



CHALMERS



Verksamhetsutveckling för ett företag inom containerombyggnation

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Ekonomi och Produktionsteknik

Jansu Ali
Karl Villgren

INSTITUTIONEN FÖR TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
Supply and Operations Management

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2021
www.chalmers.se
Rapportnummer E2021:118

Rapportnummer E2021:118

Verksamhetsutveckling för ett företag inom containerombyggnation

Jansu Ali
Karl Villgren

**INSTITUTIONEN FÖR TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
SUPPLY AND OPERATIONS MANAGEMENT
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
GÖTEBORG, SVERIGE 2021**

Verksamhetsutveckling för ett företag inom containerombyggnation

Jansu Ali
Karl Villgren

© Jansu Ali, 2021
© Karl Villgren, 2021

Rapportnummer E2021:118
Teknikens ekonomi och organisation
Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Sverige
Telefon + 46 (0)31-772 1000

Göteborg, Sverige 2021

Göteborg, Sverige 2021

Verksamhetsutveckling för ett företag inom containerombyggnation

Jansu Ali
Karl Villgren

Institutionen för Teknikens ekonomi och organisation
Chalmers tekniska högskola

Sammanfattning

Lundby containerservice har på senare år haft ökad efterfrågan av specialbeställda containrar. För att möta efterfrågan har det beslutats en utökning av produktion- och kontorslokaler. Detta för att kunna nå företagets önskade mål att inom 5 år öka sin omsättning med 500%. Syftet är att utforma ett nytt materialstyrningssystem samt analysera hur produktionsflödet kan utvecklas för framtida lean implementeringar.

För att syftet ska kunna nås genomfördes det tre mätningar av produktionstid. Där det i de två första mätningarna är en operatör som arbetar och i den sista mätning är det två operatörer som hjälps åt. Den sista mätningen jämfördes sedan med de angivna processtiderna från företaget. Resultatet av detta blev att den totala produktionstiden var 1/3 utav den utsatta produktionstiden. Det samlades även statistik in från kundordrar under en tidsram för att ta fram vilka processer som är de mest beställda. Dessa ställdes i sin tur emot de uppfattningar som ledning hade kring processen. Här sågs det att alla processer beställdes mindre än det som tidigare uppfattats. Statistiken från kundordrar användes också i kombination med processtider för att ta fram de processer som kan komma att bli mest betydande i ett utvecklingsarbete.

Materialstyrningen kan effektiviseras med hänsyn till orderkostnader och lagerhållningskostnad med hjälp av ekonomisk orderkvantitet. Resultatet gav en ekonomisk orderkvantitet på 16 pallar isolering och 30st elcentraler. Vidare kan materialstyrningen effektiviseras med hänsyn till befintliga lagernivåer med hjälp av beställningspunktssystem. Resultatet gav en beställningspunkt på 7,5 pallar isolering och 12st elcentral.

Nyckelord: Lean produktion, standardisering, processtider, värdeflödesanalys, ekonomisk orderkvantitet, beställningspunktssystem.

Abstract

Lundby container service has in recent years had high demand for customized containers. In order to meet the demand, an expansion of production and office space has been decided. This is in order to achieve the company's desired goal of increasing its turnover by 500% within 5 years. The aim is to design a new material management system and analyze how the production flow can be developed for future lean implementations.

In order to reach the aim, three measurements of production time were carried out. In the first two measurements there is one operator working and in the last measurements there are two operators working in parallel. The last measurement was then compared with the specified process times acquired from the company. As a result, the total production time was 1/3 of the specified production time. Statistics were also collected from customer orders during a time frame to determine which processes were the most ordered. These, in turn, were compared to the views of management on the process. Here it was seen that all processes were ordered less than the what the management perceived. The statistics from customer orders were also used in combination with process times to suggest which processes may be most significant in a production development process.

Material management can be streamlined taking into account order costs and inventory costs using economic order quantity. This resulted in an economic order quantity of 16 pallets insulation and 30 electricity centers. Furthermore, material control can be streamlined taking into account existing inventory levels using order point systems. This resulted in an order point of 7.5 pallets insulation and 12 electricity centers.

Key words: Lean production, standardization, process time, value stream mapping, economic order quantity, order point.

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
1.1 Lundby container service	1
1.1.1 Containerombyggnation	1
1.2 Problembeskrivning	2
1.3 Syfte	2
1.4 Frågeställning	3
2 Metod	5
2.1 Förstudie	5
2.2 Teori	5
2.3 Fallstudie	5
2.4 Resultat	6
3 Teoretisk referensram	9
3.1 Lean produktion	9
3.1.1 Sju slöseri	9
3.1.2 Standardiserat arbetssätt	10
3.1.3 Värdeflödesanalys	10
3.1.4 Cykel- och processtid	11
3.2 Ekonomisk orderkvantitet	11
3.3 Beställningspunkt	12
3.4 Layout	12
4 Nuvarande produktionsflöde	15
4.1 Produktionsprocesserna	15
4.1.1 Skärning och svetsning	16
4.1.2 Gångdörr	17
4.1.3 Isolering	17
.....	18
4.1.4 Elcentral & Belysning	18
4.1.5 Lås	19
4.2 Produktionslokal	19
4.2.1 Layout inom produktion	20
4.2.2 Layout inom lager	21
4.3 Värdeflödesanalys	23
5 Empiri	27
5.1 Processtider för nuvarande flöde	27
5.2 Mätning av produktionstid	27
5.3 Antal kundordrar	29
5.4 Beställnings rutiner	30

6 Diskussion & analys.....	31
6.1 Analys av processtiderna.....	31
6.2 Analys av arbetssätt i produktionen	32
6.3 Ekonomisk orderkvantitet	35
6.3.1 Nuvarande beställningsrutin för isolering.....	35
6.3.2 Beställning med fraktkostnad	36
6.3.3 Beställning med fraktfri leverans	36
6.3.4 Jämförelse med lagerhållningsränta.....	37
6.3.5 Nuvarande beställningsrutin för elcentral	37
6.3.6 Beställning med fraktkostnad	38
6.3.7 Beställning med fraktfri leverans	38
6.3.8 Jämförelse med lagerhållningsränta.....	39
6.4 Beställningspunkt	40
6.5 Sammanställning av analys	41
7 Slutsats	43
Källor	45

1 Inledning

I detta avsnitt presenteras studiens bakgrund via introduktion av företaget Lundby container service, containerombyggnation samt produktion- och materialstyrning. Därefter presenteras problembeskrivning, syfte och frågeställning.

1.1 Lundby container service

Containrar har under en lång tid tillbaka varit ett av de vanligaste sätten att transportera gods. Till en början användes de för att transportera gods på järnvägar men detta kom att ändras. Mellan åren 1968 och 1970 infördes det ISO-standarder för måtten på containrar vilket innebar att måtten till containrar blev standardiserade internationellt. Numera finns containern i två storlekar enligt ISO standarder där längden är 20fot (6,1m) eller 40fot (12,2m) medan bredden på 8fot (2,4m) är samma på båda containertyper (Meisel, 2009). Gällande standarder och säkerhet förses alla containrar med en CSC säkerhetsgodkänt plate för att garantera att containern är i tillräckligt gott skick att fraktas (bnsc, 2021).

I Göteborg finns Skandinavien största containerhamn som står för cirka 60% av Sveriges containerhandel och i nära anslutning finns containerdepåer och containerservice. Företaget Lundby containerservice eller LCS grundades år 1966 och de har 3 verksamhetsområden vilka är: tomcontainerdepå, trading av containrar och ombyggnationer av containrar. Tomcontainerdepå är LCS största verksamhetsområde där det tomma containrar besiktas och lagerhålls. Inom detta segment ingår även reparationer på containrarna för att de ska få godkänt besiktning och kunna återleverans. Inom detta område är rederier och speditörer kunden medan inom de andra verksamhetsområdena har företaget byggbranschen och verkstadsindustrin som sin kundbas. Inom trading av containrar är LCS ledande i Sverige och har därmed en stark konkurrenskraft gentemot andra aktörer. Tradingen innefattar uthyrning och byten mellan containrar.

1.1.1 Containerombyggnation

Det har på senare år funnits en ökad efterfrågan för containerombyggnation och därför vill företaget genomföra förändringar i verksamheten. I dagsläget hyr de temporära produktionslokaler ca 5km från nuvarande lokaler för att förse efterfrågeökningen. Däremot vill de ha all produktion under samma tak och planerar därför att öka produktionsytan från 280kvm till 1200kvm år 2022. Inom detta ingår det också att anställa fler personal inom just containerombyggnation. Ledningen menar att i led med utökad produktionskapacitet måste produktionsflödet och materialhanteringen utvecklas. Detta för att nå ett affärsmål att öka omsättningen inom ombyggnationer med 500% inom 5 år. Företagets VD och produktionschef har dessutom önskemål att gå mot ett lean arbetssätt inom produktionen eftersom de haft en positiv erfarenhet av det sedan tidigare.

Inom containerombyggnation finns det flera produktionsflöden däribland gul, blå, blå+ och grönt. Produktionsflödet för en container bestäms utifrån kundspecifika ingrepp samt lagerhållning av önskat material. Inom ramen av detta arbete kommer fokus ligga på 20fot containrar i det blåa flödet då det är flödet och containerstorleken med flest kundordrar. Med andra ord sker utvecklingsarbetet inom det flöde som påverkar verksamheten i störst utsträckning. I det blåa produktionsflödet ingår montering av isolering, elcentral, belysning, lås samt gångdörr där kunden kan välja en eller flera av processerna.

Under de senaste åren har fler moment inkluderats i det blå flödet och företaget vill fortsätta inkludera fler processer i flödet för att kunna ge kunden fler konfigurationer av containrar som produceras och levereras snabbt.

1.1.2 Produktion- och materialstyrning

Produktion- och materialstyrningen på Lundby container service genomförs företrädesvis av två personer, produktionschef med stöd från kvalitét- och försäljningsansvarig. Lundby container service har ett kundorderstyrt produktionssystem där alla containrar tillverkas efter kundorder. Planeringen av produktionen genomförs en gång i veckan utav produktionschef och kvalitét- och försäljningsansvarig. Allt material som behövs i det blå flödet förutan gångdörr lagerförs för att kunna ha tillgång till materialen och därmed påbörja produktion så fort som möjligt. Gångdörr behöver inte lagerföras då den levereras på en arbetsdag och beställs efter kundorder. Resterande material har längre ledtider och högre efterfrågan och behöver därför lagerföras. Inköp av material genomförs av produktionschef en gång i veckan för vissa material och var tredje vecka för andra. Detta är däremot ett nytt initiativ för materialstyrningen och det kan beställas fler gånger i veckan vid behov. De beställda materialen tas emot av produktionschef eller kvalitét- och försäljningsansvarig.

Produktionschef har också ansvar för den dagliga styrningen av verksamheten och genomför ett morgonmöte där operatörerna får ta del av dagens produktion via en utskriven arbetsorder. Under morgonmötet har operatörerna tillfälle att ställa frågor angående arbetsordern. Därefter styrs produktionen av operatörerna som oftast arbetar i par men kan även arbeta individuellt. Operatörerna har ansvar för att allt material och verktyg som behövs för den specifika kundordern finns nära till hands. De har även ansvar för att koordinera och dela upp arbetsuppgifterna tillsammans med sin arbetskamrat. Om det uppstår frågor under arbetsgång har operatörerna möjlighet att kontakta produktionschefen för eventuella tydliggöranden.

Antalet 20fots containrar i det blåa flödet som kan produceras samtidigt är fyra containrar vilket då också är maxkapacitet för inomhuslokalen. Antal operatörer som arbetar inom produktionen när den är som högst är 4 operatörer samtidigt. Det finns dock också lokaler som kan användas för produktion utomhus under sommarhalvåret. Hämtning och bortföring av containrarna genomförs av en operatör när alla fyra containrar ska förflyttas.

1.2 Problembeskrivning

Lundby containerservice ser möjligheten till ökad omsättningstillväxt med 500% inom 5 år och expansion av verksamheten via containerombyggnation. Därmed behöver företaget utöka sin produktionsyta, anställa ny personal och effektivisera sin verksamhet för att uppnå en ökad omsättningstillväxt. Denna rapport kommer att stå till grund för ett optimerat materialstyrningssystem och produktionsflöde. Det är ett förbättringsarbete som kommer stå grund till att uppnå den förväntade tillväxten och motverka att konkurrenter får marknadsandelar.

1.3 Syfte

Syftet är att utforma ett nytt materialstyrningssystem samt analysera hur produktionsflödet inom det blå flödet för en 20fots container kan utvecklas för framtida lean implementeringar. Ändamålet nås via beställningssystem och ekonomisk orderkvantitet för materialhanteringen. För produktionsflödet nås ändamålet via förbättringsförslag för att nå standardiserat arbetssätt. Dessa effektiviseringar sker i sin tur för att tillgodose den ökade efterfrågan av containrar.

1.4 Frågeställning

För att förstå produktion- och materialflödet i Lundby containerservice och kunna utveckla det behövs en grundläggande förståelse hur flödet ser ut idag.

1. Hur fungerar produktionsflödet och materialstyrningen i nuläget?

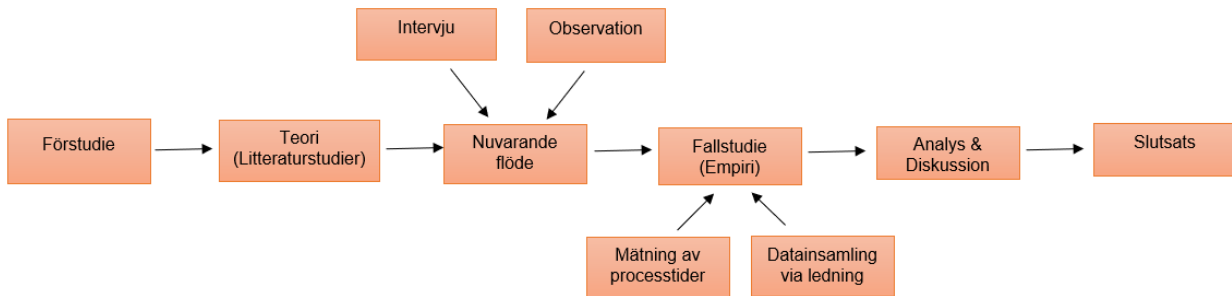
Utifrån förståelsen för produktionsflödet och materialstyrningen har det definierats följande frågeställningar:

2. Hur kan produktionsflödet utvecklas för att vara lämplig för ett standardiserat arbetssätt?

3. Hur kan materialstyrningen effektiviseras med hänsyn till kostnad och lagernivåer?

2 Metod

I följande kapitel beskrivs de metoder som används inom ramen för arbetet. Figur 1 illustrerar en metodkarta som ger en överblick över studiens genomförande. Metoden genomfördes på ett iterativt sätt vilket gör att ändringar tillämpas genomgående i de olika stegen av rapporten på ett icke linjärt sätt. Däremot beskrivs processen som linjär i kommande del för att det ger mer förståelse och tydlighet.



