JÖNKÖPING UNIVERSITY
School of Engineering

Reducering av ledtider i en kundorderstyrd produktion

En fallstudie utförd på [redacted]

HUVUDOMRÅDE: Maskinteknik
FÖRFATTARE: Rebecka Virsand och Therése Sjöstedt
HANDLEDARE: Tomas Wigerfelt
JÖNKÖPING 2020 Maj

Postadress:
Box 1026
551 11 Jönköping

Besöksadress:
Gjuterigatan 5

Telefon:
036-10 10 00 (vx)

Detta examensarbete är utfört vid Tekniska Högskolan i Jönköping inom Maskinteknik. Författarna svarar själva för framförda åsikter, slutsatser och resultat.

Examinator: Jonas Bjarnehäll

Handledare: Tomas Wigerfelt

Omfattning: 15 hp

Datum: 2020-05-30

Postadress:	**Besöksadress:**	**Telefon:**
Box 1026	Gjuterigatan 5	036-10 10 00 (vx)
551 11 Jönköping		

Förord

Följande arbete är skrivet i anslutning till de studier som genomförts vid programmet Maskinteknik: Industriell Ekonomi och Produktionsledning på Tekniska Högskolan i Jönköping. Arbetet är utfört under vårterminen 2020 i samarbete med [redacted], där vi tagit reda på hur det går att förkorta ledtiderna i en kundorderstyrd produktion.

Arbetet har varit lärorikt och givit oss mycket erfarenheter och kunskap gällande förbättringsarbete i en producerande verksamhet.

Vi vill rikta ett stort tack till vår handledare på högskolan, Tomas Wigerfelt samt vår handledare på [redacted], Eric Nilsson. Ni har båda varit en stor trygghet för oss.

Vi vill även tacka alla medarbetare på [redacted] som deltagit i denna undersökning genom att ställa upp på intervjuer, visat oss hur saker fungerar och delat med er av ert arbete.

Slutligen vill vi tacka alla studenter, lärare och andra viktiga personer som vi har lärt känna under våra tre år i Jönköping.

Jönköping, maj 2020

Rebecka Virsand *Therése Sjöstedt*

Abstract

As a result of the globalization around the world, customer demands are increasing and competitors are growing, not least in the production industry. Due to this, companies are constantly forced to improve and develop their business in forms of both production and working environment. [redacted] is one of the worlds largest manufacturing companies, in the field of ventilation systems. The company has today identified problems with delivery times with their product ReCooler, which is a component in their ventilation system eQ Prime.

The purpose of this report has been to examine the production flow for the ReCooler and identify the potential reasons to why the lead time is so long. Once the problem areas have been identified, improvement proposals have been developed with the goal of implementing these in the production. Further, in the future being able to reduce lead times and increase delivery precision towards customers.

Many literature studies were reviewed, and the method of value stream mapping was considered appropriate for the purpose of the study. The value stream mapping generated one mapping of the current flow in the production and one of the desirable future flows. Thenceforth, a gap in between was found in which the improvement potential could be seen.

By examining the gap and areas of improvement, various improvement proposals were developed. The main focus in the proposals was changing one part of the production flow, and manufacture rotors towards a warehouse instead of producing them on demand.

The conclusion was to implement a supermarket, a production line and Kanban-cards. These improvement proposals would be resulting in shorter delivery lead times, production lead times and better delivery precision.

Keywords: Lean production, Kaizen, Value Stream Mapping, Production Flow.

Sammanfattning

Till följd av globaliseringen världen över ökar kundkraven och konkurrenterna blir allt fler, inte minst inom produktionsindustrin. Detta leder till att företag kontinuerligt tvingas arbeta mot att förbättras och utveckla sin verksamhet framåt i form av både produktion och arbetsmiljö. [redacted] är en av världens största tillverkare inom ventilationssystem och har idag identifierat problem med leveranstider på en av deras produkter, ReCooler i en eQ Prime.

Syftet med denna rapport har varit att undersöka produktionsflödet för produkten och identifiera vad det är som gör att ledtiden är så pass lång. När problemområdena identifierats har förbättringsförslag tagits fram med målet att implementera dessa och framöver kunna korta ned ledtiden och öka leveransprecisionen mot kund.

Många litteraturstudier undersöktes och metoden värdeflödesanalys ansågs vara lämplig för studiens ändamål. Värdeflödesanalysen genererade en kartläggning över nuläget, en kartläggning över det önskvärda framtida flödet samt ett gap däremellan i vilket förbättringspotentialen låg.

Genom att undersöka gapet och förbättringsområdena togs olika åtgärdsförslag fram. Resultatet fokuserade framförallt på att ändra en del i tillverkningsflödet och tillverka rotorer mot ett färdigvarulager istället för att börja producera alla komponenter på beställning.

Slutsatsen var att implementera en supermarket, en produktionslina samt kanbankort. Dessa åtgärder skulle komma att resultera i kortare leveransledtider, produktionsledtider och bättre leveransprecision.

Nyckelord: Lean production, Kaizen, Värdeflödesanalys, Produktionsflöde.

Innehållsförteckning

1. Introduktion 5

1.1. Bakgrund 5

1.2. Produktbeskrivning 6

1.3. Problembeskrivning 6

1.4. Syfte och frågeställningar 6

1.5. Avgränsningar 7

1.6. Disposition 7

2. Teoretiskt ramverk 9

2.1. Koppling mellan frågeställningar och teori 9

2.2. Lean 10

2.2.1. Vad ingår i de 7+1 slöserierna? 12

2.3. 5S 13

2.4. Kaizen 14

2.4.1. Just-in-time 15

2.5. Metodiken i en värdeflödesanalys 15

2.5.1. Steg ett: Att komma igång 16

2.5.2. Steg två: Kartan över nuvarande tillståndet 16

2.5.3. Steg tre: Riktlinjer för resurssnålt och kundorienterat värdeflöde 17

2.5.4. Steg fyra: Kartan över framtida tillstånd 18

2.5.5. Steg fem: Att förverkliga det framtida tillståndet 18

2.6. Kanban 18

2.7. FIFU 19

2.8. Ledtid 19

2.9. Leveransprecision 19

2.10. Cykeltid 20

2.11. Takttid 20

2.12. Genomloppstid 20

3. Metod 21

3.1. Koppling mellan frågeställningar och metod 21

3.2. Forskningsstrategi 21

3.2.1. Studiens karaktär 21

3.2.2. Deduktiv metod 22

3.3. Datainsamling 23

3.3.1. Litteraturstudier 23

3.3.2. Observationer 24

3.3.3. Intervjuer 24

4. Nulägesbeskrivning 25

4.1. Produktbeskrivning 25

4.2. Affärssystem 25

4.3. Processbeskrivning 26

4.3.1. Rotorlindning 26

4.3.2. Tryckprovning 26

4.3.3. Hygrobehandling 26

4.3.4. Borstmontering 26

4.3.5. Montering roterande värmeväxlare 26

4.3.6. Montering coolerblock special 27

4.3.7. Coolertillverkning 27

4.3.8. Elmontering test 27

4.3.9. Emballering 27

4.4. Sammanställning av data från produktion 28

4.4.1. Produktionens takttid 29

4.5. Ytterligare faktorer som noterades vid nulägesflödet 30

5. Analys 31

5.1. Frågeställning 1 31

5.1.1. Värdeflödesanalys: Kartläggning av nuläget 31

5.1.2. Värdeskapande tid 32

5.1.3. Cykeltids- och väntetidsanalys 32

5.1.4. Utnyttjande av lokalutrymmen 33

5.1.5. Förlorad värdeskapande tid på grund av omarbete 34

5.2. Frågeställning 2 34

5.2.1. Sammanställning av identifierade slöserier 34

5.2.2. Värdeflödesanalys: Kartläggning av framtida tillstånd 35

5.2.3. Supermarket 37

5.2.4. Kanban 37

5.2.5. FIFU – Först in, först ut 38

5.3. Frågeställning 3 39

5.3.1. Ledningen och medarbetarnas roll i produktionsflödet 39

5.3.2. Upprätthållning av supermarket 40

5.3.3. Kanbansystem 40

5.3.3. FIFU 40

5.3.4. Effekter av förbättringen 40

6. Åtgärdsförslag och diskussion 41

6.1. Åtgärdsförslag 41

6.1.1. Införskaffande av supermarket 41

6.1.2. Fler vagnar och större ugn vid rotorlindningen 41

6.1.3. 5S 41

6.1.4. Knapp för omarbete vid hygrobehandlingen 42

6.2. Diskussion 42

6.2.1. Validitet 42

6.2.2. Reliabilitet 42

7. Slutsatser 44

7.1. Slutsatser och rekommendationer 44

7.2. Implikationer 44

7.3. Vidare arbete eller forskning 45

8. Referenser 46

9. Bilagor 48

1 Introduktion

Följande kapitel redogör för bakgrunden till studien och det område som studien har byggts upp kring. Vidare presenteras studiens syfte, frågeställningar och avgränsningar. Slutligen ges genom dispositionen en bild av rapportens uppbyggnad.

1.1 Bakgrund

Människan konsumerar i genomsnitt cirka 1 kilogram mat och 2 liter vatten varje dag. Vad som kan vara lätt att glömma är att människan varje dag även andas in närmare 20 000 liter luft. I Sverige spenderar människan dessutom generellt sett cirka 90% av sin tid inomhus. [2] Med avseende på detta är det viktigt att luften som andas in är frisk och ren.

I dagens samhälle finns många faktorer som påverkar och förorenar luften; allt från matlagning och parfymer till rengöringsmedel och elektronik. Även människan själv ger ifrån sig koldioxid genom utandning, vilket sedan cirkulerar runt i luften och sprids till andra människor. När människan andas in för höga halter av koldioxid så ökar risken för att känna yrsel, illamående och huvudvärk. Ventilationssystem för ut gammal förorenad luft från ett rum och ersätter den med ren och frisk luft utifrån. Med hjälp av detta sänks koldioxidhalten i luften och människan får därav i sig mindre av det. [1] [18]

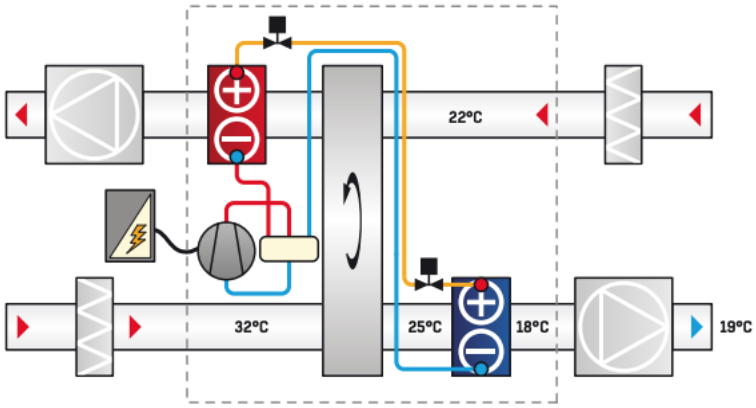
[redacted] är en av världens ledande tillverkare och leverantör av ventilationssystem och andra energieffektiva produkter för inomhusklimat. Företaget bildades år 2016 genom att de två företagen [redacted] och [redacted] slogs samman. Båda var tidigare väletablerade på marknaden inom ventilationssystem, och sammanslagningen av dem bidrog till ett stort genomslag av det nya [redacted], som snabbt tog stora marknadsandelar inom branschen. [redacted] är verksamma världen över, med huvudkontor i staden Herne i Tyskland och sitt största tillverkande säte med cirka 600 anställda i Jönköping i Sverige. [1] På fabriken i Jönköping tillverkas många olika utföranden av ventilationssystem och komponenter, där ett av dem är ventilationssystemet eQ Prime. eQ Prime kan beställas i olika utföranden varav en tilläggskomponent är en värmeväxlare som företaget har döpt till ReCooler.

Figur 1: eQ Prime [2]

1.2 Produktbeskrivning

ReCoolern är den centrala delen i detta arbete och den del som kommer att undersökas. ReCooler-delen används för att kunna styra hur pass varm eller kall luften som kommer in i rummet ska vara och hjälper användaren att reglera detta.

Figur 8 nedan visar hur ReCoolern ser ut invändigt och visualiserar hur den fungerar. På bilden ses när luften dras ut ur rummet uppe till höger och sedan ut uppe till vänster, "ny" luft åker sedan in nere till vänster och åker till sist in till rummet ner till höger. För att optimera värmeåtervinningen och samtidigt åstadkomma en lägre energiåtgång så sitter batterierna efter rotorn i de båda luftströmmarna, se figur 8.
I den största rektangeln, i mitten, sitter den roterande värmeväxlaren. Det är där rotorn och navet, som författarna har följt i produktionen, sitter i ReCooler-delen. Med hjälp av den roterande värmeväxlaren så återvinns en stor del av energibehovet.



Figur 2: Ritning på hur ReCoolerns ingående delar samt hur den fungerar [2]

1.3 Problembeskrivning

Företaget anser sig ha en stor konkurrensfördel då de är ett av få företag i branschen som har en så stor flexibilitet, men har flexibiliteten kostat dem mer än vad den gynnat? Kundernas valmöjligheter till extra-funktioner har dels lett till långa leveransledtider och dels till att det tagit lång tid för [redacted] att få tillbaka sina utgifter för produkterna. Idag har [redacted] en ledtid på 25 dagar på tillverkningen av deras produkt ReCooler som finns som tillval i en eQ Prime, men ju mer världen globaliseras och ju mer konkurrenter [redacted] får, desto mer ökar kundkraven. Kundkraven och företagets egna strävan efter ständig förbättring har lett till att ledningen känner ett behov av att få ner sin ledtid på produkten. De vill även kunna höja leveransprecision och få en överblick kring hur lång tid respektive process tar och hur länge produkterna ligger på lager mellan de olika processerna. För att göra detta krävs underlag på hur produktionen ser ut, vilka processer som tar längst tid och vilka buffertar som är störst. Detta är något som företaget inte har idag och som är det problem som författarna kommer att undersöka.

1.4 Syfte och frågeställningar

Syftet är att undersöka om det går att reducera ledtiden och samtidigt bibehålla eller förbättra leveransprecisionen i en kundorderstyrd produktion. Om undersökningen visar tydliga resultat ska [redacted] sedan kunna ta användning av dessa för att bli mer konkurrenskraftiga på

marknaden och öka deras produktivitet.

För att besvara syftet har studien brutits ned i tre frågeställningar:

[1] Hur ser tillverkningsflödet för en ReCooler ut i nuläget?
[2] Hur kan andelen icke-värdeskapande tid reduceras i en kundorderstyrd produktion?
[3] Hur kan företaget upprätthålla förbättringsförslagen och vad kan det leda till?

