



CHALMERS

Effektivisering av Westaflex produktionsflöde

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Maskinteknik

MAHDI RASUL
LEWIS KREMER

INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI- OCH MATERIALVETENSKAP
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2021
www.chalmers.se

EXAMENSARBETE IMSX20

EFFEKTIVISERING AV WESTAFLEX PRODUKTIONSFLÖDE

MAHDI RASUL
LEWIS KREMER



CHALMERS

Effektivisering av Westaflex produktionsflöde i Mölndal

Mahdi Rasul, Lewis Kremer

© Mahdi Rasul, Lewis Kremer

Handledare och examinerator- Torbjörn Ylipää, Institutionen för industri- och materialvetenskap

Högscoleingenjörsarbete IMSX20
Institutionen för industri- och materialvetenskap
Chalmers Tekniska Högskola
Sverige – 417 56 Göteborg

Förord

Rapporten avser ett examensarbete på Chalmers Tekniska Högskola som är en avslutande del utav examination på högskoleingenjörsprogrammet, Maskinteknik (TIMAL-3). Studien genomförs under läsperiod 3 vid institutionen för industri- och materialvetenskap. Examensarbetet utförs på uppdrag av Westaflex, ett företag som tillverkar ventilationssystem till fordon och hushåll. Studiens syfte avser undersökning av Westaflex produktionsprocess avseende ett utav ventilationssystemen och hur det kan optimeras för en ökad effektivisering.

Vi tackar Westaflex för möjliggörandet av examensarbete, samarbete och information under arbetets gång. Ytterligare tack till Jenny Eriksson och Rikard Kjellberg för mottagande på Westaflex arbetsplats och engagemang under examensarbetet trots den nuvarande pandemin och dess restriktioner. Samt stort tack till Torbjörn Ylipää för handledning och introduktion av Westaflex

Göteborg 1/5-2021

Sammanfattning

Produktionsindustrin ligger i en utvecklingsfas där Industri 4.0 ligger runt hörnet, hållbar utveckling eftersträvas och Lean Production är ett viktigt fundament hos ett företag som vill uppnå lönsamhet. Industri 4.0 och Lean har två olika filosofier som har viktiga egenskaper men olika relationer. Hållbar utveckling består av tre grundpelare: Ekonomiska, miljö och sociala aspekter som måste tas i hänsyn. På senare tid har allt fler företag implementerat Industri 4.0's ideologi om en mer automatiserad miljö med uppgraderad teknologi (Varela et al., 2019). För företag är det viktigt att följa med i utvecklingsprocessen för att inte bli utkonkurrerad av den nuvarande accelerationen av utveckling. Detta omfattar alla industrier, då ny teknologi spelar en stor roll i kapplöpningen. Att förstå processerna på de industriella företagen, de brister som kan existera eller existerar och de förluster som medföljer är också viktiga faktorer i kapplöpningen vilket Lean tar hänsyn till. Däremot är båda filosofier en investering som kan vara mer eller mindre lönsam för företag beroende på status, effektivitet och efterfrågan. Det blir då viktigt för företag att analysera den nuvarande process, budget, och kostnadsbesparingar. Kostnadsbesparingar i sin tur kan nås genom effektivisering, och effektivisering kan uppnås genom eliminering av flaskhals. Det gör att svenska företag kan bli mer lönsamma på lång sikt och främja tillväxt.

En bra luftkvalité förutsätter rena ventilationskanaler och har sedan 2012, regler om funktionskontroll av ventilationskontroll moderniserats vilket idag innebär nolltolerans av föroreningar i kanalsystem (ALTEA, 2012). Westaflex är ett företag inom ventilationsindustrin, som specialiserar sig inom kanallösningar och ventilationstillverkning för fordon, hushåll och fabriker samt har producerat effektiva ventilationer sedan 1975. Huvudkontoret och fabriken lokaliseras i Göteborg där tillverkningen sker. Westaflex har idag 35 anställda med extremt kunnig personal där efterfrågan är väldigt god på kort och lång sikt.

Projektarbetets ändamål är effektivisering av Westaflex produktionsflöde genom att anpassa antalet arbetare på en av deras arbetsytor vid namn "röda bordet". Metoder som har använts är bland annat mjukvaran Avix-Method för att analysera ställtider på arbetsytan och Avix-Ergo för hänsyn till ergonomiaspekter. Studiebesök på arbetsplatsen genomförs för att få en verklighetsuppfattning av området samt för insamling av data. Inga tidigare studier har genomförts på företaget däremot har kunskaper från tidigare ämnen på Chalmers tagit upp liknande dilemman och situationer för företag generellt som har velat effektivisera produktionsprocesser. Däremot saknas kunskap om just Westaflex produktionsprocess och hur stationerna förhåller sig till varandra. Projektets syfte är att effektivisera Westaflex produktionsanläggning genom att analysera en av deras mest belastade processer som används för deras rörtillverkning och anpassa arbetsbelastningen på den arbetsytan genom tidtagningar, mjukvaror, teoretiska metoder och beräkningar. Projektet kommer ta hänsyn enbart till rörtillverkningsprocessen och presentera åtgärder för effektivisering.

Abstract

The production industry is in a development phase where Industry 4.0 is around the corner, sustainable development is sought and Lean Production is an important foundation for a company that wants to achieve profitability. Industry 4.0 and Lean have two different philosophies that have important characteristics but different relationships. Sustainable development consists of three pillars: Economic, environmental and social aspects that must be taken into account. Recently, more and more companies have implemented Industry 4.0's ideology of a more automated environment with upgraded technology (Varela et al., 2019). For companies, it is important to follow the development process in order not to be outcompeted by the current acceleration of development. This includes all industries, as new technology plays a major role in the race. Understanding the processes of the industrial companies, the shortcomings that can exist or exist and the losses that come with it are also important factors in the race, which Lean takes into account. However, both philosophies are an investment that can be more or less profitable for companies depending on status, efficiency and demand. It then becomes important for companies to analyze the current process, budget, and cost savings. Cost savings in turn can be achieved through streamlining, and streamlining can be achieved by eliminating bottlenecks. This means that Swedish companies can become more profitable in the long term and promote growth.

