeflödet, från start till slut på linje 15, är det totala mellanlagret 1120st med total cykeltid på 506 procentenheter per rulle. Ledtiden visar den totala tiden det tar för en rulle att färdas igenom hela mjukpappersproduktionen från moderrulle till färdigpackad pall redo för leverans.

4.4 Historiska data (GAP-analyser utfärdade av företaget)

Varje månad genomförs en GAP-analys på produktionslinjen. Analysen visar skillnaden (gapet) mellan aktuella utfall och uppsatta mål för månaden. Syftet är att identifiera vad som saknas för att nå målen samt vilka åtgärder som krävs för att minska avvikelserna.

MOT och producerad mängd har i Tabell 4 gjorts om till procentsatser av konfidentiella skäl.

Tabell 4. Sammanställning av GAP-analyser på Linje 15 under en sexmånadersperiod

	Målvärden	Sept	Okt	Nov	Dec	Jan	Feb	Snittvärden	Snittvärden i % av målvärden	Differens
ME%	42%	32,5%	35,1%	33,2%	37,3%	32,2%	37,2%	34,6%	82,3%	-17,7%
Prod	(100%)	84,7%	80,2%	77,4%	86,4%	84,8%	90,8%	84,1%	84,1%	-15,9%
Antal stopp/24h	21	39.0	24.0	24.2	27.9	29.4	30.3	29.1	138,7%	38,7%
Spill%	5%	4,7%	5,3%	5,9%	6,3%	7,5%	7,2%	6,2%	123,0%	23,0%
TE%	90%	83,7%	77,4%	70,0%	72,3%	85,6%	85,3%	79,1%	87,8%	-12,2%
MOT	(100%)	92,9%	88,7%	77,8%	82,9%	98,3%	88,4%	88,2%	88,2%	-11,8%
Omställningar %	5%	5,5%	10,5%	7,5%	7,4%	6,7%	5,0%	7,1%	142,0%	42,0%

GAP-analysen baserades på interna produktionsdata från Linje-15 (Essity, 2026).

Sammanställningen av GAP-analyserna har skett över en sexmånadersperiod för att skapa en mer rättvisande och genomsnittlig bild av hur produktionen fungerar över tid.

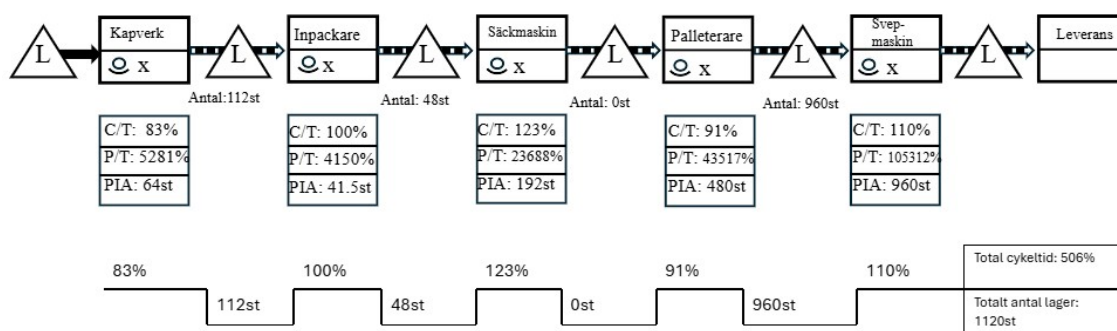
5. Analys

Analysen är baserad på samtliga data som samlats in under tidsstudien och har med olika metoder och modeller analyserats för att senare kunna skapa lösningsförslag.

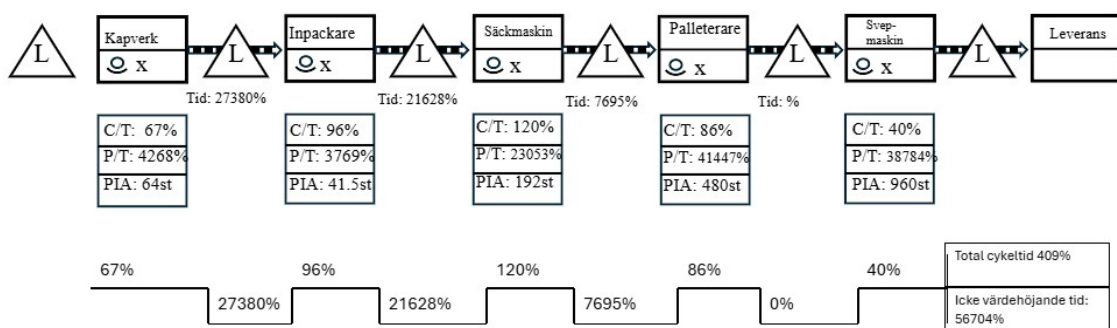
5.1 Värdeflödesanalys

Värdeflödesanalysen visar med beräkningar hur produktionsprocessen och dess flöde kan förbättras genom att identifiera och minska olika slöserier, för att förbättra värdeskapandet och öka effektiviteten.

Samtliga mätningar har genomförts under både verkliga och optimala förhållanden. Med verkliga förhållanden avses att mätningen omfattar hela processen från start till avslut, inklusive stopptid om processen av någon anledning stoppas under mätningen, detta flöde visualiseras i Figur 6. Med optimala förhållanden avses i denna rapport att mätningarna omfattar processen från start till avslut, exklusive eventuell stopptid, detta flöde visualiseras i Figur 7. I praktiken innebär detta att tidtagningen pausats vid eventuella stopp och återupptagits när produktionen startat igen.



Figur 6. Verkliga produktionsflödet



Figur 7. Optimala produktionsflödet i dagsläget utan stopp/störningar

Värdeflödesanalyserna visar en tydlig skillnad mellan det verkliga produktionsflödet och det optimala flödet. I det verkliga flödet uppgår den totala cykeltiden till 506 procentenheter, samtidigt som det finns ett mycket stort mellanlager på totalt 1120 enheter. Detta indikerar att produktionen präglas av obalans mellan processerna och omfattande väntetider.

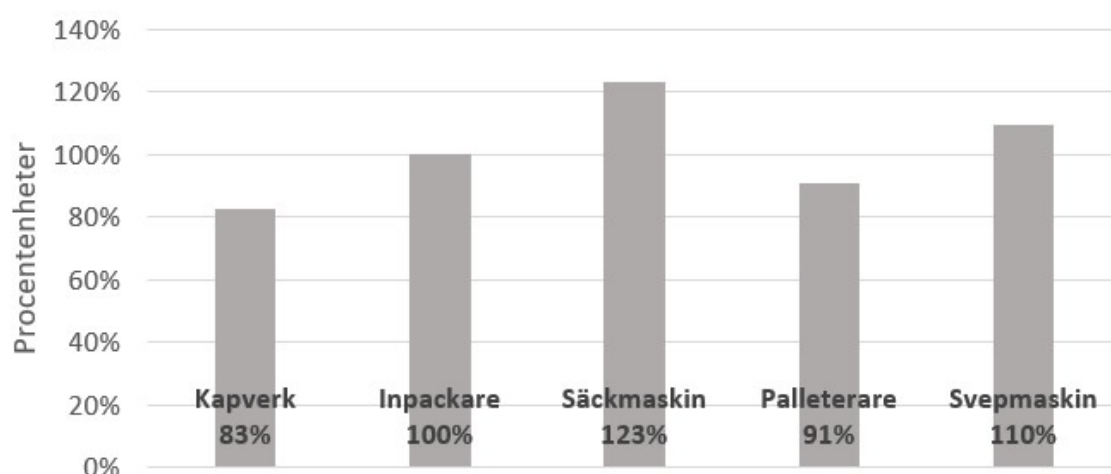
I det optimala produktionsflödet reduceras den totala cykeltiden till 409 procentenheter, vilket visar på en tydlig förbättring i själva bearbetningstiden. Processerna är dock inte fullständigt jämnt balanserade, då vissa processer fortfarande har tydligt högre cykeltider än andra.

Däremot kvarstår betydande väntetider mellan processerna, vilket framgår av den höga icke värdehöjande tiden på 56 704 procentenheter. Detta visar att även om processerna i sig har effektiviserats är flödet i helhet fortfarande starkt påverkat av stillestånd och mellanlager.

Utifrån ett Lean-perspektiv kan flera typer av slöseri identifieras i det verkliga flödet, där ibland väntan, överlager, obalans i produktionen och överproduktion. Det optimala flödet reducerar dessa problem men eliminerar dem inte helt. Värdeflödesanalyserna visar att den största förbättringspotentialen inte ligger i att minska själva bearbetningstiden, utan i att reducera väntetider och skapa ett mer balanserat flöde. Effektiviseringar kan uppnås genom att eliminera flaskhalsar och minska mellanlager.

5.1.1 Analys av balansdiagram

Produktionen klarar i dagsläget inte av att producera efter de mål som ledningen har satt upp och har stor möjlighet att utnyttjas bättre än vad den gör idag, en av anledningarna till detta är en ojämnt fördelad belastning mellan de olika processerna. Den ojämna arbetsbelastningen visualiseras i Figur 8 nedan som visar cykeltiden under verkliga förhållanden för respektive process.



Figur 8. Balansdiagram vid verkligt flöde

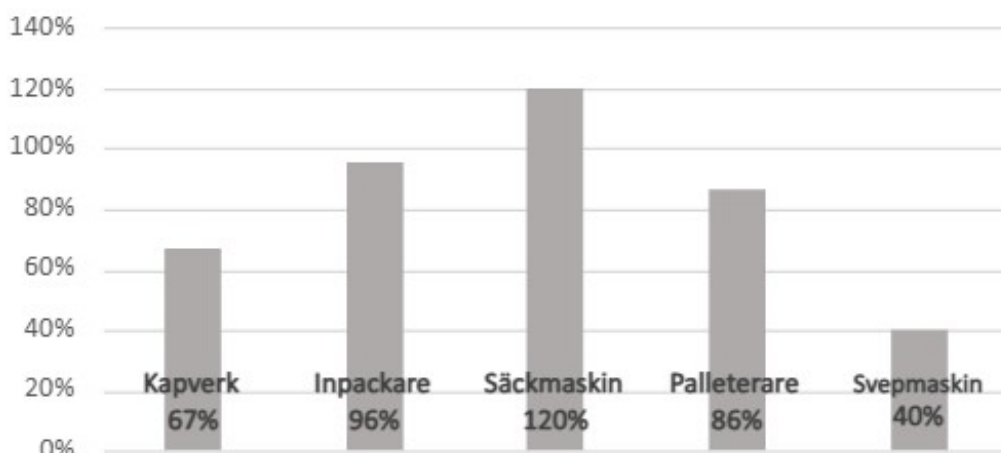
I diagrammet synliggörs det att säckmaskinen utgör den längsta cykeltiden. Det är viktigt att notera att säckmaskinen bara används vid vissa produktvarianter, övervägande tid av produktionen är säckmaskinen ej brukad.