Figur 1 Metodkarta som inkluderar de olika delarna i metoden

2.1 Förstudie

I studiens första fas erhöles en uppdragsbeskrivning från Lundby container service som inkluderade problembeskrivning och uppsatta mål för arbetet. Där definierades även fokusområdet för arbetet som är 20fot containrar inom det blåa flödet. Vidare framkom det önskemål att lean perspektiv används som utgångspunkt för arbetet.

Produktionschef poängterade att det är lämpligt att välja ett antal områden utifrån intresse för att begränsa omfattningen av arbetet. Därmed har det genomförts flera besök hos företaget i detta stadiet för att bilda uppfattning om hur verksamheten drivs.

Utifrån intresse samt potential för förbättring valdes två huvudområden vilka är produktionsflödet och materialflödet. För att kunna fastställa ett lämpligt syfte och frågeställning genomfördes ytterligare observationer på hur operatörer arbetar i produktionen. Det genomfördes även möten med produktionschef för att förstå hur materialflödet fungerar gällande planering och anskaffning.

2.2 Teori

Detta arbete har grundats på tidigare forskning och kunskap som har inhämtas via litteraturstudier. Det har genomförts med hjälp av läroböcker, artiklar och forskning vilket Bo & Patel (2019) menar är ett effektivt sätt att samla kunskap. Det har valts litteratur och forskning som är relevanta för att kunna förstå rapportens olika delar.

De teorier som behandlar produktionsflödet är lean produktion, sju slöseri, standardiserat arbetssätt, layout och cykel- och processtid. De teorier som behandlar materialflödet är ekonomisk orderkvantitet och beställningspunkt. Teorin som är relevant för värdeflödesanalys behandlar både produktionsflödet och materialflödet.

2.3 Fallstudie

För att besvara den första frågeställningen krävdes en fallstudie av hur produktionen och materialanskaffningen bedrivs. Enligt Walliman (2010) är observation en passande metod för att samla data som i sin tur används för att beskriva ett tillstånd. Därutöver är huvudegenskapen med observation att det behandlar ett handlings sätt i stället för uppgett handlings sätt (Hammond & Wellington, 2021, s.137). Detta är i sin tur viktigt för att det kan finnas skillnader mellan det som uppges hända och det som faktiskt sker (Hammond & Wellington, 2021).

Observation är också en lämplig metod för att det ger möjligheten att ta in intryck från alla sinnen och få kunskap som en annars skulle kunna gå miste om (Wideberg, 2002).

Därmed används observation som grund för att beskriva och få förståelse för det nuvarande flödet. Observationen skedde på företagets produktionslokal och materiallager. Det observerades exempelvis hur materialhanteringen sker, hur verktygen är placerade i lokalen och hur operatörerna arbetar. Dokumentering av observationen har skett genom foton och alla foton i rapporten är tagna av författarna förutan två som är tagna ut företagets arkiv. Anteckningar som genomfördes på mobiltelefon samt papper skrevs ner löpande under observationens gång som underlag för rapporten. All information i form av observationer, anteckningar och bilder som samlades under en viss dag skrevs ned i rapporten samma dag för att kunna inkludera alla detaljer.

Vidare är intervju en typ av kvalitativ forskningsmetod där fokus ligger i att identifiera en intervjuades perception eller uppfattning av en händelse (Bo & Patel, 2019). För att kunna besvara de frågeställningar som tidigare formulerats har operatörer intervjuats. Det uppfattades efter intervjuer med operatörerna att de var väldigt positivt inställda för hur produktionen bedrivs och hade inga större synpunkter kring hur produktionsflödet kan utvecklas. På grund av att intervjuerna inte hade det djup som önskats sammanställs dessa inte i resultatet men det förekommer däremot ett citat i analysen som ansågs vara relevant.

2.4 Resultat

För att kunna erhålla ett resultat för rapporten genomfördes en kvantitativ studie där data inhämtas i form av siffror (Walliman, 2010). Dessa kan användas för att mäta och genomföra jämförelser som är nödvändigt för att besvara frågeställning 2 och 3. I resultatet har det sammanställts mätningar av tid för processerna inom blått flöde som är isolering, elcentral, belysning, dörr samt lås. Det har även sammanställts de processtider som företaget har angett i ett styrdokument. Den övervägande delen av information som inhämtats för denna del redovisas i tabellformat för ökad tydlighet. Den information som samlats ska ses ur linsen för validitet och reliabilitet där validitet handlar om att mäta det som faktiskt ska mätas och reliabilitet är att öka trovärdigheten av studien genom att göra många mätningar (Trochim & Donnelly, 2001).

Inom ramen av arbetet kunde inte önskat antal mätningar göras för att få en högre reliabilitet. För att mätningarna ska vara valida användes samma parametrar för att bestämma när en mätning ska börja och när en mätning ska avslutas. Exempelvis har mätningen för processtid påbörjats när operatören är framför containern och hanterar det första verktyget. Mätningen för gångdörr påbörjades när operatören tog fram mätinstrumentet och avslutades när dörren var färdigmålad. Mätningen för isolerings processen påbörjas när operatören packar upp isoleringen och avslutas när operatören har borrar sista skruven i isoleringen. Nästa mätning som är för elcentral och belysning påbörjades när operatören tog fram mätinstrument inne i containern och avslutades när operatören skruvade sista skruven för installeringen av lyset. Slutligen påbörjades mätningen av processtiden för låset när mätmallen togs fram och avslutades när sista skruven var borrarad. Beroende på när operatören tog rast pausades mätningen men mätningen pausades inte när operatören gick iväg för att hämta material och verktyg som saknades. Dessa inkluderas istället i mätningen för respektive process.

Det har tagits fram data i form av försäljningsstatistik via försäljningsansvarig på företaget. Detta för att få fram vilka processer som kunderna la order på under en viss tidsperiod. Därmed redovisas de antal 20 fot containrar inom det blåa flödet som är försedda med en eller flera av tillvalen isolering, elcentral, belysning, dörr och lås. Anledningen till att dessa inkluderas var främst för att sätta dessa siffror emot den uppfattning som ledning har om vilka processer som beställs mest. Syftet med detta är i sin tur att illustrera hur efterfrågan skiljer från den uppfattningen som ledning har.

Vidare har det inkluderats beställningsrutiner för isoleringar och elcentraler eftersom det är de processer som har beställts mest men också för att det har varit utmanande för produktionschef att hitta en fungerande beställningsrutin. Därmed har större fokus lagts på just isolering och elcentral. I beställnings rutinerna inkluderas vilket datum som beställningar har gjorts och total inköpskostnad. Dessa används sedan som grund för att ta fram den kvantitet som ska beställas vid varje anskaffningstillfälle via ekonomisk orderkvantitet och när beställning ska ske via beställningspunkt. Detta för att introducera med metod för materialhantering då det i dagsläget inte används några matematiska metoder för att bestämma dessa.

Under arbetets gång genomfördes även kontinuerliga möten med produktionschef och försäljning- och kvalitetansvarig på företaget. Detta för att de hade mest insyn för hur materialstyrningen fungerar och även tillgång till affärssystemet för materialhantering.

För att besvara frågeställning 2 användes kvalitativt data från observationer i kombination med kvantitativt data från mätning av processtider. Observationen ger information kring hur genomförandet av produktionsprocesserna har skett men också skiljt mellan olika operatörer. Ledningen har poängterat det är relevant att veta hur långt tid produktionen tar för att i sin tur kunna planera efter det. Då företaget har önskemål att arbeta med lean produktion används insamlad data för att redogöra hur produktionen kan bli lämplig för ett standardiserat arbetsätt vilket är en förutsättning till lean produktion.

All data som insamlats har analyserats i analys & diskussionskapitlet med stöd av teorin i den utsträckning som är relevant. Till slut besvaras frågeställningen i slutsatsen.

3 Teoretisk referensram

I detta kapitel presenteras och sammanfattas den teoretiska referensram som ligger till grund för studien.

3.1 Lean produktion

Lean produktion härstammar ifrån Toyota där idén grundar sig på att eliminera slöseri samtidigt som man vill skapa maximalt kundvärde på slutprodukten (Liker, 2006).

Ett användbart begrepp inom lean är att värdera tid och resurser till en värdeskapande del eller en icke-värdeskapande del. Där den värdeskapande delen innefattar aktiviteter som resulterar i mervärde för slutkunden, medan icke-värdeskapande aktiviteter är bakomliggande faktorer. De icke-värdeskapande aktiviteterna brukas delas upp i två delar, slöseri och nödvändiga delar till slutprodukten. Där slöseri delen är delar i produktionen som går att eliminera utan att påverka slutprodukten, medan de nödvändiga delarna i stället går att minimera för att förbättra produktionen. Historiskt sett har många företag lagt fokus på att förbättra den värdeskapande delen då den har direkt anknytning på resultatet till slutkunden. Dock står den icke-värdeskapande tiden för en mycket större del av den procentuella ledtiden för produktionen, upp emot 90%. Fokuset bör därmed läggas på att eliminera slöseri som inte skapar något mervärde på slutprodukten (Blücher & Öjmertz, 2004).

3.1.1 Sju slöseri

Ett välkänt begrepp inom lean produktion är slöseri, dvs att eliminera delar i produktionsprocesser som inte ger något slutvärde för kunden. Det finns enligt Liker (2006) följande 7 slöseri:

Transport är en typ av slöseri som syftar på onödig transport av produkter i arbete (PIA) inom en produktionsprocess. Det inkluderar förflyttningen av delar eller färdiga produkter in och ut ur lagret mellan processer.

Lager är ett slöseri som syftar på överflödigt råmaterial, PIA, färdiga produkter som gör ledtiderna längre, defekta gods, transport och lagerhållningskostnader samt förseningar. Det är viktigt att minska dessa slöseri för att kunna frigöra kostnaderna som har bundits upp i processen. Lager ses även som ett problem som gömmer andra problem så som obalanser i produktioner leverantörens förseningar, defekter och långa tider att ställa upp processer.

Onödiga rörelser inkluderar alla rörelser som görs under ett arbete som inte är värdeskapande. Dessa kan vara rörelser som att sträcka sig, leta efter verktyg och stapla verktyg eller produkter.

Väntan syftar på slöseri där en person till exempel står och väntar på nästa steg i processen, väntar på verktyg, leveranser, delar och liknande. Det inkluderar även all väntetid på grund av att maskiner ligger nere, flaskhalsar och bristen på material i lager.

Outnyttjad kreativitet är en typ av lean slöseri som inte direkt påverkar produktionsprocessen. Det handlar om att tappa tid, idéer, kompetens och förbättringar på grund av att företaget inte lyssnar på sina anställda. Det handlar om att ge de anställda möjlighet att dela med sig av vad de tror behövs göras för att produktionen ska förbättras.

Överproduktion är ett slöseri som bidrar till mer slöseri som följd. Det gäller att tillverka den kvantitet som kunderna efterfrågar men detta är en svår uppgift då efterfrågan oftast varierar. Det kan exempelvis handla om varierande efterfrågan i olika säsonger, dvs säsongsvariation. Med en överproduktion får man en ökad lagerhållningskostnad, samt andra slöseri som exempelvis fler transporter mellan lagerna då det kan kräva externa lager ifall överproduktion appliceras. Vilket då även påverkar rörelser mellan lagerna. Ett alternativt lösningsförslag till överproduktion är att använda sig att ett pull-system, dvs att efterfrågan styr produktion. Att företaget inte alltid producerar lika mycket utan producerar när efterfrågan finns. Överproduktion

kan däremot enkelt ske om man använder sig av ett push-system som inte förhåller sig till efterfrågan.

Överarbete är ett slöseri som betyder att man ger mer värde till sin produkt eller tjänst än vad kunden har betalat för. Dvs att kunden inte kommer att märka någon skillnad på den extra tiden och kostnaden överarbetet har kostat. Det gäller att hitta rätt mängd arbete kring produkten som kunden är villig att betala för.

Defekter kan leda till antingen kassation eller i bättre fall till omarbetning. Detta kan kosta företagen mycket värdefull tid samt bidra till höga kostnader. Om produkten behövs kasseras behövs en ny produkt göras, om produkten behövs omarbetas behövs produkten skickas tillbaka till produktionen igen och ta upp tid för produkterna i det vanliga flödet. I vissa fall har man omarbetningsområden för att inte störa det normala flödet och riskera i att blockera upp eller stoppa flödet ifall det sker mycket defekter.

3.1.2 Standardiserat arbetssätt

Standardisering är enligt Liker (2006) grunden för kontinuerliga förbättringar. Det är även grundpelaren i att kunna bygga in kvalitet i produktionsprocessen och slippa defekter. Idén är då att operatörer och ledning ska arbeta tillsammans för att utforma den standardiserade processen. Ungan (2006) diskuterar att ett bra sätt att standardisera arbetsprocesser är genom dokumentation. Alltså att en dokumenterar den operatör som genomför en viss process på bästa sätt, för att sedan lära ut metoden till alla anställda. Detta minimerar variation i produktionen samt leder till effektiva processer via medarbetardeltagande.

Dennis (2016) menar att standardiserat arbetssätt har flera fördelar. Den första är att processen förblir stabil vilket gör att målen inom produktivitet, kvalitet, kostnad, ledtid, säkerhet samt miljö. En annan fördel är att processerna får en tydlig start och avslut. Detta tillsammans med taktid, försäljningsstatistik, cykel- och processtid ger möjligheten att få en överblicksbild av produktionen. Standardisering av arbete bör utvecklas via samarbete med operatör och ledning. Här ingår det även att utveckla metoder för att minimera felkällor. Vidare bidrar det till organisatoriskt lärande, alltså att kunskapen kan bevaras inom företaget när en viktig medarbetare slutar. Standardisering ger även möjligheten att analysera nuvarande tillstånd och revidera processerna om det behövs. Med andra ord, om ett företag inte vet hur de arbetar kan de inte heller utveckla arbetet. Slutligen är standardiserat arbete grunden för att medarbetare ska kunna genomföra processerna på ett korrekt sätt och lära upp nya medarbetare.