Good air quality presupposes clean ventilation ducts and since 2012, rules on functional control of ventilation control have been modernized, which today means zero tolerance of pollutants in duct systems (ALTEA, 2012). Westaflex is a company in the ventilation industry, which specializes in duct solutions and ventilation manufacturing for vehicles, households and factories and has been producing efficient ventilation since 1975. The head office and factory are located in Gothenburg where production takes place. Westaflex currently has 35 employees with extremely knowledgeable staff where demand is very good in the short and long term.

The purpose of the project work is to streamline Westaflex's production flow by adapting the number of workers on one of their work surfaces called the "red table". Methods that have been used include the Avix-Method software for analyzing set-up times on the work surface and Avix-Ergo for consideration of ergonomic aspects. Visits in the workplace have been carried out to get a sense of the area and the collection of data. No previous studies have been carried out at the company, however knowledge from previous subjects at Chalmers has raised similar dilemmas and situations for companies in general that have wanted to streamline production processes. On the other hand, there is a lack of knowledge about Westaflex's production process and how the stations relate to each other. The aim of the project is to streamline Westaflex's production facility by analyzing one of their most stressed processes used for their pipe manufacturing and adapting the workload on that work surface through timekeeping, software, theoretical methods and calculations. The project will only take into account the pipe manufacturing process and present measures for efficiency.

Innehållsförteckning

1. Inledning	8
1.1 Bakgrund.....	8
1.2 Syfte.....	8
1.3 Avgränsningar	8
1.4 Precisering av frågeställning	8
2. Teori	10
2.1 Lean	10
2.2 Takttid.....	10
2.3 Ergonomi.....	11
2.4 AviX.....	11
2.5 Linjebalansering.....	13
2.5 Produktutveckling för automatisk montering (DFAA)	14
3. Metod	15
3.1 Studiebesök och kontakt.....	15
3.2 Observationsstudie	15
3.3 Tidtagning och Videoinspelning.....	15
4. Resultat	17
4.1 Nulägesbeskrivning	17
4.2 Komponenter	17
4.3 Hjälpmedel för komponenter	25
4.4 Tidsberäkningar	25
4.2 Resultat från AviX	28
4.3 Linjebalansering.....	34
5. Diskussion	35
5.1 Analysrapport	35
5.2 Felkällor	36
5.3 Ergonomi.....	36
5.4 Kostnader	36
5.5 DFAA.....	36
5.6 Beställningspunktsystem	38
5.7 Miljö och etik.....	38
6. Slutsatser	39
7. Källförteckning.....	40

1. Inledning

Följande kapitel utgör beskrivning av bakgrund, syfte, arbetets avgränsningar och precisering av den valda frågeställningen

1.1 Bakgrund

Den välkända term "Lean" präglade företag och produktionsbranschen i flera decennier och har fortfarande gjort intryck i dagens industri. Lean baserades på Toyotas Corporations idé om att förbättra kvalitet, service och effektivisera produktionsprocesser genom att implementera diverse verktyg och teknik. På så sätt kunde företag både bli mer lönsamt, effektiva och göra fler kunder nöjda (Becker, 1998). För att implementera "lean thinking" behövs förståelse för dess produktionsprocess och filosofi. Därifrån kan processerna kartläggas, analyseras och de brister som existerar redogöras för att sedan eliminera dem (Becker, 1998).

Westaflex har sedan 1975 varit främst på tillverkning inom deras område, men inga större förändringar har skett sedan start. Den senaste tiden har arbetsplatsen köpt in fler maskiner, både automatiserade och manuella produktionssystem. Maskinerna och flödet har inte förändrats så mycket sedan 40 år tillbaka och företaget förlorar drygt 90 minuters produktiv tid varje dag vilket på sikt blir väldigt mycket för ett företag som vill maximera effektiviteten. Därav kommer projektet innefatta den förlust i kontrast med den vinst som kan göras efter effektivisering.

1.2 Syfte

Målet är att analysera ergonomin, reducera ställtiderna samt hitta förbättringar som bidrar till en ökad effektivisering.

1.3 Avgränsningar

Projektet kommer att rikta sig mot Westaflex produktionsanläggning. Arbetet kommer fokusera på det nuvarande produktionsflödet och hur det kan effektiviseras genom diverse belastning av arbetskraft och ergonomiaspekter. Anläggningens arbetsyta Röda bordet kommer analyseras med olika processer för kapacitetsberäkningar och balansering för att hitta den optimala kvantiteten av arbetskraft. Arbetet riktar sig in på arbetsflödet och arbetsrutiner, därav kommer arbetet ha inte ta hänsyn till människans psykiska eller fysiska kapabilitet under tidtagning då mående kan påverka prestation.

Ekonomiska hänsynstagande har inte heller gjorts på grund av oberoende faktorer såsom dagligt schema, efterfrågan, tidsperioder samt kostnader för maskiner då det är oberoende av ställtider. Däremot kommer antaganden genomföras med hänsyn till kostnader av arbetskraft och estimerade arbetstider som löper på ett år.

1.4 Precisering av frågeställning

WestaFlex är ett lönsamt företag men vill effektivisera så mycket som möjligt till en lönsam punkt. WestaFlex formulerar frågor som ska vara engagerande, bland annat kontrollera ställtiden, hur ergonomin ser ut på arbetslinjen och eventuella åtgärder samt hur företaget skall allokera arbetskraft på en av deras arbetslinje med hänsyn till personalkostnad. Eftersom företaget producerar flera typer av rör, vill företaget kunna planera och allokera personal där det behövs, när det behövs.

En utvärdering av problemet utfördes som involverade samråd med Institutionen för industri-och materialvetenskap (IMS) på Chalmers Tekniska Högskola. Handledaren berör diverse ämnen såsom

produktionslogistik och människans interaktion med teknik som behandlar analyser av produktionsflöden med inslag av lean thinking, ergonomi och balansering. För att behandla frågeställningen krävs det omfattande kunskaper inom produktionslogistik samt stöd med information och möjligheter att utföra mätningar i produktionsanläggningen på WestaFlex. Summeringsvis innebär det att arbetet kommer lägga fokus på hur man kan effektivisera en arbetslinje i produktionsanläggningen. Därmed kommer följande frågor besvaras under projektets gång som följer den röda tråden:

- Vad är den nuvarande ställtid för en produkt under diverse tidsperioder, inklusive variationen, och hur kan ställtider och variationen minimeras?
- Hur många arbetare behövs på Röda bordet för en ökad effektivisering?
- Hur kan ergonomin på Röda bordet förbättras för en ökad effektivisering?