Kapverket är den process som har kortast cykeltid vilket innebär att den begränsas av cykeltiden från övriga processer. Kapverket producerar rullar till dess att rullbandet mellan kapverket och inpackaren är fullt, sedan stannar maskinen tills dess att nedströms process kommit i kapp. Denna typ av tillverkning bildar ett stort lager mellan kapverket och inpackaren.

Palleteraren har kortare cykeltid än både säckmaskinen och inpackaren, vilket innebär att processen är stillastående och inväntar produkter från föregående processer en stor del av tiden.

Svepmaskinen ser i balansdiagrammet ut att ha näst längst cykeltid, vilket i detta fall är missvisande. Svepmaskinen får i detta fall en lång cykeltid då den inväntar PIA från palleteraren större delen av tiden. När svepmaskinen väl sveper pallarna är cykeltiden lägst av alla processer.

Nedan i Figur 9 visualiseras balanseringsdiagrammet för cykeltiderna under optimala förhållanden, alla cykeltider anges i procentenheter.

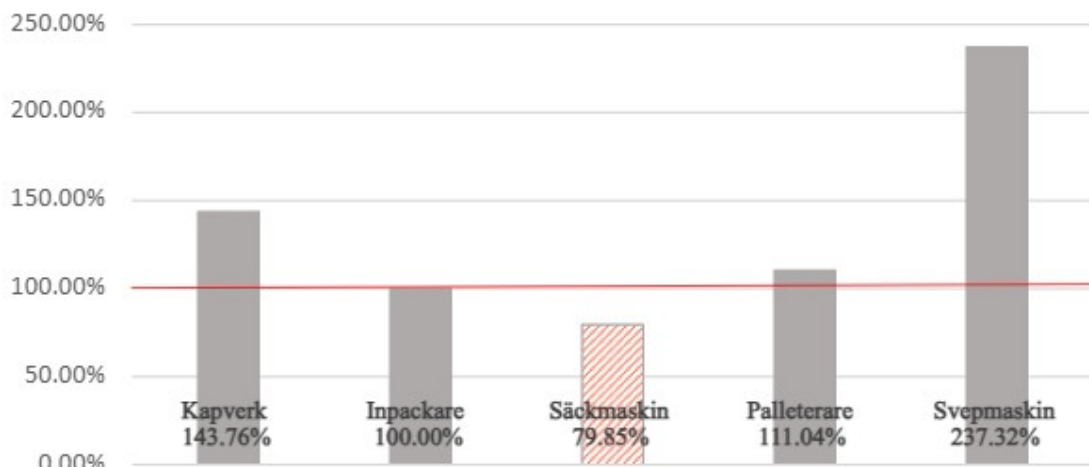


Figur 9. Balanseringsdiagram vid optimalt flöde

Den största visuella skillnaden mellan balanseringsdiagrammet för det optimala flödet respektive det verkliga flödet är cykeltiden för svepmaskinen. Som nämnt ovan begränsas svepmaskinen markant av föregående processer då den inväntar PIA från föregående process.

Mätvärdena på säckmaskinen är delvis missvisande vid mätning av det optimala flödet. Denna process är komplex att mäta då den drabbas av upprepade stopp till följd av materialbrist från föregående process. Dessa avbrott innebar att processen startas och stoppas flera gånger, vilket i sin tur ökar den totala processtiden. Uppstart efter stopp är tidskrävande vilket bidrar till att resultaten påverkas negativt.

Balanseringsdiagrammet har omarbetats från cykeltid till antal rullar per sekund i Figur 10 i syfte att underlätta analysen av processens framtida kapacitet. Genom att uttrycka varje processteg som genomströmning i stället för bearbetningstid, möjliggörs en mer direkt jämförelse mellan de olika stegens kapacitet och eventuella begränsningar i flödet blir tydligare.



Figur 10. Antal rullar per sekund, optimala värden

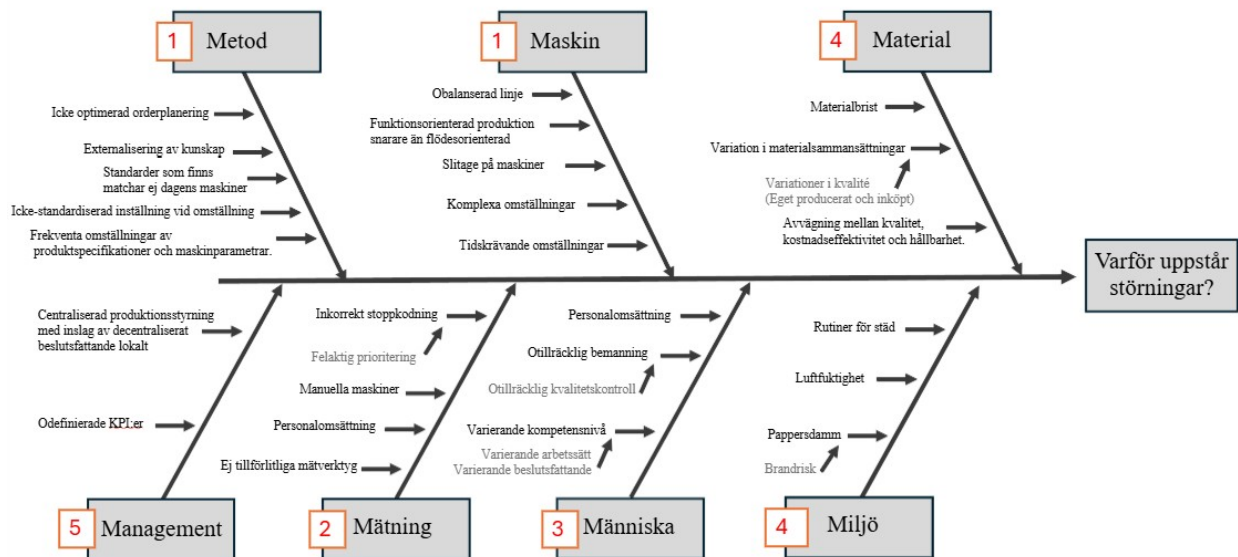
I Figur 10 har den process med lägst kapacitet markerats med en röd linje, i detta fall inpackaren, vilket illustrerar var flaskhalsen i flödet uppstår. Då inpackaren anses vara flaskhalsen i flödet har den satts till 100 % för att tydligt illustrera hur mycket de övriga processerna producerar i jämförelse. Säckmaskinen har exkluderats från analysen då dess mätvärden bedöms vara missvisande till följd av återkommande driftstörningar orsakade av föregående process, vilket påverkar den uppmätta processtiden och gör den mindre representativ för ett stabilt flöde.

5.2 Fiskbensdiagram

För att utföra en djupare analys av rotorsaker har ett Fiskbensdiagram utfärdats. Diagrammet är baserat på de 7M:en som bidrar till en systematisk kategorisering och visualisering av störningar.

Från diagrammet som visualiseras i Figur 11 kan ett flertal prioriteringar utföras. Dessa prioriteringar är markerade med siffror i Figur 11 enligt högsta prioritering finns metod och maskin, sedan mätning, människa, miljö och material, och till sist management. Vad som kan avläsas är att de flesta störningarna uppstår på grund av maskin och metod. Dessa störningar kopplas främst till avsaknaden av uppdaterade standarder för maskininställningar och obalans hos produktionslinjen.

Därefter följer mätningar som anses vara otillförlitliga då stoppkodning och mätrutiner saknar standardiserade tillvägagångssätt och har otillförlitliga mätverktyg. Avsaknaden av digitalisering hos maskinerna gör att maskinerna inte själva samlar in all nödvändiga data för att identifiera störningar vilket påverkar analyser. Människan anses också ha en avsevärd påverkan på störningar där hög personalomsättning och operatörer i varierande stadie av upplärning vilket gör att kompetensen hos operatörerna är av varierande karaktär. Efter analys av intervjuer med operatörer kan man se hur fem operatörer är att föredra men att man kan vara fyra operatörer också.



Figur 11. Fiskbensdiagram över identifierade störningar, kategoriserade efter de 7M:en.

5.2.1 Metod

Den centraliserade orderplaneringen skapar en distans mellan produktion och planering. Detta uppfattas skapa ett gap mellan kunskap och erfarenheter som bidrar till ineffektivitet i produktionen. Att inte optimera orderplaneringen efter optimala förhållanden bidrar till förlorad tid under omställning och uppstart då maskinerna tenderar till att utsättas för mer störningar efter nytt ställ då inställningar behöver korrigeras för att nå optimala inställningar. De frekventa omställningarna är tidskrävande och stoppar produktionen under lång tid. Produktionen är även i behov av att omvandla kunskap då många erfarna operatörer besitter oersättlig kunskap som inte finns dokumenterad. Detta gör att viss kunskap följer med operatörerna vid pension eller uppsägning då det inte finns ett tydligt dokumenterat arbetssätt. Detta försvårar även upplärning av nya medarbetare.

Ytterligare identifierat är att de standarder som upprättats för maskinerna inte längre överensstämmer med dagsskicket av maskinerna som varit i bruk under många år. Slitage har haft en bidragande faktor på maskinerna under åren vilket gör att de standardiserade inställningarna för de olika produkterna inte längre matchar verkligheten vilket gör att operatörerna frångår uppsatta standarder och arbetar efter känsla och egen erfarenhet. Även standard för omställningar är bristfällig då som tidigare nämnt, maskinerna inte är i det skick de tidigare varit samt att det saknas ett standardiserat arbetssätt.