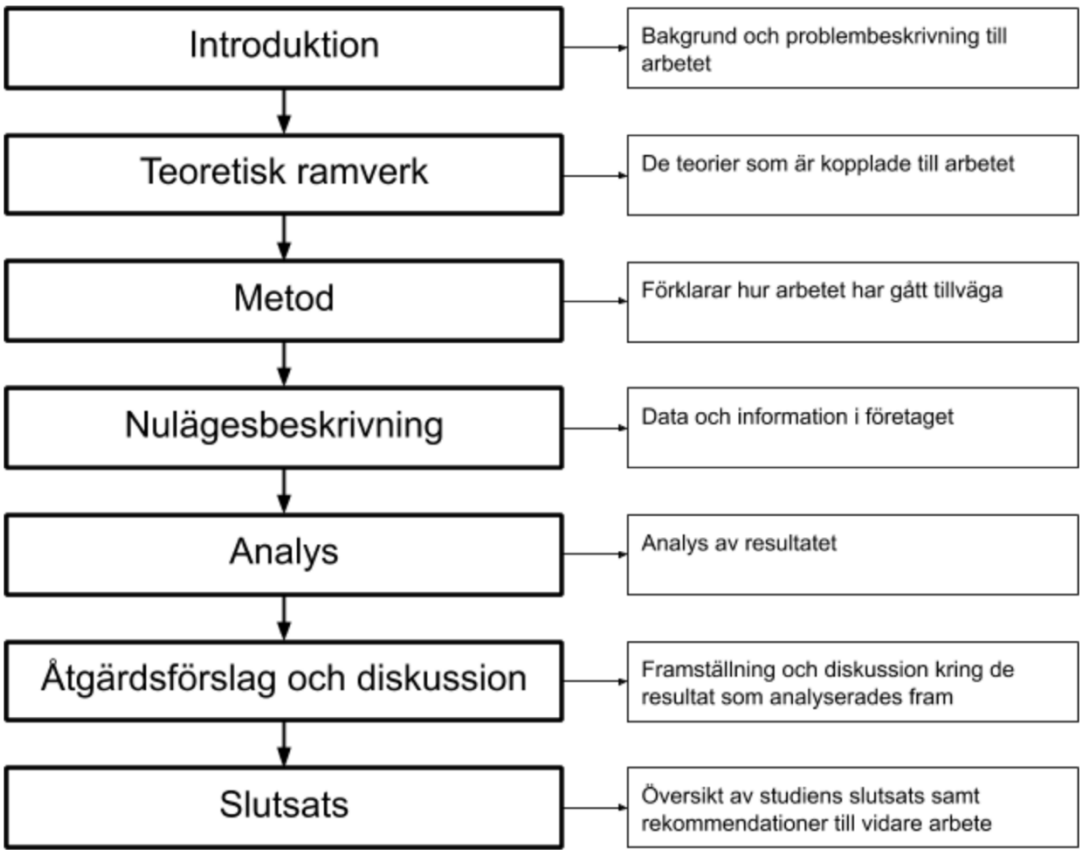
1.5 Avgränsningar

Vad gäller produktval kommer arbetet att avgränsa sig till att enbart undersöka flödet för värmeväxlaren ReCooler. En ReCooler är en komponent och ett tilläggsval som kan beställas till luftbehandlingssystem eQ Prime. Komponenten går att beställa i olika storlekar, i detta arbete kommer undersökningen att avgränsas till en ReCooler av storlek 041; vilket motsvarar en rotorenhet på 183 cm i diameter. Det innebär att kartläggningen av nuläget och det framtida flödet kommer att visa lager där det *endast* visualiseras hur många ReCooler i eQ Prime som ligger i lager. Lagernivåerna kan därmed uppfattas som låga, men den verkliga produktionen har mer komponenter i lager som detta arbete avgränsar från.

Avgränsningar har även gjorts i värdeflödesanalysens utförande, där endast produktionsflödet *i fabriken* har kartlagts. Analysen har därmed inte tagit hänsyn till ledtidens sju första dagar där inköp och produktionsplanering ingår. Komponenten som valts att följa i arbetet var rotordelen, där kartläggningen börjat vid rotorlindningen och sedan följts från station till station tills att eQ Prime med ReCooler blivit ihopsatt, emballerat och färdigt att levereras till kund. Arbetet har inte heller tagit hänsyn till mindre komponenter såsom skruvar, tejp och packningar.

1.6 Disposition

Läsaren inleds i nästkommande kapitel med teorierna som ligger till grund för arbetet. Teorierna ska ge en större förståelse för hur man kan angripa problem med för långa ledtider i en industri. Därefter presenteras den metod som författarna har använt sig av när data samlats in, intervjuer hållits och observationer i industrin gjorts. Sedan framförs en nulägesbeskrivning där en kartläggning av hur flödestillståndet i dagsläget såg ut samt en framtidsbeskrivning där en kartläggning av det önskvärda framtida tillståndet presenteras. Efter detta får läsaren en analys där kartläggningen av flödet i det nuvarande tillståndet ställs mot det framtida tillståndet. Slutligen presenteras åtgärdsförslag, en diskussion och sammanfattningsvis en slutsats av hur man ska arbeta vidare med problemet. En referenslista följer sedan arbetet med källor från böcker och forskning.



Figur 3: Visualiserad disposition för rapporten

2 Teoretiskt ramverk

Kapitlet presenterar till en början vilka teoretiska ramverk som studerats för att besvara de tre frågeställningarna. Därefter beskrivs de teoretiska ramverken som ligger till grund för studieobjektet ingående.

2.1 Koppling mellan frågeställningar och teori

Nedanstående tabell har utformats för att skapa en helhetsbild av vilka teorier som har använts för att besvara studiens tre frågeställningar. I tabellen kopplas respektive frågeställning samman med de teorier som anses vara viktiga och användbara. Vissa av teorierna som presenteras i det teoretiska ramverket har ingen direkt länk till frågeställningarna, utan har studerats av författarna för att skapa en djupare förståelse för området i sin helhet.

Tabell 1: Koppling mellan frågeställningar och teori

Frågeställning	Teori
• Hur ser tillverkningsflödet för en ReCooler ut i nuläget?	• Värdeflödesanalys • Cykeltid
• Hur kan andelen icke-värdeskapande tid reduceras i en kundorderstyrd produktion?	• Lean Production • Värdeflödesanalys • 5S
• Hur kan företaget upprätthålla förbättringsåtgärderna och vad kan det leda till?	• Lean Production • Kaizen • Varför kort ledtid? • Varför hög leveransprecision?

2.2 Lean

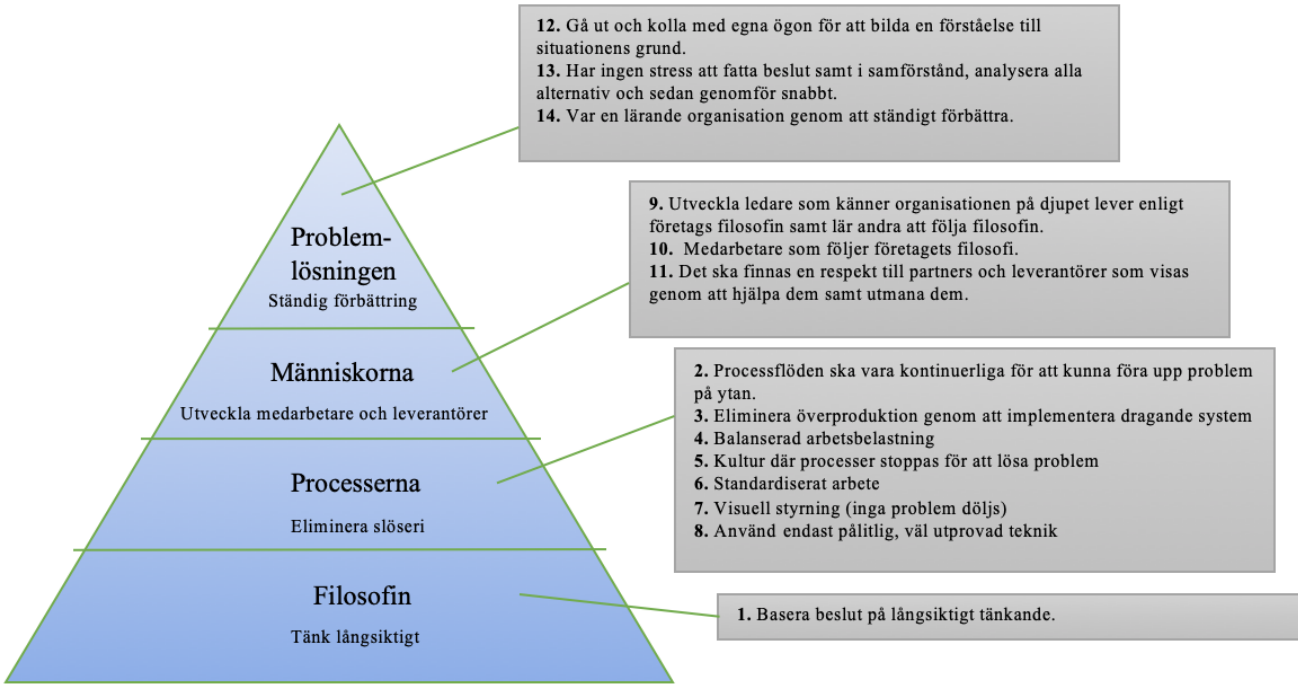
Lean är en företagsfilosofi och ett förhållningssätt som används världen över för att få en så lönsam och framgångsrik verksamhet som möjligt. Filosofin handlar om att med små steg, hela tiden förbättra sin verksamhet. Förbättringarna ska ske genom att företagen ska identifiera och eliminera sitt slöseri, öka sin produktivitet och slutligen skapa ett fokus på kundvärde.

2.2.1 *Historien om Lean*

Lean Productions rötter sträcker sig hela vägen till Henry Fords produktionssystem som grundades i början av 1900-talet. Innan Henry Fords produktionssystem kom till var alla system utformade för kundanpassade produkter på marknaden. Detta ledde till att man ofta tillverkade i låga volymer och var väldigt flexibel. Fords nya produktionssystem utvecklades anpassat för massproduktion, då han satsade på en stor marknad och hade en stor målgrupp. Ford producerade i stora volymer och fick därmed ner produktionskostnaden per styck. Genom hans nya produktionssystem kunde han sälja produkterna till ett lägre pris än vad som tidigare erbjudits och dem blev snabbt attraktiva val på marknaden. Fords massproduktion skedde på en lina där alla stationer var utsatta bredvid varandra och där alla montörer var beroende av varandra. Man eliminerade därmed alla slöserier såsom mellanlager, buffertar och väntan mellan stationer, och såg till att produkten i fråga alltid bearbetades på något sätt. Fords produktionssätt blev världsledande och resulterade i stora konkurrensfördelar som de tidigare produktionssystemen inte längre kunde konkurrera med. [6]

Årtionden senare, år 1938, grundade japanen Kiichiro Toyoda det stora bilföretaget Toyota Motor Company. Kiichiro var inspirerad av Fords produktionssystem, och hade dessutom erfarenhet av hur man arbetade på ett resurssnålt sätt i en produktion, då hans far Sakichi Toyoda hade spenderat hela sitt liv i produktion. Sakichi hjälpte sin son Kiichiro att få en fot in i utbildning och arbete, men gjorde klart för honom att drivkraften till framgång inte ska vara pengar. Han menade att alla människor någon gång i livet bör ta sig an ett stort projekt för att ha som mål att bidra till samhället och att känna en inre tillfredsställelse. [6]

Kiichiro's uppbyggnad av Toyota Motor Company präglades genom åren av svårigheter så som både andra världskriget och en kraftig inflation. Detta ledde till att lönerna behövde sänkas för de anställda, men trots att arbetsförhållandena för personalen periodvis var dåliga lyckades företaget ändå hålla kvar sin personal. Detta tros bero på ledningens grundfilosofi som Kiichiro fått av sin far; att åsidosätta personliga behov till förmån för det långsiktigt bästa för företaget. Faktorn återstod dock, att trots om företaget lyckades behålla sin personal såldes råvarumaterial fortfarande dyrt under inflationen. Då priserna på råvaror inte var någonting som företaget kunde påverka så förstod de tyngden av hur pass viktigt det var att producera till hög kvalitét av en så låg tillverkningskostnad som möjligt. Under denna period väcktes ledningens tanke i hur de på bästa sätt skulle genomföra det och de kom fram till 14 olika principer som de skulle utgå från. Dessa principer blev grunden till vad de senare kom att kalla för sitt eget produktionssystem, Toyota Production System (TPS). [6]



Figur 3. De 14 principerna i Toyota Production System [6]

Efter att Toyota klarade krisen så bra, så började ryktet om dem och deras produktionssystem TPS, att spridas världen över. [7] Begreppet Lean kom till när allt fler industrier började ta efter Toyota, och står för ”smärt och smidigt” i anknytning till en producerande verksamhet. [13]

2.2.2 Vad ingår i de 7+1 slöserierna?

Det finns enligt filosofin 7+1 olika former av slöserier som påverkar ett företag negativt och som inte tillför något värde för produkten. Enligt Liker [6] finns det många exempel på företag som blivit mer framgångsrika och vuxit efter att de använt sig av Lean och eliminerat de onödiga slöserier som kunnat identifierats inom deras företag. Sedan Toyota Motor Company grundade och uppmärksammade filosofin så har många andra företag arbetat med den och olika former av förbättringsarbete, och det är i dagens samhälle vanligt att företag eftersträvar att bli helt "Lean". Nedan listas de 7+1 punkter som Lean-filosofin syftar till när man pratar om onödiga slöserier [6]:

1. **Överproduktion** – En av de viktigaste slöserierna som är väldigt vanligt inom en producerande industri är att producera för mycket, för tidigt. Detta är vanligt förekommande då exempelvis operatörer arbetar med för stora tillverkningsvolymer, ledningen har bestämt för långa ledtider för produkten eller när ett företag har dålig kommunikation med leverantör. Denna typ av slöseri kan leda till höga lager vilket leder till ökade kapitalbindningskostnader, mindre plats i lokaler och en rad andra konsekvenser. Syftet bör vara att tillverka det som är efterfrågat – inte mer, och inte mindre. I vissa fall kan små lager krävas på grund av långa leveranstider från leverantörer eller dylikt. I dessa fall kan man ha buffertar med komponenter men detta är något som ska undvikas om möjligt.

2. **Överarbete** – Trots att det aldrig är fel att överträffa kundens förväntningar så finns det en viss nivå som inte bör överstigas då det i dem fallen kan gå ut över företaget i form av kostnader som inte ger något värde för någon av parterna. Slöseriet av överarbete innefattar när företag använder sig av teknik, utrustning, processer eller material som inte är nödvändiga för produkten eller slutkunden.

3. **Lager** - Att ha stora lager, fyllda med produkter som inte kommer ut till kund, är en onödig kostnad för företag; detta då de endast ligger och binder kapital och inte genererar några pengar för verksamheten. Dessa lager kan förvara råvarumaterial, produkter i arbete och färdiga varor och kan benämnas råvarulager, mellanlager, buffertar och färdigvarulager. Utöver de direkta kostnaderna som finns med lager döljer sig ytterligare kostnader i form av kostnader för personal som behöver packa materialet, förare som behöver förflytta det och mer.

4. **Rörelse** – Maskiner och personal som arbetar med produkten utför i många fall rörelser som hade kunnat förenklas eller undvikas helt. I begreppet onödiga rörelser innebär till exempel att en operatör böjer sig ner för att hämta ett verktyg när personen i själva verket hade kunnat ha det i en låda på samma arbetsbänk och därmed sparat både tid och energi. Ytterligare exempel på rörelser som klassas som onödiga är när operatörer rör sig mellan arbetsstationer eller när maskiner utför onödiga rörelser innan arbetsstart.