3.1.3 Värdeflödesanalys

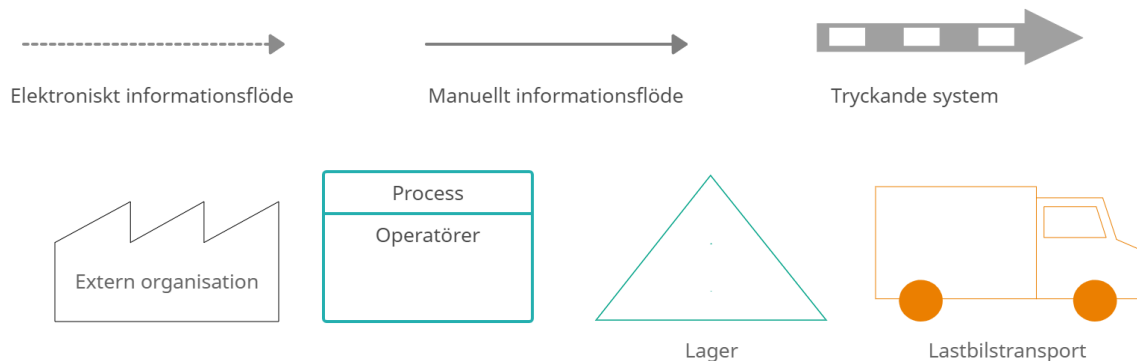
Värdeflödesanalys är ett centralt begrepp inom lean produktion och handlar om att visualisera processer, materialflöden och informationsflöden av en specifik produkt eller produktfamilj (Rother & Shook, 2003). Värdeflödesanalys kallas även Value Stream Mapping (VCM) och är en viktig utgångspunkt för att kunna utveckla och driva förbättringar inom företaget. Detta innefattar en kartläggning av en produktion från att leverans av material har anlänt till att produkten har levererats till slutkund.

En värdeflödesanalys ska visualisera de processer eller produkter som genererar värde och inte genererar värde. Värdeflödesanalysen inkluderar varje produktionsprocess med tillhörande cykeltid och processtid. Tiderna ger en fingervisning om vilka processer som kan förbättras för att produktionen ska bli mer stabil. Värdeflödesanalysen kan också användas för att identifiera slöseri i ett produktionssystem för att förbättra den (Rother & Shook, 2003).

Enligt Liker (2004) är svårt att göra en värdeflödesanalys över en produktion som inte är standardiserad. Detta eftersom cykel- och processtiderna varierar eftersom det inte finns något standardiserat sätt att utföra momenten. Däremot kan den nuvarande kartläggningen i värdeflödesanalysen bygga på en uppskattning av samtliga processer. En framtida kartläggning

genomförs efter att standardiserade moment har implementerats och tiderna har blivit specifika (Rother & Shook 2003).

I en värdeflödesanalys används ett antal symboler för att beskriva en produktionsprocess och dessa illustreras i figur 2.



Figur 2 Symbolbeskrivning för värdeflödesanalys

3.1.4 Cykel- och processtid

Cykeltiden beskriver den enstaka processens maximala hastighet, dvs den maximala tiden en process tar att utföra. Cykeltiden är baserad på processtiden och antalet operatörer per moment. Dvs hur lång tid en specifik process tar att utföra med antalet operatörer.

Processtiden beskriver den totala tiden det tar att utföra en process utan hänsyn till antalet operatörer (Liker, 2004). Ekvationen för cykeltiden är följande:

$$\text{Cykeltid} = \frac{\text{Processtid}}{\text{Antalet operatörer}} \quad (1)$$

3.2 Ekonomisk orderkvantitet

Ekonomisk orderkvantitet eller EOK är en metod som väger upp lagersärkostnader och ordersärkostnader så att de är så låga som möjligt i förhållande till för att komma fram till en optimal orderkvantitet (Jonsson & Mattson, 2016, s.324). Detta sker i sin tur genom att säkerställa att ordersärkostnaderna och lagersärkostnaderna är så låga som möjligt.

Det beräknas genom följande formel:

$$EOK = \sqrt{\frac{2 \times E \times O}{L \times V}} \quad (2)$$

Där

E = efterfrågan per tidsenhet

O= ordersärkostnad per ordertillfälle

L= lagerkostnad i procent per tidsenhet

V= varuvärde

Orderkostnaden och lagerhållningskostnaden kan dock också räknas via formel (3) och (4), där Q är orderkvantiteten.

$$\text{Orderkostnad} = \frac{E \times O}{Q} \quad (3)$$

$$\text{Lagerhållningskostnad} = \frac{Q}{2} * V * i \quad (4)$$

3.3 Beställningspunkt

Beställningspunkt är ett lagerplaneringssystem som används för att ta fram när nytt material ska beställas (Jonsson, P. och Mattsson, S-A, 2016). Om lagernivån underskrider beställningspunkten så skickas en order om påfyllning. Detta beräknas genom att identifiera förbrukningen under ledtiden adderat med ett säkerhetslager. Där förbrukningen under ledtid är den genomsnittliga förbrukningen, multiplicerat med leveranstiden.

Säkerhetslager inkluderas för att motverka oförutsägbara händelser så att det alltid finns ett extra lager ifall exempelvis en oförutsägbar stor order beställs av kund. Det finns två olika beställningspunktsmetoder, där ena är en kontinuerlig kontroll av lagret medan den andra metoden är att lagret kontrolleras mellan varje lagertransaktion. Beställningspunkten beräknas som förbrukningen under ledtid adderat med säkerhetslagret. Detta beräknas genom följande formel:

$$BP = E \times LT + SL \quad (5)$$

Där

E= efterfrågan

LT=ledtid

SL= säkerhetslager

Det finns flera sätt att dimensionera säkerhetslager enligt Jonsson & Mattson (2016). Ett sätt är genom att bestämma utifrån servicenivå och variationer i efterfrågan. I denna metod bestäms säkerhetslagret enligt en säkerhetsfaktor utifrån önskad servicenivå och enligt efterfrågeändringar som uttrycks i en standardavvikelse. Denna metod är framförallt användbart för företag som har flera olika artiklar i sitt lager och måste prioritera vilka varor som ska kunna nå kunden även om det blir drastiska efterfrågeändringar. Ett annat sätt att dimensionera säkerhetslager är utifrån snittefterfrågan under en viss tidsram. Snittefterfrågan och tidsramen kan i sin tur väljas utifrån det som finns under ledtid eller annan relevant tidsram utifrån erfarenhet.

3.4 Layout

Det finns flera olika layouter som ett företag kan förhålla sin produktion till. Där den specifika layouten lämpar sig beroende på produktionens upplägg. Framst beroende efter produktvariationen och produktionsvolymen.

Fixerad layout

En fixerad layout innebär att operatörerna som monterar produkten förhåller sig till samma plats för samtliga arbetsmoment, då produkten i en fixerad layout befinner sig i en fast position. Detta ger en hög produktvariation men med en lägre produktionsvolym, vilken innebär att produktionstakten är begränsad. En fixerad layout förknippas ofta med stora projekt som tar lång tid och projekt eller produkter som är svåra att förflytta som exempelvis flygplan (Holweg, Davies, De Meyer, Lawson & Schmenner, 2018).

Process layout

I en process layout utgår man från likheten mellan processerna, så att alla de liknande processerna är sammanfogade och befinner sig i närheten av varandra. Denna typ av layout befinner sig mellan en fixerad layout och en produktlayout, gällande produktvariationen och produktionsvolymen. Där produktvariationen är hög, men lägre än den fixerade layouten. Dock är produktionsvolymen högre än den fixerade layouten men inte högre än produkt layouten som har den högsta produktionsvolymen (Holweg et al., 2018).

Produkt layout

En produktlayout innebär att produkten förflyttas till en specifik station där operatörerna utför specifika moment på produkten. När operatörerna sedan är klara med sin process förs produkten vidare till nästa process som befinner sig på en annan fysisk plats. Detta resulterar i en hög produktionsvolym medan produktvariation är låg. En produktlayout är ofta associerad med det löpande bandet inom fordonsindustrin där massproduktion sker och variationen på produkten är begränsad (Holweg, et al., 2018).

4 Nuvarande produktionsflöde

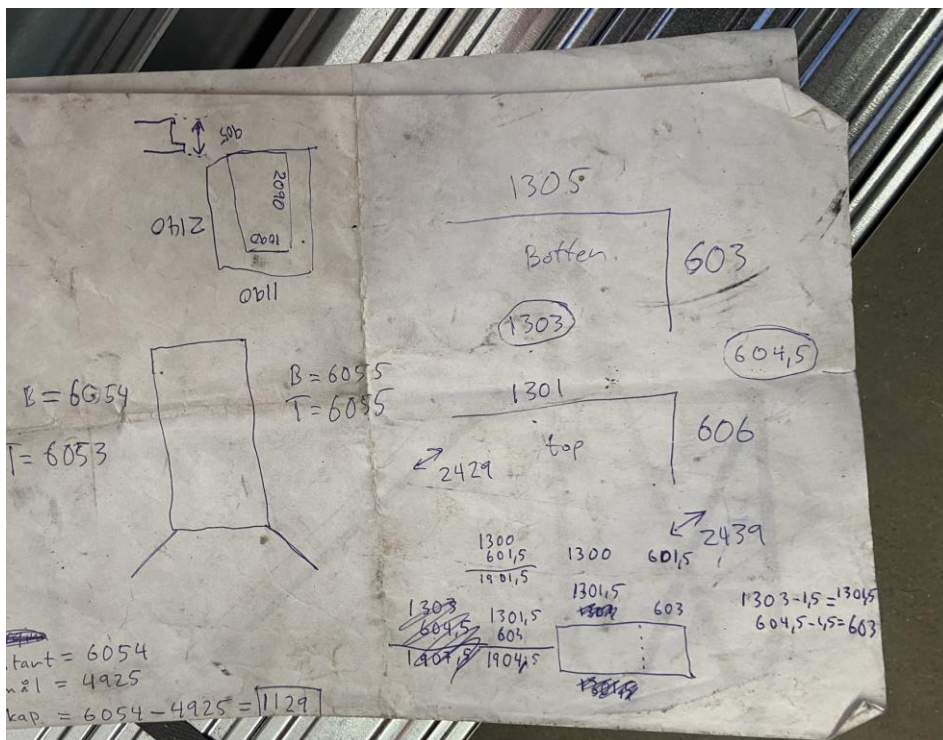
I detta avsnitt kommer samtliga processer som ingår i det nuvarande produktionsflödet att beskrivas. De är skrivna i turordning utefter produktionen av en 20fot container från början till slut. Vidare ges en överblick över produktionslokalen i form av layout utav produktionslokalen och lagret för att få en förståelse till verksamhetens utformning. Avslutningsvis summeras det nuvarande produktionsflödet av en värdeflödesanalys.

4.1 Produktionsprocesserna

Lundby container service nuvarande flöde ser ut på följande sett:

1. Mottagen kundorder
2. Färdigställande av design av container
3. Planering
4. Materialplanering
5. Produktionsorder

I det första steget skickar kunden en order till LCS om hur deras container ska vara ombyggd. Vid beställning av dörr och håltagning kan det eventuellt krävas mått och ritskisser för att säkerställa korrekt placering. Därefter läser LCS igenom kundordern och om det inte behövs ytterligare information från kund blir beställningen bekräftad. Allt material som behövs för ombyggnationen finns lagerfört och bokas upp i affärssystemet efter kundorder. I figur 3 visualiseras en skiss som operatörerna har ritat enligt instruktioner från kund där mått för specifika skärnings- och svetsmoment inkluderas.



Figur 3 Skiss över mått till flera olika skärningsmoment.

När allt är fastställt påbörjas produktionsordern efter i genomsnitt 1 vecka, där en arbetsorder tilldelas till operatörerna vid produktionsstart. På arbetsordern beskrivs samtliga processer som ska göras samt specifikationer om exakt vilken typ av artikel som ska hämtas ut från lager. Alltså fungerar arbetsordern som ett informationsunderlag och som signal för dagens materialplanering. För varje arbetsorder arbetar 2 operatörer som hjälps åt att förbereda inför produktionen. Arbetsuppdelningen för delmomenten bestäms av operatörerna där kollegor som

samarbetat tidigare, ibland har egna strukturer på hur de planerar och arbetar. Däremot arbetar ibland operatörerna ensamma, med hjälp från en kollega på enstaka moment.

Den ena operatören hämtar containern medan den andra plockar fram huvudkomponenter så som isolering, elcentral, belysning, lås och gångdörr efter arbetsorder. På arbetsordern står det även vilken containerstorlek och färg det ska vara på containern som ska tas fram. Utöver detta spelar det ingen roll vilken container som ska tas ut från containerlagret. Därutöver tas verktyg och skyddsutrustning fram vid behov annars finns förbrukningsmaterial som skruv och spik på en materialvagn som illustreras senare i figur 9.

Produktionens eventuella första steg, beroende på om det efterfrågas av kund är skärning. Här görs utskärningen av hål enligt kundens önskemål. Därefter påbörjas monteringen av gångdörr genom skärning av container och sedan montering av en ram för att sedan kunna placera en gångdörr. När detta är utfört appliceras isolering och elektronik i form av elcentral och belysning. Vid montering av isolering krävs i viss del beskärning av denna framför allt om det installeras gångdörr. Vid montering av elektronik monteras elcentralen på insidan av containerns långsida. Beroende på kundens önskemål av synliga eller icke synliga LCS loggor, automatisk eller manuell strömbrytare installeras 1 av 6 olika elcentraler. Utöver dessa processer ingår även montering av gångdörr och lås.

1. Skärning
2. Svetsning
3. Montering av gångdörr
4. Montering av isolering
5. Montering av elcentral och belysning
6. Montering av lås

När dessa steg är genomförda är containern färdig bearbetad och lagerhålls i cirka 2 dagar innan utlämning till kund sker. Den totala tillverkningstiden för samtliga moment för de flesta containrarna uppskattas till ungefär 8 timmar. Däremot är varje kunds efterfrågan unik och i vissa fall kan ombyggnationen behöva större ingrepp och kan ta upp emot 12 timmar.

4.1.1 Skärning och svetsning

Skärnings och svetsnings processerna är de första två processerna i flödesschemat, där en operatör per container skär och svetsar. Ibland kan även skärningen och svetsningen ske parallellt på var sin sida av containern dvs att 2 personer ibland jobbar på samma container om urskärning ska ske på båda containerns sidor. Processerna tar olika lång tid beroende på hur stort område som ska skäras ut. Därmed är cykel och processtiden beräknat efter antalet meter som skärs ut, dvs 30 min/meter för varje moment. Process- och cykeltiden för dessa processer är svårt att förutspå då det varierar beroende på urskärningens omkrets. Där storleken kan variera mycket beroende på kundens önskemål. Dessa processer är uppdelade i delmoment, där skärningen är uppdelad till:

1. Mätning
2. Skärning
3. Efterbehandling

Där det sista delmomentet är förebyggande underhåll och utjämning av skärningen.