5.2.2 Maskin

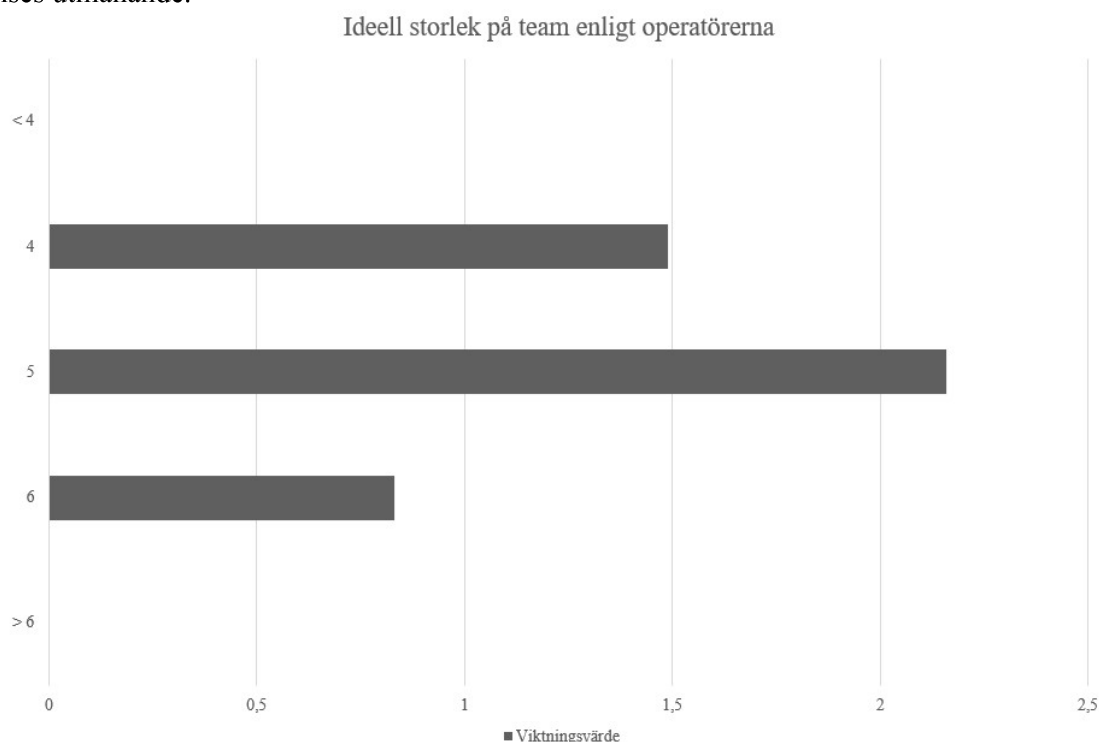
Under tidsstudierna har data insamlats som sedan analyserats i form av värdeflödesanalys. Denna analys gav en tydlig bild av fördelningen av den värdeskapande tiden för produkterna. Produktionslinjen är både visuellt och även vid beräkningar av värdeflöde i obalans. Några av processerna producerar snabbt och med färre störningar vilket bygger mellanlager medan andra processer tar längre tid på grund av mer frekventa störningar.

Maskinerna är av äldre modell och har varit i bruk i många år vilket gör att slitage har en stor påverkan på störningar och precisionen har blivit lägre. Detta har varierande påverkan på de olika maskinerna som påverkas olika mycket. Man kan identifiera hur inpackaren har problem med att plastfilmen ofta fastnar eller att den inte blir korrekt sammanfogad vilket resulterar i många stopp och mycket spillmaterial.

Den historiska data har analyserats i form av Paretdiagram samt GAP-analys.

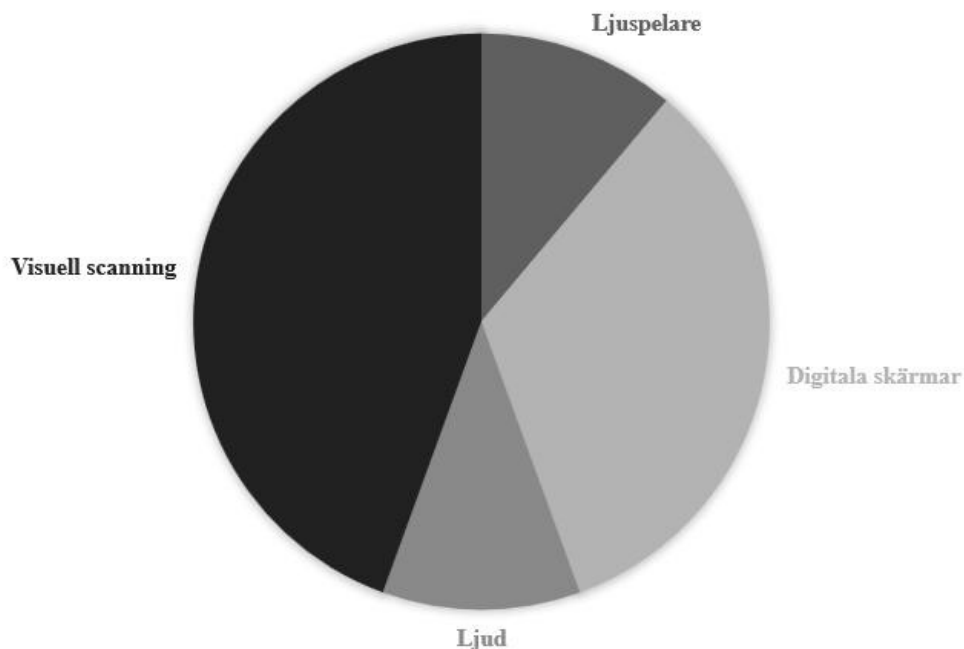
5.2.3 Människa

Det standardiserade antalet av operatörer per skift på produktionslinjen är fyra operatörer, tanken är att operatörerna alltid ska vara fler och därför ligger antalet operatörer i dagsläget ofta på fem till sex. I enlighet med intervjuerna av operatörerna är inte detta alltid ett problem, vilket visualiseras i Figur 12, men vid skift med fler störningar på produktionslinjen kan det anses utmanande.



Figur 12. Datainsamling från intervjuer med operatörer. Visualisering av svar från frågan om ideal storlek på team.

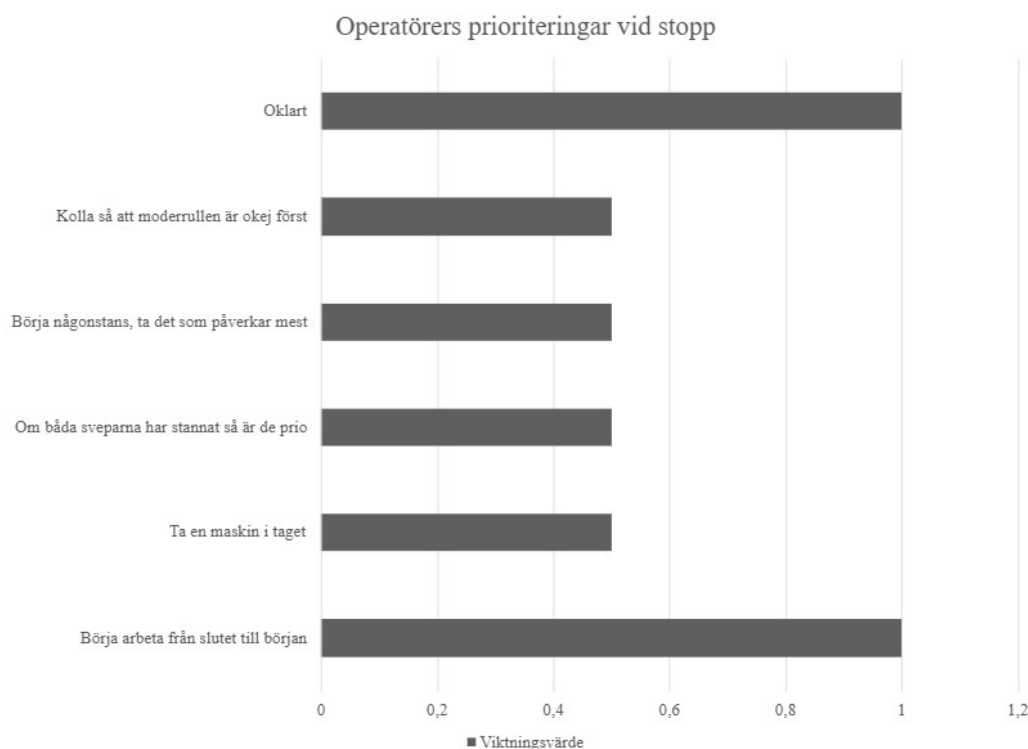
Viktningssvärdet i Figur 12 visar på att en operatör kunnat besvara exempelvis "4–5 operatörer anses tillräckligt". För att kunna tolka svaren i siffror har ett eget viktningsvärde skapats där när en operatör angav ett intervall (till exempel "4–5 personer") fördelades svaret proportionellt mellan de aktuella alternativen (0,5 på vardera). Ett entydigt svar gav full vikt (1,0) till det valda alternativet. Diagrammet visar att fem operatörer är den mest föredragna teamstorleken, medan fyra anses som ett acceptabelt minimum.



Figur 13. Datainsamling från intervjuer med operatörer. Visualisering av svar från frågan val av verktyg vid felsökning av stopp längs produktionslinjen.

Diagrammet i Figur 13 visar fördelningen av verktyg som operatörerna uppger att de använder för att upptäcka stopp. Visuell scanning är dominerande, vilket innebär att felsökning till stor del bygger på operatörens egen uppmärksamhet och erfarenhet snarare än på systematiska larm. Att digitala skärmar utgör en betydande andel medan ljudsignaler och ljuspelare används mindre, indikerar att den maskinella återkopplingen är ojämnt utbyggd längs linjen.

Den varierande kompetensnivån beror till stor del på en hög personalomsättning vilket gör att ny personal behöver läras upp vilket saknar ett standardiserat tillvägagångssätt. Ett varierande arbetssätt kan resultera i varierande beslutsfattande vilket får konsekvenser för produktionen och kan i värsta fall orsaka tillbud och olyckor vid inkorrekt utförande av arbete.



Figur 14. Datainsamling från intervjuer med operatörer. Visualisering av svar från frågan kring arbetssätt vid prioritering av stopp.

5.2.4 Management

Analys av management av produktionen har ej fördjupats då orderplaneringen är positionerad på Essitys centrala kontor för produktionsplanering i Europa, samt att intervjuer av produktionschefer inte har genomförts.