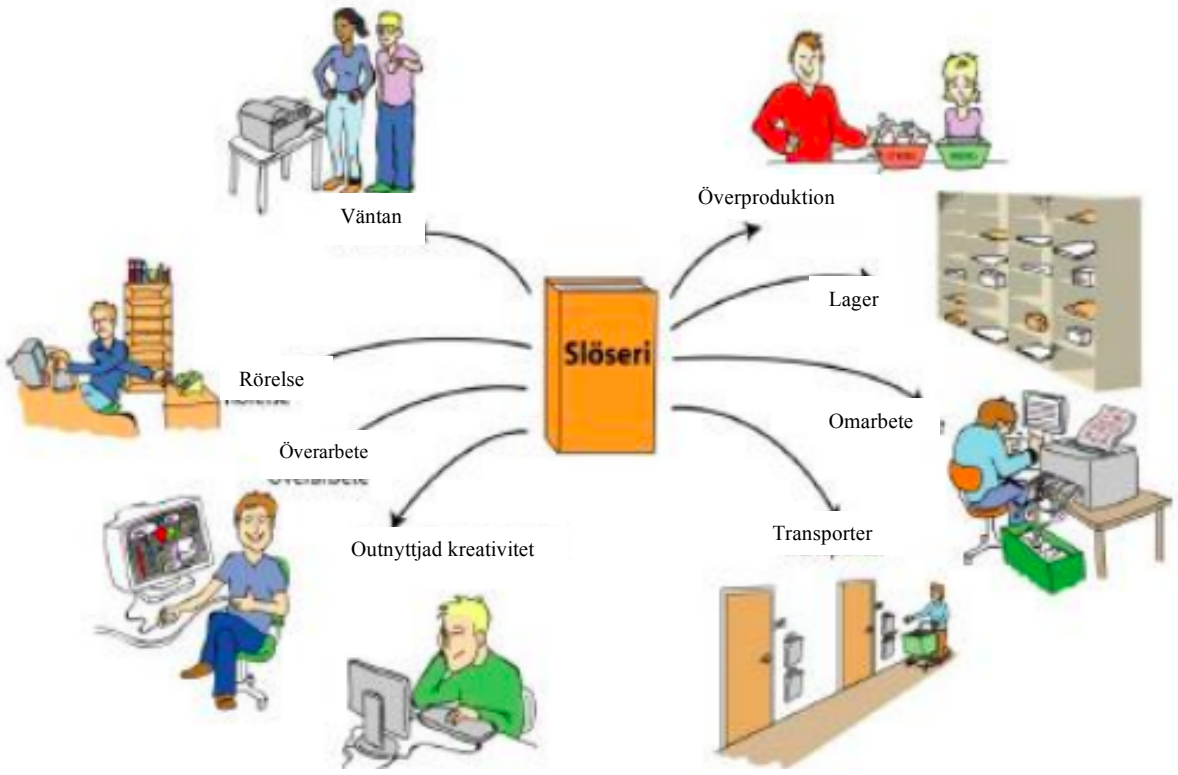
5. **Transporter** – Detta innefattar flytten av en produkt från en station till en annan. Transporter tillför inget värde till slutprodukten och anses därför behöva elimineras så gott som möjligt. Slöseriet av transport kan uppgå till väldigt höga kostnader för ett företag då det i en transport kan ingå allt från truckar och bilar till bensin och förare.

6. **Väntan -** Det kan finnas många delar i tillverkningsprocessen där en operatör behöver vänta. Exempel på tillfällen är då operatören tvingas vänta på att produkten ska bli klar

från stationen innan, att ledningen väntar på att få information från en annan avdelning eller att företaget väntar på att få delar från en leverantör. Enligt Liker [6] tenderar många företag att spendera mycket tid till att vänta på att saker och det är därför en slöseri att ta på allvar.

7. **Omarbete** – Slöseriet kring reparationer eller defekta produkter är det tydligaste och mest uppenbara slöseriet. Defekta produkter som måste kasseras eller omarbetas skapar förluster för företaget i både pengar och tid. Företaget behöver använda extra råvaror, mer material och betala ut löner för personalen som utför omarbetet. Detta slöseri kräver dessutom extra administrativt arbete och kan i vissa fall leda till förlorade kunder då produkter kan bli försenade.

8. **(+1) Outnyttjad kreativitet** – Den åttonde punkten som klassas som slöseri och som även kallas för +1 är outnyttjad kreativitet. Många företag glömmer att ta vara på medarbetarnas idéer och förslag, och inom Lean menar man där att man går miste om förbättringar och potentiell framgång. I Lean menar man att man ska lyssna på medarbetarnas kreativitet och genomföra en analys om denna är värd att arbeta vidare med.



Figur 4: 7+1 slöserierna [21]

2.3 5S

Ett av de vanligaste och mest förekommande verktygen som används inom Lean, är 5S. Verktyget innebär en rad olika åtgärder som ska följas för att eliminera slöseri, få bättre struktur i produktionen och för att underlätta tillvaron generellt på arbetsplatsen. Implementering av 5S bidrar till en renare och behagligare arbetsmiljö och är ett bra första steg för ett företag som behöver få struktur och förbättra arbetssituationen i sin storhet. [3] När man talar om 5S till sina

medarbetare, innan man påbörjat arbetet, är det dock viktigt att man belyser vikten om *varför* det genomförs. Bicheno menar att det annars kan hända att personalens grundtanke om 5S brister och det kan ses som en rad olika osammanhängande aktiviteter. Det verkliga syftet och den egentliga grundtanken med förbättringsverktyget är att reducera variationer och slöserier och förbättra produktiviteten.

Verktyget har fått sitt namn då det innefattar fem punkter som alla börjar på bokstaven S (ursprungligen från japanska, nedan översatt till svenska). De fem S:en beskriver det tillvägagångssätt som företag bör använda när det är oreda. Nedan radas de fem stegen upp:

1. **Sortera** - till en början ska företaget gå igenom bokhyllor, skåp, lådor etc. och rensa ut artiklar och material som inte används. Detta gäller allt från komponenter som inte används i produktionen till gummisnoddar och pennor i skrivbordslådor. Släng eller flytta bort det som inte är nödvändigt till eventuellt förråd. Det är viktigt att urskilja det som är värdeskapande för produktionen, och det som sällan eller aldrig används.

2. **Strukturera** - nästa steg är att organisera och se över hur arbetssysslorna kan utföras mest rationellt och enkelt. Här gäller det att se över alla steg och göra processer så lätta och systematiska som möjligt. Här ska även material och redskap placeras så att det är lättåtkomligt för montörer/operatörer.

3. **Synliggör** - gör rent på arbetsplatsen genom att städa redskap, utrustning och lokaler. Se även till så att defekter såsom läckage, dåligt ljus, målning m.m. är åtgärdat. Tag bort allt "mys" i form av vykort, foton och affischer - detta för att skapa ett så professionellt, funktionellt och förtroendeskapande intryck.

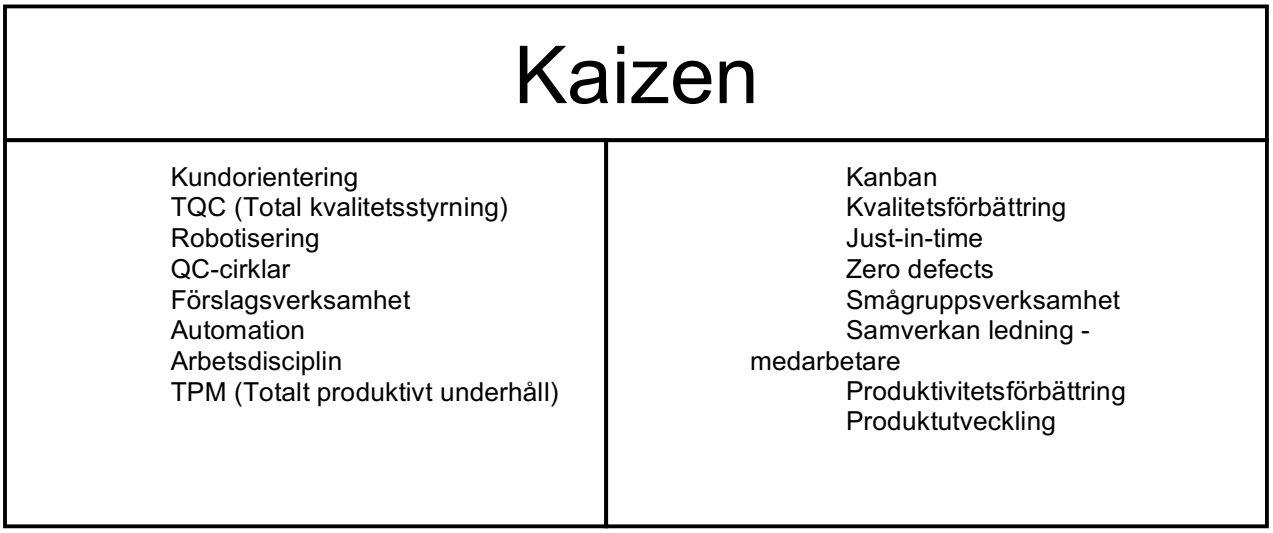
4. **Standardisera** - sätt upp regler och bestämmelser som ska följas för att upprätthålla de tidigare tre S:en (sortera, strukturera, städa). Det ska vara lätt att hitta och byta arbetsplatser och om det finns tydliga standarder förkortas även introduktionstiden för nyanställda och vikarier.

5. **Se till/skapa vana** - när hela arbetssättet är implementerat är det viktigt att ledningen regelbundet granskar och följer upp arbetet för att upprätthålla disciplinen vid respektive steg. [3]

Taiichi Ohno, som arbetade för Kiichiro Toyoda och grundade Toyota Production System (TPS), uttryckte att man måste arbeta städat och strukturerat för att kunna identifiera eventuella problem och att 5S är ett verktyg som ligger till grund för att få ett välfungerande produktionssystem. [6]

2.4 Kaizen

Ordet Kaizen har sitt ursprung i det japanska språket och betyder kontinuerlig förbättring; med avseende hos både företagsledningen och anställda. Kaizen är dessutom inte bara ett ord som bara behandlar företag och organisationer, utan kan även appliceras i privatlivet. Begreppet klassas även som ett paraplybegrepp; vilket innebär att ordet Kaizen ersätta, och användas istället för, andra ord som är kopplade till japanska ledningsmetoder. [9]



Figur 5: Exempel på olika förbättringsaktiviteter som ingår i Kaizen [3] [6]

Kaizen används som ett verktyg för att nå mål. Det ska inte handla om att enbart en specifik avdelning inom företaget arbetar med det, utan ska vara något som hela företaget arbetar mot som grupp. Skillnaden som kan noteras mellan Kaizen och andra utvecklingsverktyg är att Kaizen leds från ledningen men bedrivs av anställda. Det handlar om att få alla i företaget engagerade och att få en tydlig arbetsorganisation. De resultat som sedan uppnås av att arbeta med Kaizen ska vara mätbara och på så sätt kunna skapa en förståelse för medarbetare av hur viktigt förbättringsarbete inom en organisation är. Syftet med Kaizen är att arbeta i små steg framåt, för att kunna få fler engagerade och därmed uppnå hållbara förbättringar och resultat i längden. [3]

2.4.1 Just-in-time

Just-in-time (JIT) är ett av begreppen som ligger under Kaizen. Verktyget innebär att man anpassar produktionens tillverkning med ett mål att minska antal produkter i lager [17]. För att minska industrins lager är det viktigt att få in komponenter och material i rätt mängd, i rätt tid till tillverkningsprocesserna. En grundläggande pelare som krävs för att ett företag ska kunna få in rätt komponenter, i rätt mängd och i rätt tid är att ha välfungerande kommunikation mellan avdelningarna. [17] Man bör även göra klart för samtliga operatörer och montörer som arbetar med produkten att de ska se nästkommande process i tillverkningen som en kund, och uppvisa denna med respekt och hänsyn. Genom att se sina medarbetare som kunder motverkar man att skicka vidare defekta produkter, i fel tid och producerar därtill mer enligt Just-in-time principen. [9]

2.5 Metodiken i en värdeflödesanalys

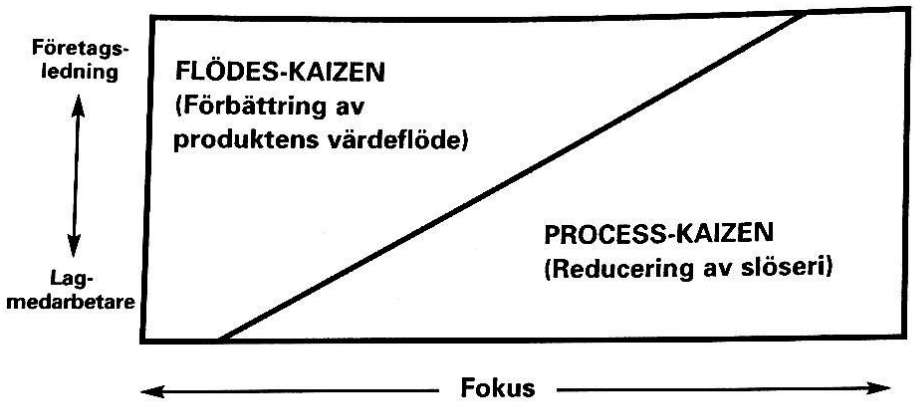
Enligt Rother och Shook finns det alltid ett värdeflöde där det finns en produkt. [10] Den utmaning många tillverkare och processägare har är att kunna se och identifiera flödet. En värdeflödesanalys är en metod som ofta används inom förbättringsarbete och Lean production i en industri, där man kartlägger det icke-identifierade flödet och därefter arbetar utifrån det. Metoden syftar till att fastställa vilka processer i flödet som är värdeskapande och vilka som kan klassas som onödiga och därmed bör elimineras eller reduceras. Metoden är uppbyggd utifrån följande fem steg:

1. ”Att komma igång”
2. ”Kartan över nuvarande tillståndet”
3. ”Riktlinjer för resurssnålt och kundorienterat flöde”
4. ”Kartan över framtida tillståndet”
5. ”Att förverkliga det framtida tillståndet”

Nedan presenteras stegen mer ingående.

2.5.1 Steg ett: Att komma igång

Den första delen av en värdeflödesanalys handlar om förståelse och att fokusera på rätt sak. Detta innefattar att förstå varför man gör analysen och vad resultatet av den kan bidra till. Det är viktigt att förstå sig på, och framförallt inse, att det finns två olika flöden; ett materialflöde och ett informationsflöde. Efter att man förstått det är det viktigt att avgränsa arbetet och välja en specifik produktfamilj som man vill undersöka, då det är smidigast att fokusera på en specifik familj för att göra arbetet så noggrant och effektivt som möjligt. När man valt produktfamilj kan det vara bra att tänka på och besvara frågor såsom hur många artikelnummer produkten består av, hur mycket kunderna beställer av den och hur ofta den beställs. Detta för att fastställa efterfrågan överensstämmer med tillverkningen. Efter att detta genomförts ska en ledare för värdeflödet utses. Detta ska vara någon som behärskar det totala material- och informationsflödet för den specifika produkten och som har direktkontakt med fabrikschefen. Efter att denna person bestämts är det viktigt att förstå att det finns två olika sorters Kaizen, ett flödes-Kaizen som är förbättring av produktens värdeflöde, och ett process-Kaizen som fokuserar på reducering av slöserierna. [10]



Figur 6: Kaizen uppdelat i flödes- och processform. [10]

Efter att bakgrunden till arbetet är förstått är det viktigt att förstå hur man ska arbeta med designen av värdeflödet. Att kartlägga flödet kan ses som ett slags språk och ett sätt att uttrycka sig på; det är därför viktigt att träna på hur man ska göra samt att ha en vision att utgå från i form av “det här vill vi lära oss, och hit vill vi komma”. I värdeflödesanalysen ska en flödeskarta göras för både nuläget och det önskvärda framtida tillståndet. Den primära fokusen när man förstår arbetet kring detta är att visionen, och kartan över framtida tillståndet är det viktigaste. [10]

2.5.2 Steg två: Kartan över nuvarande tillståndet

I detta steg ska det nuvarande tillståndet kartläggas. Detta börjar med en analys över produktionens situation. En rundtur i industrin bör genomföras där man börjar vid leverans-avdelningens

utlastning och sedan arbetar sig uppströms i produktionen, för att slutligen komma till inköp. Att kartläggningen börjar vid leveransavdelningens utlastning beror på att det är det steg som ligger närmast kunden, och att kundens behov ska ange takten för resterande processer i produktionen. Vid rundturen då man ska kartlägga flödet är det viktig att ha med sig ett stoppur så att man kan klocka samtliga cykeltider och operationstider. Man bör ej lita på de standardtider som kan ha beräknats eller lämnats ut vid annat tillfälle. Hela processen handlar om att själv fastställa fakta. Vid den första delen av kartläggningen så är det okej att endast använda enkla uttryck som t ex "svetsning", "stansning" eller "rotorlindning" och inte gå in på alla ingående och mer komplicerade delar. Detta för att till en början fokusera på att skapa en helhetsbild och sedan, vid ett senare tillfälle, kunna zooma in och gå in på detaljer. När kartläggningen genomförs ska symboler användas enligt bilaga 1. [10]

2.5.3 Steg tre: Riktlinjer för resurssnålt och kundorienterat värdeflöde

Nästa uppgift är att planera och förbereda inför kartläggningen över det önskvärda framtida tillståndet. Det finns idag mycket tidigare kunskaper och erfarenheter inom Lean-production och därmed vissa viktiga punkter att utgå från. En viktig grundprincip inom Lean är de 7+1 slöserierna [se punkt 4.1] som är normalt förekommande i en industri. Det är i dagens samhälle väldigt vanligt att företag tillverkar för mycket, för tidigt och för snabbt i en industri; detta på grund av att de anställda kan tro att det enbart är positivt att tillverka extra produkter till kund. Så är dock inte fallet, då man i de fallen lägger ut extra kostnader som sedan inte genererar några pengar. Man bör istället arbeta mot ett flöde med så små buffertar och mellanlager som möjligt, samtidigt som man erhåller en hög genomströmning i produktionen. För att lyckas med detta finns sju riktlinjer som bör studeras och följas under arbetets gång:

- *Producera enligt bestämd takttid*

Takttiden är ett mått på kundens efterfråga och hur mycket företaget bör producera för att komma så nära Just-in-time som möjligt. Om man utgår från den bestämda takttiden kan man minimera risken för överproduktion och väntan, som är två av de onödiga slöserierna.