Svetsningens delmoment är följande:

1. Svetsning av ram på container
2. Efterbehandling

När skärning och svetsning är gjort på containern kan det se ut som i figur 4. Dessa processer inkluderas dock inte i varje ombyggnation, utan sker endast under enstaka processer. Skärningen och svetsningen sker enligt företaget endast 20% av kundordrarna. Där kunden inte alltid behöver extra hål och därav inte skärning.

4.1.2 Gångdörr

Att montera en gångdörr kräver 2 personer och har den längsta processtiden. Där cykeltiden med 2 operatörer är 3,5 timmar för att montera dörren, vilket resulterar i en processtid på 7 timmar. Enligt företaget efterfrågas denna tillval i ca 20% av alla kundordrar.

Delmomenten inom denna process är:

1. Mätning
2. Skärning
3. Efterbehandling
4. Svetsning
5. Efterbehandling
6. Montering av dörr
7. Droppskydd
8. Målning av dörr

Processen börjas med att mäta ut, baserat utefter kundens ritningskiss vart gångdörren ska vara placerad, antingen på långsidan av containern eller på dörren av containern. En dörr är vanligtvis 210x90 vilket innebär att omkretsen för skärningen är 6 meter. Enligt företagens estimering ska det därav ta 180 minuter att skära ut dörren, samt 180 minuter att svetsa den. När svetsningen är utförd så monteras dörren på den urskurna ramen, och därefter svetsas den fast i ramen. När gångdörren är monterad så mäts och skärs ett droppskydd över dörren. Till sist målas gångdörren till containerns färg, vilket innefattar förberedelse till målning i form av tejning runt omkring dörren för att undvika att färga containern, och sedan själva målning. En färdigmonterad gångdörr i containerns färg, syns i figur 4, där gångdörren är monterad på långsidan av containern.

4.1.3 Isolering

Isolerings processen görs enligt företagens estimeringar till 95% av alla containers i det blå flödet och har en processtid på 4 timmar. I detta steg arbetar 2 operatörer för att montera isoleringen, däremot jobbar 1 operatör ensam ibland. De uppdelade delmomenten är:

1. Montering av skenor
2. Placera isoleringen i skenor
3. Skruva fast isolering
4. Montera slutklämma

När skenor är placerade och fastskruvade längst sidorna är nästa steg att bära och skjuta in isoleringen. Därefter skruvas isoleringen fast med 4 skruvar per isoleringsskiva för att motverka rörelser sidledes. Sedan monteras en slutklämma för att motverka att isoleringen faller inåt. Operatörerna börjar med att först montera och skruva fast de två yttersta isolerings skivorna för att ha en grund att utgå ifrån när resterande skivor ska placeras. Därefter placeras samtliga isolerings skivor längst långsidorna som fästes samman och skruvas ihop. Efter att långsidorna är isolerade monteras kortsidan, sedan portarna och till sist taket. Vid montering av takisoleringen så behövs det två personer för att lyfta upp skivorna på ett säkert och ergonomiskt sätt. När containern är färdig isolerad kan den se ut som i figur 4.

Vid isolering av containerdörren placeras frigolit först och sedan sätts en tunnare isolerings skiva över för att hålla ihop isoleringen. Detta till skillnad från resterade isolering som redan är ihopsatta med frigolit från leverantören.

Portarnas isolering kan skilja sig beroende på ifall en gångdörr ska monteras eller ej. När detta sker krävs en urskärning av isoleringen kring dörren, vilket då tar längre tid jämfört med isoleringen på en container utan gångdörr.



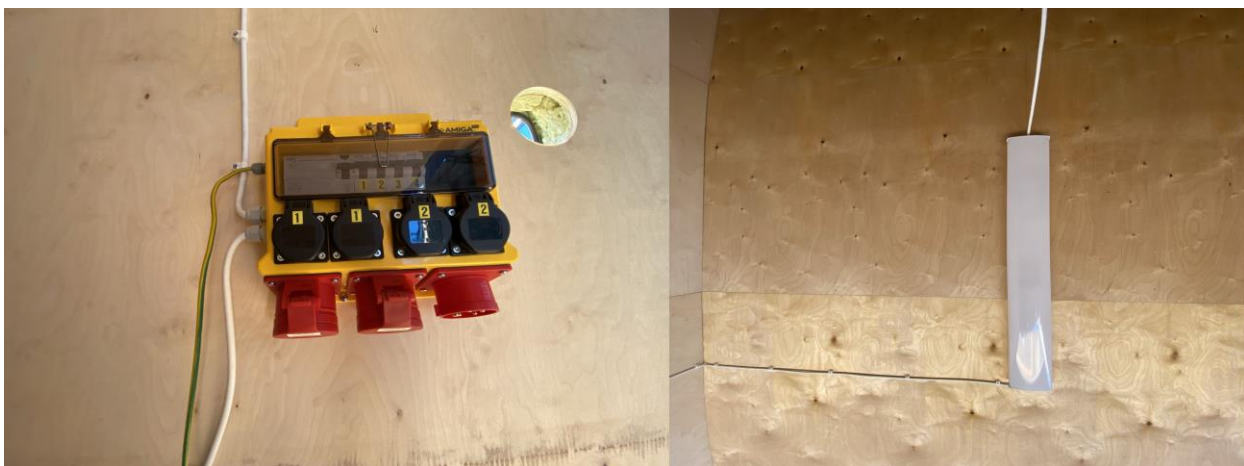
Figur 4 Skuret och efterbearbetat hål i container (vänstra bilden), färdigmonterad gångdörr på långsidan av en container (mitten bilden) och en färdig isolerad 20fots container utan belysning och elcentral (högra bilden) som är erhållen ur företagets arkiv.

4.1.4 Elcentral & Belysning

Elcentralen och belysningen monteras parallellt av 2 operatörer och tar enligt företaget 2 timmar att genomföra. Den ena operatören borrar ett genomgående hål i containern för elcentralens strömkabel, samt monterar ett droppskydd i plast på utsidan för att skydda hålet. Därefter monteras elcentralen med hjälp av 4 skruvar i var sitt hörn. Där en monterad elcentral och ett genomgående hål genom containern syns i figur 5. Det finns 6 olika elcentraler som monteras beroende på kundens efterfrågan gällande vad de vill kunna koppla upp på sin container. Gällande belysning kan kunden göra val mellan sensorstyrd och manuell belysning.

Den andra personen mäter och monterar belysning som sätts fast i tak isoleringen. Sedan installerar montören de två lysrören genom att dra elsladden genom lysrören till elcentralen, som syns i figur 5. Elcentralen är en lagervara, där en anställd poängterar att om en specifik typ inte finns i lager, exempelvis en elcentral utan företagslogga "får vi ta bort loggan på de elcentraler som vi har med hjälp av en vätskelösning".

Om kunden däremot inte efterfrågar isolering men belysning, behöver LCS svetsa fast belysningen i taket.



Figur 5 Färdigmonterad elcentral med hål för strömkabel (vänstra bilden), samt monterad och installerad belysning i isoleringen, med dragen elsladd längst taket och ner till elcentralen (högra bilden).

4.1.5 Lås

Den sista processen är monteringen av lås och är momentet som tar kortast tid, cirka 30 minuter. Där operatörerna endast mäter vart låset ska sitta och sedan monterar fast låset i containern. Detta kan visualiseras i figur 6, där ett färdigmonterat lås har applicerats på containers kortsida. Mätningen går fort eftersom det finns ett mallverktyg att använda sig av, vilket annars är det som tar tid med denna process.



*Figur 6 Monterat lås på kortsidan mellan gångdörrarna.
Erhållen ur företagets arkiv.*

4.2 Produktionslokal

Lokalen till ombyggnationsverksamheten är ca 150m², där det får plats max fyra 20fots containrar med en area på 58,56 m². Utöver denna lokal finns det utrymme utomhus att arbeta på containrarna men under vintertid görs inga sådana arbeten på grund av kylan. Produktionen har enligt företaget därför en maxkapacitet på vintern med fyra 20fot containrar. När containrarna är färdigarbetade förflyttas samtliga från produktionsytan med hjälp av en containertruck dvs samtliga containrar måste vara klara innan det förflyttas till lagerhållning.



Figur 7 Produktionslokalen med en 20fots container och två 10fots containrar, samt framtaget material i form av isolerings skivor och skenor.

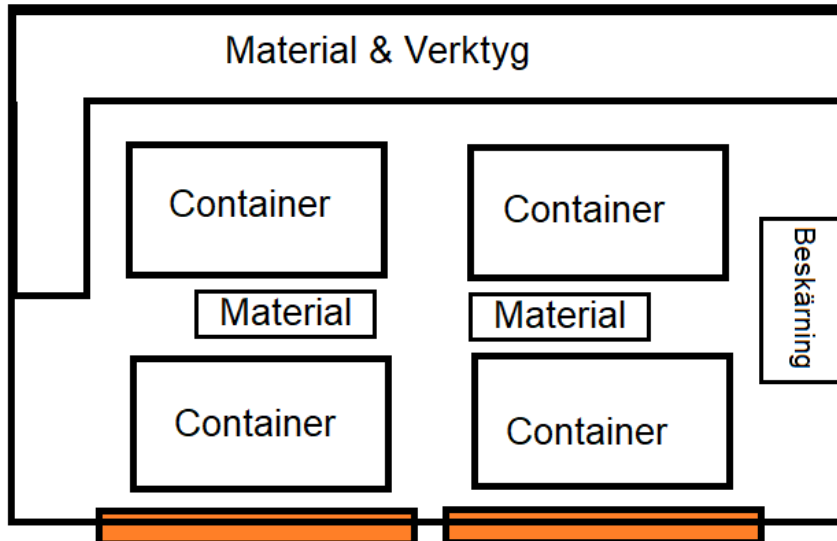
I figur 7 syns en 20fot container som innefattas i det blåa flödet. Detta är produktionslokalen för ombyggnation, där det får plats fyra likadana containrar. I denna bild befinner sig dock endast en 20fot container i lokalen, samt två icke ISO standardmåtts containrar på 10fot. Vilket tyder på en utnyttjad produktionsyta som kan bli fallet när produktionen är kund specifik och varierar från kundens krav och önskemål. I vanliga fall står det 4st 20fots containrar i lokalen, två och två, mitt emot varandra.

Företaget hyr i dagsläget externa lokaler i närheten för att kunna tillgodose det ökade kundintresset. I nuläget hyrs 2 lokaler som är placerade cirka 5 km ifrån företagets mark. Detta kan ses som en provisorisk lösning tills den nya produktionslokalen är byggd.

Själva ombyggnationen sker utefter en fixerad layout dvs att man arbetar runt containern på en fast position. Detta eftersom det tar mellan 15–20 minuter att flytta och justera containern och att det tar timmar att genomföra en process. Därmed är det smidigare att anpassa arbetsstationerna runt containern i olika faser och steg. I dagens läge har LCS en stor mark och därmed möjligheten att bygga ut. Vilket krävs för att få en ökad maxkapacitet då ombyggnationen sker utefter en fast position och det går därmed inte att börja på nästa order förens samtliga containrar i produktionslokalen är färdiga.

4.2.1 Layout inom produktion

Den nuvarande layouten inom ombyggnations verksamheten ser ut som i figur 8. Där material och verktyg hänger på väggen eller är placerade på bord och hyllor nedanför på långsidan, figur 9. Materialen på hyllorna ligger i plastbehållare, kartongförpackningar och i påsar. Därutöver finns det även material på en flyttbar vagn som operatörerna själv plockar på sig de väsentliga materialen och verktygen som behövs till dagens produktion, vilket syns i figur 9.



Figur 8 Layouten inom produktions lokalen, 2st materialvagnar, 4st containrar, material- & verktygsbord längst långsidan, samt beskärning av isolering.

Containrarna står mitt emot varandra och dörrarna öppnas mot mitten av produktionsytan. När produktionslokalen är full, dvs att den består av fyra containrar så brukar materialet vara placerat i mitten av lokalen, mellan containrarna som står mitt emot varandra som det illustreras i figur 8. Materialet är sådana som elcentral och förbrukningsmaterial på materialvagnen. Detta för att de gör alla processer för samtliga containrar parallellt, dvs att de monterar isoleringen på alla containrar innan de fortsätter till nästa moment. De orangea rektanglarna på figur 8 illustrerar portarna som containern körs in och ut ifrån.



Figur 9 Material, verktyg & skyddsutrustning längst långsidan av produktionslokalen. Det finns bland annat skruvar och spikar i olika storlekar (vänstra bilden). Samt materialvagn med framlockat förbrukningsmaterial och verktyg (högra bilden).

4.2.2 Layout inom lager

Isoleringen lagras utanför produktionslokalerna för containerombyggnation. De är placerade på pallar som i sin tur står på stålhyllor. Pallarna som är placerade högre upp kan flyttas med en stor truck och de längre ned flyttas med hjälp av en handtruck. Varje pall förser två 20fot containrar med isolering. Detta syns i figur 10, där det gröna, respektive gula området i figurens nedre hörn förser en container vardera med isolering.

Framför detta lager sker det ombyggnation när rätt klimat lämpar sig. Vilket då försvårar förflyttningen av isoleringen men leder till kapacitetsökning i produktionen. Om det beställs för mycket isolering riskeras en del av det att lagras i produktionslokalen och bidra till en minskad produktionskapacitet. Enligt produktionschefen uppstår det omplaceringar av isolering kontinuerligt och tar 4 timmars arbetstid varje vecka.



Isoleringspall som förser två 20fot containrar med isolering

Figur 10 Lager för isolering, varje pall innefattar 2st satser av isolering. 4x2 pallar per våning, varav 3 våningar av stålhyllor. Till vänster om den stora pilen visas en vit isolering och i röd och vit förpackning finns stenullsisolering och båda används i andra produktionsflöden. Framför den till vänster finns träplankor som används i andra produktionsflöden. Längst ner till höger visualiseras ett bord och annat material.

Förutom isoleringslagret finns det ett lager för elcentralen och belysningen, figur 11. Dessa är placerade på containerlagret utanför produktionslokalerna och inte intill produktionslokalen som tidigare. Anledningen till detta var att det uppstod en incident som gjorde att containern var tvungen att flyttas för att en vägg i produktionslokalen skulle kunna repareras. Detta påverkar närheten till dessa varor, och bidrar därmed till ett ökat gångavstånd tillfälligt. Den vita



Figur 11 Containerlagret med elcentral & belysning. Containerlagret (vänstra bilden), elcentralerna (mitten bilden) och belysningen (högra bilden).