Vad som analyserats är svårigheter att förstå de valda KPI: er som mäts och varför vissa mål satts. Då data och KPI: er enbart analyserats för de föregående sex månaderna är det inte möjligt att genomföra djupare analys på området.

5.2.5 Mätning

Analys av mätningar av stopporsaker har identifierats som orsakat av inkorrekt stoppkodning där operatörer själva dokumenterar vissa stopp. Detta gör att kompetensnivå och den mänskliga faktorn får en signifikant påverkan av resultaten av kodningen. Detta kan följaktligen orsaka felaktiga bedömningar om var störningar och flaskhalsar uppstår längs produktionslinjen vilket kan orsaka felaktiga prioriteringar av underhåll och utveckling. Felaktig stoppkodning har därför en stor påverkan på resultat från produktionslinjen som kan vara missvisande vilket kan resultera i ineffektiva beslut.

De äldre maskinerna är till större del manuella vad gäller inställningar och mätning vilket ställer krav på operatörernas kompetens. Bristen på standardisering försvårar även omställningarna på de manuella maskinerna där standardiserat tillvägagångssätt saknas.

Ytterligare påverkande faktor är att mätverktyg anses som otillförlitliga då de inte uppvisar korrekt data och därmed inte kan tillföra exakta mätvärden.

5.2.6 Material

Material har analyserats som en bidragande faktor till störningar i produktionen. Analysen gäller både kvalitén på papper från moderrullarna och plasten i inpackarna. Störningarna uppstår på grund av varierande materialsammansättningar då det består av varierande återvunnet material. Variationerna bidrar till att material fastnar och går av vilket orsakar stopp. Djupare analys av materialsammansättningar har inte utförts i denna studie men kan med förslagsvis bättre standarder och kunskap hanteras på ett mer standardiserat sätt för att hantera variation.

Produktionslinjen erfar även uppströms brist på material vilket orsakas av andra avdelningar vilket inte analyserats djupare i följande studie.

5.2.7 Miljö

Miljön produktionen sker i har även analyserats som en bidragande faktor som påverkar störningar i produktionen. Faktorer som luftfuktighet kan ha en signifikant påverkan på materialet som bearbetas.

5.3 Standardiserat arbetssätt

Efter analys av arbetssätt och metoder som används i produktionen, baserad på data från Genchi Genbutsu samt intervjuer av operatörer och handledare, har ett antal orsaker till ett icke standardiserat arbetssätt identifierats. Flertal av de olika arbetsrutinerna och processerna har uppsatta instruktioner, där emot finns det brister i hur väl de efterföljs.

Man har på företaget en målsättning om att standardisera arbetet på samtliga fabriker samtidigt som man vill centralisera styrningen. Vad som analyserats är tvetydigheter kring hur denna process skall genomföras då analyserad produktionslinje inte är standardiserad nog för att kunna styras centralt vilket bidrar negativt till produktionens produktivitet. Detta då orderplaneringen sker centralt på annan ort vilket emellanåt får negativa konsekvenser för ordningen som ordar tillverkas vilket kan bidra till långa omställningstider.

5.4 Produktionsstopp

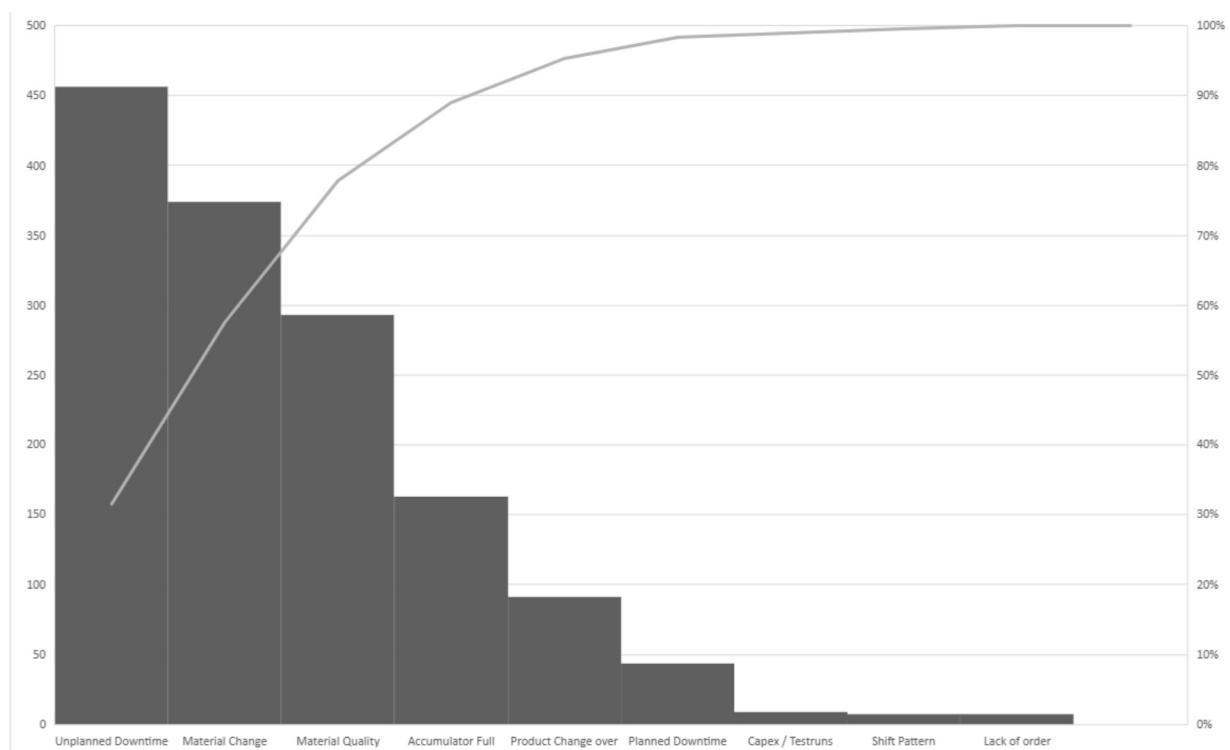
För att analysera produktionsstopp och tid spenderad på produktionsstopp, har en Paretoanalys utförts. Vad följer av analysen är att cirka 70% av antalet stopp är orsakade på grund "Unplanned Downtime" samt "Material Change". För jämförelse är det närmre 400 fler stopp som är "Unplanned Downtime" jämfört med knappt 50 stopp orsakade av "Planned Downtime".

Viktigt att känna till i denna analys är att stoppkodningen till viss del sker manuellt, vilket har en signifikant påverkan av den mänskliga faktorn. Därmed kan vissa stoppkodningar vara mindre tillförlitliga vilket gör denna analys mindre tillförlitlig.

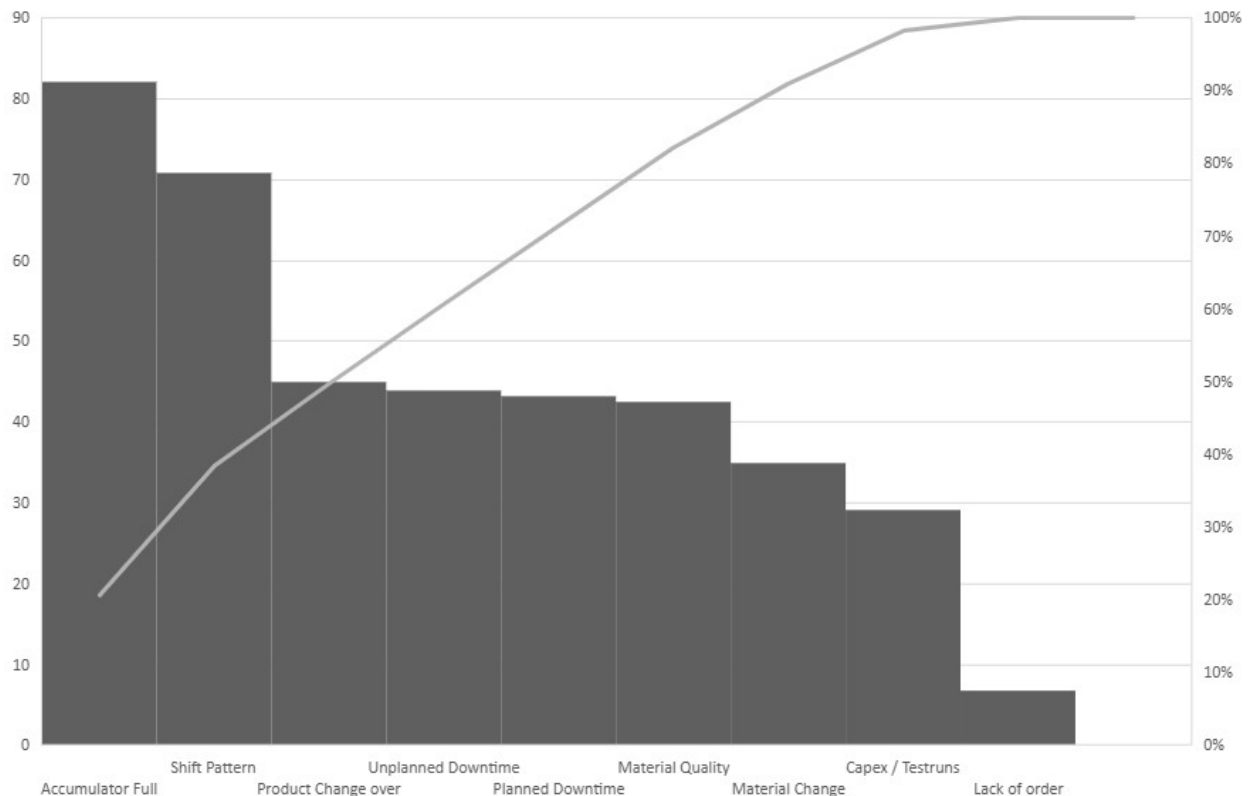
Från analysen av antal timmar av produktionsstopp visar analysen en bättre balans där det framgår att "Ackumulator full och "Shift Pattern" är de främsta orsakerna till stopp men de är trots det knappt 50% av de totala antalet timmar av produktionsstopp.

De stopp som kodas automatiskt kan också vara missvisande där exempelvis "Ackumulator full" uppstår på grund av stopp nedströms vilket blockerar ackumulatoren från att fortsätta producera. Således är här "Ackumulator full" den främsta anledningen till antal timmar av stopp, vilket inte överensstämmer med verkligheten.