- *Sträva efter kontinuerliga flöden*

När man uppnår kontinuerliga flöden åker produkten från station till station och man eliminerar buffertar och mellanlager. Kontinuerliga flöden ska ha som målsättning att alltid ha material och produkt i rörelse och på så sätt minska den icke-värdeskapande tiden.

- *När kontinuerliga flöden ej är möjligt, använd supermarkets*

I vissa fall är det omöjligt att få helt kontinuerliga flöden, vid dessa tillfällen menar Rother och Shook att man ska använda sig av supermarkets. Supermarkets är ett typ av återfyllnadslager som lagrar material på hyllor som antingen externa kunder eller processägare nedströms i tillverkningsprocessen kan plocka från. När allt material på hyllorna plockats och de är tomma indikerar det att materialet behöver fyllas på. Författarna beskriver detta system som en bra metod för att kontrollera och styra processen uppströms och kallar det för ett dragande system.

- *Skicka endast kundens beställning till en process i produktionen*

När man lyckats skapa ett kontinuerligt flöde, alternativt infört supermarkets, har man i regel skapat en produktionsprocess där man endast behöver planera en operation - och resterande påverkas av denna. Den processen kallas för pacemakerprocessen och det är i denna process som takten fastställs. Pacemakerprocessen bör ligga nära slutet av flödet då det är närmast kund och kunden som styr efterfrågan.

➢ *Fördela tillverkningen av produktvarianter jämnt i pacemakerprocessen*

För att minska överproduktion och onödiga lager bör fördelningen av produktvarianter fördelas så jämnt som möjligt.

➢ *Fördela mängden arbete jämnt vid pacemakerprocessen*

För att minska överarbete och onödiga rörelser bör man se till att även mängden arbete fördelas jämnt. [10]

2.5.4 Steg fyra: Kartan över framtida tillstånd

Detta steg är det stora steget i arbetet där det framtida tillståndet ska kartläggas. Det framtida tillståndet ska kartläggas utifrån en vision på hur man vill att flödet ska se ut och hur det skulle se ut om det fungerade optimalt. För att veta det måste man delvis ha sett över de sju riktlinjerna från föregående steg; där man bör ha fastställt vad takttiden på respektive station är, vilken process som kan komma att bli pacemakerprocessen, vilken arbetsmängd man kontinuerligt kommer att ta bort från flödet samt vart i processen det går att tillverka med kontinuerligt flöde. En ytterligare bra fråga att ställa sig när man ska utforma kartan över det framtida tillståndet är "vilka förbättringar kan åstadkommas med de resurser som redan finns?".

När kartan ska utformas skall den göras på samma sätt som kartan över det tidigare "nuvarande tillståndet" från steg 2, och kan ritas med symboler enligt bilaga 1. [10]

2.5.5 Steg fem: Att förverkliga det framtida tillståndet

I det sista steget ska en plan genomföras där man förklarar hur visionen om det framtida tillståndet ska implementeras i systemet i praktiken. Genomförandet bör delas upp i ett antal steg, innehållande segment med olika "loopar", då det i de flesta fall är svårt att genomföra förändringar vid alla processer samtidigt. Looparna motsvarar olika delar av flödet och förenklar visualiseringen av flödet. De hjälper till att förklara vid vilken del av produktionen som man genomför förbättringen i, vid det specifika tillfället. Den loopen som styr hela processen och som är den man producerar utifrån, kan döpas till "Pacemaker-loopen". Den omfattar flödet av allt material och information som flödar mellan pacemakerprocessen och kunderna till företaget. Ytterligare loopar som kartan över det framtida tillståndet bör innehålla är de material- och informationsloopar som befinner sig mellan dragande delsystem, exempelvis leverantörsloopar eller stansningsloopar.

Steg fem ska även inkludera en ettårig handlingsplan för genomförandet där man ska kunna redovisa exakt vad man planerar att göra, när det ska ske och vilka arbetsmoment den innehåller. Handlingsplanen ska innehålla mätbara mål och tydliga avstämningspunkter med de ansvariga i produktionen; dessa ska ske kontinuerligt under årets gång. Efter att värdeflödesanalysen har implementerats i systemet och den ettåriga handlingsplanen har genomförts bör en utvärdering av värdeflödet göras för att följa upp hur arbetet har gått och vilka resultat det har givit. Det är i detta steg man kan gå vidare och identifiera förbättringspotentiella områden. [10]

2.6 Kanban

Kanban har liksom Lean sitt ursprung i Japan och betyder "skylt" eller "tavla". Kanban är ett viktigt och förekommande verktyg i dragande produktionssystem, ofta i kombination med nyttjande av

supermarkets (se kapitel 2.5.3). Verktyget innebär att man genom fysiska kort kontrollerar antalet komponenter i produktion eller på lager. Korten i sig signalerar till nästkommande process om det fortfarande finns godkänt antal komponenter i lager eller om det är dags att tillverka mer av den. [6]

2.7 FIFU

FIFU står för ”först in, först ut” och är en princip som innebär att de komponenter som tagits in först till ett lager även är de som ska förbrukas först. Principen är vanligt förekommande i dragande produktionssystem; när man tillverkar efter kundens efterfrågan och enbart tillverkar det antal som är begärt. När FIFU-lagret har uppnått ett visst antal slutar den föregående processen att tillverka tills den efterliggande processen har hunnit plocka material därifrån och eliminerat kön. [16]

2.8 Ledtid

Begreppet ledtid betyder den totala tid det tar för en specifik artikel att åka genom hela värdeflödet. Hos ett företag eller i en organisation som säljer produkter finns det två olika ledtider: leveransledtid och produktionsledtid. Leveransledtid innebär den tid det tar från att en order har lagts från kunden till att ordern är framme hos kunden. Detta kan med andra ord beskrivas som ledtiden utifrån kundens perspektiv. Produktionsledtid är istället ledtiden utifrån tillverkarens perspektiv, och innebär den tid det tar från det att en process börjar behandla materialet vid första stationen, tills det att produkten ligger redo att fraktas till kund i ett färdigvarulager eller är framme hos kund om den åker direkt. [7] [8]

2.9 Leveransprecision

Leveransprecision är ett mått på hur väl företaget lyckas hålla en utlovad leveranspunkt till kunden. Detta är kopplat till konkurrensfaktorerna snabbhet och precision, och grundar sig i en god och välutvecklad planering. En hög leveransprecision lönar sig både internt för företaget och externt ut ett kundperspektiv. [16]

Internt sett lönar det sig att ha en hög leveransprecision då företaget får mer klarhet i vad som ska tillverkas vid vilken tidpunkt. Man behöver därmed ha mindre onödiga lager och binder i den synpunkten mindre kapital. Detta leder kort och gott till lägre produktionskostnader och högre lönsamhet.

Ur ett kundperspektiv är en hög leveransprecision viktigt då kunder ofta, specifikt vid inköp av produkter som ventilationssystem, har anlitat annan personal, köpt till andra komponenter, och planerat inför installation av produkten i fråga det specifika datumet. Vid försenade leveranser kan det medföra stora kostnader för kunden, företaget och även en bristande tillit för företaget. I de fall där det finns många konkurrenter, kan låg leveransprecision leda till att kunden vid nästa köptillfälle väljer att vända sig mot en annan leverantör och företaget kan både få ett dåligt rykte och förlora kunder på lång sikt. [16]

2.10 Cykeltid

Cykeltid anger hur lång tid det tar för en komponent eller produkt att bearbetas vid en viss station, från det att processen påbörjas till att den avslutats. [17]

2.11 Takttid

Takttid förklarades översiktligt som ett delmoment under steg 2.5.3, och är den tid som används för att bestämma vilken hastighet en produktion och ett flöde ska ha. Takttiden räknas ut genom att ta den totala tillgängliga tiden per år dividerat med kundbehovet på produkten per år. [17]

$$Takttid = \frac{Total\ tillgänglig\ tid\ per\ år}{Kundbehov\ per\ år}$$

2.12 Genomloppstid

Summan av transporttiden, kötiden, omställningstiden och produktionstiden i tillverkningen skapar den totala genomloppstiden. Tiden är därmed den tiden det tar från när produkten börjar tillverkas tills produkten har tillverkats klart. [16]

Tabell 2: Definition på mätetal inom genomloppstid

Mätetal	Definition
Transporttid	Den tid som det tar att transportera komponenter till produkten från och till monteringsstationer och lager.
Kötid	Den tid när en komponent väntar på att få bearbetas av en maskin eller en operatör. Komponenten står i kö då det är andra komponenter som ska bearbetas innan.
Omställningstid	Den tid det tar att avsluta och påbörja en station.
Produktionstid	Den tid det tar att tillverka en produkt.

3 Metod

Innehållet i detta kapitel tar upp dels hur studien är utformad, utifrån forskningsansats och studiekaraktär. Därefter presenteras vilka vetenskapliga metoder som har använts för att samla in data och utföra studien.

3.1 Koppling mellan frågeställningar och metod

I tabell 3 redovisas kopplingen mellan studiens frågeställningar och de praktiska metoder som har tillämpats i arbetet. Metoderna som har använts och som presenteras i detta kapitel anses vara lämpliga för att få ut rätt typ av information och anses därför vara till god hjälp för att besvara studiens tre frågeställningar.

Tabell 3: Kopplingar mellan frågeställningar och metod

Frågeställning	Metod
Hur ser tillverkningsflödet för en ReCooler ut i nuläget?	● Intervjuer ● Observationer ● Litteraturstudier ● Värdeflödesanalys
Hur kan andelen icke-värdeskapande tid reduceras i en kundorderstyrd produktion?	● Intervjuer ● Observationer ● Litteraturstudier ● Värdeflödesanalys
Hur kan företaget upprätthålla förbättringsförslagen och vad kan det leda till?	● Observationer ● Litteraturstudier

3.2 Forskningsstrategi

För att bestämma studiens aktuella forskningsstrategi har man till en början bestämt vilken typ av forskning som ska bedrivas. Det finns olika typer av forskningsstrategier, bland annat experiment, survey, analys av källor, historiska studier och fallstudier. I detta fall har en fallstudie genomförts då målet är att generalisera en teoriutveckling. [20]

3.2.1 *Studiens karaktär*

En studie kan ha olika karaktärer och man brukar tala om antingen kvantitativ eller kvalitativ forskning. I tabell 4 redovisas skillnader i de två typerna av forskning med avseende på hur man samlar in data, hur man analyserar den, i vilket utfall som studien ska utföras och hur pass generaliserbar studien ska komma att bli. [15]

Tabell 4: Skillnader i kvantitativ och kvalitativ karaktär

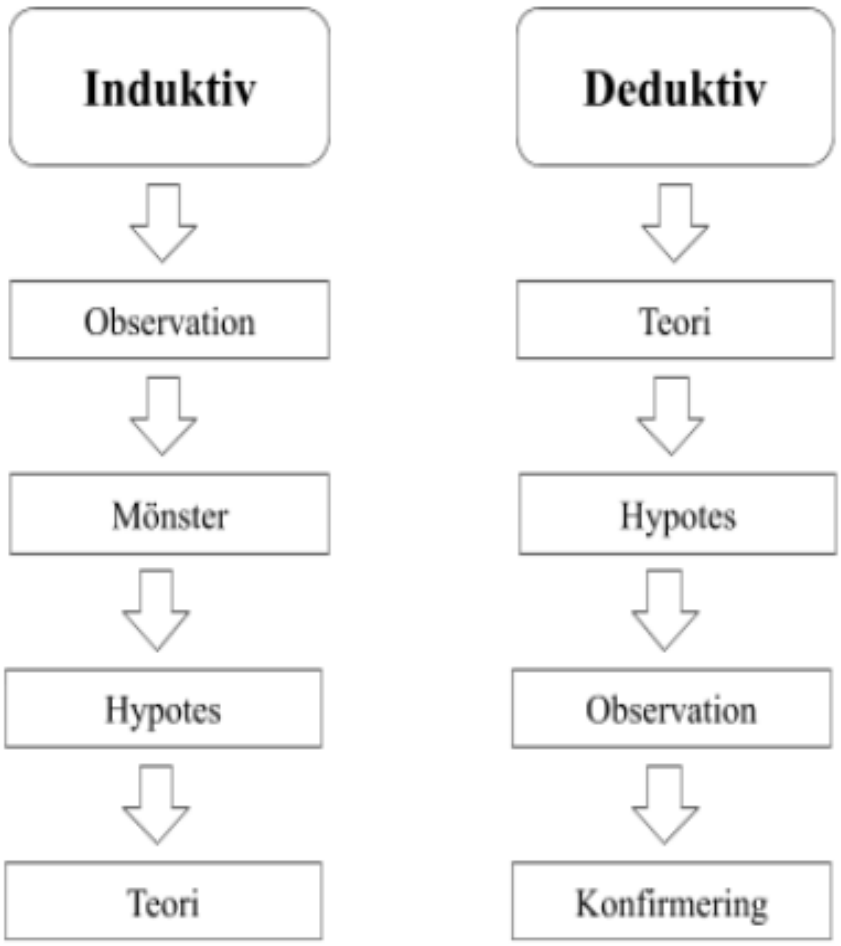
	Kvantitativ forskning	Kvalitativ forskning
Data	● Siffror och statistik	● Ord och bilder
Analys	● Statistisk analys ● Variabler som analysenheter ● Datainsamling sker innan analys	● Icke-statistisk analys ● Teman som analysenheter ● Datainsamling och analys kan ske samtidigt
Utfall	● Deskriptiv statistik ● Statistiska bevis för skillnader mellan grupper ● Förutsägelser av den oberoende variabelns effekt på den beroende variabeln	● Detaljerad beskrivning ● Klassificering ● Typologier ● Förståelse
Generalis erbarhet	● Probabilistisk ● Inferentiell	● Representativ ● Teoretisk

Man kan notera i ovanstående tabell att det existerar markanta skillnader i de två olika studiekaraktärerna. Denna studie anses vara av i en kombination av kvalitativ - och kvantitativ karaktär. Detta då den bygger på välgrundad, vetenskaplig forskning och grundar sig i noggrant studerade teorier; vilket gör den till kvalitativ. Studien anses vara kvantitativ då den samtidigt efterlyser kvantifierbara, generaliserbara resultat för hur man ska kunna förkorta ledtider i en kundorderstyrd process rent generellt. [5]

3.2.2 *Deduktiv metod*

En studie kategoriseras ofta i en av de två delarna induktiv eller deduktiv studie. Skillnaden i dessa är tillvägagångssätten i genomförandet, och framförallt på vilket sätt de angriper teorin.