2. Teori

I detta avsnitt presenteras de existerande kunskaper som avhandlar produktionsprocesser idag och hur det interagerar med frågeställningen och uppdraget.

2.1 Lean

Ideologin Lean - "The Toyota Way" följer 4P-modellen som grund. Modellen är uppbyggd som en pyramid och innefattar filosofi (Philosophy), processerna (Process), människorna (People and partners) och högst upp, problemlösning (Problem solving). Liker & Meier (2006)

Filosofin är långsiktigt tänkande och ska vara grunden då beslut fattas. Om detta krockar med kortsiktiga ekonomiska mål så prioriteras det långsiktiga. Företaget ska addera värde till samhället, kunder och anställda. Filosofin är ett påfund av Sakichi Toyoda. Visionen gick ut på att förenkla livet för människor som levde i jordbrukssamhället där han växte upp. Detta kunde uppnås genom att uppfinnandet av vävstolen som förenklade kvinnornas arbete. Synsättet levde vidare då Sakichi lät sonen Toyota starta ett bilföretag som bidrag i utvecklingen av samhället. Idag har varianter av filosofin brett ut sig flitigt bland många olika företag. Liker & Meier (2006)

Vad gäller processerna, går det ut på att eliminera slöserier. Detta kan uppnås genom processflöden ska utformas så att problem förs till ytan. Undvika överproduktion genom att låta produktionen bero på efterfrågan. Arbetsbelastningen fördelas jämnt. Om problem uppstår ska processerna stoppas för att uppnå rätt kvalitet. Standardiserat arbete och delaktighet från personalen är det som krävs ständiga förbättringar. Undvika dolda problem genom att verksamheten synlig. Tekniken ska vara utprovad, och pålitlig så den passar processer och medarbetare. Liker & Meier (2006)

P:et människor handlar om att utveckla leverantörer och medarbetare. Här är det viktigt att företagets ledare utvecklas, lever efter företagets filosofi och samtidigt lära ut den, samt verkligen känna till verksamheten. Vidare ska företagets filosofi följas genom att se till så arbetslag och enastående människor utvecklas. Sedan ska även företaget tillgodose leverantörer och partners den hjälp och utmaning som krävs för att dessa ska utvecklas. Liker & Meier (2006)

Högst upp på pyramiden är problemlösning och förbättra ständigt. Det kan uppnås genom att ordentligt förstå situationen genom att gå och se med egna ögon. Beslut som fattas ska genomföras snabbt men fattas långsamt och i samförstånd. Genom att hela tiden reflektera och eftersträva målet att bli en lärande organisation kan ständiga förbättringar uppnås. Liker & Meier (2006)

2.2 Takttid

Takttid är den tillgängliga produktionstiden dividerat med efterfrågad enhet:

$$Takttid = \frac{\text{Total tillgänglig produktionstid}}{\text{Genomsnittlig efterfrågan}}$$

Takttid är den tillgängliga produktionstiden divideras med kundefterfrågan/enhet för ett specifikt tidsintervall. Takttiden används för att utveckla en arbets-eller produktionsprocess och beräknar ett tidskrav som företaget kan ställa för värdeadderande produktionsprocesser. Vid eftersträvad produktionstakt måste man ta hänsyn till den underliggande och överliggande takttiden för att få en realistisk balansering i takttid och minimera risken för eventuell överproduktion.

2.3 Ergonomi

Det finns flertal definitioner av ergonomi men mestadels av definitionerna belyser vetenskap i form av förståelse och teknologi där tillämpning av förståelsen för att bearbeta problemen.

En förslagsvis definition är: *“Ergonomics (or human factors) is the scientific discipline concerned with the understanding of interactions among humans and other elements of a system, and the profession that applies theory, principles, data and methods to design in order to optimize human well-being and overall system performance” - IEA Executive working group 2000*

Översatt: Ergonomi (eller mänskliga faktorer) är den vetenskapliga disciplin som handlar om förståelsen för interaktioner mellan människor och andra element i ett system, och yrket som tillämpar teori, principer, data och metoder för att utforma för att optimera människans välbefinnande och övergripande systemprestanda. - *IEA Executive working group 2000*

(Wilson, 2000)

2.4 AviX

AviX är en produktionsteknisk hjälpverktyg som används för analysering och optimering av design och produktionsprocesser genom videoupptagning. Genom att överföra videoinspelningar till datorn kan man enkelt optimera, kartlägga och eliminera “muda” som betyder slöseri, inom produktionsprocessen.

I arbetet används modulerna Metod och Ergo som samspelar i samma program. Modulen metod behandlar tidsberäkningar och resursmätning inom produktionen medan Ergo tar hänsyn till ergonomiska aspekter under samma produktionsprocess.

För att använda AviX krävs följande:

Videoinspelning: Hjälper till i analysprocessen för att kunna gå tillbaka och kontrollera eventuella förbättringar

Analys: AviX är indelat i ett strukturellt träd och behandlar följande

1. Industri (Verksamheten)
2. Lina (Produktionshastighet)
3. Arbetsstation
4. Moment
5. Operation

I arbetet kartläggs de tre första delarna i trädet för att analysera tid och optimering, medan Moment och Operation belyser större fokus på ergonomi.

Dokumentation: Programmet ger preciserad data som kan användas som underlag för beslutsfattande och förbättringsförslag.

(AviX, avix.se, 2021-04-14)

2.4.1 AviX - Method

I method klassificerar man det arbetet som görs under en viss tid som värdeadderande eller ej värdeadderande. Kategorierna i “ej värdeadderande” ingår:

Nödvändigt - Nödvändigt för produktionsprocessen men ger inget värde för produktionshastigheten.

Väntan - Väntan på produkt till nästa arbetsstation.

Förlust - Utgör ingenting för produktionsprocessen.

Därefter kan man utvärdera videoinspelningen och klassificera de tiderna som är produktiva och improduktiva, ger en illustration på hur resurserna används i produktionsprocessen och hur de kan optimeras.