Den slutgiltiga analysen av stoppkodningen har bidragit med förståelsen att flera olika typer av analyser och modeller behövs för att skapa en verklighetstrogen bild av produktionen. Utan Genchi Genbutsu samt intervjuer med operatörer och handledare hade analysen riskerat att ge en missvisande bild av verkligheten.



Figur 15. Stopp representerat i antal. Grå linje representerar 100% enligt principer för ett Paretodiagram.



Figur 16. Antal timmar per kategori av stoppkodning. Grå linje representerar 100% enligt principer för ett Paretodigram.

Som kan utläsas i Tabell 4 GAP-analys uppnår produktionen i dagsläget inte de uppsatta produktionsmålen. För att skapa en tydligare bild av hur produktionen förhåller sig till målvärdena har en kolumn lagts till som visar utfallet i procent. Denna procentuella jämförelse gör det enklare att snabbt identifiera avvikelser och bedöma deras omfattning. Som framgår av Tabell 4 är det främst omställningar och antal stopp per 24 timmar som avviker mest från uppsatta mål. Att dessa värden överskrider får en direkt påverkan på produktionen, eftersom det innebär att tid tas från den aktiva produktionen. Detta leder till en minskning av ME, vilket i sin tur reducerar den totala produktionskapaciteten. Konsekvensen blir att den planerade mängden producerat mjukpapper inte uppnås.

5.5 Rotorsaksanalys

För att analysera eventuella underliggande rotorsaker har en Rotorsaksanalys baserad på 5-Varförmetodiken utförts. Analysen har utförts på de tre högst prioriterade områdena från Fiskbensdiagrammet. Dessa innefattar metod, maskin, mätning och människa utifrån de kategorier som anses vara de främsta orsakerna till störningar i produktionen. Visualisering av Rotorsaksanalysen presenteras under Appendix A.2.

5.5.1 Metod

I kategorin metod utfördes en rotorsaksanalys av maskininställningar som inte ställs in korrekt efter omställningar. Detta har tidigare analyserats av företaget som en orsak av icke uppdaterade standarder av inställningar till maskinerna. Av djupare rotorsaksanalys kan analys tolkas som att orsaken grundas i avsaknad av icke standardiserade inställningar, som i sin tur hanteras av operatörer som väljer att agera autonomt och brukar egna erfarenheter som frångår ett standardiserat arbetssätt. Rotorsaken kan dras till avsaknad av en standardiserad och ägd process för omställningsinställningar som även saknar kontinuerlig kontroll och uppdatering för att matcha maskinernas tillstånd samt operatörernas kunskap.

5.5.2 Mätning

I kategorin mätning utfördes en rotorsaksanalys av planering baserad på stoppkodning. Den centraliserade orderplaneringen har med analys identifierats planera utefter lager/leverans, snarare än linjestabilitet vilket har en direkt påverkan på produktiviteten, men bidrar med att korrekt produkt finns i lager vid leverans i högre grad. Data som kan utläsas från stoppkodningen är inte bara emellanåt inkorrekt, utan även obrukad av planeringen vilket speglas av en orderplanering som inte är anpassad för att minska produktionslinjens svagheter. Vad som analyserats är en avsaknad av en integrerad planeringsprocess baserad på den verkliga kapaciteten och förmågan.

5.5.3 Maskin

I kategorin maskin utfördes en rotorsaksanalys av störningar i produktionen. Tidigare analys har visat på att produktionslinjens obalans varit den underliggande orsaken. Med analys med 5-Varförmetodiken utfördes analysen baserad på hur den värdeskapande tiden inte var jämnt fördelad mellan processer. Detta anses vara förorsakat av att linjebalanseringen inte har uppdaterats efter produktmix. Även denna kategori anses vara förorsakad av avsaknad av standard och ägandeskap av processen som rotorsak.

5.5.4 Människa

I kategorin människa utfördes också en rotorsaksanalys av störningar i produktionen. Tidigare analys har visat på att en orsakande faktor ska ha varit hur effektivt de olika operatörerna arbetar. Djupare rotorsaksanalys leder till en analys av varierande kompetensnivåer som kan grundas i en icke standardiserad upplärning. Detta kan orsakas av bristfällig upplärningsplan och uppföljning. Avsaknaden av struktur och kompetensstyrning hos operatörerna anses vara orsakat av en icke standardiserad kompetens- och upplärningsprocess. Av vetskap från samtal med handledare anses denna rotorsak svag då man utför tester och kontroller av upplärning för att kontrollera kvalitén på upplärningen.

5.6 Sammanfattning av analys

Resultatet från värdeflödesanalysen påvisar att någon form av förbättring bör implementeras för att uppnå en bättre balans mellan processer samt för att öka stabiliteten på produktionslinjen. En omfördelning av arbetet samt en högre nyttjandegrad av samtliga processer är nödvändig för att utjämna cykeltider och minska mellanlager.

Övergripande analys av rotorsaker påvisar brister vad gäller standarder eller i vissa fall brist på kontinuerlig uppföljning och kontroll av hur väl samtliga uppsatta standarder överensstämmer med dagens tillstånd på både maskiner, kompetens och metoder för att mäta. Analysen speglar ett förebyggande arbete där underhåll kan utföras i fysisk form i viss mån, men processerna kring själva utförandet hanteras reaktivt och saknar kontinuerlig utveckling och förbättring för att följa det dagliga tillståndet.

Sammantaget visar de genomförda analyserna en produktionslinje med förbättringspotential av flera områden. Värdeflödesanalysen och balansdiagrammen besvarar den första frågeställningen och visar att det värdeskapande arbetet är ojämnt fördelat mellan processerna, där inpackaren utgör den primära flaskhalsen under pågående produktion och säckmaskinen utgör en temporär flaskhals vid bruk på grund av uppstartstid och brist på material.

Fiskbensdiagrammet, Paretoanalysen och Rotorsaksanalysen besvarar den andra frågeställningen och visar att störningarna längs linjen har flera samverkande orsaker som maskinslitage, varierande kompetens hos operatörer, otillförlitlig stoppkodning och centraliserad orderplanering som inte är anpassad efter linjens faktiska kapacitet. En gemensam nämnare genomgående i analysen är avsaknaden av uppdaterade och ägda standarder för maskininställningar och mätning. Bristen på standardisering är en återkommande rotorsak i samtliga analyserade kategorier och som bedöms ha störst påverkan på produktionslinjens produktivitet.

Vidare analys visar från intervjuer av operatörer att operatörerna anser att man ofta når de dagligt uppsatta målen, medan GAP-analysen visar på motsatsen. Detta visar på en diskrepans mellan operatörernas uppfattning och faktiska produktionsdata. Huruvida detta beror på bristfällig kommunikation eller missvisande data har inte varit möjligt att bevisa i denna studie, men observationen anses intressant och bör undersökas vidare.

6. Förbättringsförslag

Nedan beskrivs förslag på förbättringar av de områden som identifierats och analyserats på produktionslinjen. Förbättringsförslagen är av olika avancemang och investeringskostnad.

6.1 7M

Förbättringsförslagen är kategoriserade utefter de 7M:en för att enklare kunna appliceras av företaget. Att skapa en naturlig indelning av förbättringarna gör att de blir enkla att delegera vidare till den person som har mandat över just det området.

6.1.1 Metod

För att undvika stopp i produktionen som orsakats av felaktiga maskininställningar efter omställningar, bör en tydligare standard införas. Vad som tolkats efter intervju med handledare på företaget är att det finns standarder men att operatörerna ofta väljer att arbeta efter intuition snarare än standard. Detta kan analyseras som ett behov av förändring i arbetskulturen, men går även att förändras med enklare metoder.

Ett flertal av operatörerna har lång erfarenhet och besitter förmodligen omedveten tyst kunskap. Denna kunskap behöver extraheras och formuleras i text för att kunna vidareföras. För att öka operatörernas motivation och benägenhet till att använda standardiserade arbetssätt, vore det opportunt att samarbeta med operatörerna för att utveckla befintliga standarder. Att känna ägandeskap i en process kan bidra till ökad motivation och attraktion hos operatören (Jacobsen, D. I., & Thorsvik, J., 2021).

För att säkerställa att operatörerna kan följa korrekta standarder vid nya omställningar, krävs att man upprättar ett system för kontinuerlig kontroll av standarderna. De nuvarande standarderna är inte skapade för dagsskicket av maskinerna utan behöver uppdateras i och med att maskinerna och verktygen slits med tiden. Att upprätta kontinuerliga kontroller för att kontrollera att standarder möter skicket på maskinerna är nödvändigt och ett mer proaktivt arbetssätt där man kan utföra förebyggande underhåll.

En metod för att korrektera inställningsvärdena och bestämma standarder är genom att låta en person gå och skriva ner siffror med inställningar som fungerar bäst och byter ut de värden som finns mot nya uppdaterade.

För att minska gapet av kunskap och erfarenhet mellan orderplaneringen och produktionen bör en tätare kontakt upptas för att minska på ineffektivitet skapad av orderplanering som inte matchar produktionen och linjebalanseringen.

6.1.2 Maskin

Även maskinerna är i behov av ett mer kontinuerligt förebyggande underhåll för att undvika slitage som skapar störningar orsakade av maskinerna.

En vedertagen analys och lösning vore att byta ut inpackarna till nya, modernare maskiner med mindre slitage. Detta skulle bidra till ett ökat genomflöde hos produktionslinjen och en bättre balans skulle uppstå mellan processerna då inpackarna är den främsta flaskhalsen i processen för tillfället. Detta lösningsförslag är mycket kostsamt och ett flertal simplare och

billigare lösningar har identifierats som möjliga att genomföra innan man utför denna förbättring.

Hela produktionslinjen är av äldre modell, men inpackarna är den process som är i störst behov av att bytas ut då plast ofta fastnar och det även uppstår problem i maskiner när man ska svetsa plastförpackningarna runt mjukpapperet. Detta kan även utläsas matematiskt från balanseringsdiagrammet i Figur 10 där inpackaren utgör den främsta flaskhalsen.

6.1.3 Människa

För att uppnå ett standardiserat arbete är det viktigt att samtliga operatörer utför uppgifter på samma sätt. Detta kan göras genom att identifiera den effektivaste operatören och observera ett bästa arbetssätt för att sedan implementera det hos alla. Det görs enklast genom att standardisera instruktioner och göra dem visuella och sätta upp dem nära maskinen i stället för att en operatör behöver leta.