En induktiv metod syftar till att sedan lägga en egen grund för teorier och sedan basera slutresultateten på det egeninsamlade materialet. En deduktiv metod byggs och härleds istället från tidigare kunskap, redan grundade teorier och utförda studier. I figuren nedan visas tillvägagångssättet för respektive typ av metod.



Figur 7: Tillvägagångssätt i induktiv- och deduktiv metodstudie.

Arbetet utfördes på ett deduktivt arbetssätt då författarna först samlade in information och data, sedan utförde arbetet genom hypoteser och observationer, och sedan konfirmerade teorierna genom att använda sig av dessa som förbättringsåtgärder. [4]

3.3 Datainsamling

3.3.1 *Litteraturstudier*

Ett stort urval med litteratur studerades för att samla information och ge en bättre förståelse i hur en produktion fungerar och hur situationer med liknande problemställningar tidigare har lösts. För att få fram relevanta litteraturstudier användes specifika sökord inom rapportens ämnesområde. Sökorden skrevs sedan in i databasen för Jönköpings University högskolebibliotek. För att bestämma och hitta rätt litteratur tog författarna fram ett antal kriterier. Det främsta kriteriet som författarna bestämde sig för var att litteraturen skulle vara i form av vetenskapliga böcker. För att sedan välja exakt vilken vetenskaplig bok som författarna skulle använda sig för skumlästes böckernas rubriker för att hitta den mest relevanta litteraturen.

Sökorden var enligt följande:

- Lean Production
- Kaizen
- Cykeltid
- Ledtid
- Takttid
- 5S
- Genomloppstid
- Leveransprecision

För metoden värdeflödesanalys användes boken "Lära sig se", skriven av Mike Rother och John Shook, 2001. Boken gav författarna en utförlig förklaring av både teorin bakom värdeflödesanalys samt det tillvägagångssätt man rekommenderades att följa.

3.3.2 *Observationer*

För att få information och själva bilda sig en uppfattning om flödet så gick författarna upprepade gånger ut i produktion och observerade stationer och lager. Observationerna på den första stationen där rotorn började tillverkas, och därefter följa komponenten hela vägen tills att produkten eQ Prime med ReCooler var klar. Under observationen tittade man även i programmet VBAS för att se vilken tid de olika komponenterna i tillverkningen var planerade att börja. Man jämförde sedan dessa mot den tid de började i praktiken. Efter att observationerna genomförts så gick författarna tillbaka i VBAS och tittade på äldre leveranser för att se om det som identifierats under observationerna var ett vanligt förekommande problem eller om det var någonting särskilt med den specifika ordern.

3.3.3 *Intervjuer*

För att få en bättre och djupare förståelse av problemområdet hölls intervjuer med de olika operatörerna, planerarna och medarbetarna på företaget. I denna studie hölls intervjuer främst med personal på [redacted] som hade koppling till tillverkningen av eQ Prime och ReCooler, men även med produktionsplanerare och personal som arbetade med förbättringsarbete. Intervjuerna hölls i dialogform och öppna frågor ställdes. Detta för att få ut så mycket information som möjligt och för att undvika att vinkla eller begränsa svaren. Frågorna som ställdes varierade beroende på vilken befattning personerna hade och vilken information som behövdes få ut, men var bland annat:

- I vilken ordning sätts de olika delarna ihop för höljet?
- Vad ingår i den fem dagar långa ReCooler-tillverkningen?
- Varför är vissa delar planerade att ligga i lager?
- Vad är det som avgör att en viss operation ska börja?
- När görs köpen i förhållande till när de ska börja produceras?
- Vilka tilläggsval är vanligast förekommande i ReCooler-tillverkningen?

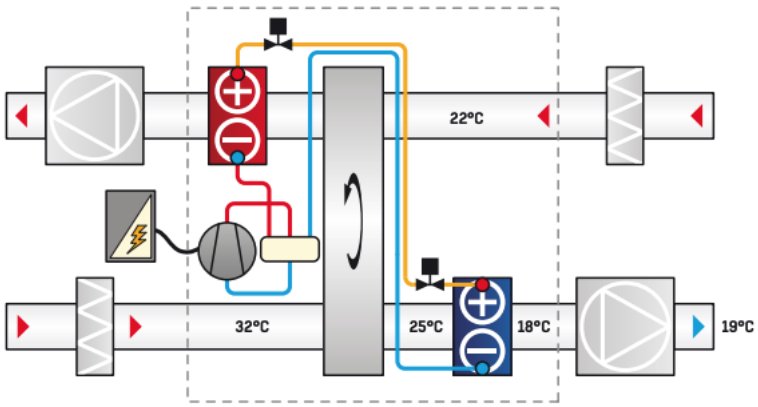
4 Nulägesbeskrivning

Följande kapitel ger en beskrivning av de rådande förhållandena i produktionen. Informationen som presenteras är baserad på observationer och intervjuer gjorda i samband med värdeflödesanalysen.

4.1 Produktbeskrivning

Produkten som studien undersöker är en komponent vid namn ReCooler, som är ett tilläggsval i ventilationssystemet eQ Prime. ReCooler-delen används för att kunna styra hur pass varm eller kall luften som kommer in i rummet ska vara.

För att optimera värmeåtervinningen, samt för att åstadkomma en lägre energiåtgång, sitter batterierna efter rotorn i de båda luftströmmarna, se figur 8. I mitten, i den största rektangeln, sitter den roterande värmeväxlaren. Det är där rotorn och navet som författarna har följt i produktionen sitter, i ReCooler-delen. Med hjälp av den roterande värmeväxlaren så återvinns en stor del av energibehovet.



Figur 8: Ritning på hur ReCoolern fungerar samt dess ingående delar [2]

4.2 Affärssystem

För att alla olika avdelningar på [redacted] ska hålla koll på informationsutbytet mellan varandra och därav hålla sig uppdaterade om t ex planerade ordrar, uträknade takttider och hur komponenter ser ut, så använde sig företaget av det interna affärssystemet VBAS. VBAS står för ”Visual Basic for Applications” och är ett program som har många olika funktioner. Genom att använda programmet kunde alla anställda med behörighet använda sig av olika funktioner som krävdes för att utföra sin station på bäst sätt; allt från orderhantering, ritningar, materialflöden och planeringar.

4.3 Processbeskrivning

I detta kapitel beskrivs hela processen från start vid rotorlindningen till att produkten emballeras innan den skickas iväg till kund.

4.3.1 Rotorlindning

Ett nav lyftes upp av montören och sattes fast på en av maskinerna. Därpå startade montören maskinen och aluminium började lindas kring navet för att skapa vad som senare skulle komma att bli till en rotor. Navet, för rotorn som denna studie undersökte, rullades till en början i cirka 33 minuter; den hade då nått halvvägs till den diameter som rotorn planerades att bli. Den halvfärdiga rotorn åkte därpå in i en ugn i vilken den behövde ligga och torka i 4 timmar innan den återigen kunde sättas upp på maskinen. Lindningen slutfördes sedan och lindades med aluminium i ytterligare 33 minuter innan den slutligen åkte in i ugnen för en sista 4 timmars torkning. Efter att rotorn hade gått igenom den andra torkningen var den redo att åka vidare till nästa station; tryckprovningen. Den ställdes då upp på en vagn, som i sin tur ställdes vid en vägg mellan rotorlindningen och tryckprovningen. När operatören på rotorlindningsstationen hade ställt av vagnen med rotorn, kunde han påbörja lindningen av nästa rotor.

4.3.2 Tryckprovning

Operatören vid tryckprovningen hämtade rotorn till sin station och påbörjade tryckprovningen. Operationen innebar till en början att operatören behövde lyfta upp och koppla fast rotorn i ett slags sele för att sedan koppla fast rotorn till tryckprovnings-maskinen. Processen innebar att operatören tryckte på en knapp och sedan läste av värden på en datorskärm, där man kunde avgöra om rotorn var godkänd eller ej. När rotorn var klar vid tryckprovningen kopplades den ner och ställdes i rummet bredvid där nästkommande process sedan kan börja genomföras.

4.3.3 Hygrobehandling

Hygrobehandling av rotorn genomfördes för att ventilationssystemets luftfuktighet skulle hålla måttet. Behandlingen innebar att rotorn målades med en vit beläggning/”färg” av en maskin som styrdes av en operatör. Operatören som stod vid stationen skötte även all flytt med rotorn från vagn till maskin, från maskin till ugn och från ugn till nästa station.

4.3.4 Borstmontering

Borstmontering utfördes för att motverka läckage och skydda rotorn från att skadas av smuts och andra yttre faktorer. Processen genomfördes genom att operatören, för hand, monterade fast en borstlist runt om antingen en eller de båda yttre kanterna av rotorn.

4.3.5 Montering roterande värmeväxlare

Efter att borstlisten- eller listerna hade monterats på rotorn, flyttades rotorn till en annan process där montörer monterade fast rotorn i ett hölje för att skapa den roterande värmeväxlaren. Vid processen finns tio olika stationer där montörer arbetar med att sätta ihop värmeväxlarna, men enbart en operatör jobbade med en värmeväxlare åt gången. Det kunde ske att två operatörer monterade tillsammans på en station, men det var endast i de fall då rotorn var över en viss storlek. För den rotorn som författarna kollade på behövdes endast en operatör.

4.3.6 Montering coolerblock special

Innan monteringen vid denna station kunde börja, behövde en truckförare plocka upp alla delar från förmonteringen som behövdes. När vagnen med samtliga komponenter hade anlänt till stationen kunde operatören därefter påbörja monteringen. Coolerblock special var den interna beteckningen för när operatörer satte ihop ett höljesramverk som ReCooler-delen sedan skulle placeras i. Vid stationen var det en operatör som monterade ihop hela coolerblocket.

4.3.7 Coolertillverkning

Vid stationen coolertillverkning tillverkades hela ReCooler-delen; operatörer satte in alla elskåp och batterier i ReCoolern och stationen avslutades med en test av batteriet och hur väl komponenten fungerade.

4.3.8 Elmontering test

Innan ReCoolern kunde emballeras och skickas ut till kund, behövde ReCoolerns elsystem testas av en operatör. Det huvudsakliga elmonteringstestet vid denna station tog 20 minuter men därtill skulle operatören även hantera en del pappersarbete som beräknades ta ytterligare cirka 20 minuter. Hela testet med pappersarbetet tog därför totalt 40 minuter, så länge operatören inte behövde rätta till något i ReCoolern.

4.3.9 Emballering

Den sista stationen i produktionsflödet var när slutprodukten var färdig och skulle emballeras innan den skulle lämna fabriken och sändas ut till kund. Det fanns i dagsläget två maskiner som kunde emballera produkterna och två anställda som arbetade med varsin maskin. Det fanns därtill även en anställd som arbetade med att hämta- och lämna produkter med truck.

4.4 Sammanställning av data från produktion

I nedanstående tabell 5 presenteras den sifferdata som tagits fram genom klockningar och observationer i produktionen. Uptime gick inte att mäta på alla stationer och skrivs i tabellen med ett ”-”. Anledningen till att uptime ej togs fram vid dessa stationer beror på att uptime står för att mäta den andel tid som en maskin eller dator är i drift, och att alla stationer inte har en specifik maskin eller dator utan snarare utfärdas av en person.

Tabell 5: Nyckeltal från stationerna i nulägesflödet

Station	Cykeltid (C/T)	Ställtid (S/T)	Uptime	Tillgänglig tid	Skift	Batch-storlek (EAV)
Rotorlindning (1)	33 min	15 min	54,4 %	948 min	2	1
Rotorlindning (2)	33 min	15 min	54,4 %	948 min	2	1
Tryckprovning	9 min	3 min	9,5 %	948 min	2	1
Hygrobehandling	64 min	10 min	75 %	948 min	2	1
Borstmontering	48 min	10 min	-	948 min	2	1
Mont. rot. värmeväxlare	160 min	5 min	-	948 min	2	1
Mont. coolerblock spec.	688 min	5 min	-	948 min	2	1
Coolertillverkning	1761 min	15 min	-	474 min	1	1
Elmontering test	40 min	10 min	50 %	948 min	2	1
Emballering	24 min	10 min	83 %	948 min	2	1
Totalt	2860 min	98 min	-	-	-	-

Tabell 6: Väntetid i respektive lager/kö mellan varje process

Lager	Väntetid (timmar)
Rotorlindning (1) ⇒Rotorlindning (2)	4
Rotorlindning (2) ⇒Tryckprovning	16,6
Tryckprovning ⇒Hygrobehandling	6,3
Hygrobehandling ⇒Borstmontering	7,4
Borstmontering ⇒Mont. rot. värmeväxlare	95,5
Mont. rot. värmeväxlare ⇒Mont. coolerblock spec.	244,2
Mont. coolerblock spec. ⇒Coolertillverkning	106,6
Coolertillverkning ⇒Elmontering test	17,3
Elmontering test ⇒Emballering	0,32
Totalt för samtliga mellanlager/buffertar	**498,22**

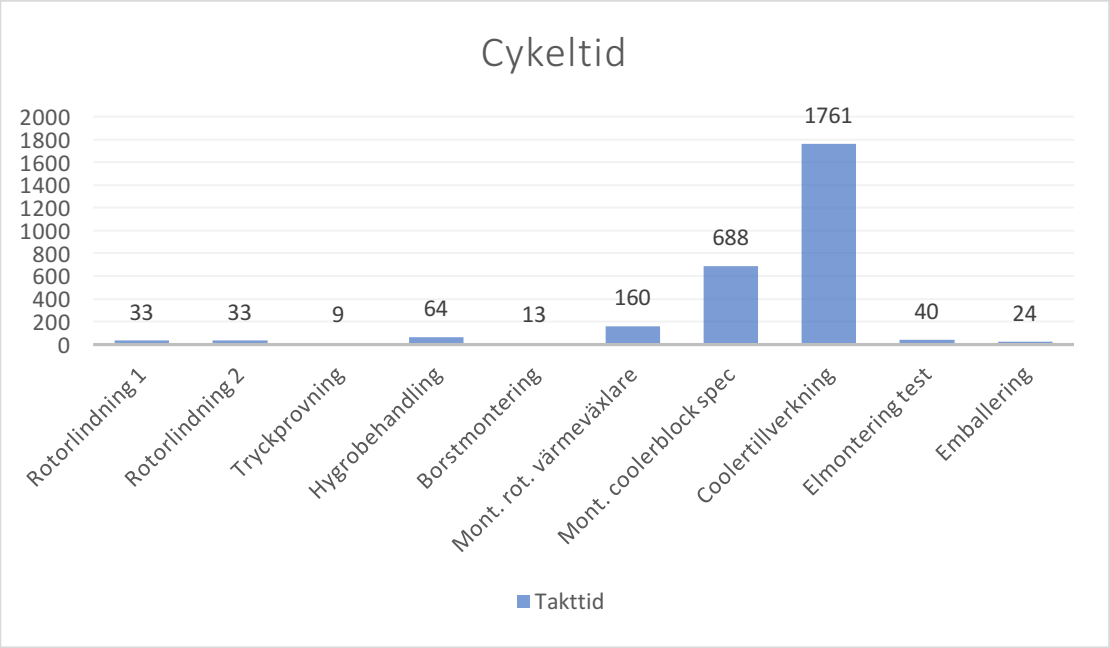
I tabellen presenteras den väntetid som uppstod mellan varje station i produktionsflödet av en ReCooler i en eQ Prime.

4.4.1 Produktionens takttid

I figur 9 presenteras den cykeltid som uppstod mellan varje station i produktionsflödet av en eQ Prime med ReCooler. Värdena är angivna i minuter och är hämtade från klockningen i produktionen (se tabell 5).