I fallet av att en kund inte vill ha sin container direkt så kan de mot en avgift ställa sin container på ett utomhuslager. Lagret innefattar även containrar som inte har ombyggts än och lagerhålls som på figuren nedan. Containrarna kan som högst staplas fem på höjden medan bredden kan bestämmas av LCS.



Figur 12 Staplad lagerhållning av containrar innan ombyggnation i olika färger

4.3 Värdeflödesanalys

En värdeflödesanalys har gjorts för att visualisera företagets produktion för att få en överblick över specifika arbetsmoment. I en värdeflödesanalys kartläggs flödet över produktionen, där bland annat cykeltiden och processtiden visualiseras. Med detta kan förluster samt värdeskapande aktiviteter identifieras utifrån varje station för att sedan hitta lösningar till det nuvarande flödes problem för att därefter eliminera dem. Värdeflödesanalysen innefattar, från att inkommen leverans av råmaterial har anlänt, till att produkten har levererats till slutkund (Liker, 2006).

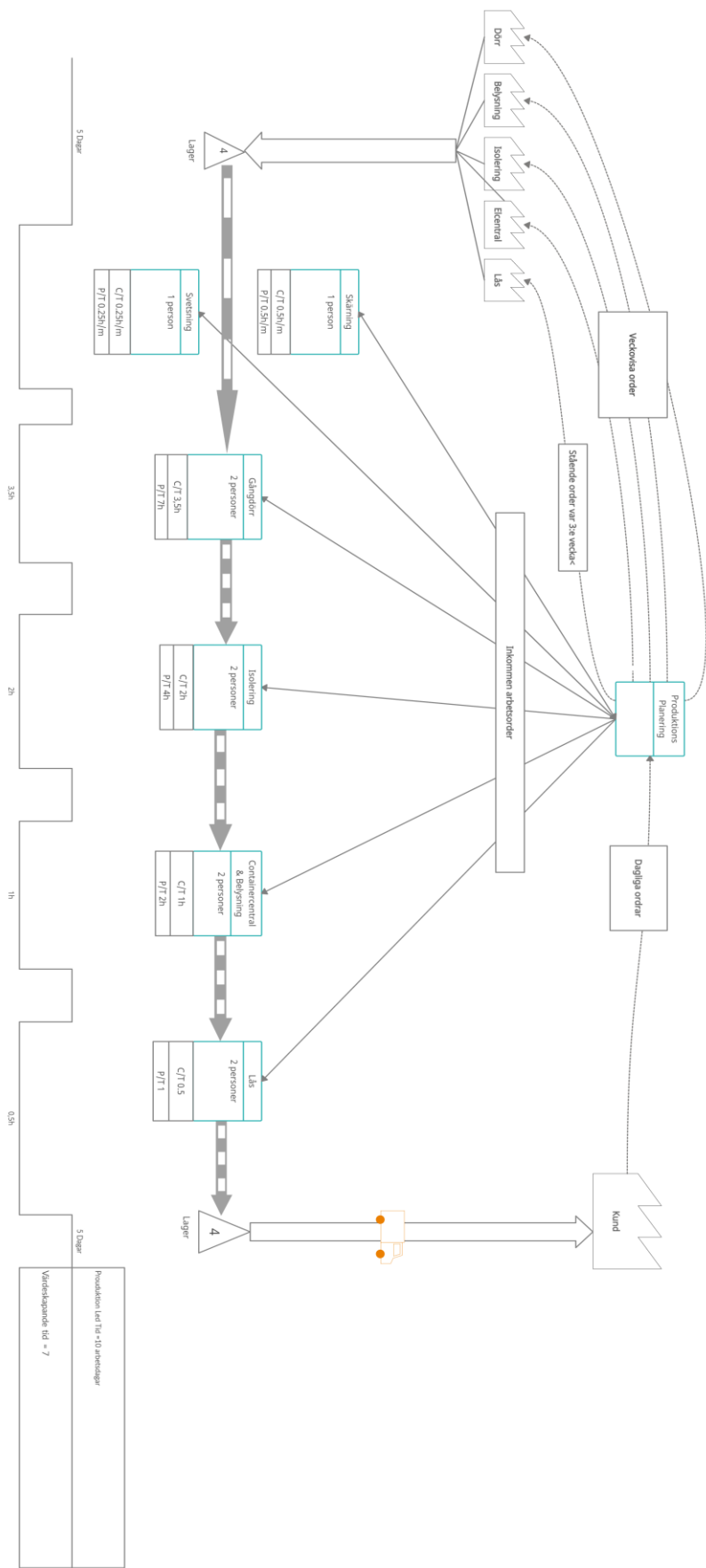
Produkten som har valts ut för värdeflödesanalysen i figur 13 är en 20fot container inom det blåa flödet. Inom informationsflödet är veckovisa ordrar ett nytt initiativ för att skapa en rutin vid beställning av material. Det läggs elektronisk order på dörr, belysning, isolering och elcentral en gång i veckan. Låset har en elektronisk stående beställning var tredje vecka. Däremot är det fortfarande vanligt att material beställs ad hoc. Lagersaldot för isolering, elcentral och belysning justeras i företagets affärssystem efter inkommen kundorder, då en reservation på lagersaldot sker när kunden lägger sin order och justeras först när företaget börjar arbeta på kundordern. Detta kontrolleras i sin tur en gång i veckan med lagerstorsaldot ute i lokalerna. Gångdörren beställs efter inkommen kundorder och levereras nästkommande vardag.

Vidare kan kunder beställa containerombyggnation dagligen. Det inkommer dock inte nödvändigtvis en order per dag utan det kan inkomma flera ordrar på en dag eller inga alls, alltså är kundefterfrågan svår att förutspå.

Gällande produktionsprocesserna noteras det att skärning och svetsning görs för att göra plats för elcentral samt för framtida montering av dörrar. Det kan också behövas skärning samt svetsning om containern har någon skada som måste repareras innan nästa produktionssteg. Cykel- samt processtiden som anges är per meter, vilket kan variera på grund av variationen enligt storlek av skärning och svetsningen. Isoleringen är specialbeställd enligt containermått men kan ibland behövas beskäras för containerdörren.

I varje process i värdeflödesanalysen finns det 4 containrar i arbete. Detta räknat med att utomhus produktionen inte är tillgänglig och att produktionsytan är fullt nyttjad.

I de första momenten krävs det endast 1 person till skärningen och svetsningen, medan den andra personen förbereder inför monterings processerna där det sedan krävs 2 personer per moment. Ledtiden är ungefär 10 arbetsdagar från inkommen kundorder till färdig container.



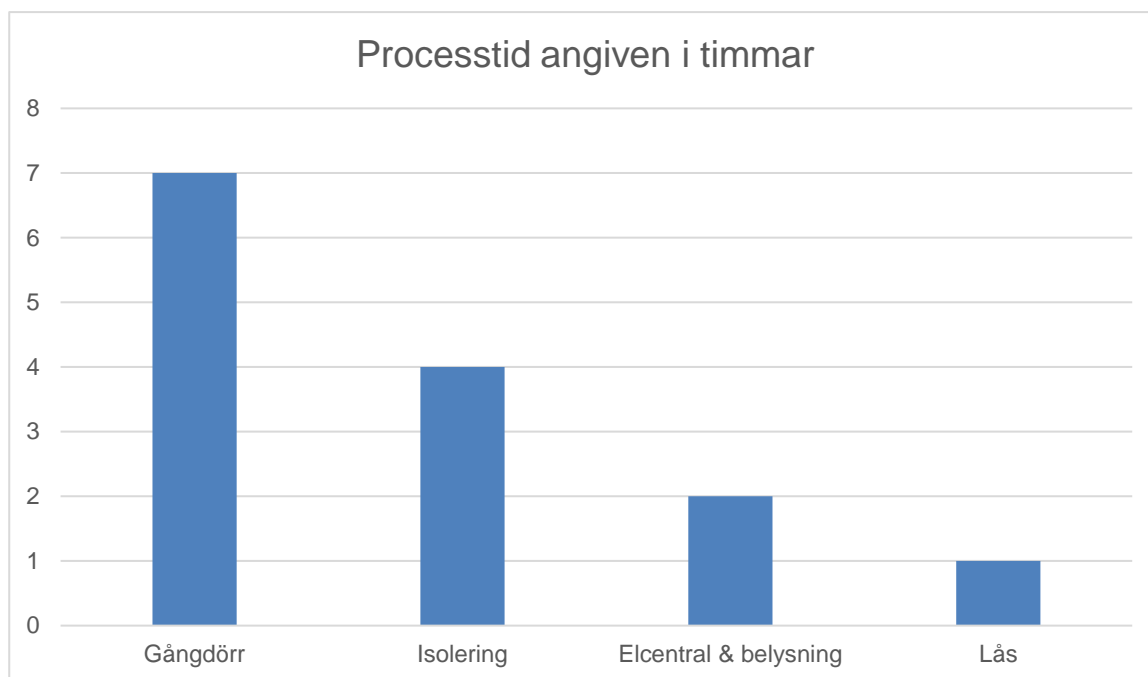
Figur 13 Värdeflödesanalys över det nuvarande produktions flödet

5 Empiri

I detta avsnitt presenteras företagets antagna processtider för samtliga moment i produktionsflödet. Därefter presenteras ett resultat av de tre uppmätta processtiderna i produktionsflödet. Vidare uppvisas antal kundordrar för varje tillval under en specificerad tidsram. Avslutningsvis presenteras företagets beställningsrutiner för isoleringen och elcentral.

5.1 Processtider för nuvarande flöde

I figur 14 illustreras processtiderna som företaget har angivit. Det syns att processtiden för produktion av gångdörr tar 7 timmar. Produktion av isolering tar 4 timmar. Produktion av elcentral och belysning tar 2 timmar. Slutligen tar produktionen av lås 1 timme. Skärningen och svetsningen har inte visualiserats eftersom den varierar beroende på omkrets.



Figur 14 Processtider för gångdörr, isolering, elcentral & belysning och lås.

5.2 Mätning av produktionstid

Produktionstiden har mätts för att förstå hur mycket tid processerna tar samt bestämma hur det förhåller till de angivna tiderna. Mätning 1 av en 20fot container i det blå flödet inkluderar processerna isolering, elcentral och belysning vilket illustreras i tabell 1 nedan. Processtiderna är uppmätta när det är 1 operatör som arbetar ensam på majoriteten av moment.

Tabell 1 Observerade processer och produktionstid i minuter. De olika delmomenten beskrivs kortfattat samt kategoriseras enligt tillhörighet inom isolering, väntan, elcentral, onödig rörelse och lås.

Delmoment	Kategorisering	Tid (minuter)
Utkörning av container till produktionsyta	Isolering	3
Uttag av isolering från lager	Isolering	6
Väntan på ny container pga defekt	Väntan	6
Uttag av metallskenor för isolering	Isolering	8
Borrning av skenor i container	Isolering	3
Borrning av hål på sidan i container för kablage	Elcentral	31
Montage av frigolit på dörren av containern	Isolering	10
Montering av isolering	Isolering	15
Skruvning på isolering samt montage av takskenor	Isolering	12
Isolering av port	Isolering	11
Söker efter material	Onödig rörelse	6
Montering av takisolering och sidoskena	Isolering	11
Mätning för placering av elcentral och belysning	Elcentral	11
Montering av 2 lampor	Belysning	2
Montage av skydd för elkabelhål och borrning av flärp	Elcentral	13
Montage av kabel mellan 2 belysningar	Belysning	13
Byte av elcentral pga tidigare uttag av fel sort	Onödig rörelse	3
Montering elcentral	Elcentral	10
Installation av kabel mellan lampor och elcentral, test av el, sopning av container	Belysning och elcentral	6
Montage av lås	Lås	25
Total produktionstid i manminuter		205

Det var endast vid två moment där det var 2 operatörer enligt tabell 1 och det är de fetstilta momenten. Montering av isolering och elcentral skedde parallellt, då 1 operatör mätte, medan den andra skruvade fast takisoleringen och sidoskenorna efter att båda operatörerna hjälptes åt att placera takisoleringen i takskenorna.

Därefter hanterades ytterligare ett moment parallellt med två operatörer som är elcentral och belysning. Där den ena personen monterade väderskyddsflärp på utsidan av hålet till elcentralen. Medan den andra installerade belysning genom att dra en elkabel mellan belysningen och elcentralen. Därför räknas den dubbla tiden för dessa moment, dvs 11x2, samt 13x2 för att förhålla alla delmoment till en operatör och få de totala manminuterna. Den totala arbetstiden för 1 operatör att montera isolering och elcentral & belysning uppmättes därav till 180 minuter. Detta innefattar även väntan och onödiga transporter som sammanställs som en förlust på 15 minuter.

Vidare har två till mätningar gjorts på liknande sätt som beskrivits i tabell 1, med ytterligare en operatör, samt med två operatörer. Tiderna är beräknade som processtider för att få en mer jämförbar mätning mellan 1 och 2 operatörer. I mätningarna som presenteras nedan så har endast den totala tiden för specifika processer noterats.

Den totala uppmätta tiden för de separata processerna är följande:

Tabell 2 Mätning av arbetsminuter för en operatör vid två olika tillfällen

	Mätning 1 en montör (minuter)	Mätning 2 en montör (minuter)
Isolering	79	82
El & belysning	86	91
Lås	25	25
Förlust	15	15
Total produktionstid	205	213

Tabell 3 Mätning av arbetsminuter för två operatörer

	Mätning 3 två montörer (minuter)
Isolering	75
El & belysning	79
Dörr	150
Lås	20
Förlust	33
Total produktionstid	357

De två första mätningarna startades direkt när arbetsordern var tilldelad, där hämtning av containern var första steget som mättes. Vid mätning 3 startade mätningen däremot när urskärningen i containern väl började. När skärningen var klar började operatörerna förbereda för isoleringsprocessen. Därav började de plocka fram material inför produktionen, och därefter påbörjades mätningen av processtiden för isolering. Denna mätning har därmed ett mindre delmoment inkluderat, dvs 3 minuter att hämta containern. Mätning 3 utförs också till skillnad från de andra mätningarna av två operatörer på samtliga processer som sker parallellt.

Tabell 2 visar att det i praktiken endast tar 79 minuter för en operatör att utföra processen för isoleringen, samt 86 minuter för elcentralen & belysning. Detta skiljer sig från företagets estimerade tider för samtliga moment i figur 14.

Processtiderna när det är en montör gäller en individ som har arbetat med en container med hjälp från kollega på enstaka moment. Processtiderna för två montörer är två individer som tillsammans har arbetat på en containers alla moment.