6.1.4 Mätning

Inom mätning bör man undersöka hur man kan förbättra den inkorrekt stoppkodningen som resulterar i missvisande data som i sin tur gör att det blir svårt att prioritera vad man ska börja förbättringsarbetet inom.

I mätning av stoppkodning visar ackumulatorn på att vara full en stor del av tiden. Detta blir missvisande då den blir full när andra processer står still, inte att den processen i sig är problematisk. Detta gör att stoppkodningen av ackumulatorn inte visar på vad som faktiskt är fel alternativ stopp.

6.1.5 Management

En bättre kommunikation med den centraliserade orderplaneringen skulle bidra till en bättre schemaläggning av orders som kan matcha produktionen och minska omställningstider. Djupare analys av använda KPI:er anses lägligt för att förstå bakgrunden till användningen av dem bättre.

6.1.6 Material

Förbättringsförslag härleds till kapitel 9. rekommendationer.

6.1.7 Miljö

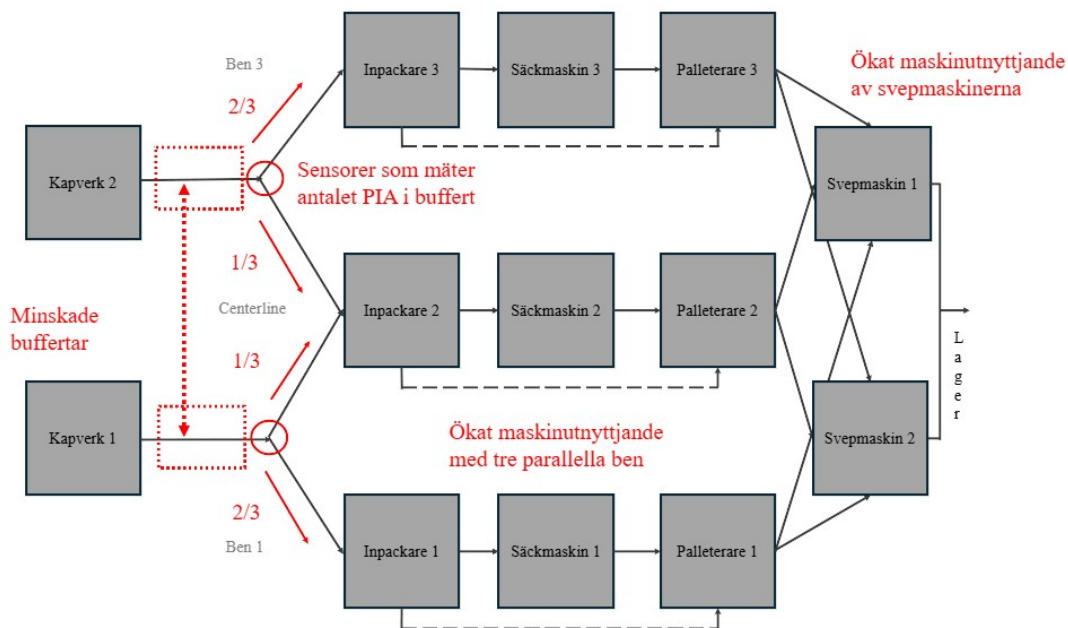
Förbättringsförslag härleds till kapitel 9. rekommendationer.

6.2 Layout och flödesförbättringar

Efter identifiering av ett produktionsben som alltid står still kan man se hur 23 % av maskinerna står obrukade vid produktion. Lean metodik förespråkar att det är slöseri att låta maskiner stå obrukade då det uppstår obrukad maskinkapacitet. Efter intervju med handledare

framgår det att man tidigare haft en fördelare som brukat samtliga tre ben men som ständigt havererade. Att inköpa en ny fördelare skulle vara kostsamt samt att den hade varit för stor för nuvarande lokal. Därmed fattades beslutet att köpa en billigare fördelare som enbart brukar två produktionsben.

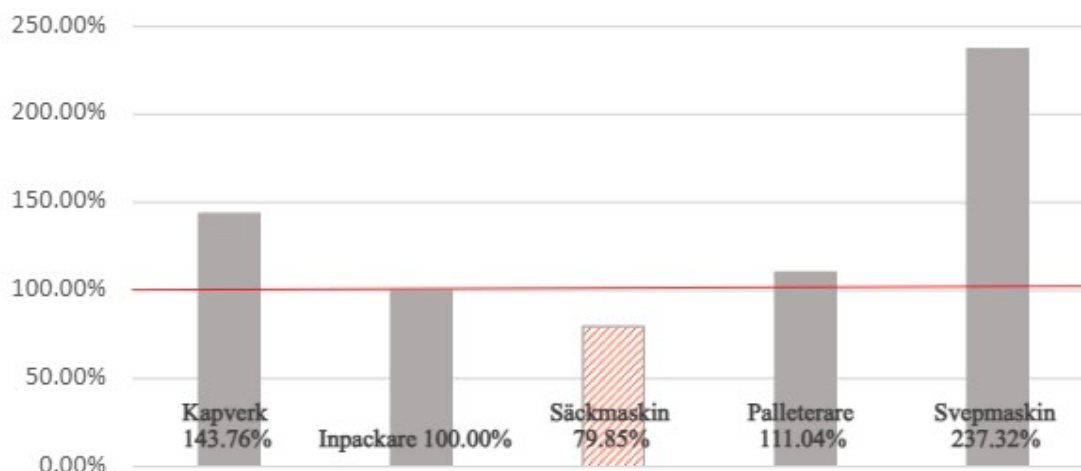
Som förslag har beräkningar utförts för att styrka förslaget att bruka tre produktionsben för att öka produktiviteten, detta förslag visualiseras i Figur 17. Förslaget föreslår att tillsätta en fördelare där $\frac{2}{3}$ av PIA flödar från kapverk 1 och kapverk 2 till varsitt ben, $\frac{1}{3}$ från vardera kapverk går till det sista produktionsbenet. Således förses varje produktionsben med $\frac{2}{3}$ av PIA producerat från kapverken vilket sänker andelen PIA i arbete vilket dels minskar trycket på transportbandet vilket minskar risken för att produkter ska resa sig upp och orsaka stopp. Detta förslag skulle även balansera de olika processerna bättre där bland annat säckmaskiner och svepmaskiner får en högre tillgång till PIA och kan arbeta mer frekvent. Om ett ben skulle haverera kan fortfarande två ben producera vilket skulle motsvara dagens normalnivå.



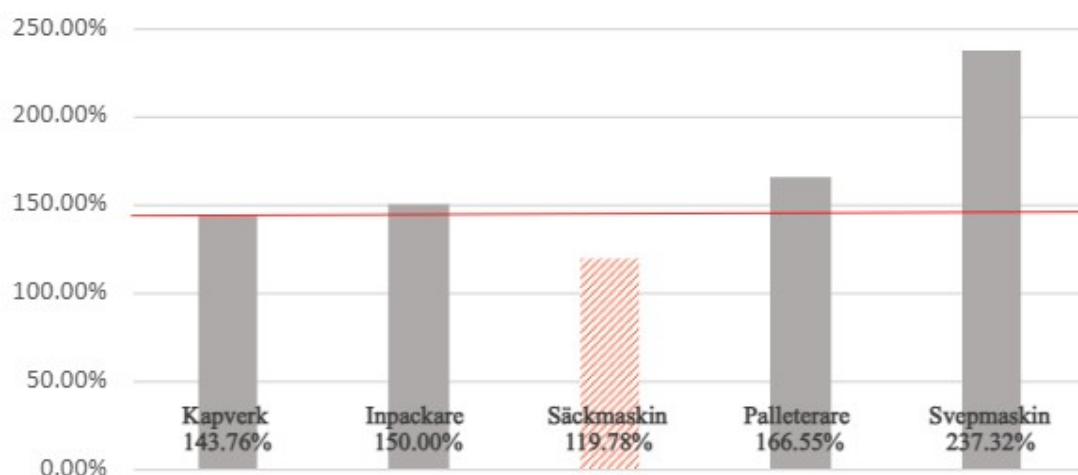
Figur 17. Förslag på ny layout för högre maskinutnyttjande.

6.2.1 Framtida balanseringsdiagram

För att stärka argumentet om varför företaget bör investera i en ny fördelare har det upprättats balanseringsdiagram för att jämföra möjliga kapaciteten i ett framtida flöde med dagens optimala flöde.



Figur 18. Antal rullar per sekund under nuvarande optimala värden.



Figur 19. Antal rullar per sekund i framtida tillstånd.

I det optimala nuläget, Figur 18, syns att inpackaren sätter takttiden, kapverket och svepmaskinen har markant högre kapacitet. Detta innebär att betydande del av kapaciteten i början och slutet av linjen inte utnyttjas. Systemet drivs inte av den maximala möjliga kapaciteten, utan begränsas av inpackaren. Resultatet blir ett ryckigt flöde där flera processer ofta står i vänteläge trots att de har potential att producera mer. Ur ett Lean-perspektiv innebär detta att slöseri i form av både väntetid och outnyttjade resurser.

I det framtida tillståndet, Figur 19, ökas inpackarens samt palleterarens kapacitet och de matchas bättre mot kapverket som nu blir linjens begränsande process. Även om svepmaskinen fortfarande har högst kapacitet minskar gapet mellan denna och övriga processer. Detta innebär att den tidigare överkapaciteten i slutet av linjen i högre grad kan tas tillvara. Flödet blir därmed mer kontinuerligt och mindre beroende av stopp och väntan mellan processer.

En viktig slutsats är att det framtida tillståndet inte enbart höjer den teoretiska kapaciteten, utan framför allt förbättrar samspelet mellan processerna och ger en minskad cykeltidsvariation längs produktionslinjen. Genom att fördela PIA över tre produktionsben

skapas ett jämnare inflöde till varje steg, vilket reducerar variation och minskar risken för både överbelastning och tomgång. Detta leder till att fler maskiner kan arbeta närmre sin faktiska kapacitet under en större del av tiden.

Den förbättrade balansen innebär vidare att systemet blir mer robust och mer stabilt. I nuläget får en störning i en tidig process stora konsekvenser då efterföljande maskiner snabbt blir utan material. I det framtida flödet kan variationer absorberas bättre utan att hela linjen påverkas i samma utsträckning. I dagens upplägg, där endast två produktionsben nyttjas, innebär stillestånd i ett av benen att hela 50% av produktionskapaciteten faller bort. Detta skapar en hög sårbarhet, där även kortare stopp får stora konsekvenser för det totala flödet och leveransförmågan.