Takttiden för ReCooler i eQ Prime storlek 041 kunde sedan räknas ut genom att först ta **e**fterfrågan för produkten på ett år, vilket enligt affärssystemet låg på 27 st. Sedan räknade man ut totalt antal tillgängliga dagar på ett år genom att först multiplicera 52 veckor med 5 arbetsdagar och sedan räkna bort årets helgdagar samt klämdagar och semester. Totalt antal tillgängliga dagar blev då 220 dagar. Dessa dagar dividerades sedan med efterfrågan på produkten och en takttid på 8,14 dagar togs fram enligt följande:

$$\frac{220}{27} = 8{,}14\ dagar$$



Figur 9: Balansdiagram på cykeltiderna i tillverkningen

En takttid på 8,14 dagar innebar att det enligt systemet bör komma ut en färdig ReCooler i eQ Prime cirka var 8:e dag. I förhållande till cykeltiderna innebar det att ingen cykeltid fick överstiga 8 dagar.

4.5 Ytterligare faktorer som noterades vid nulägesflödet

Eftersom produktionen är kundorderstyrd så inkommer beställningar med ojämna mellanrum och i varierande volymer. Beställningspunkter- och volymer ligger till grund för hur stora råvarulager och buffertar ett företag bör ha, och leder därav till att [redacted] lager och buffertar varierar från vecka till vecka.

På grund av att produkterna är kundorderstyrda och att företaget är flexibla med vilka produkter de skapar så tillverkas inte heller enbart rotorer för eQ Prime med ReCooler på stationerna utan i produktionsledet tillverkas samtliga rotorer till alla storlekar och utföranden av ventilationssystem.

5 Analys

Detta kapitel ger läsaren svar på studiens frågeställningar genom att analysera och koppla det insamlade materialet till respektive frågeställning.

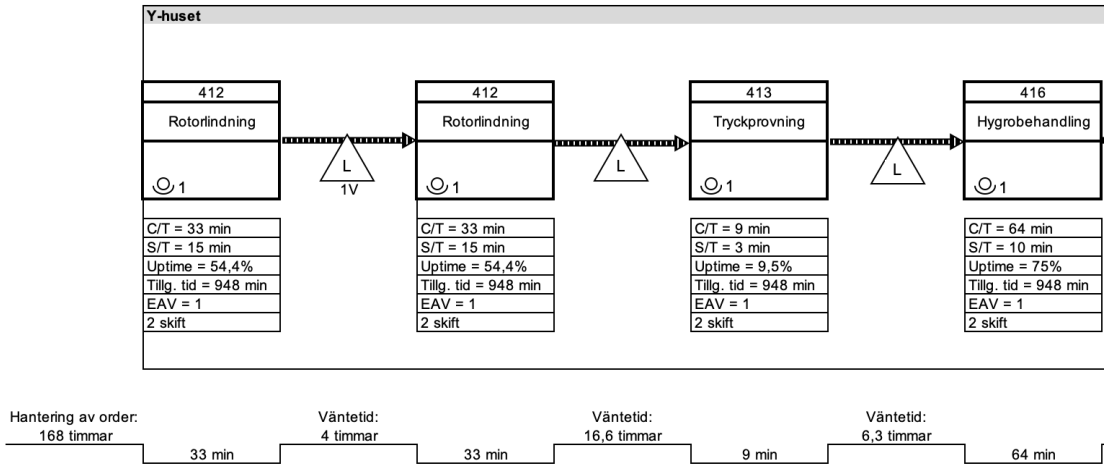
5.1 Frågeställning 1

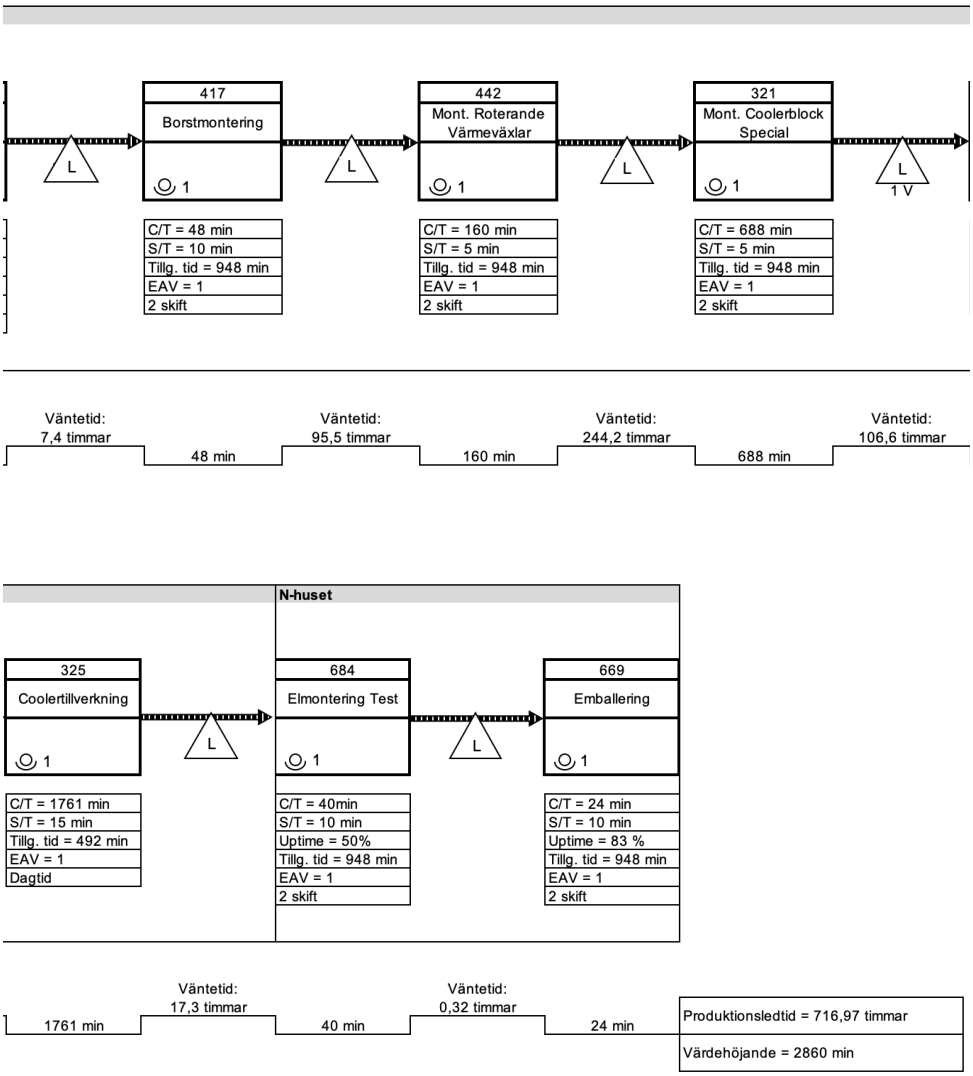
Den första frågeställningen såg ut enligt ”*Hur ser tillverkningsflödet för en ReCooler ut i nuläget*?”. I denna fråga analyseras värdeflödesanalysens andra steg där hela nulägesflödet i produktionen kartlagts.

5.1.1 Värdeflödesanalys: Kartläggning av nuläget

Det nuvarande läget kartlades och analyserades med syfte att hitta förbättringsmöjligheter. Analysen baseras på reflektioner och observationer från författarna själva utifrån de observationer, intervjuer och undersökningar som genomförts under arbetets gång.

Eftersom produkten inte blir beställd av kunder med korta mellanrum, utan med flera dagar mellanrum och oftast i en kvantitet av en enhet, så finns det inte många ReCoolers som produceras samtidigt samt då ligger i lager. Den väntetid som uppkommer mellan de olika stationerna är den väntetid som ReCoolern står i kö tills den kan gå vidare i processen och bearbetas. Väntetiden är förorsakad av andra komponenter som också ska bearbetas på samma stationer i tillverkningen som ReCoolern. Det vill säga står det andra komponenter i kö före ReCoolern.





Figur 10: Kartläggning av nuläget

5.1.2 Värdeskapande tid

Den delen av tiden som är värdeskapande är den tid som produkten är i arbete och där den ej utsätts för någon av de 7+1 slöserierna. För att få fram den totala andelen värdeskapande tid för hela produktionen i procentform, räknades den totala värdeskapande tiden ut och dividerades med total produktionsledtid (se Figur 10). Ett resultat togs fram på 6,6% för nuläget.

$$\frac{Värdehöjande\ tid}{Produktionsledtid} = \frac{2860\ min}{716{,}97\ timmar} = \frac{2860\ min}{43018{,}2\ min} = 0{,}066 = 6{,}6\%$$

5.1.3 Cykeltids- och väntetidsanalys

När kartläggningen av nulägesflödet genomfördes behövde författarna klocka respektive process och få reda på olika nyckeltal som krävdes. När författarna klockade processerna kunde det konstateras att cykeltiderna som togs fram av författarna stämde väl överens med de cykeltider som redan fanns i [redacted] interna system VBAS. Med det sagt var det inte långa cykeltider

som var ett problem och det fanns ingen möjlighet att förkorta dessa. Författarna konstaterade däremot att väntetiderna mellan när en process slutade och när nästa började kunde vara upp till tio dygn, vilket skapade stora mellanlager. Väntetiderna visade sig tydligt i flödeskartläggningen och författarna ställde sig frågan varför komponenten tillåts att ligga i lager så pass länge mellan stationerna, om väntetiden är planerad av produktionsplanerare och i så fall varför.

Författarna tittade i programmet VBAS; framförallt på väntetiden som uppstod mellan stationerna ”montering roterande värmeväxlare” och ”montering coolerblock special” då det var mellan dessa stationer som väntetiden var som längst. Efter genomsökningar i VBAS kunde författarna fastställa att komponenterna var planerade att ligga på lager mellan de två stationerna, men dock endast i tre arbetsdagar. Att komponenterna låg i mellanlager i tio dagar istället för tre innebar att det verkliga utfallet blev att komponenten låg i lager i sju dagar längre än vad som planerats av produktionsplaneraren. Efter jämförelser med gamla ordrar kunde författarna även konstatera att väntetiden mellan dessa stationer var vanligt förekommande.

För att författarna skulle få en bättre förståelse om varför dessa väntetider uppstod bokades ett möte in med produktionsplanerare. Han förklarade att förseningarna och väntetiderna mellan stationerna berodde på att [redacted] hade haft problem med en leverantör från utlandet. Komponenten som leverantören levererade var ett nätfilter som var en ingående del i coolerblocket och behövde därför inväntas. Författarna menade dock att liknande fördröjningar hade uppstått i tidigare ordrar och att problemet inte enbart kunde bero på ett tillfälligt leveransproblem. Planeraren uttryckte att han ej arbetat vid den tidpunkten och därför inte kunde stå till svars för varför det uppkommit tidigare. Han menade dock att de alltid såg till att de hade produkter tillgängliga för nästkommande station så att operatörer och montörer alltid skulle vara sysselsatta.

Även mellan stationerna ”montering coolerblock special” och ”coolertillverkning” kunde en märkbar väntetid identifieras. När författarna frågade produktionsplaneraren angående denna väntetid fick de till svar att väntetiderna mellan dessa stationer också berodde på problem med leverantör och inväntan av batterier. Dock var detta ett problem som uppstått många gånger tidigare och det var tydligt att en annan anledning än en specifik försening från leverantör låg till grund för förseningarna.

Vid stationen ”elmontering test” upplevdes däremot motsatsen; operatörerna fick ofta stå och vänta på komponenter från föregående station. I vissa fall fick operatörer antingen be truckförare eller själva åka till föregående stationer för att hämta komponenter.

Vid emballeringen uppstod köer och operatörerna hade produkter vid sin station. Trots köerna kom produkterna ändå alltid iväg i tid och denna station anses därför inte vara något större problemområde. Ett eventuellt förbättringsförslag kommer dock diskuteras i åtgärdsförslagen.

5.1.4 Utnyttjande av lokalutrymmen

Efter att observationer och intervjuer genomförts i produktionen kunde det uppmärksammas att vissa maskiner var placerade väldigt nära varandra samt att det fanns begränsad plats för avlastning av vagnar med rotorer. Dåligt utnyttjande av utrymmen noterades specifikt i rotortillverkningen där vissa stationer stod trångt utplacerade med begränsade utrymmen att gå mellan, medan andra ytor i lokalen stod tomma. Författarna menar att dessa utrymmen hade kunnat utnyttjas på ett mer optimerat sätt och att företaget hade kunnat utforma en bättre layout i lokalen. Enligt operatörerna var det inte ovanligt att vagnar med rotorer stod i vägen för skåpen

där personal behövde gå för att hämta arbetskläder, vilket skapade onödig väntan och konflikter som hade kunnat elimineras genom att strukturera upp maskinerna, buffertarna och arbetsbänkarna.

5.1.5 Förlorad värdeskapande tid på grund av omarbete

Maskinen som utförde hygrobehandling på rotorerna hade alltid en kö av rotorer som behövde behandlas bakom sig. Operatörerna uttryckte därmed i många fall en känsla av stress, samt en press i från ledningen. En anledning till detta var att maskinen ibland tog längre tid än planerat för att utföra jobbet. Författarna frågade operatören som arbetade vid stationen hur det kom sig att det blev så. Till svar gavs att maskinen som utförde hygrobehandlingen inte var noggrann och det var inte ovanligt att den efter ett program på 20 minuter hade missat att måla vissa delar av rotorn. I de fallen där maskinen missat delar fick operatören själv välja om programmet antingen skulle köras om helt, eller om hen skulle behandla de delar som missats för hand. Båda alternativen var en krånglig och tidskrävande process och mycket tid förlorades åt detta. Tiden som förlorades i dessa fall togs inte heller hänsyn till utan räknades in i cykeltiden, vilket gjorde att operatören behöver utföra nästa rotor i ett högre tempo för att inte förlora tid.

5.2 Frågeställning 2

Studiens andra frågeställning löd ”*Hur kan andelen icke-värdeskapande tid reduceras i en kundorderstyrd produktion*?”. För att besvara frågan har en analys genomförts i vilka olika slöserierna som identifierats i industrin. Därefter presenteras det framtida tillståndet för flödet.

5.2.1 Sammanställning av identifierade slöserier

Ett av de centrala begreppen som denna studie utgår från är de 7+1 slöserierna i Lean production (se kapitel 2.2.2.). I kartläggningen av nulägesflödet och i insamlingen av data i produktionen kunde författarna identifiera ett antal slöserier.

Överproduktion: Då produkten är kundorderstyrd så uppkom ingen överproduktion i form av fler antal tillverkade produkter än efterfrågat. Det var däremot vanligt att produktionen började tillverka ordrar för tidigt. Detta medförde att de lager som fanns mellan processerna snabbt blev fyllda, att köbildningen till nästkommande station ökade och att de hade fler produkter i arbete. Efter intervjuer med produktionsplaneringen fick man information om att det i detta fall låg ett ansvar hos operatörerna då att de blivit meddelade att inte börja tillverka ordrar för tidigt. Operatörerna menade dock att vissa av processerna gick snabbare än planerat och att de då valde att påbörja nästa order för att hålla igång arbetet och spara in tid. Detta klassas som överproduktion och är en grundorsak som ofta leder till att resterande slöserier ökar [6]. Överproduktion är därför ett problem av tung vikt som därför bör eliminera.

Överarbete: Inget fall av överarbete kunde identifieras i produktionen då den teknik och utrustning som användes var direkt nödvändig för produktionen; antingen för eQ Prime eller för andra ventilationssystem.

Lager: Stora lager noterades, framförallt mellan stationen ”borstmontering” och ”montering roterande värmeväxlare” samt mellan ”montering roterande värmeväxlare” och ”montering coolerblock special”. Den största anledningen till varför dessa lager uppkom var överproduktion.

Grunden till det var att komponenterna aldrig var planerade att ligga i lager i mer än tre dagar.

Rörelse: Inga slöserier i form av rörelser kunde identifieras.

Transporter: Produkten fraktas mellan två olika byggnader vilket leder till långa transporter där både truckförare och operatörer tvingas köra komponenter. I transporten förloras värdefull tid och onödigt slöseri uppstår.