5.3 Antal kundordrar

I tabell 4 uppvisas antalet ordrar som mottagits för 20fots containrar i det blåa flödet mellan 1/1/2021 och 30/4/2021. Det har lagts totalt 41 ordrar på 90 containrar som betyder att flera kunder lägger order på fler än en container. Det har tagits fram en procentsats för antal containrar med ett visst tillval av containerombyggnation. Där "antal containrar med process" innefattar hur många containrar av de totalt 90 gjorda under tidsperioden som har ett specifikt tillval. Vidare har det genom intervju med produktionschef tagits fram en approximation för hur många procent av containrarna som ett visst tillval görs.

Observationen som görs i detta sammanhang är att samtliga tillval är färre i verkligheten än det som approximerades. Vilket syns i tabell 4 och tyder på avvikelser i uppskattning kring hur ofta ett tillval görs för varje container.

Tabell 4 Skillnaden mellan företagets approximerade andel av ett specifikt tillval jämfört med verklighet baserat på försäljningsstatistik

	Antal containrar med tillval	Verklig del med tillval (i %)	Approximerad del i tillval (i %)	Differens mellan verklig och approximerad del (i %)
Isolering	72	80	95	15
Elcentral & belysning	70	77	90	13
Lås	45	50	60	10
Gångdörr	9	10	20	10

5.4 Beställnings rutiner

I tabellerna 5 och 6 nedan, illustreras vilket datum som beställningar har gjorts, vilken artikel det gälle och total inköpskostnad.

Tabell 5 Beställningsrutiner för isolering

Datum	Antal	Kostnad (kr)
2021-04-29	16	148 000
2021-04-14	10	92 500
2021-04-09	16	148 000
2021-03-18	16	148 000
2021-03-02	16	148 000
2021-02-10	16	148 000
2021-01-26	14	129 500
2020-12-17	16	149 000
2020-12-08	16	148 000
2020-11-23	16	148 000
2020-10-06	11	101 750
2020-09-18	16	148 000
2020-08-25	16	148 000
2020-06-25	14	129 500

Tabell 6 Beställningsrutiner för elcentral

Datum	Antal	Kostnad (kr)
2021-04-26	2	2 700
2021-04-15	2	2 800
2021-04-15	7	8 100
2021-04-14	8	9 300
2021-03-25	15	17 900
2021-03-18	5	5 900
2021-02-15	5	5 700
2021-01-29	28	33 000
2021-01-14	5	5 900
2021-01-14	15	17 000
2020-11-30	15	17 000
2020-10-30	20	22 700
2020-09-10	15	17 000
2020-08-19	10	11 900
2020-06-26	10	11 900

Produktionschef arbetar med beställningen av varor och menar att ledtid, enhetspris och fraktkostnad är de tre viktigaste faktorerna för att bestämma hur mycket som ska beställas. Leverantören för isolering eliminerar fraktkostnaden på 3500SEK om det görs en beställning på minst 16 pallar. I de fallen där det har beställts färre än 16 isoleringspallar har det beställts specialisolering för containrar som inte är med i blått flöde för att nå 16 pallar. Leverantören för elcentralen eliminerar fraktkostnaden på 1000SEK om det görs en beställning på minst 3 elcentraler.

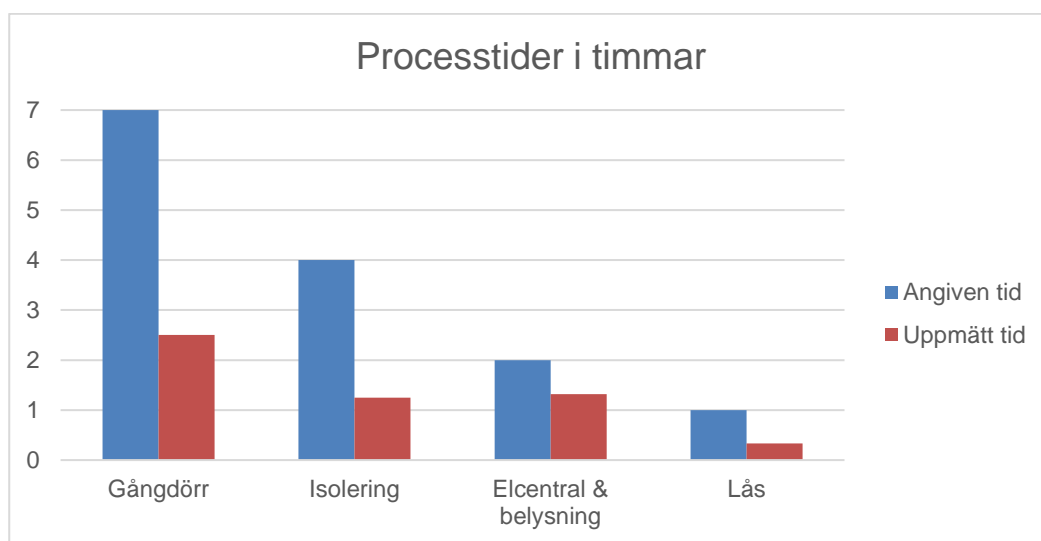
Den genomsnittliga beställningskvantiteten för isoleringspallar är enligt tabell 5, 15st per order. För elcentral är den genomsnittliga beställningskvantiteten 11st enligt beställningsrutinen från tabell 6. Beställningar av elcentraler varierar mycket mellan varje beställningstillfälle medan för isoleringen så är den relativt jämn. Detta kopplas till den låga kvantiteten som behövs beställas för att få fraktfritt, därav kan oftare beställningar göras.

6 Diskussion & analys

I detta kapitel genomförs en analys och diskussion av resultatet samt delar av nuvarande flöde med kopplingar till litteratur. En analys och jämförelse med de uppmätta processtiderna görs med företagets approximerade värden. Vidare jämförs arbetsprocesserna med 1 operatör och med 2 operatörer. Därefter analyseras jämförelserna och förbättringsförslag diskuteras. Efter analys och diskussion av arbetsprocesserna analyseras materialhanteringen i form av ett beställningspunktsystem och ekonomisk orderkvantitet.

6.1 Analys av processtiderna

På figur 15 visas de uppmätta processtiderna och företagets angivna tid för varje moment när två operatörer arbetar. Den angivna tiden är ur processtiderna i figur 14 och den uppmätta tiden är ur mätning 3 i tabell 3. Mätning 3 har valts i denna analys för att öka jämförbarheten mellan tiderna då mätning 3 och företagets angivna tid innefattar processtider med två operatörer.



Figur 15 Uppmätta processtider för det nuvarande flödet jämfört med företagets angivna processtider

I figur 15 syns det att alla uppmätta tider skiljer sig från företagets angivna tider. Montering av gångdörr tar endast 36% av den förväntade produktionstiden. Isolering tar 37,5% av den förväntade produktionstiden. Elcentral & belysning tar 66% av den förväntade produktionstiden och lås tar 33% av den förväntade produktionstiden. Totalt innebär det att endast 1/3 av den avsatta produktionstiden används. Den totala produktionstiden för den angivna tiden är 14 timmar medan det för den uppmätta tiden är 4 timmar och 40 minuter. Det gick alltså 9 timmar och 20 minuter snabbare att producera en container med gångdörr, isolering, elcentral, belysning samt lås. Däremot är det ovanligt att kunder lägger order på alla tillval. Det tillval som skiljer sig mest från angiven produktionstid är gångdörr och finns endast på 10% av alla kundordrar. Därför bör detta tillval inte ligga till grund för analysen av hela produktionen. En mer korrekt bild av den dagliga produktionen kan fås om de mest beställda tillvalen analyseras. Dessa är isolering och elcentral & belysning enligt tabell 4. Den totala produktionstiden för isolering, elcentral och belysning är cirka 3,5 timmar snabbare än den angivna tiden, alltså används 42% av den avsatta produktionstiden.

Det dras därmed en slutsats att estimeringen för de angivna tiderna bör bli kortare för att reflektera verkligheten och användas som tillförlitligt underlag för produktionsplanering. Inom ramen för detta projekt kunde endast en mätning genomföras med två operatörer. Det rekommenderas att fler mätningar genomförs i vidare studier för att få information om hur tiderna kan fluktuera.

Processtiderna i tabell 2 och 3 ger en fingervisning om hur tidfördelningen mellan de olika processerna ser ut. I tabell 3 visualiseras det att den process som tar upp flest produktionsminuter är gångdörren, sedan är det isolering och elcentral & belysning. Detta gäller oavsett om det är en person som arbetar eller två. I fallen då det är två personer som monterar isolering är produktionsminuterna färre än med en person. Detta fastän det finns fler delmoment på isolering när det finns en gångdörr inkluderad i samma container eftersom omkretsen runt dörren mäts först och sedan sågas isoleringsskivan innan det kan monteras. Det finns alltså inte färdiga isoleringsskivor för delarna runt omkring gångdörren.

Utifrån tabell 2 och 3 går det att utläsa att processtiden för elcentral och belysning med en operatör tar längre tid än med två operatörer. Däremot genomförs denna process med 2 operatörer på samtliga mätningar, då det kom in en extra person till mätning 1 och 2 som hjälpte den ensamma operatören att montera belysning. Vilket syns i tabell 1 där elcentral och belysnings momentet innefattade 2 operatörer. Anledningen till att det i mätning 3 gick snabbare kan vara att operatörerna är vana att arbeta med varandra och att arbetsprocessen görs olika beroende på operatör.

Något som uppmärksammades under mätningarna var att med två operatörer händer det att operatörerna måste vänta in varandra under vissa delmoment då arbetet sker i serie. Det hade därför varit intressant att undersöka om vissa processer innebär en ökad produktivitet med en operatör jämfört med två. Då bör dock faktorer som ergonomi, säkerhet samt operatörernas åsikter kring arbetssättet inkluderas.

Ytterligare ger tabell 4 information om vilka konfigurationer som beställs mest. Det syns en tydlig skillnad mellan den uppfattning som ledning har och verkligheten angående processerna som beställs. Det beställs 15% mindre isolering, 13% mindre elcentral & belysning, 50% mindre lås och 10% mindre gångdörr. Den data som insamlats skildrar endast 4 månader av all produktionstid och där skiljer sig de verkliga kundordrar från ledningens uppfattning. Det är därför viktigt att se hur ögonblicksbilden av produktionen förändras. Att företaget tar fram kunderorderstatistik via försäljningsansvarig är därmed fördelaktigt för att ha en bättre bild av produktionen. Denna statistik kan i sin tur också användas som en framtidsprognos och ligga till grund för beslut gällande produktion eller materialinköp.

Vid beslutsprocesser kan företaget använda kundorderstatistiken i kombination med produktionstid för att avgöra vart ett utvecklingsarbete av produktionsprocesser kan börja. Enligt statistik finns isolering och elcentral & belysning i 80% respektive 77% av alla producerade 20fot containrar. För de två mätningarna med en montör tar det i genomsnitt 80 minuter för isolering och 88 minuter att montera elcentral och belysning. Ett standardiseringsarbete inom dessa moment kommer därmed att påverka produktionen i det blåa flödet i stor utsträckning. Jämförelsevis med gångdörr som tar 150 minuter att montera men finns endast på 10% av containrarna under tidsperioden. Ett förbättringsarbete inom gångdörrens processen kommer alltså inte påverka produktionen i lika stor utsträckning som ett inom isoleringen och elcentral & belysning. Alltså om företagets mål är att påverka produktionen i stor utsträckning genom att förbättra få processer rekommenderas det då att utvecklingsarbetet börjar på dessa två processer.

6.2 Analys av arbetssätt i produktionen

Det nuvarande flödet beskrivs genom observationer av produktionsprocesser. Det genomfördes observationer samtidigt som de 3 mätningarna men också enskilda observationer för att avgöra hur nuvarande flödet fungerar. Det finns delar i nuvarande flöde som bör utvecklas för att företaget ska kunna nå uppsatta mål. Ett mål som produktionschefen har är att arbeta i blockschema om 45 till 60 minuter. Ett sätt att möjliggöra detta är via implementering av standardiserat arbetssätt. Detta eftersom det ger stabilitet i produktivitet, kvalitet, kostnad, ledtid, säkerhet samt miljö (Dennis, 2016). Då kommer LCS att vara på god väg för att nå sina

mål både i omsättningstillväxt och implementering av blockschema. Inom ramen för implementering av standardiserat arbetssätt kommer arbetsprocesserna och informationsflödet att diskuteras. Operatörerna är i det stora hela positivt inställda till förändringar i verksamheten.

Arbetsprocessen som har goda förutsättningar för ett standardiserat arbetssätt är isoleringen. Det krävs samma mängd isolering vilket är en halv pall vid varje monteringsstillfälle. Vidare är isoleringen staplade i den ordning som operatören ska montera dem. Alltså kommer isoleringen för porten först, sedan långsidorna, sedan kortsidan och till sist taket. Alla isoleringsskivor är lika stora förutom den ena för kortsidan som inte är lika bred som de andra. Denna storleksskillnad signalerar för operatören när kortsidan ska monteras. Däremot kan det uppstå varians i arbetsordningen efter montörens preferenser eftersom alla isoleringsskivor förutom den för kortsidan är lika stora. Det skulle dock behövas fler mätningar och observationer för att veta vad som är det bästa sättet att montera isolering. Däremot om operatören följer standardmonteringen minimeras misstag vid montering av isolering och ökar förutsägbarheten av processtiderna.

Vid montering av lås används det en metallmall för mätning av placering. Detta är en metod som är effektiv och standardiserat. Det finns få moment där operatören ska ta beslut om hur processen ska genomföras. De förluster som möjligen kan uppstå är slöseri i form av onödig transport av hämtandet av mätninginstrumentet eller låset. Något som då kan förbättras genom förberedning av material redan när arbetsorder mottas.

Vid montering av el och belysning observerades det flera möjligheter till standardiserat arbetssätt. Mätning för placering av belysning var ett delmoment som tog mycket tid. Detta kan då möjligtvis standardiseras genom användning av mätmallar som montören kan hålla upp på taket och sedan markera nödvändiga punkter likt det mätinstrumentet som används för låset. Mallen bör då vara i ett lättviktsmaterial för att minska belastningen på operatörernas rygg. Vidare sågs det att borrar av hål för el kablage var ett moment som tog olika lång tid beroende på vilka verktyg som användes.

Verktyget som var effektivt var plasma skäraren i kombination med skärningsverktyget som reducerade processtiden med cirka 30 minuter jämfört med användningen av borrar. En sådan skillnad i tid för ett delmoment i en process är värdefullt att dokumentera för att sedan lära ut samma metod till resterande operatörer för få mindre variation och öka förutsägbarheten i produktionsprocessen (Dennis, 2016). Dessutom har företaget då tagit anspråk på kreativiteten hos de anställda vilket är något som lean produktion förespråkar.