I det framtida tillståndet, där tre produktionsben är i drift, reduceras sårbarheten på linjen avsevärt. Ett stillestånd hos ett ben motsvarar endast ett bortfall på 33% av kapaciteten. Detta innebär att 66% av produktionen fortfarande kan fortgå, vilket ger betydligt högre kontinuitet i flödet.

Vid den nya layouten ökar mängden producerade enheter avsevärt. I nuvarande tillstånd är inpackaren en begränsande process med en output på 100 procentenheter. I det framtida tillståndet har inpackaren en kapacitet på 150 procentenheter, då blir i stället kapverket den begränsande processen med en kapacitet på 143,76 procentenheter. Detta ger en 43,76% ökning i produktionskapaciteten.

Utifrån företagets GAP-analys, Tabell 4, framgår att produktionsmålen som ledningen satt upp inte uppnås. Under perioden september 2025 till februari 2026 understiger produktionsmålet med ett genomsnitt på 15,9%. Vid en ökning av produktionskapaciteten med 43,76% jämfört med nuvarande nivå skulle produktionslinjen i stället uppnå cirka [E] ton per månad. Detta innebär en marginal på 21% över det uppsatta produktionsmålet. Resultatet stärker argumentet för att nyttja samtliga tre produktionsben samtidigt, då produktionslinjen därmed får ett tillräckligt mellanlager för att hantera eventuella driftstopp.

7. Diskussion

I detta kapitel diskuteras arbetets metod, analys och resultat. Vidare behandlas de val och begränsningar som påverkat studien samt möjliga framtida utvecklingsområden och de utmaningar som linje 15 står inför.

7.1 Resultatdiskussion

Vad som framgår av den utförda studien av Linje 15 är att ett flertal förbättringar av varierande investeringskostnader är möjliga att genomföra för att öka produktiviteten. De främsta förbättringarna innefattar standardisering av processer och instruktioner för att minska variation och öka effektiviteten hos både operatörer och maskiner.

Resultatet påvisar att ett förbättringsarbete kan påbörjas inom ett flertal olika områden (7M) men även i vilken ordning de olika förslagen bör prioriteras. Detta underlättar uppstarten av förbättringsarbetet för företaget då beslut kring prioritering av förbättringar redan innehar evidens för godtycklig prioriteringsordning.

För företaget innebär lösningsförslagen mer konkret material att arbeta med vid beslutsfattning kring förändringar i produktionen. Då man tidigare haft en viss bristfällighet i sitt beslutsfattande, har man nu mer evidens och data för att kunna föra tillförlitligare diskussioner kring beslut. Företaget har även delgivits nya insikter med andra perspektiv från extern part som kan användas för framtida utveckling av produktionen för att nå uppsatta målvärden. Slutligen kan följande insikter brukas och arbetas vidare med av processingenjörerna på företaget för att uppnå en högre effektivitet i produktionen.

Det resultat som bör betonas främst är förändringen av layout. Detta är en större förändring som är både kostsam och tidskrävande, men medger även högst avkastning för produktionen. Denna förändring skulle bidra till en direkt ökad produktivitet i produktionen i och med användandet av fler maskiner, vilket ligger i linje med Lean-produktions grundprinciper om att skapa ett effektivt flöde och maximera värdeskapande med minimalt slöseri.

7.2 Metoddiskussion

För djupare analys vore någon form av simuleringsverktyg effektivt för att kunna simulera förbättringar så som layoutförändringar för att få faktiska värden på hur en sådan förändring hade kunnat se ut. För att utföra en utförlig simulering hade mer data behövts samlas in under en längre period samt införskaffning av olika sensorer för att mäta data från maskinerna varit nödvändigt. Den begränsade datainsamlingen berodde främst på de frekventa omställningarna som gör att det bara varit möjligt att utföra datainsamling under enbart 1–2 dagar. Detta gjorde att det inte var möjligt att mäta mer än vad som var nödvändigt för att exempelvis utföra värdeflödesanalysen. En mer fördjupad datainsamling hade kunnat bidra till en djupare förståelse för helheten av produktionen genom att kunna studera fler typer av produkter och varianter av förpackningar av de olika produkterna.

Den data som företaget tillhandahöll användes med viss försiktighet, eftersom det inom ramen för studien inte var möjligt att i detalj verifiera ursprung och insamlingsmetod. Denna data har främst använts för studier av stopp och stoppkodning vilket varit utanför avgränsningarna likt omställningstider och processer före kapverken samt efter svepmaskinerna. Vissa aspekter, så som långa omställningstider samt materialspill har dock tagits i beaktning vid framtagning av förbättringsförslag men har inte prioriterats.

Ytterligare data som personalbehov och finansiella medel har inte varit möjligt att beräkna i denna studie. Därmed har det inte varit möjligt att säkerställa hur behovet av personal skulle se ut vid exempelvis implementering av en ny fördelare till ett tredje produktionsben. Kostnader av förbättringar har inte heller varit möjliga att ta i beaktning vid utförandet av förbättringar då den data inte varit möjlig att tillgå.

7.3 Studiens begränsningar

De framtagna förbättringsförslagen utgår från ett teoretiskt optimalt tillstånd och tar inte hänsyn till samtliga praktiska begränsningar som finns i den dagliga produktionen, såsom investeringskostnader, utrymmesbegränsningar, personalbehov och implementeringstid. Detta innebär att förslagen bör ses som ett underlag för fortsatt diskussion och utvärdering, snarare än färdiga lösningar som kan implementeras direkt.

8. Slutsats

Syftet med följande studie var att kartlägga och analysera värdeflödet hos en produktionslinje som producerar olika varianter på mjukpapper. Nedan besvaras följande frågeställningar utifrån den genomförda analysen.

- Hur kan utnyttjandegraden stabiliseras för att förbättra produktiviteten och säkerställa att produktionsmålen på [C] ton per månad nås över tid?

Från samtliga analyser kan man identifiera hur ett flertal förbättringar av olika grad är möjliga att genomföra för att stabilisera utnyttjandegraden samt förbättra produktiviteten över tid.

- Hur är arbetsbelastningen fördelad mellan processerna på Produktionslinje 15, och vilka processer utgör flaskhalsar i flödet?

Från värdeflödesanalysen och balanseringsdiagrammen kan en ojämnt fördelad arbetsbelastning mellan de olika processerna urskiljas. Vad utläses från analys av värdeflödet under optimala förhållanden, varierar cykeltiderna mellan 83 procentenheter för kapverket och 123 procentenheter för säckmaskinen. Inpackaren har identifierats som den främsta flaskhalsen med en kapacitet på [D] produkter per sekund och blir därmed den process som bestämmer ledtiden för hela produktionslinjen. Även säckmaskinen utgör en av de primära flaskhalsarna på grund av materialbrist och uppstartstid, men enbart då den är i bruk vilket inte är fallet för varje produkt. Däremot är både kapverken och svepmaskinerna underutnyttjade vilket avläses på deras nuvarande kapacitet som överstiger produktionslinjens takt. Produktionslinjen präglas i första hand av obalans och långa väntetider vilket kan bekräftas av den icke värdehöjande tiden på 506 procentenheter samt det totala mellanlagrets storlek på 1120 enheter.

- Vilka faktorer orsakar störningar längs produktionslinjen och i vilken utsträckning bidrar avsaknaden av standardiserade maskininställningar, inkonsekvent stoppregistrering, centraliserad orderplanering och produktvariation till dessa störningar?

Av att utläsa från Fiskbensdiagrammet, Rotorsaksanalysen samt Paretoanalysen har bekräftat att flertalet av de störningar som uppstår längs produktionslinjen, är orsakade av samverkande faktorer. Maskinslitaget som är en av de främsta faktorerna, bidrar till frekventa stopp orsakade av att exempelvis plastfilmen fastnar eller blir inkorrekt sammanfogad. Den mänskliga faktorn orsakar störningar i produktionen på grund av variation av kunskap. Den manuella stoppkodningen orsakar missvisande data, vilket försvårar prioritering av förbättringsåtgärder. Slutligen orsakar den centraliserade orderplaneringen suboptimala körordningar som orsakar långa och suboptimala omställningar vid byten mellan produktvarianter.

Samtliga störningar anses vara orsakade av en gemensam rotorsak, vilket är avsaknaden av uppdaterade och ägda standarder för produktionslinjen.

- Vilka förbättringsåtgärder kan öka produktionslinjens produktivitet och bidra till ett mer balanserat flöde?

Enligt analysen är det möjligt att genomföra förbättringsåtgärder på olika nivåer och av olika grad. Den åtgärd som beräknat anses ha störst effekt är att byta fördelare för att kunna utnyttja samtliga tre produktionsben och öka maskinutnyttjandet. Enligt balanseringsdiagrammet ska detta bidra med en ökning på inpackarens kapacitet från 100% till 150%, vilket är en beräknad kapacitetsökning på 50%. Vid denna förändring är det i stället kapverket som blir den begränsande processen med en kapacitet på 143,76%, detta innebär att linjens totala kapacitetsökning blir 43,76%. Förändringen beräknas skapa ett bättre mellanlager för att kunna hantera driftstopp samt reducera sårbarheten i flödet då ett stillestånd på den nya layouten skulle resultera i ett kapacitetsbortfall på endast 33% till skillnad från dagens 50%, räknat från nyttjad kapacitet för respektive layout.

Utöver en layoutförändring och investering i en ny fördelare, rekommenderas även en utökad och uppdaterad standardisering av maskininställningarna som därefter kontrolleras kontinuerligt med förebyggande kontroller. Ytterligare rekommenderas en förbättrad och digitaliserad stoppkodning för att öka tillförlitligheten till den insamlade data. Sammanfattningsvis påvisar studien att den främsta förbättringspotentialen ligger i ett standardiserat och systematiskt förbättringsarbete, snarare än enskilda tekniska lösningar.

9. Rekommendationer

Företaget rekommenderas att undersöka rapportens förbättringsförslag och analysera dem utefter prioriteringsordning utförd från analys med Fiskbensdiagram. Vidare analys på områden utanför denna studie, framgår att avgränsningar är möjliga att genomföra dels internt, dels som ytterligare studier.