Väntan: De två stationer som oftast utsattes för väntan var ”montering coolerblock special” och ”elmontering test”. Vid de två stationerna höll författarna intervjuer med operatörerna om varför det ofta blev så och fick till svar att det berodde på att truckförarna inte kom i tid. Vissa timmar under dagen hade truckföraren mycket att göra och andra timmar mindre, detta ledde till en obalans och överbelastning kontra “underbelastning” i arbetet.

Omarbete: Då rotorerna var väldigt ömtåliga innan limmet torkat kunde lindningen i sällsynta fall lossna om man rörde på dem. Vid dessa fall fanns ingen åtgärd utan man behövde då slänga hela rotorn vilket kunde kosta företaget upp till 40 000 sek. Detta hände inte ofta men när det hände gav det, med avseende på den förlorade kostnaden, stora konsekvenser. ”Hygrobehandlingen” var en ytterligare station som stack ut när det kom till reparationer och omarbete. Vid denna station kunde operatören få göra om målningen flera gånger vilket kostade företaget mycket i form av både förlorad tid och förlorade pengar avsett åt det material man behövde använda för omarbetet.

Outnyttjad kreativitet: Det finns stor potential till att förbättra kreativiteten hos de anställda. En gång i veckan hölls ett morgonmöte med produktionspersonalen där det fanns chans till att föra fram idéer och åsikter. Dock framförs inte alltid de punkter som diskuterats på mötena till ledningen, då operatörer uttryckte förbättringsförslag och möjligheter till författarna när de blev intervjuade.

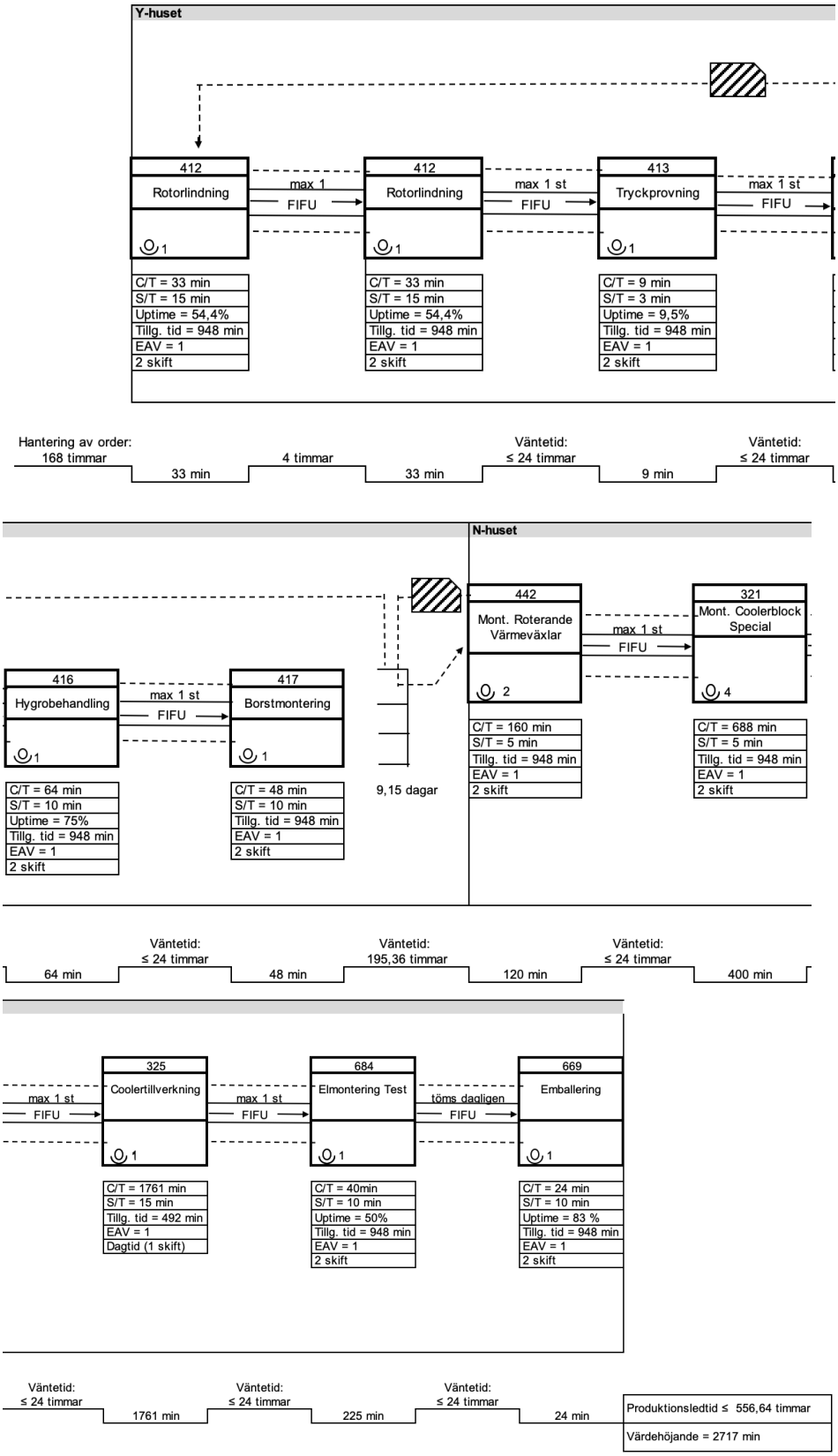
5.2.2 Värdeflödesanalys: Kartläggning av framtida tillstånd

Genom att korta ned väntetid och den tid som komponenter ligger i lager reduceras andelen icke-värdeskapande tiden i relation till den totala produktionsledtiden.

För att korta ner tiden och göra produktionen effektivare, bör en produktionslina bildas. Det arbete som kommer göras på produktionslinan är det som gjordes på stationerna ”montering roterande värmeväxlare” samt ”montering coolerblock special”. Det kommer jobba flera operatörer på en komponent vid produktionslinan, och cykeltiderna kommer därför att kortas ner. Det har inte tagits någon tid på hur lång de nya cykeltiderna kommer bli, samt det har inte räknats på hur många operatörer som bör arbeta på en komponent i taget. En uppskattning efter intervjuer har istället gjort för att ta fram siffrorna i kartläggningen av det framtida flödet (se figur 11).

$$\frac{Värdehöjande\ tid}{Produktionsledtid} = \frac{2717\ min}{25{,}2\ dagar} = \frac{2717\ min}{36288\ timmar} = 0{,}0749 = 7{,}49\%$$

I det framtida flödet kan andelen värdehöjande tid öka från 6,6 procent till 7,49 procent. Värdena i uträkningen är tagna från kartläggningen av det framtida flödet (se figur 11).



Figur 11: Kartläggning av framtida tillstånd

5.2.2.1 Supermarket

Genom att ha en supermarket (se kapitel 2.5.3) kommer ledtiden för kunden kortas ner med flera dagar. När leveransledtiden kortas ner (se kapitel 2.6) minskar de antal förseningar som kan ske. Detta då komponenten endast kommer behöva gå igenom fem stationer efter ordern har kommit, istället för de tidigare tio stationerna som ingått i produktens ledtid.

Författarna har använt en Kanban formel för att räkna ut ett uppskattat antal produkter som skulle kunna lagerhållas för ReCooler i storlek 041. [11]

Tabell 7: Uppskattat lagersaldo i Supermarket med hjälp av kanban-formel

Typ av Kanban	Singelflöde
Efterfrågan per månad	27 st. / 12 = 2,25 st.
Påfyllnadstid (tillverkning av rotor storlek 041)	<54,5 h = 0,075 månader
Säkerhetslager (%)	30%
Formel	Efterfrågan * påfyllnadstid * (1 + säkerhetslager) = supermarket storlek (antal)
Slutgiltigt svar för supermarket storlek	2,25 * 0,075 * 1,30 = 0,22

Svaret gav supermarket-lagret en storlek på 0,22 rotorer i månaden. Detta tyder på att efterfrågan av rotorn till ReCooler i eQ Prime är förhållandevis låg. Med avseende på detta är det väldigt låga lagerhållningskostnader och det finns därmed goda grunder till att införa supermarkets då det kan motverka långa ledtider.

5.2.2.2 Kanban

För att få supermarket-systemet att fungera i det framtida flödet bör ett Kanbansystem implementeras. Detta betyder att så fort som en komponent tas från supermarket, går en visualiserad signal (ofta via fysiska kort) till rotorlindningen som talar om att dem behöver

tillverka ett nytt exemplar av en rotor i den storlek som tagits från lagret.

5.2.2.3 FIFU – Först in, först ut

FIFU anses vara lämpligt att applicera i produktionsprocessens framtida flöde då det hjälper till att eliminera att material lagerhålls onödigt länge. Eftersom produkten som studien behandlar inte tillverkas ofta samt att studien bara hanterar en storlek av produkten, kan det max ligga 1 st. enhet i kön. Det kan förekomma undantag då företaget får in fler ordar av produkten samtidigt, men kartläggningen utgår inte från den möjligheten.

Det enda stället där kön kommer att tömmas dagligen är mellan stationerna ”elmontering test” och ”emballering”.

5.3 Frågeställning 3

Den sista frågeställningen som skulle besvaras i studien var ”*Hur kan företaget upprätthålla förbättringsförslagen och vad kan det leda till*?”. För att analysera arbetet kring denna frågeställning har författarna läst litteraturstudier samt sett till vilken roll dem som arbetar med produktionen har och hur de kan påverka.

5.3.1 Ledningen och medarbetarnas roll i produktionsflödet

För att kunna arbeta vidare med och upprätthålla förbättringsförslagen som tas fram i denna rapport bör det ligga ett visst ansvar på ledningen samt ett ansvar hos medarbetarna i produktionen. Liksom Lean utgår från i dess triangel är det viktigt att jobba med filosofi, processerna, problemlösningen och människorna. Företaget har kapacitet att lösa problem, dock har de stor utvecklingspotential när det kommer till att utveckla medarbetarna och leverantörerna, att eliminera slöseriet i processerna och framförallt att tänka långsiktigt genom att fatta hållbara beslut. Många operatörer verkade i dagsläget inte veta varför dem arbetade som dem gjorde och vad deras arbete ledde till, utan gjorde det enbart för att det var det dem var vana vid och det de gjorde bäst. Företaget behöver involvera anställda i produktionen i förbättringsarbetet, fatta långsiktiga beslut och fortsätta tro på individerna.

Om ledningen skulle engagera medarbetarna mer i företaget skulle det bli enklare att motverka att produktionen skulle kunna gå tillbaka till hur den såg ut innan förbättringsåtgärderna. Samtliga medarbetare skulle då förhoppningsvis även jobba med att uppnå det önskade resultatet och medarbetarna skulle troligtvis känna en högre motivation. Förhoppningsvis skulle inte heller framtida förbättringsförslag uppfattas som att ledningen kommer in och styr, utan att var och en av medarbetarna skulle känna att de gör skillnad och att alla tillsammans utvecklar företaget.

Nedanstående tabell visar exempel på hur slöserier kan uppkomma om inte ledningen tar sitt ansvar och engagerar sig själva och medarbetarna i förbättringsarbetet.

Tabell 8: Exempel på 7+1 slöserier i ett företag med en ledning som inte tar ansvar

Slöseri	**Exempel**
Väntan	Medarbetare väntar på beslut från ledningen
Rörelse	Ledningen kallar till möte där medarbetare inte behövs
Transport	Det tar lång tid för medarbetare att transportera problem till ledningen
Överarbete	Ledningen styr sånt som egentligen sköts bättre lokalt
Omarbete	Ledningen använder sig inte av medarbetare med behörig kunskap för att lösa problem
Lager	Ärenden som ska behandlas av ledningen hamnar i kö
Outnyttjad kreativitet	Medarbetare pratar men ledningen lyssnar inte eller tar inte till vara på deras kunskap

5.3.2 Upprätthållning av supermarket

För att hålla koll på lagret och se till att det är ordning och reda bör operatörerna som lämnar in rotorerna på lager hållas ansvarig. Produktionsledare vid avdelningen rotortillverkningen bör även se över supermarket-lagret varje vecka för att säkerställa att rotorerna läggs på rätt plats, i rätt kvantitet och att ordningen hålls.

5.3.3 Kanbansystem

Eftersom att antalet ordrar varierar från månad till månad är det viktigt att [redacted] uppdatera Kanban-systemet efter ökade beställningsvolymer. Att glömma att uppdatera systemen kan leda till att en supermarket meddelar att det endast behövs ett visst antal på lager men att det i själva verket var det antalet som behövdes för ett år sen. Detta kan leda till att det antingen tillverkas för mycket eller för lite rotorer till lagret gentemot vilken efterfrågan som finns.

För att säkerställa att förbättringsförslaget med kanbankort upprätthålls anses det därför vara viktigt att utse en person på företaget som ansvarar för att en gång per månad se över efterfrågan och anpassa Kanban-systemet efter detta.

5.3.4 FIFU

För att upprätthålla förbättringsförslaget i att implementera FIFU i produktionssystemet så är det viktigt att operatörerna och montörerna får en förståelse av begreppet FIFU. Det är därefter viktigt att alla processer följer detta för att motverka att någon komponent glöms bort eller hamnar i ett vänteläge. En person bör hållas ansvarig på företaget för att meddela medarbetarna om att FIFU står för först in, först ut och förklara hur det går till i praktiken. Personen som utses som ansvarig för detta skulle exempelvis kunna vara en produktionsledare.

5.3.5 Effekter av förbättringen

Om ledningen och medarbetarna lyckas upprätthålla åtgärdsförslagen som kommer att presenteras i rapporten och ständigt fortsätter arbeta med förbättringar i sin verksamhet, så kommer företaget att bli en bättre arbetsplats. Det kommer innebära en plats där medarbetarna ser ett större syfte med sitt arbete än deras lön, där dem känner sig mer delaktiga i utvecklingen av hela företaget. Enligt Toyota Production System [7] har ett företag en högst optimerad produktion när de lyckas undvika felen redan från första start. För att göra detta krävs det att operatörer och montörer i produktionen, som är ansvariga för respektive maskin och station, förstår och är engagerade men framförallt har kontakt med ledningen. Det är viktigt att personalen i produktionen enkelt ska kunna kommunicera med personalen som arbetar med administrativt.

6 Åtgärdsförslag och diskussion

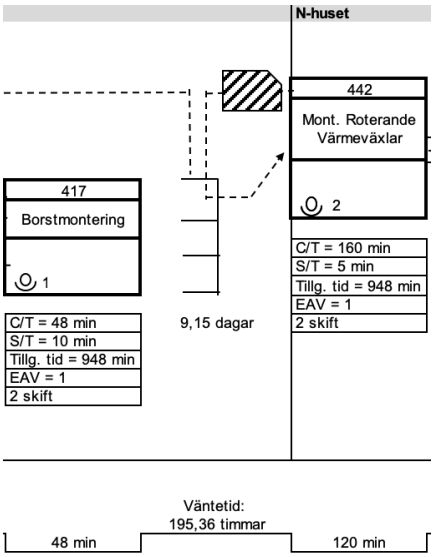
Kapitlet ger en beskrivning av de åtgärdsförslag som tagits fram utifrån studiens resultat och analys, dessa diskuteras därefter utifrån deras validitet och reliabilitet.

6.1 Åtgärdsförslag

För att kunna fylla gapet mellan nuvarande och framtida tillståndet, och uppfylla det framtida flödet som presenterades i kapitel 5, bör ett visst antal åtgärder tas till.

6.1.1 Införskaffande av supermarket

För att fylla gapet i flödet föreslogs i analysens andra del att supermarket bör införas i produktionen (se kapitel 2.5.3). Supermarket-lagret bör placeras i rummet där det idag bildas ett mellanlager mellan ”borstmontering” och ”montering roterande värmeväxlare”. I supermarket-lagret bör rotorer upp till storlek 041 lagerhållas och varje storlek bör finnas i ett antal exemplar beräknat på efterfrågan per år.