2.4.2 AviX - Ergo

Genom att skapa en “Operation” i Metod kan man genomföra en aktivitetsanalys som ligger till grund för att utvärdera de rörelser och moment i en arbetsprocess som kan vara skadligt för människan på längre sikt. Dessa uppgifter används sedan för nästa steg av utvärdering i Ergo. Aktivitetsanalysen består av 12 olika typer av aktiviteter och använder fem olika typer av skala på arbetsuppgiften som använder följande variabler:

A - Lång rörelse med en inpassning eller ett greppningsproblem

B - Lång rörelse utan svårigheter, eller en kort rörelse med inpassning

C - Kort rörelse utan svårighet

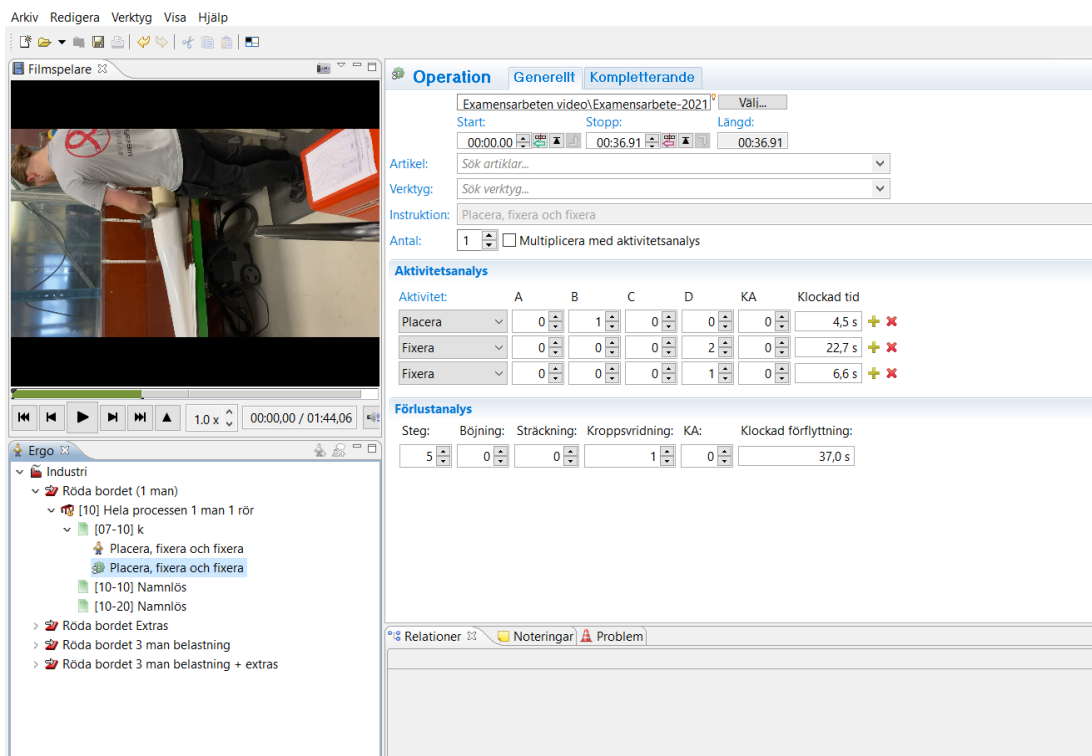
D - Mycket liten rörelse

KA - Kraftansträngning

Under varje aktivitet eller arbetsmoment utförs rörelser som numreras beroende på hur många gånger de har utförts under den klockade tiden. En aktivitet kan vara t.ex: Assemblerns arbetsuppgift, där diverse rörelse görs under den klockade tiden som är hela arbetsuppgiftens längd tills Fixern fortsätter. Varje diverse rörelse som görs av assemblern numreras.

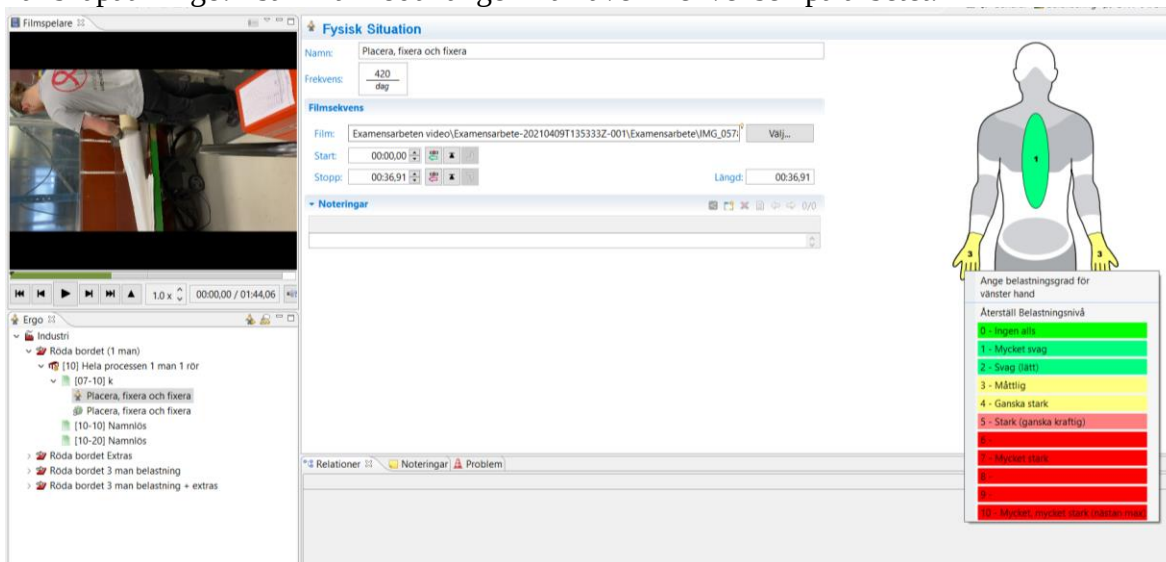
Därefter gör man en förlustanalys som redovisar de kroppsdelarna som har blivit belastade när man har utfört en rörelse på en skal. Rörelserna lyder enligt nedan:

- Steg
- Böjning
- Sträckning
- Kroppsvridning



Figur 1 - Meny för att skapa operation i AviX - Metod

När hela operationen är klar skall man skapa en fysisk situation, det innebär att man skall ange belastningsgraden på de kroppsdelar i en figur som påverkas av det arbete man gör för varje operation man har skapat i Ergo. I samma modul anger man även frekvensen på arbetet.