Att upprätta någon form av digitalt verktyg som en digital replika för att kunna simulera förslag på förändringar offline kan vara ett effektivt verktyg för att identifiera och simulera förbättringar i produktionen. Trots att maskinerna längs linjen är av äldre modell så är det fortfarande möjligt att skapa simuleringar i form av exempelvis digital replika. Detta kan göras genom att fästa sensorer utanpå maskinerna utan att påverka styrsystemen. Man kan då använda sig av vibrationssensorer som kan fästas på utsidan av maskinerna, CT-klämmor som mäter energiförbrukning eller temperatursensorer. Denna data kan sedan användas för att spegla produktionslinjens tillstånd i realtid vilket resulterar i mer kvantitativa data. Data kan sedan användas för att testa nya investeringar, arbeta mer med prediktivt underhåll, stöd till operatörer och ständiga förbättringar.

Detta överensstämmer med forskning kring digitala replikas, där realtidsdata används för att skapa en dynamisk digital representation av fysiska system, Bergs et al. (2021).

9.1 Framtida forskning och utveckling

För framtida forskning och utveckling föreslås studier av de områdena utanför avgränsningarna i denna studie. Ett flertal områden inom produktionen är möjliga att fördjupa kunskapen inom för att från andra håll öka produktiviteten.

9.1.1 Material

Idag brukas material i produktionen som dagligen varierar i materialsammansättning. Detta gäller både pappersmassa och plastfilm som brukas för att producera produkterna. De varierande materialsammansättningarna har identifierats ha en signifikant påverkan på störningar i de olika processerna. Det har främst identifierats att plastfilmens materialsammansättning har en signifikant påverkan på inpackarna och hur väl plastfilmen kan brukas i maskinen. Stopp på grund av att plasten går av, fastnar och placeras inkorrekt har identifierats som störningar hos inpackaren.

Kvalitén på pappret från moderrullarna anses också ha en signifikant påverkan där pappret kan ha olika grad av sprödhet beroende på materialsammansättning. Detta kan orsaka störningar hos rullmaskinen och kapverken.

9.1.2 Miljö

Ytterligare har miljön identifierats som en påverkande faktor av produktionens produktivitet. Varierande standard av städ efter skiftavslut kan ha en signifikant påverkan på kommande arbetsskift. Utökade standarder som kontinuerligt följs hade bidragit med en positiv effekt på arbetet och produktiviteten.

Variationer i luftfuktighet anses ha en signifikant påverkan på materialets kvalitet och maskinernas produktivitet. Detta har inte kunnat fastställas i denna studie utan enbart identifierats som påverkande faktorer.

9.1.3 Omställningar

Produktionen har identifierats innehålla långa omställningstider som dessutom utförs kontinuerligt. Enligt Leanmetodik klassas omställningstid som icke värdeskapande tid som minskar tiden för produktion. Med hjälp av en SMED-analys kan inre omställningar omvandlas till yttre omställningstid vilket skulle förkorta den faktiska omställningstiden då yttre ställ är möjliga att genomföra medan produktionen är pågående (Shingo, 1985). Detta område har inte ingått i denna studie, men anses som intressant och bör analyseras djupare för att åstadkomma en högre produktivitet.

Slutligen rekommenderas ett fortsatt förbättringsarbete längs produktionslinjen för att uppnå högre produktivitet. Områden inom material och miljö är möjliga att utföra djupare analys i en efterföljande studie.

10. Referenser

Bergs, T., Gierlings, S., Auerbach, T., Klink, A., Schraknepper, D., & Augspurger, T. (2021). *The concept of digital twin and digital shadow in manufacturing*. *Procedia CIRP*, 101, 81–84. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.02.010>

Coccia, M. (2017). The fishbone diagram to identify, systematize and analyze the sources of general purpose technologies. *Journal of Social and Administrative Sciences*, 4(4), 291–303. <https://doi.org/10.1453/jsas.v4i4.1518>

da Silva, M. I., & Vaz, C. B. (2024). Sample size analysis for a production line study of time. I F. J. G. Silva, L. P. Ferreira, J. C. Sá, M. T. Pereira, & C. M. A. Pinto (Red.), *Flexible automation and intelligent manufacturing: Establishing bridges for more sustainable manufacturing systems. Proceedings of FAIM 2023*, 8 (2. uppl.): *Industrial management* (Lecture Notes in Mechanical Engineering). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-38165-2_22

Defeo, J. A. (Red.). (2017). *Juran's quality handbook: The complete guide to performance excellence* (7. uppl.). McGraw-Hill Education.

Essity Hygiene and Health AB. (u.å.). Edet bruks historia [Informationstavla]. Edet bruk, Lilla Edet.

Essity Hygiene and health AB. (u.å.). About our brands. Hämtad 23 mars 2026 från <https://www.essity.com/brands/>

Essity. (2026). Annual Report 2025. <https://assets.www.essity.com/essity/Annual-Report-2025-digital-pdf-.pdf>

Essity. (2026). GAP-analys [Intern rapport]

Holweg, M., Davies, J., De Meyer, A., Lawson, B., & Schmenner, R. (2018). *Process theory: The principles of operations management*. Oxford University Press.

Liker, J. K. (2021). *The Toyota way: 14 Management principles from the world's greatest manufacturer*, (2. uppl.). McGraw-Hill Education.

Liliana, L. (2016). *A new model of Ishikawa diagram for quality assessment. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 161(1), 012099. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/161/1/012099>

Jacobsen, D. I., & Thorsvik, J. (2021). *Hur moderna organisationer fungerar*. Studentlitteratur.

Juran, J. M. (Red.). (1962). *Juran's quality control handbook* (2. uppl.). McGraw-Hill.

Mercadal, T. (2026). Gap analysis. *Salem Press Encyclopedia*. EBSCO.

Parmenter, D. (2015). *Key Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPIs*. (3. uppl.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

Patel, R. & Davidson, B. (2019). *Forskningsmetodikens grunder: att planera, genomföra och rapportera en undersökning* (5. uppl.). Studentlitteratur.

Shingo, S. (1985). *A revolution in manufacturing: The SMED system* (A. P. Dillon, Övers.). Productivity Press. (Originalverket publicerat 1983)

Slack, N., Brandon-Jones, A. & Burgess, N. (2019). *Operations Management* (10. uppl.). Harlow: Pearson.

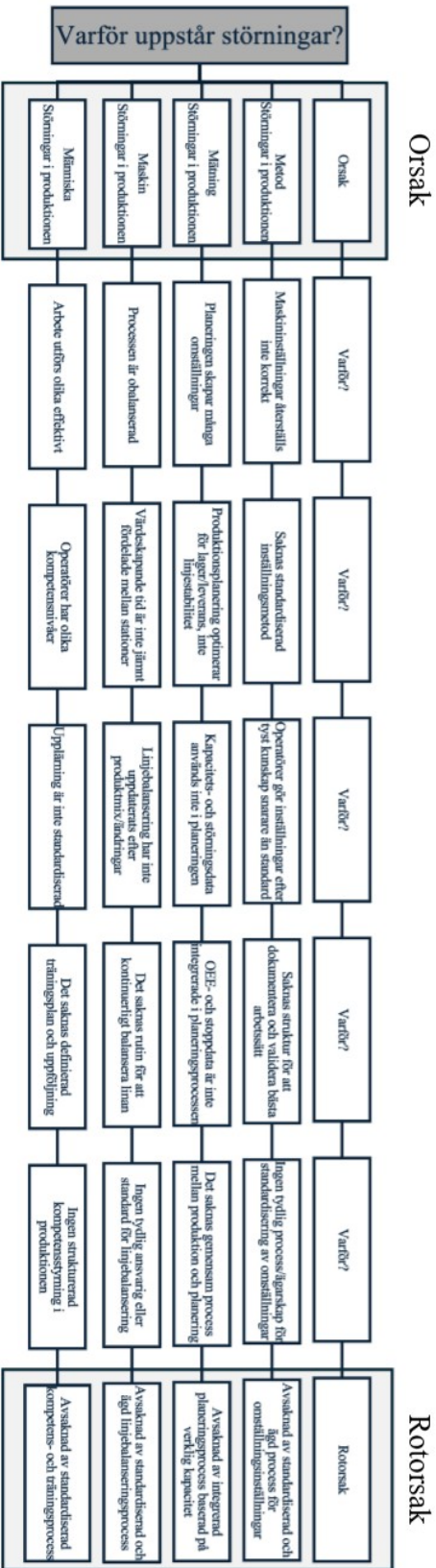
Ingram Publishing. (u.å.). *Paper towels toilet rolls realistic* [Fotografi]. EBSCOhost.
https://quest-eb-com.eu1.proxy.openathens.net/images/my/media/detail/186_3413827

Appendix 1

A.1 Intervju Operatör

Intervjufrågor

1. Hur länge har du arbetat på Essity Lilla Edet?
2. Är du ansvarig för någon specifik del av linjen?
3. Vilket problem skulle du säga är det vanligaste på linjen (som du själv måste "fixa")?
 - a. Är det ett problem som återkommer regelbundet, eller varierar det över tid?
 - b. Har ni försökt lösa det permanent, och i så fall – vad har hindrat det?
 - c. Hur lång tid tar det vanligtvis att åtgärda?
4. Vilken maskin upplever du får flest problem med stopp?
 - a. Vilken maskin får svårast (komplexast) problem att åtgärda?
5. Vad är prioritet ett att åtgärda för att få ett bättre flöde?
6. Hur ser balansen ut mellan aktivt produktionsarbete och tid då du främst följer processen utan att ingripa?
 - a. Under ett typiskt skift – hur stor del av tiden skulle du säga att du aktivt löser problem kontra att du övervakar och kontrollerar?
7. Hur märker du att det uppstått ett stopp eller är på väg att göra?
 - a. Finns det tidiga tecken som du lärt dig att känna igen över tid – och i så fall, hur länge tog det innan du lärde dig att tolka dem?
 - b. Hur snabbt förväntas du reagera när ett stopp uppstår?
8. Personalantal
 - a. Om ni är en person färre – var märks det först?
 - b. Om ni är en person extra – var hjälper det mest?
 - c. Vilken uppgift eller del av linan blir lidande mest, och hur hanterar ni det i praktiken?
 - d. Påverkar det kvaliteten, säkerheten eller enbart takten?





CHALMERS