Under observationen hade en operatör varit tvungen att gå tillbaka till lagret för elcentral eftersom fel sort hade valts ut. Produktionschefen noterade detta och satte därefter upp etiketter för att minimera felval av elcentral som det visualiseras på figur 16. Vilket tyder på att företaget jobbar med löpande förbättringar.



Figur 16 Lagret för elcentraler efter förbättring med etikett enligt de 6 olika sorterna

Det kan finnas en möjlighet för utveckling av elkablage mellan de två belysningarna. Detta kan ske genom att kabeln levereras i korrekt längd och därmed minskar tiden som används för mätning. Tiden för mätning kan också minskas om måtten dokumenteras och presenteras nära produktionslagret för att alla operatörer ska kunna ta del av informationen. Detta tillvägagångssätt minskar felkällorna vid kapning av elkablage och möjliggör en snabbare montering av belysning. Denna förbättring är något LCS redan har applicerat på deras elcentraler, då den tidigare levererades med en längre elsladd som därmed krävde ett ytterligare delmoment som var att kapa av sladden till rätt längd. Nu levereras elcentralens elsladd i rätt längd och ett delmoment är eliminerat.

Montering av gångdörr är den processen som tar längst tid och har flest delmoment. Det tog totalt 150 minuter med två personer som hjälptes åt i arbetet. Gångdörren var placerad i en containerdörr vilket underlättade delmomentet mätning. Detta då containerdörrens konturer kunde följas för att bestämma hur den ska skäras ut och därmed gjordes mätning endast på en sida. Om kunden i stället vill ha en dörr på containerns långsida krävs det mätningar som tar längre tid. Denna process är den minst standardiserade eftersom kunden kan bestämma exakt var dörren ska vara placerad. Ett alternativ är att begränsa valmöjligheterna kring vart dörren ska vara placerad. Att exempelvis erbjuda montering av dörr på specifika ställen på långsidorna och kortsidorna i samråd med operatörerna. Denna begränsning leder i sin tur till att delmomentet mätning kan standardiseras och minska i tid. Att ha specifika mått möjliggör användningen av mallar som operatörerna redan arbetar effektivt med. Det kan däremot vara möjligt för kunden att special anpassa gångdörrens placering mot en extra avgift.

Arbetsprocesserna påverkas också av informationsflödet. Medarbetare får information om vilka kundordrar som ska arbetas med under morgonmötet. De behöver inte fler instruktioner än det som står på kundorderblanketten om det gäller blått flöde utan kundspecifika utskärningar. Om det däremot finns utskärningar görs det enkla skiss med mått. Dessa görs inte på något standardiserat sätt och medarbetare kan ibland behöva fråga produktionschefen för fler instruktioner och det har hänt att hål har hamnat på fel sida av containern. Då produktionen genomförs efter kundorder och arbetsmomenten inte är standardiserade till större del finns det risk för fler sådana misstag. För att företaget ska vara förberedda när efterfrågan ökar och verksamheten expanderar bör alla mått som fås av kund ske på ett standardiserat sätt.

Företaget och kunderna bör använda ett gemensamt underlag vid informationsutbyte för att minimera fel och eventuella missförstånd. Därmed kan produktionen genomföras på ett effektivt sätt utan avbrott för frågor.

I värdeflödesanalysen illustreras det att de allra flesta ordrar för större förbrukningsmaterial läggs en gång i veckan. Det beställs in produkter dels efter de kundordrar som har kommit in under veckan, dels baserat på tidigare erfarenhet. Däremot ökade lagerhållning av isoleringen under arbetets gång vilket gjorde att lagret blev fullt och de fick lagras i inomhusproduktionens lokaler. Detta bidrog till minskad kapacitet på inomhusproduktionen då isoleringspallarna tog upp produktionsyta som skulle kunna användas för 2 containrar. Detta är en typ av förlust eftersom produktionskapaciteten minskar och onödig lagerhållning ökar.

Det rekommenderas även att det görs inventering med jämna intervaller. Detta ger möjligheten att se om de förväntade lagernivåerna stämmer. Finns det någon avvikelse kan det vara något som följs upp kommande månader för att förstå avvikelsen.

6.3 Ekonomisk orderkvantitet

Ett sätt att ta fram kvantiteten av material som ska beställas är genom ekonomisk orderkvantitet. Denna metod används för att det inkluderar enhetspris och fraktpolis vilket är viktiga faktorer för produktionschefen. EOK beräknas för isolering och elcentral eftersom de beställs mest av kund. Även att isoleringen tar upp stort utrymme i lagringen. I dagsläget beställs det 16 pallar isolering för att få eliminerad fraktkostnad.

Efterfrågan per år är 130 och räknas enligt genomsnittlig efterfrågan per vecka vilket är 2,5 multiplicerat med antalet veckor vilket är 52. Varuvärdet är 9250kr per pall isolering oberoende av antalet som beställs. Lagerkostnaden bestäms vara 20% efter samråd med produktionschefen som poängterade att lagret omsattes flera gånger om. Ordersärkostnaden beräknas beroende på om frakt inkluderas eller exkluderas. Vid beställningar av mindre än 16 räknas ordersärkostnaden för frakten som är 3500kr adderat med de administrativa kostnaderna som är 500kr. Vid beställning av minst 16 pallar inkluderas endast den administrativa ordersärkostnaden på 500kr.

6.3.1 Nuvarande beställningsrutin för isolering

Ett sätt att komma fram till kostnaden enligt den nuvarande beställningsrutinen är genom att använda ekvationerna för orderkostnad och lagerhållningskostnad. Där företagets nuvarande beställningskvantitet består av 16 pallar, vilket sätts som Q i respektive formel. Därav fås en totalkostnad som sedan kan jämföras med en lägre beställningskvantitet som däremot resulterar i en fraktkostnad.

$$\text{Orderkostnad} = \frac{E \times O}{Q} \quad (3)$$

$$\text{Lagerhållningskostnad} = \frac{Q}{2} * V * i \quad (4)$$

Tabell 7 Nuvarande beställningsrutin för isolering, beräknat med 20% lagerränta

Enligt nuvarande beställningsrutin	
Kvantitet (Q) antal pallar	16
Orderkostnad	4 063 kr
Lagerhållningskostnad	14 800 kr
Totalkostnad	18 863 kr

Ur tabell 7 syns beräkningarna för företagets nuvarande beställningsrutin som resulterar i en orderkostnad på 4063kr och lagerhållningskostnad på 14800kr. Detta är baserat på en fraktfri leverans eftersom orderkvantiteten är minst 16 pallar, vilket ger en totalkostnad på 18863kr.

6.3.2 Beställning med fraktkostnad

För att se om det lönar sig att beställa färre än 16 pallar har en EOK beräkning gjorts med en ordersärkostnad som inkluderar fraktkostnaden på 3500 kr, samt den administrativa kostnaden på 500 kr.

$$EOK(< 16 \text{ pallar}) \rightarrow \sqrt{\frac{2 \times 130 \times 4000}{0.2 \times 9250}} = 24 \text{ pallar}$$

Tabell 8 Kostnader med fraktkostnad inkluderad för isolering, beräknat med 20% lagerränta

Orderkvantitet <16 pallar isolering	
EOK antal pallar	24
Orderkostnad	21 932 kr
Lagerhållningskostnad	21 932 kr
Totalkostnad	43 863 kr

Det avrundade resultatet från EOK beräkningen med fraktkostnad ur tabell 8, visar att det är lönsamt när företaget beställer 24 pallar isolering. Orderkostnaden är då 21 932kr och lagerhållningskostnad är 21 932 kr vilket ger en totalkostnad på 43 863kr. Det är alltså inte ekonomiskt att beställa isolering med frakt eftersom kvantiteten som erhålls genom ekvationen är fler än 16 pallar. Med andra ord väger orderkostnaden upp lagerhållningskostnaden så mycket att det inte blir lönsamt att beställa isoleringen i färre antal än 16 pallar.

6.3.3 Beställning med fraktfri leverans

En EOK beräkning som förhåller sig till en fraktfri leverans har räknats fram för att jämföra orderkvantiteten med fraktfri och icke fraktfri leverans.

$$EOK(\geq 16 \text{ pallar}) \rightarrow \sqrt{\frac{2 \times 130 \times 500}{0.2 \times 9250}} = 8 \text{ pallar}$$

Tabell 9 Kostnader med fraktfri leverans för isolering, beräknat med 20% lagerränta

Orderkvantitet \geq 16 pallar isolering	
EOK antal pallar	8
Orderkostnad	7 754 kr
Lagerhållningskostnad	7 754 kr
Totalkostnad	15 508 kr

Det avrundade resultatet från EOK beräkningen utan fraktkostnad ur tabell 9, visar att det blir lönsamt när företaget beställer 8 pallar isolering. Ordersärkostnaden är då 7 754kr och lagerhållningskostnad är 7 754 kr vilket ger en totalkostnad på 15 508kr. Det är däremot inte möjligt att få fri frakt med en beställning på 8 pallar, det måste beställas minst 16 pallar.

6.3.4 Jämförelse med lagerhållningsränta

Lagerhållningsräntan uppskattas till 20% efter samråd med produktionschef. På grund av att det är en approximation är det dock intressant att se hur lagerhållningsräntan påverkar EOK.

Tabell 10 Kostnader för isoleringen med fraktkostnad inkluderad för olika lagerräntor

Lagerränta	30%	20%	10%
EOK antal pallar	19	24	34
Orderkostnad kr	26 861 kr	21 932 kr	15,508 kr
Lagerhållningskostnad kr	26 861 kr	21 932 kr	15,508 kr
Totalkostnad kr	53 722 kr	43 863 kr	31,016 kr

Tabell 11 Kostnader för isoleringen med fraktfri leverans för olika lagerräntor

Lagerränta	30%	20%	10%
EOK antal pallar	7	8	12
Orderkostnad	9 497 kr	7 754 kr	5 483 kr
Lagerhållningskostnad	9 497 kr	7 754 kr	5 483 kr
Totalkostnad	18 993 kr	15 508 kr	10 966 kr

Vid uppskattning av de olika lagerhållningsräntorna kan det utläsas ur tabell 10 och 11 att desto lägre lagerhållningsränta företaget använder sig av, desto lägre totalkostnad blir det. Dessutom blir EOK högre desto lägre lagerhållningsränta som företaget använder sig av. Det blir alltså mer lönsamt att beställa fler antal ju lägre lagerhållningsräntan är. Denna tabell inkluderas då företaget inte beräknar en specifik lagerhållningsränta men säger att den är låg. Men då räntan är ett relativt nummer och det inte gick att hitta ett branschsnitt ger tabellen möjlighet för produktionschef att se i vilken utsträckning lagerräntan påverkar EOK.

6.3.5 Nuvarande beställningsrutin för elcentral

Elcentralen är likt isoleringen, det tillval som beställs mycket av kund. Operatörer poängterar också att det ibland saknas korrekt typ av elcentral. Ekonomisk orderkvantitet beräknas för att företaget ska kunna beställa in det mest ekonomiska antalet elcentraler. Vid beräkning av EOK för elcentralen är efterfrågan per år 208st. Varuvärdet är i genomsnitt 1165kr baserat på de presenterade beställningsrutinerna på tabell 4 och tabell 5. Vidare antas lagerräntan vara den samma som isoleringen, dvs 20%. Ordersärkostnaden är 1500kr eller 500kr beroende på orderstorleken. Om företaget beställer minst tre elcentraler är det fraktfritt, dvs 500kr. Medan om företaget beställer färre än tre tillkommer en fraktkostnad på 1000kr och resulterar i en högre ordersärkostnad på 1500kr.

För att beräkna kostnaderna för den nuvarande beställningsrutinen för elcentralen görs samma beräkningar som för isoleringen. Där den genomsnittliga beställningen för elcentral är 11st utifrån tabell 6 och sätts därav som EOK för att beräkna fram orderkostnaden och lagerhållningskostnaden.

$$\text{Orderkostnad} = \frac{E \times O}{EOK} \quad (3)$$

$$\text{Lagerhållningskostnad} = \frac{EOK}{2} * V * i \quad (4)$$

Tabell 12 Nuvarande beställningsrutin för elcentral, beräknat med 20% lagerränta

Enligt nuvarande beställningsrutin	
Kvantitet (Q) antal elcentraler	11
Orderkostnad	9 455 kr
Lagerhållningskostnad	1 282 kr
Totalkostnad	10 736 kr

Ur tabell 12 syns beräkningarna för företagets nuvarande beställningsrutin för elcentralen resulterar i en orderkostnad på 9455kr och lagerkostnad på 1282kr. Detta är baserat på en fraktfri leverans likt isoleringen eftersom orderkvantiteten är minst 3st elcentraler, vilket ger en totalkostnad på 10 736kr.

6.3.6 Beställning med fraktkostnad

Vid beställning av färre än 3st elcentraler så blir ordersärkostnaden 1500kr. Dvs 500kr i administrativa kostnader och 1000kr i frakt. Detta resulterar i ett EOK värde på 52st.

$$EOK (< 3st\ elcentraler) \rightarrow \sqrt{\frac{2 \times 208 \times 1500}{0.2 \times 1165}} = 52st$$

Tabell 13 Kostnader med fraktkostnad inkluderad för elcentral, beräknat med 20% lagerränta

Orderkvantitet <3st elcentraler	
EOK antal elcentraler	52
Orderkostnad	6 029 kr
Lagerhållningskostnad	6 029 kr
Totalkostnad	12 057 kr

Resultatet av EOK för elcentralen med fraktkostnad ur tabell 13 är cirka 52st, där ordersärkostnaden och lagerhållningskostnaden är 6 029kr. Detta resulterar i en totalkostnad på 12 057kr. Däremot eftersom EOK blir över 3 med en fraktkostnad inkluderad så appliceras inte denna formel till elcentral då en orderkvantitet på minst 3 elcentraler alltid bör beställas. Därav är det inte lönsamt att beställa mindre än 3 elcentraler per ordertillfälle.

6.3.7 Beställning med fraktfri leverans

Vid beställning av minst 3st elcentraler så elimineras fraktkostnaden och ordersärkostnaden är då endast 500kr från de administrativa kostnaderna. Detta ger istället ett EOK värde på 30st.

$$EOK (\geq 3st\ elcentraler) \rightarrow \sqrt{\frac{2 \times 208 \times 500}{0.2 \times 1165}} = 30st$$

Tabell 14 Kostnader med fraktfri leverans för elcentral, beräknat med 20% lagerränta

Orderkvantitet \geq 3st elcentraler	
EOK antal elcentraler	30
Orderkostnad	3 480 kr
Lagerhållningskostnad	3 480 kr
Totalkostnad	6 961 kr

Resultatet av EOK för elcentralen utan fraktkostnad ur tabell 14 är cirka 30st, där ordersärkostnaden och lagerhållningskostnaden är 3 480kr. Detta resulterar i en total kostnad på 6 961kr. Jämfört med en ordersärkostnad som inkluderar frakt, som i beräkningen fås ett EOK värde till 30 även om fraktkostnaden är eliminerad. Med tanke på att beställningskvantiteten för att få fraktfritt är så pass låg kommer EOK alltid vara över tre elcentraler per beställning. Dvs att beställa utefter avdragen fraktkostnad är något som alltid bör ske.