Figur 2 - AviX - Ergo

2.5 Linjebalansering

Produktionslinje eller monteringslinje kan utgöra del av materialflödet. Detta består av sammankopplade processteg som kan variera i antal. Ordningen för dom olika stegen är oftast bestämd. För att uppnå största möjliga produktion gäller det produktionslinan är utjämnad samt att alla stationer som berör produktionen för den specifika produkten har den jämnaste möjliga kapacitetsbeläggning. Linjebalansering möjliggör

strukturering av produktionslinan. Detta då fördelning av arbetsuppgifterna utförs för minimering av outnyttjad tid vid given produktionstakt. För att det ska funka på bästa sätt gäller att samtliga operationer vid en station ska kunna utföras på ungefär samma tidsåtgång. Tiden som finns tillgänglig för given station utgör cykeltiden eller produktionshastigheten som det också heter. Det finns två vägar till en bättre balans. Genom antingen minimering av antalet stationer eller minskning av cykeltiden (Axelsson, B & Borg, M., 2011).

Om produktionslinjen inte balanseras bildas mycket "dötid" vilket innebär väntetider och köer. Cykeltiden bestäms av flaskhalsen, vilket är stationen med längst arbetstid. Det som bör eftersträvas är att cykeltiden för flaskhalsen blir så lik övriga stationers cykeltid. Skillnaden mellan tiderna är balanseringsförlust.

$$\text{Balanseringsförluster} = n \cdot c - \sum_i t_i \div n \cdot c$$

Där c =Cykeltid, n =Antal arbetsstationer,
 $\sum_i t_i$ =Totalt arbetsinnehåll, t_i =Operationstid för operation

Många faktorer spelar in i en linjebalansering vilket kan bli komplext. Det komplexa kan vara ordningen som processtegen måste utföras. Vilket gör det svårt att fördela arbetsuppgifterna mellan stationerna. Vidare kan det vara så att en maskin är avgörande i slutförandet av en uppgift eller att flera operatörer krävs. Sedan tar inte linjebalansering hänsyn till ställtider. Även det är något som kan rubba balansen eftersom olika maskiners ställtid i produktionslinjen kan variera (Axelsson, B & Borg, M., 2011).

En ytterligare faktor att ta hänsyn till för att balansera ut en linje är genom att allokera arbetare till olika arbetsmoment för att jämna ut cykeltiden mellan stationer. Detta förutsätter att en arbetare är väldigt kunnig inom ett specifikt moment eller fler personal behöver belastas på en och samma station.

2.5 Produktutveckling för automatisk montering (DFAA)

DFX, Design For X är ett samlingsnamn för metoder som syftar till att förenkla utformningen av produkter. Detta för att produkter ska bli enkla att montera och tillverka. Sista bokstaven, X är vad metoden har för funktion. Metoden DFAA är en mer lättanvänd och praktisk variant och betyder att man designar för en automatiserad montering.

Monteringsvänliga komponenter och produkter är syftet med DFAA-metoden. Den talar även om vilka arbetsuppgifter och komponenter som är viktigast för ökad automation. Samtalen som uppstår mellan produktions- och konstruktionsavdelningarna leder till att monteringsproblemen kan undvikas redan vid arbetet kring konstruktionen. Resultatet av metoden är förbättringspotential och inte en lösning på problem. (Fast-Berglund & Mattsson, 2017)

3. Metod

I detta avsnitt kommer tillvägagångssättet redovisas för att uppnå resultatet

3.1 Studiebesök och kontakt

För att etablera en grund för examensarbetet fick utfördes besök hos WestaFlex produktionsanläggning för att få en illustrativ bild av deras verksamhet. Både VD och försäljningsansvarig har närvarat vid första studiebesöket och guidat alla tillverkningsprocesser utav olika former av rör till diverse produktionsområden som inte benämns i rapporten. Ett andra återbesök genomfördes för en bredare insikt av produktionslinan på Röda bordet. Dessa besöken har varit oregelbundna men väldigt informativa och givande. VD:n har beskrivit deras nuvarande status och hur det översätts till den vision WestaFlex har.

Mestadels av kontakten har varit per mail där VD har snabbt återkopplat och hjälpt till med lösningsprocessen genom att tillhandahålla uppgifter och data som är viktiga för analyseringsprocessen.

3.2 Observationsstudie

För att få en bild av produktionsprocessen på Röda bordet, studerades arbetsgången på nära håll. Detta har givit kunskap om monteringsordning, komponenter och dimensioner som har kunnat användas för den datan som kommer ligga till grund för nulägesanalys.

3.3 Tidtagning och Videoinspelning

Kunskapen från observationsstudien möjliggör vidare analysering av flödet genom att videoinspela vardera moment i produktionsflödet på Röda bordet som är viktig för produktionsprocessen. Westaflexs anställda var måna om videoinspelningen och hjälpte till för att täcka så många fundamentala moment i rörtillverkningen som kan påverka produktionsprocessen.

Videoinspelningen omfattar både tidtagningen och bildligt material som skall studeras vidare i AviX.

3.3.1 AviX - Metod

Under monteringsfasen av rören har en analys utförts av produktionsprocessen för en anställd på golvet, tre anställda på golvet och de diverse processerna som inte utgör den nyttiga produktionen. Alltså delar i produktionsprocessen som är nödvändiga men inte utgör ett värde för den enhet som skall produceras (övrig tid/dötid), såsom hämta komponenter och skära material (fiberdukar och isolering). Genom videoinspelningen i nuläget utvärderades arbetsprocessens gång i detalj för att se vilka delar av momenten är värdeadderande.

Under arbetets gång har även årsredovisningen tillgängliggjorts som används för bland annat takttid i AviX och även andra värden som utvärderats under tidtagningen. (Bilaga ej publicerad pga sekretesskäl).