Figur 12. Supermarket i produktionsflödet som studien behandlar

6.1.2 Fler vagnar och större ugn vid rotorlindningen

Något som konstaterades under diskussionen med operatörerna som arbetade vid rotorlindningen var att operatörerna ofta var tvungna att vänta på plats i ugnarna eller vänta på en ledig vagn till att flytta på själva rotorn. Denna väntetid kan elimineras genom att införskaffa fler vagnar eller att investera i en större eller en till ugn. Det är dock ganska trång vid rotorlindningen samt runt ugnarna. Det skulle därför kunna bli så att det ligger fler rotorer som står på lager när de väntar på att gå vidare till nästa station.

6.1.3 5S

För att få ordning i produktionen bör 5S implementeras (se kapitel 2.4). Författarna kunde framförallt observera att det behövde organiseras och struktureras vid tryckprovningen då det var

mycket trånga utrymmen och en viss oreda. Om företaget skulle välja att implementera 5S så bör de se till att en av produktionsteknikerna och en av operatörerna på respektive station blir ansvarig för arbetet så att det genomförs strukturerat och organiserat.

6.1.4 Knapp för omarbete vid hygrobehandlingen

Maskin som utför själva hygromålningen på rotorn missar ofta en del av rotorn. Operatören som jobbar på stationen får därför spendera extra tid på att måla den missade delen av rotorn eller köra om rotorn i maskinen. För att eliminera tiden för omarbete skulle företaget behöva investera i att köpa en ny maskin eller att försöka se om det går att fixa problemet med den nuvarande maskinen. Därför bör det finnas en knapp för omarbeta i datasystemet för att få en tydlig statistik på hur ofta omarbete sker samt hur lång tid det tar. Statistiken kan sedan användas för att se hur stort problemet är samt för att då ha underlag till varför företaget behöver investera på en ny bättre maskin eller fixa den nuvarande maskinen.

6.2 Diskussion

6.2.1 Validitet

Det primära syftet med att skriva om validitet i en rapport är att undersöka om studien granskar och följer det den är avsedd att göra; detta kallas den interna validiteten. [14] [12] Utifrån föregående påstående anses studien vara högst valid då författarna besvarar sin problemformulering med hjälp av en välbeprövad och studerad metod av Rother och Shook. [10] När det talas om extern validitet handlar det om hur väl studien går att generalisera och använda vid andra tillfällen. Vid hög extern validitet ska studien alltså kunna anpassas till en generell situation. Denna studie anses ha relativt hög extern validitet då teorier, metoder och resultat går att applicera på andra tillverkande företag som är kundorderstyrda, och som upplever liknande problem med långa ledtider och låg leveransprecision. Det går däremot inte att applicera studien på vilket tillverkande företag som helst. Företag som exempelvis hade haft en massproduktion eller som inte hade varit kundorderstyrt på samma sätt som [redacted] hade behövt använda sig av andra teorier och metoder för att få bukt på sina problem.

6.2.2 Reliabilitet

När det talas om reliabilitet i en rapport syftar det på hur pass tillförlitlig rapporten i fråga är; detta utifrån vilka verktyg och instrument som använts. [12] Enligt Olsson och Sörensen [4] fås en hög reliabilitet om man med de verktyg och instrument som använts, får samma resultat vid nya mätningar. I detta arbete har författarna använt trovärdiga mätinstrument där de klockat egna tider, observerat flöden på plats, tittat i databaser på tidigare ordrar samt intervjuat personal. För att säkerställa att arbetet skulle uppnå en hög reliabilitet har även gamla ordrar kartlagts, där analyser har genomförts om samma problem har uppstått tidigare. Med hjälp av de noggrant utförda analyserna har författarna därefter tagit fram tydliga åtgärder och haft en god, både teoretisk och praktisk, grund till varför de slutgiltiga åtgärderna skulle vara en bra lösning för företaget.

En faktor som dock kan ha påverkat reliabiliteten i arbetet är *när* de olika metoderna har utförts. Rother och Shook menar att de som genomför värdeflödesanalysen ska titta på hela flödet i ett specifikt ögonblick. I denna studie var möjligheten för författarna att befinna sig i produktionen

begränsad. Observationerna, intervjuerna och undersökningarna av de olika processerna utfördes därför vid olika tillfällen. [10] Vid vissa mätningar kunde författarna inte heller vara på plats och de fick då lita till operatörer och produktionsplanerare. Detta var något som medförde en viss osäkerhet i helhetsbedömningen av rapporten.

7 Slutsatser

Kapitlet sammanfattar studiens implikationer (konsekvenser), slutsatser och rekommendationer. Slutligen presenteras förslag på hur företaget kan arbeta vidare med arbetet för att upprätthålla och förbättra produktionen ytterligare.

7.1 Slutsatser och rekommendationer

Syftet med denna studie var att utvärdera varför ledtiden för en ReCooler var så pass lång, därmed att kunna se vad man kunde göra för att korta ned den. Efter att ha studerat liknande studier, läst på om olika teorier som hör till ämnet och slutligen genomfört metoden värdeflödesanalys i produktionen på företaget, så togs ett antal olika förbättringsförslag fram som författarna nu anser bör appliceras i produktionen.

Slutsatsen som kan dras utifrån rapporten i sin helhet är att det alltid finns förbättringsmöjligheter i en produktion. Det är inte alltid tydligt för företaget och ledningen att se, men genom att använda sig av olika verktyg, såsom intervjuer, observationer och värdeflödesanalys, går det ofta att hitta delar i produktionen som kan förbättras. Denna studie är ett bra exempel att följa för hur framtida undersökningar i företag ska utföras för att få ett trovärdigt och stabilt resultat i hur företag kan korta ner en ledtid på en produkt. Något som författarna anser är väldigt viktigt är att prata mycket med dem som jobbar med dem i produktionen. Som 5S inom Lean nämner är det viktigt att utnyttja arbetarnas kreativitet. Det kan ett företag bara göra genom att lyssna på arbetarnas synpunkter och ideer.

Studien har tydligt påvisat att värdeflödesanalysen var till stor nytta då den identifierade väntetider och problemområden som företaget tidigare inte kände till. I kartläggningen av det nuvarande flödet identifierades långa väntetider mellan rotortillverkningen (där den sista stationen var borstmontering) och montering roterande värmeväxlare, samt mellan stationerna montering coolerblock special och coolertillverkning. Vad som är viktigt att poängtera är att värdeflödesanalys är en metod för att hitta problemen, och inte för att åtgärda dem. I rapporten presenteras ett antal olika förslag på åtgärder, grundat på välstuderad forskning, som bör appliceras i företagets produktion.Slutsatsen utifrån analysen perspektiv är att det finns stora förbättringsmöjligheter för produktionsflödet till den undersökta produkten och framförallt att det finns stor potential till att involvera medarbetarna på arbetsplatsen mer. Då företaget tillverkar många olika produkttyper var det svårt att utföra ett kontinuerligt flöde och [redacted] bör istället använda sig av supermarkets och Kanbankort för att effektivisera flödet utan att få för höga lagervolymer.

7.2 Implikationer

Eftersom att författarna inte kunde räkna ut hur många enheter som ska stå i supermarket-lagret med hjälp av kanban-formeln, kommer det att bli svårt för företaget att veta vilket antal enheter de ska vara i lagret. En implikation för företaget blir att dem måste uppskatta och testa sig fram för att hitta den rätta lagernivån. Allt gissande och testandet kommer ta extra tid för att få flödet att bli stabilt.

Om inte ledningen lyckas engagera deras anställda kan det bli svårare för dem att genomföra och implementera de nya förbättringarna. Dessa förändringar är inte små, utan rätt så stora. Det är

extra viktigt då de två stationerna efter borstmonteringen bör flyttas till en annan byggnad samt att dem kommer ligga på en lina.

7.3 Vidare arbete eller forskning

Under arbetets gång har flertalet punkter uppkommit som inte kunnat undersökas vidare. Detta då det varken funnits tid eller utrymme att lägga åt detta och då all tid gått åt värdeflödesanalysen, intervjuer och övriga undersökningar kopplade till rapporten. De punkter som författarna noterade under arbetets gång rekommenderas att arbeta vidare kring från företagets håll. Först och främst så bör de åtgärdsförslag som författarna tagit fram implementeras i produktionen och följas upp.

Därefter bör de följas upp för att sedan se om de givit ett önskat resultat; det vill säga om ledtiden för en ReCooler i eQ Prime har blivit kortare och om förseningar och väntetider i produktionen minskat.

Vidare bör företaget kontinuerligt upprätthålla förbättringsarbetet och sträva mot ständig förbättring.

Författarna har tagit fram följande punkter som anses vara relevanta i frågan om vidare forskning:

- Undersök hur tillverkningsflödet ser ut och genomför en värdeflödesanalys där även de sju första dagarna, som avgränsades från i detta arbete, inkluderas. Se om det finns någonting som kan förbättras eller effektiviseras där.

- Analysera och gör mätningar på om det verkligen finns en stor efterfrågan hos [redacted] kunder på att ha så många olika varianter och tillval på varje produkt som de har idag. Företagets flexibilitet kan ifrågasättas.

- Använd detta arbete för analys av övriga varianter i produktionen.

- Ta fram underlag för hur stor procent omarbete som görs på hygrobehandlings-stationen och genomför en investeringskalkyl samt analys på om det är värt att investera i bättre maskin eller reparation av nuvarande.

8 Referenser

Kapitlet ger utförlig information, i listform, om de referenser som använts i studien.

[1]. Arbetsmiljöverket. *Risker med dålig ventilation*. Hämtad 2020-04-30 https://www.av.se/inomhusmiljo/luft-och-ventilation/risker-med-dalig-ventilation/

[2]. [redacted]. *Om oss*. Hämtad 2020-03-26 [redacted]

[3]. G. Meland och Å. Meland (2006). *Kaizen - sakta ner och gör mer.* 1 uppl. Uppsala: Konsultförlaget/Uppsala Publishing House.

[4]. H. Olsson och S. Sörensen, (2007). *Forskningsprocessen – kvalitativa och kvantitativa perspektiv*. 2 uppl. Stockholm: Liber.

[5]. I. M. Holme, B. K. Solvang. (1997). *Forskningsmetodik: Om kvalitativa och kvantitativa metoder*. 2a uppl. Studentlitteratur AB.

[6]. J. K. Liker (2009). *The Toyota Way: Lean för världsklass.* 1 uppl. Malmö: Liber.

[7]. J. Olhager, (2000). *Produktionsekonomi*. 322 s. Lund: Studentlitteratur.

[8]. J. Olhager, (2017) *Produktionsekonomi: Principer och metoder för utformning, styrning och utveckling av industriell produktion*. 2 uppl. Lund: Studentlitteratur AB.

[9]. M. Imai, (1991). *Kaizen: Att med kontinuerliga, stegvisa förbättringar höja produktiviteten och öka konkurrenskraften.* 1 uppl. Uppsala: Konsultförlaget.

[10]. M. Rother och J. Shook, (2001). *Lära sig se: Att kartlägga och förbättra värdeflöden för att skapa mervärden och eliminera slöseri: En handbok för praktisk tillämpning av metoder och verktyg för Lean production*. 1 uppl. Sverige: Lean Forum.

[11]. Minitab. *Kanban and Supermarket Sizing*. Hämtad 2020-05-03. https://support.minitab.com/en-us/companion/help-and-how-to/tools/forms-and-analysis-captures/forms-and-form-based-tools/kanban-and-supermarket-sizing/

[12]. P. Hernon och C. Schwartz, (2009). *Reliability and validity*. Library & Information Science Research.

[13]. P. Petersson, O. Johansson, M. Broman, D. Blücher, H. Alsterman. (2009) *Lean: Gör avvikelser till framgång*. 2a uppl. Bromma: Part Development.

[14]. R. Ejvegård, (2009). *Vetenskaplig metod*. 4 red. Lund: Studentlitteratur AB.

[15]. R. Patel och B. Davidson, (2011). *Forskningsmetodikens grunder: Att planera, genomföra och rapportera en undersökning*. Lund: Studentlitteratur AB.

[16]. S.A. Mattsson och P. Jonsson, (2003). *Produktionslogistik*. 1 uppl. Lund: Studentlitteratur AB.

[17]. S.N. Chapman, J. R. T. Arnold, A. K Gatewood och L. M. Clive, (2017). *Introduction to Materials Management*. 8 uppl. Harlow: Pearson Education Ltd.

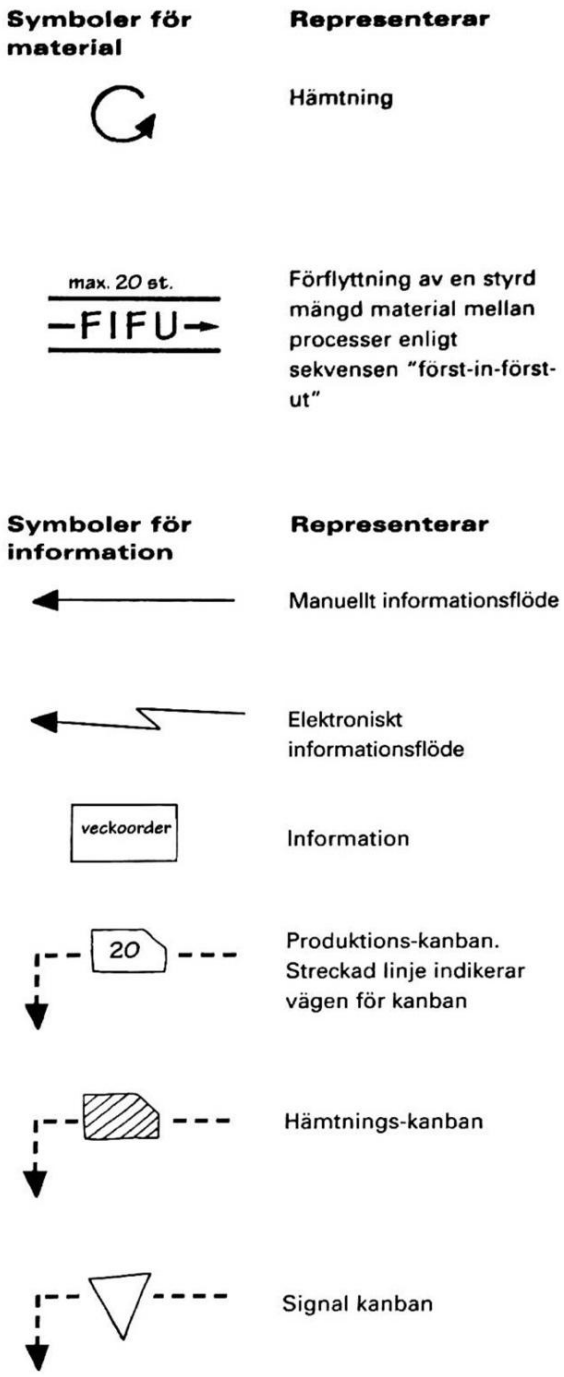
[18]. Svensk Ventilation. *Livsviktig med frisk luft.* Hämtad 2020-03-30 http://www.svenskventilation.se/ventilation/halsa/frisk-luft-livsviktigt/

[19]. World Class Manufacturing. (2020). *Takt - Beräkna produktionens optimala puls*. Hämtad 2020-03-26 https://world-class-manufacturing.com/svenska/takt/takt.html.

[20]. Yin, R.K. (2007). *Fallstudier – Design och genomförande.* Malmö: Liber.

[21]. YLean Concepts AB/ *”Utmana dina Processer! Service/Tjänster*” Hämtad 2020-05-26 https://www.kurslitteratur.se/isbn/9789189158658/

9 Bilagor

Kapitlet ger information om studiens bilagor.

Bilaga 1. Symboler för material i flödeskartläggningen, källa ”Lära sig se” Mike Rother.