Totalkostnaden med en EOK på 30st blir 6 961 kr, jämfört med den nuvarande beställningsrutinen med en EOK på 11st, så blir kostnaden för elcentralen 10 736 kr. Besparingen blir 35% och därför är en beställningskvantitet på 30st elcentraler per ordertillfälle en bra beställningsorder. Detta även på grund av att lagerhållningskostnaden för ett högre lager av elcentraler är relativt lågt jämfört med exempelvis isolering. Lagret för elcentralen påverkar inte heller i lika stor grad produktionskapaciteten i form av stor upptagning av produktionsyta.

Dels även bra eftersom lagret i vissa fall har varit slut av en viss elcentral. Att däremot beställa enligt ett högt värde av EOK skulle eventuellt resultera i kassation av artikeln. Detta ifall en ny uppdaterad och utvecklad elcentral tillkommer på marknaden, som kunden därav efterfrågar. Något som produktionschefen också påpekar som en konsekvens av att ha ett högt lager av elcentral. Däremot finns det sex olika sorters elcentraler, vilket innebär att det endast beställs fem stycken specifika elcentraler per beställning. Därmed bidrar beställning av 30 elcentraler inte till något onödigt stort lager.

Att använda sig av en ekonomisk orderkvantitet på 30st elcentraler vid varje beställningstillfälle skulle innebära mer jämna orderkvantiteter jämfört med orderrutinerna företaget använder sig av idag. Där det kan skilja sig från två elcentraler per beställning till 28st.

6.3.8 Jämförelse med lagerhållningsränta

Likt isoleringen har ytterligare två lagerhållningsräntor beräknats för att visualisera variansen av kostnaden och EOK värdet mellan de olika lagerhållningsräntorna.

Tabell 15 Kostnader för elcentral med fraktkostnad inkluderad för olika lagerräntor

Lagerränta	30%	20%	10%
EOK antal pallar	42	52	73
Orderkostnad	26 861 kr	6 029 kr	4 263 kr
Lagerhållningskostnad	26 861 kr	6 029 kr	4 263 kr
Totalkostnad	53 722 kr	12 058 kr	8 526 kr

Tabell 16 Kostnader för elcentral med fraktfri leverans för olika lagerräntor

Lagerränta	30%	20%	10%
EOK antal pallar	24	30	42
Orderkostnad	4 263 kr	3 480 kr	2 461 kr
Lagerhållningskostnad	4 263 kr	3 480 kr	2 461 kr
Totalkostnad	8 526 kr	6 961 kr	4 923 kr

I tabell 15 & 16 kan det utläsas att desto lägre lagerhållningsränta desto högre EOK blir utfallet med en lägre total kostnad. Ingen lagerränta ger ett utfall på mindre än 3 EOK vilket även tyder på att det inte är lönsamt att beställa under 3 ordrar oavsett lagerränta.

6.4 Beställningspunkt

Ett beställningspunktsystem är ett verktyg för att bestämma när nytt material behöver köpas in. Huvudkomponenterna i ett beställningspunktsystem är förbrukning under ledtid och säkerhetslager. Förbrukning under ledtid bestäms utifrån genomsnittlig förbrukning enligt kundorderstatistik och ledtiden för isoleringen som är 2 veckor och för elcentralen är den 1 vecka. Säkerhetslagret väljs utifrån den genomsnittliga förbrukningen.

Den beräknade beställningspunkten enligt tabell 10 är 7,5 pallar för isoleringen och 12st för elcentralen, baserat på en avrundad efterfrågan på 5 isolerings processer per vecka. De 7,5 pallarna representerar 15st containrar med isolering då varje pall innehåller två satser av isolering.

$$BP = E \times LT + SL \quad (5)$$

$$BP (\text{Isolering}) \rightarrow 2,5 \times 2 + 2,5 = 7,5st$$

$$BP (\text{Elcentral}) \rightarrow 4 \times 1 + 8 = 12st$$

Företaget bör enligt beräkningarna därav beställa när isoleringen i lagret når 7,5 pallar, samt när elcentralen når 12st, som visualiseras i tabellen nedan.

Tabell 17 Beställningspunkt för isolering och elcentral

	Isolering	Elcentral
Förbrukning per vecka (st)	2,5	4
Ledtid (veckor)	2	1
Förbrukning under ledtid (st)	5	4
Säkerhetslager	2,5	8
Beställningspunkt (st)	7,5	12

Säkerhetslagret för isoleringen innefattar material till 5 containrar vilket är drygt 1 veckas förbrukning. Detta är dels på grund av materialets platsåtgång, dels med tanke på att LCS i genomsnitt har 1 veckas ledtid till att kundordern börjar produceras. Detta innebär att halva ledtiden för isolerings leveransen hinner gå innan företaget väl börjar med orden. Om företaget använder sig av en beställningspunkt på 7,5 isoleringspallar innebär det att LCS kommer att ha 2,5st pallar av isolering kvar när leveransen väl anländer. Dvs beställningspunkten 7,5st subtraherat med förbrukningen under ledtid, 5st. Vilket är lika med säkerhetslagret ifall en oväntad stor order inkommer. Under den givna perioden inkom en order på 33st 20fot containrar som kunden ville ha levererat under en tidsperiod på flera månader. Därmed kunde ordern delades upp i ett flertal veckor, där företaget producerade 4st per vecka och förbrukade därav 2,5 pallar av isolering. Vilket innebär att även om en stor order som denna dyker upp, påbörjas inte produktionen av alla containrar samtidigt. Detta tyder på att företaget inte är i behov av ett extra högt lager även om en stor oväntad order anländer.

Isoleringen är materialet som tar störst plats och därför är det viktigt att försöka hålla lagret av isolering lågt och beställa när beställningspunkt nås. När LCS har beställt för mycket har arbetsytorna blivit påverkade och därav produktionskapaciteten blivit lägre. Speciellt under sommartid då en stor del av produktionen är utomhus framför isoleringslagret. Att en stor mängd material då blockerar möjligheten att arbeta på specifika produktionsytorna bidrar till onödiga rörelser och förflyttning av material. Detta då isoleringen flyttas runt till provisoriska ställen för att lagret är fullt eller att containrar flyttas runt för att möjliggöra specifika processer och för att eventuellt komma åt isoleringen.

Elcentralens beställningspunkt har beräknats till 12st, med ett säkerhetslager på 8st som innefattar 2 veckors förbrukning. Det höga säkerhetslagret jämfört med isoleringen är på grund av att företaget innan har haft brist på elcentral på grund av leveransförseningar. Något som inte får hända då elcentralen är ett av de vanligaste tillvalen. Samt att dessa inte kräver en stor yta att lagerhålla i jämförelse med isoleringen. En problematik med att ha ett högt lager av elcentraler enligt produktionschefen är att elcentralen eventuellt kan bli föråldrade och behöver därav kasseras. Dock resulterar inte denna beställningspunkt och säkerhetslager till något massivt lager då de förbrukas inom 2 veckor. Det rekommenderas därför att beställa när beställningspunkt nås i stället för veckovisa ordrar och det är därmed viktigt att kontrollera lagernivåerna kontinuerligt.

I affärssystemet finns lagersaldot av isoleringen och elcentralen där lagersaldot reserveras utefter kundordern och ändras när ordern är slutförd. Det rekommenderas att lagersaldot jämförs mot beställningspunkten periodvis, en gång i veckan för att få fram de artiklar som ska beställas eftersom säkerhetslagret motsvarar förbrukningen för en veckas produktion. Om affärssystemet tillåter en automatisk jämförelse bör detta tillämpas då det är mer effektivt. Annars kan det göras en manuell jämförelse mellan lagersaldot och beställningspunkten. Men även för att det är mindre administrativt arbete för produktionschefen att köra affärssystemet en gång i veckan i stället för exempelvis efter varje order. Om lagersaldot är färre än antalet som bestämts på beställningspunkten ska det beställs in nytt material.

6.5 Sammanställning av analys

Processtiderna som var angivna av LCS skiljde från de uppmätta processtiderna. Där de uppmätta processtiderna indikerade att endast 1/3 av den avsatta produktionstiden används. Vidare noterades det även skillnad i företagets approximerade beställnings konfigurationer från kund jämfört med data som samlats in. Det beställs 15% mindre isolering, 13% mindre elcentral & belysning, 50% mindre lås och 10% mindre gångdörr. Utifrån de uppmätta processtiderna och den insamlade data drogs därav en slutsats att elcentralen och isoleringen är processerna som bör ligga i fokus till ett förbättringsarbete.

Arbetsprocesserna inom produktionen varierade mycket eftersom det inte fanns någon specifik standard att arbeta efter. En produktionsprocess kunde vara 30 minuter kortare beroende på hur den utfördes. Att ha sådana skillnader i produktionstid kan göra det svårt att planera produktionen. Därför är det viktigt att arbeta utefter ett standardiserat arbetssätt vilket även är grunden till lean. På så sätt kan alla operatörer arbeta på bästa kända sätt och då uppstår inte varians i lika stor grad.

Inom materialhanteringen för LCS finns det problem med lagerhållningen och inköpsplaneringen. Isoleringen tar upp stor plats och påverkar produktionskapaciteten när den lagras på produktionslokaler och elcentraler är ibland slut. Därför har en ekonomisk orderkvantitet, i kombination med beställningspunktssystem tagits fram. Där den främre bestämmer hur mycket som ska beställas och sen senare när beställningen ska ske.

7 Slutsats

Slutligen har det tidigare formulerats ett antal frågeställningar för att uppnå syftet i rapporten.

1. *Hur fungerar produktionsflödet och materialstyrningen i nuläget?*

Det sågs att produktionsflödet för 20fot containrar i det blåa flödet varierar beroende på de processer som kundordern innefattar. Det beror också på operatörernas olika tillvägagångssätt att utföra produktionsprocesserna. Materialstyrningen som styrs av produktionschef har tidigare skett ad hoc men det har nyligen implementerats veckovisa ordrar.

2. *Hur kan produktionsflödet utvecklas för att vara lämplig för ett standardiserat arbetssätt?*

Produktionsflödet kan utvecklas genom att bryta ner produktionsprocesser i delmoment och sedan använda operatörerna tillvägagångssätt och kompetens som utgångspunkt. Det sågs att variationer i produktionen kan minska om alla operatörer använder samma verktyg för att genomföra ett visst moment, som i fallet av håltagning på containern där plasmaskärare var mer effektivt än borrh. Om denna metod dokumenteras och lärs ut till alla operatörer har ett standardiserat delmoment uppnåtts. Vidare bör placeringen av elektronik som exempelvis belysning standardiseras för att kablagerlängden ska kunna standardiseras. Det sågs också att mätning var ett delmoment som varierade i utförandet och kunde utvecklas genom introducering av mätmallar, som i dagsläget endast används för mätning på låsprocessen.

3. *Hur kan materialstyrningen effektiviseras med hänsyn till kostnad och lagernivåer?*

Materialstyrningen kan effektiviseras med hänsyn till orderkostnader och lagerhållningskostnad med hjälp av ekonomisk orderkvantitet. Resultatet gav en ekonomisk orderkvantitet på 16 pallar isolering och 30st elcentraler. Det är alltså den kvantitet som bör beställas vid varje inköpstillfälle. Vidare kan materialstyrningen effektiviseras med hänsyn till befintliga lagernivåer med hjälp av beställningspunktssystem. För isolering är beställningspunkten 7,5 pallar isolering och för elcentralen 12st. När antalet artiklar för beställningspunkten underskrids ska det läggas en order och lagernivån bör jämföras med antalet i beställningspunkten via periodinspektion en gång i veckan. Därmed kombineras ekonomisk orderkvantitet och beställningspunktssystem för att bestämma en metod för materialstyrning

Med ett utvecklingsarbete kring produktionsflödet och materialstyrningen kan en slutsats dras att med dessa implementeringar har företaget goda förutsättningar för ett fortsatt utvecklingsarbete. Detta kan i sin tur leda till att företaget når omsättningsmålet 500% ökning inom ramen av 5 år.

Källor

Bnsc. (2021). *Den intermodala containerns historia*.
<http://www.bnsc.se/intermodal-container-historia.html>

Blücher, D. Öjmertz, B (2004). *Utmana dina processer!: resurseffektiva tankesätt och principer : en introduktion till Lean produktion*. Mölndal, VF Industriforskning.

Dennis, P. (2016). *Lean Production Simplified : A Plain-Language Guide to the World's Most Powerful Production System: Vol. Third edition*. Productivity Press.

Göteborgshamn. (2021). *Container*.
<https://www.goteborgshamn.se/terminaler-och-tjanster/container/>

Hammond, M., & Wellington, J. J. (2021). *Research methods : the key concepts (2nd edition.)*. Routledge.

Holweg, Davies, De Meyer, Lawson, & Schmenner. (2018). *Process Theory : The Principles of Operations Management: Vol. First edition*. OUP Oxford.

Liker, J. K. (2006). *The Toyota Fieldbook*, McGraw Hill.

Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way – 14 management principles*. McGraw-Hill.

Lumenlearning. (2021). *Facility Location and Layout*.
<https://courses.lumenlearning.com/wm-introductiontobusiness/chapter/facility-location-and-layout/>

Jonsson, P. och Mattsson, S-A. (2016), *Logistik – läran om effektiva materialflöden*. Lund: Studentlitteratur.

Meisel, F.M. (2009). *Seaside Operations Planning in Container Terminals*. Berlin: PhysicaVerlag.

Rother, M., Shook, J. (2003). *Learning to see: Value stream mapping to create value and eliminate muda*. Brookline, MA: Lean Enterprise Institute.

Trochim, W. M., & Donnelly, J. P. (2001). *Research methods knowledge base (Vol. 2)*. Atomic Dog Pub.

Widerberg, K. (2002). *Kvalitativ forskning i praktiken*. Lund: Studentlitteratur.

Walliman, N. (2010). *Research Methods : The Basics (1st ed.)*. Taylor & Francis Group.

**INSTITUTIONEN FÖR TENIKENS EKONOMI OCH
ORGANISATION**

Supply and Operations Management

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2021

www.chalmers.se



CHALMERS