3.3.2 AviX - Ergo

Modulerna Metod och Ergo kan samspela, då samma videoinspelningar används i Ergo för att utvärdera ergonomin på arbetsplatsen. Genom att analysera vilka kroppsdelar som belastas under en arbetsdag, gav det insikt i hur arbetet skall utföras på ett ergonomivänligt sätt för undvika skador på lång sikt.

På liknande sätt i Metod, har analys utförts av både ergonomin under monteringsfasen men även de sekundära jobb som måste göras utöver det primära arbetet på Röda bordet.

Därefter genomfördes en förlustanalys som anger vilka större kroppsliga rörelser som görs under arbetsuppgiftens gång och under hur lång tid kroppen blir belastad. På samma sätt som i aktivitetsanalysen, numreras antalet gånger operatören rör sig.

4. Resultat

Detta kapitel redovisar resultatet på informationen som har bearbetats i metodkapitlet

4.1 Nulägesbeskrivning

Röda bordet omfattar primärt en produktionslina för 125 mm rörtillverkning. På linan arbetar tre personer med diverse arbetsuppgifter enligt löpande band principen. De tre olika arbetsuppgifterna kommer få benämnas enligt följande:

Assembler - Den första på linan som dikterar tempot. Assemblern rullar ihop rör, fiberduken och isoleringen och sedan fäster den med tejp. Därefter sedan skjuts den in i ett plasthölje för nästa steg.

Fixer - Den andra på linan som fäster plåtstosen med plastringen med fläns då den skall anslutas mot ventilationskanalen.

Finisher - Den siste arbetaren i produktionslinan säkerställer fästningen av ångspärren genom att låsa fast den med ventilramen med ben med hjälp av plastringen med fläns.

Utöver dessa arbetsuppgifter finns det sekundära arbetsuppgifter som omfattar påfyllning av diverse komponenter. T.ex skära fiberdukar, skära isolering och hämta tung last, antingen med truck eller för hand. Detta utgör en förlust i tid då en eller två kan lämna linan för att utföra dessa sekundära arbetsuppgifter.

4.2 Komponenter

Denna del ska bestå av de komponenter som används för ventilationssystemen

Plasthölje: 1st/produkt



Bild 1 - Plasthölje

Används som skyddshölje om ljuddämparen. Plastskyddet är ursprungligen i en rulle som väger 13,3 kg och är 200 meter lång.

Fiberduk: 1st/produkt



Bild 2 - Skärning av fiberduk

Fiberduken förhindrar att damm från isoleringen i ljuddämparen flyger in i ventilationssystemet.

Plastring m. fläns: 1000st/kolli (2st/produkt)



Bild 3 - Plastring m. fläns

Plastring med fläns fungerar i änden där ventilramen är som ett stopp mot innertaket. Den är försedd med en krage som tar i hålet som är upptaget för ventilationen. Plastringen används även för att låsa fast ångspärren ihop med plåstosen som expanderas fast i röret.

Isolering: 1st/produkt



Bild 4 - Skärning av isolering

Isoleringen kommer från Isover, Billesholm och fungerar ljuddämpare och isolator.

Plåstos 50mm: 900st/kolli (1st/produkt)



Bild 5 - Låda med plåstos

Plåstosen har en anslutning mot ventilationskanal/ventilationssystem (har en lik funktion som ventilram i andra änden av deras 125 mm rör.)

Rör: (1st/produkt)



Bild 6 - Assemblern monterar fiberduk och isolering på rör

Röret är stansat för att bryta ljudet. Tillsammans med isoleringen ger det utmärkt ljudisolerande förmågor.

Ångspärr: 1000st/kolli (1st/produkt)



Bild 7 - Låda med ångspärr

Ångspärren förhindrar fukt och kondens genom diffusionstätning vid anslutning/genomföring mot innertak.
Ångspärren hindrar fukt att vandra när varm luften från rummet under möter den kall luft.

Ventilram med ben: 1000st/kolli (1st/produkt)



Bild 8 - Ventilram med ben

Ventilramen är ansluten mot rum och fästs mot undertak och ventil.
OBS 35st produkter platsar per låda som skall fraktas.

Slutprodukt:



Bild 9 – Slutprodukten i nere till vänster efter sista fasen i linan

4.3 Hjälpmedel för komponenter



Bild 10 - Plastlindan

Plastlinda - En maskin med en hävarm som används för att skära plastskydd. Man placerar plastskyddsrollen i en stång, sedan placerar man den önskade längden på plastskyddet på en platta. Därefter snurrar man en hävarm som häver in plasten så den roteras kring plattan.

4.4 Tidsberäkningar

Under kalkylprocessen görs antaganden baserade på konfidentiell men realistisk information. Under tidsberäkningsprocessen antar man att en arbetsdag motsvarar 7 timmar på samtliga punkter samt att antalet arbetsdagar 2020 motsvarar 252 dagar vilket motsvarar 21 arbetsdagar per månad. (Källa)

4.4.1 Teoretisk takttid och komponent beräkningar

Takttiden beskrevs som tidigare ovan, total tillgänglig tid genom total efterfråga per dag. WestaFlex har redovisat en planerad takttid på följande:

$$\text{Planerad efterfråga } 2020 - 2021 = 70980 \text{ enheter}$$

$$\text{Verklig efterfråga } 2020 - 2021 = 71050 \text{ enheter}$$

$$\text{Planerad tid } 2020 - 2021 = 1193,5 \text{ h}$$

$$\text{Verklig tid } 2020 - 2021 = 1491,35 \text{ h}$$

$$\text{Planerad takttid } 2020 - 2021 = 70980 / 1193,5 * 60 = 1,008 \text{ min}$$

$$\text{Verklig takttid } 2020 - 2021 = 71050 / 1491,35 = 1,26 \text{ min}$$

4.4.2 Cykeltider

Cykeltiderna är baserade på de inspelningar som gjordes på deras anläggning för vidareutvärdering i AviX. Tiderna är framtagna genom att kontrollera takttiden för att producera X enheter.

4.4.2.1 Cykeltid - Inspelad total cykeltid

Inspelad cykeltid 3 man: 73,8 sek

Inspelad cykeltid 1 man: 85,3 sek

Efterfråga = 420 st per dag

$$\text{Verklig Cykeltid, 3 man} = 73,8 * 420 = 516,6 \text{ min} = 8,61 \text{ h}$$

$$\text{Verklig Cykeltid, 1 man} = 85,3 * 420 = 591,7 \text{ min} = 9,95 \text{ h}$$

Eftersom cykeltiden kan variera utifrån vem som är assembler, fixer eller finisher. För att få en estimation utgår man ifrån att tiden är linjär med antalet på stationen.

$$\text{Verklig Cykeltid, 2 man} = \frac{(73,8 + 85,3)}{2} = 79,55 * 420 = 556,85 \text{ min} = 9,28 \text{ h}$$

4.4.2.2 Kostnad av produktion per vecka

Här görs antaganden och beräkningar på personalkostnad som är beroende hur av antalet arbetande på linan per vecka:

Antagande:

- Varje personal kostar 100 kr per timma
- Tidsproduktionen är konstant för en hel dag (samma produktionstid varje dag beroende på arbetsbelastning)
- Exkluderat förluster

1 man på 5 dagar:

Producerade komponenter: $420 \times 5 = 2100 \text{ st}$

Tid: $9,95 \times 5 = 49,75h$

Personalkostnad: $49,75 \times 100 = 4975 \text{ kr}$

2 man på 5 dagar:

Producerade komponenter: $420 \times 5 = 2100 \text{ st}$

Tid: $9,28 \times 5 = 46,4h$

Personalkostnad: $46,4 \times 100 \times 2 = 4640 \text{ kr}$

3 man på 3 dagar:

Producerade komponenter: $420 \times 3 = 1260 \text{ st}$

Tid: $8,61 \times 3 = 25,83h$

Personalkostnad: $25,83 \times 100 \times 3 = 2583 \text{ kr}$

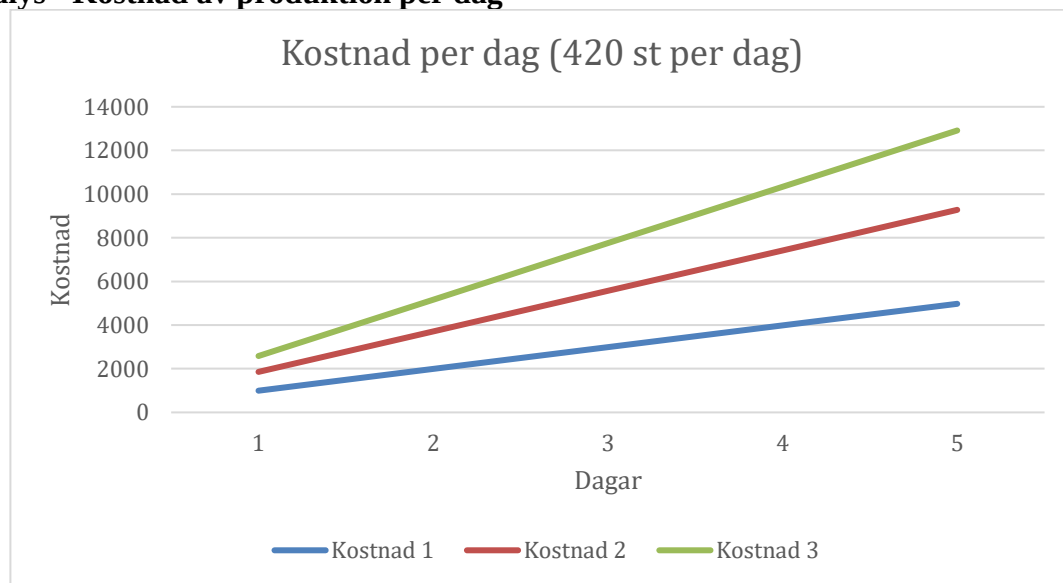
Planerad tid

Producerade komponenter: $420 \times 5 = 2100 \text{ st}$

Tid: $7 \times 5 = 35h$

Personalkostnad: $35 \times 100 \times 3 = 3500 \text{ kr}$

Företaget har leveranser på 840 - 1700 produkter som levereras varje vecka. Genom produktion över 1700 st komponenter får företaget extra resurser för säkerhetslagret.

Resultatanalys - Kostnad av produktion per dag

Figur 3 - Diagram som beskriver kostnaden per dag för antalet arbetare

Linjer ovan beskriver följande:

Blå linje: Kostnaden för 1 man per dag

Röd linje: Kostnaden för 2 man per dag

Grön linje: Kostnaden för 3 man per dag

4.4.2.3 Frekvens för påfyllning av komponenter

Om man antar att Måndagen är första arbetsdagen där komponenterna ovan är påfyllda så anger följande värden nere hur länge de kan användas före de måste fyllas på:

$$\begin{aligned} A &= \text{Plåtstos: } 900/420 = 2.14... \text{arbetsdagar} * 7 = 14.98 \text{ h} \\ B &= \text{Ventilram och Ångspärr: } 1000/420 = 2.38... \text{arbetsdagar} * 7 = 16.66 \text{ h} \\ C &= \text{Plastring m. fläns: } (1000/2)/420 = 1.19... \text{arbetsdagar} * 7 = 8.33 \text{ h} \\ D &= \text{Plasthölje: } 20\,000/106 = 188,67... = 420/189 = 0.45 \text{ arbetsdagar} * 7 = 3.15 \text{ h} \end{aligned}$$

Frekvens av påfyllning per månad

Arbetsdagar per månad är angett till 21 dagar

$$\begin{aligned} A &= 2.14/21 = 0.101 = 10.1\% \\ B &= 2.38/21 = 0.11 = 11\% \\ C &= 1.19/21 = 0.056 = 5.6\% \\ D &= 0.45/21 = 0.0214 = 2.14\% \end{aligned}$$

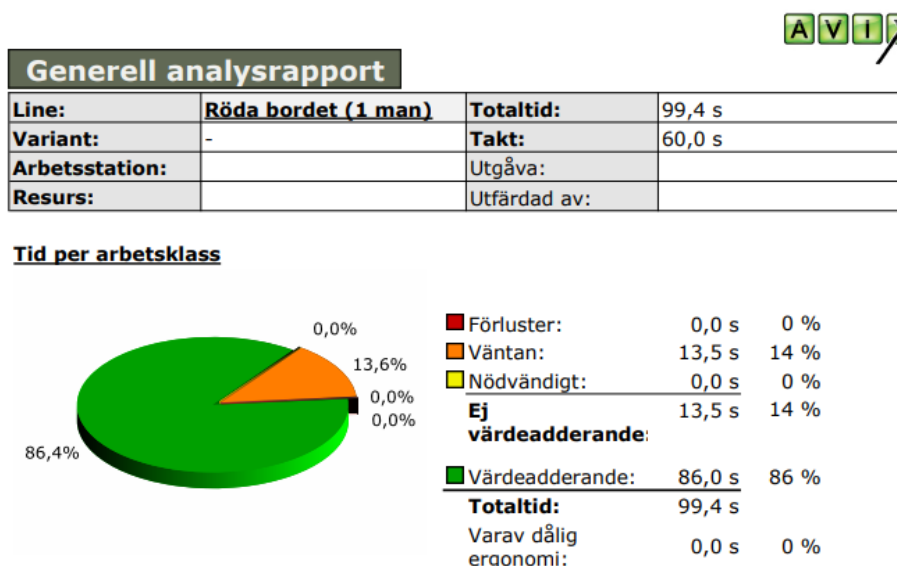
$$\text{Totalt: } \frac{6.16}{84} = 0.0733... = 7.3\%$$

4.5 Resultat från AviX

Nedan har generella analysrapporter producerats via AviX för att ge illustration av hur produktiv röda bordet är i olika förhållanden. Denna del kommer beskriva resultaten.

4.2.1 Aktivitet

Röda bordet 1 man



Figur 4 - Analysrapport: Röda bordet 1 man 1 rör

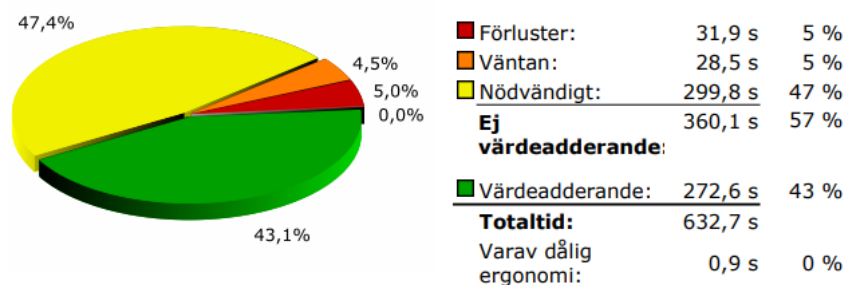
Rapporten ovan visar att det inspelade materialet har redovisat 86,4% värdeadderande tid. Den lila förlusten av väntan har varit en mindre distraktion av arbete, såsom ställa produkt på rätt plats.

Röda bordet 3 man



Generell analysrapport			
Line:	Röda bordet 3 man belastning + extras	Totaltid:	632,7 s
Variant:	-	Takt:	60,0 s
Arbetsstation:		Utgåva:	
Resurs:		Utförd av:	

Tid per arbetsklass



Figur 5 - Analysrapport Röda bordet på tre man i lina

Denna del har resultatet med 3 man på linan kombinerats med de extra uppgifter som behöver genomföras när man behöver lämna det röda bordet. Detta resultat bör tas med en nypa salt då analysen tar hänsyn till fem producerade rör samt påfyllning av alla komponenter en gång. Eftersom vissa av komponenter behöver påfyllning löpande bedöms analysrapporten som en illustration av förluster vid maximal förlust i samband med tillverkning på tre personer.

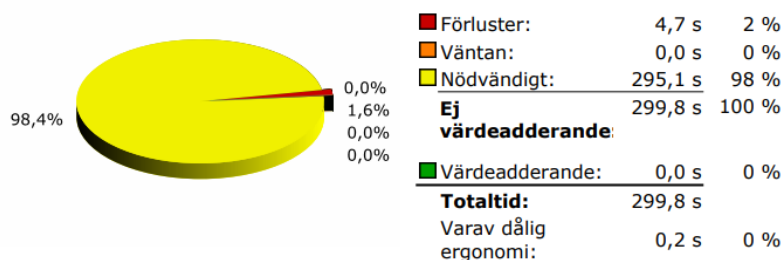
Här är värdena beräknade på olika tillfällen med olika tryck. Först momentet är beräknat på 5 rör på en man med en cykeltid på 35 sek per rör, andra momentet är baserat på en mindre erfaren assembler på 3 rör som får hjälp av fixern som gör utför sitt arbete på 19,11 sek. Slutligen på finisherns del så är det 1 man som gör 5 rör med en cykeltid på 19,66 sek.

Röda bordet extras



Generell analysrapport			
Line:	Röda bordet Extras	Totaltid:	299,8 s
Variant:	-	Takt:	60,0 s
Arbetsstation:		Utgåva:	
Resurs:		Utförd av:	

Tid per arbetsklass



Figur 6 - Analysrapport: Röda bordet extras

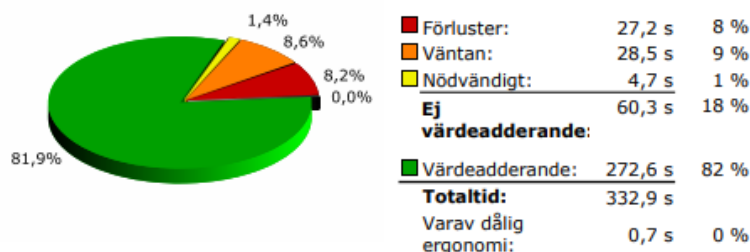
Denna rapport beskriver de totala förlusterna när man ska fylla på komponenter. Detta omfattar putta lådor (kan vara ventilram med ben, plåtstos eller plastring med fläns), sätta ihop lådor (för att förenkla påfyllningen av komponenter), påfyllning av plastskydd, transportera plastskydd, skära fiberduk och skära isolering. Samtliga påfyllningar har genomförts en gång, detta ger totala tiden om en och samma person skulle fylla på samtliga komponenter.

Röda bordet 3 man belastning



Generell analysrapport			
Line:	Röda bordet 3 man belastning	Totaltid:	332,9 s
Variant:	-	Takt:	60,0 s
Arbetsstation:		Utgåva:	
Resurs:		Utförd av:	

Tid per arbetsklass



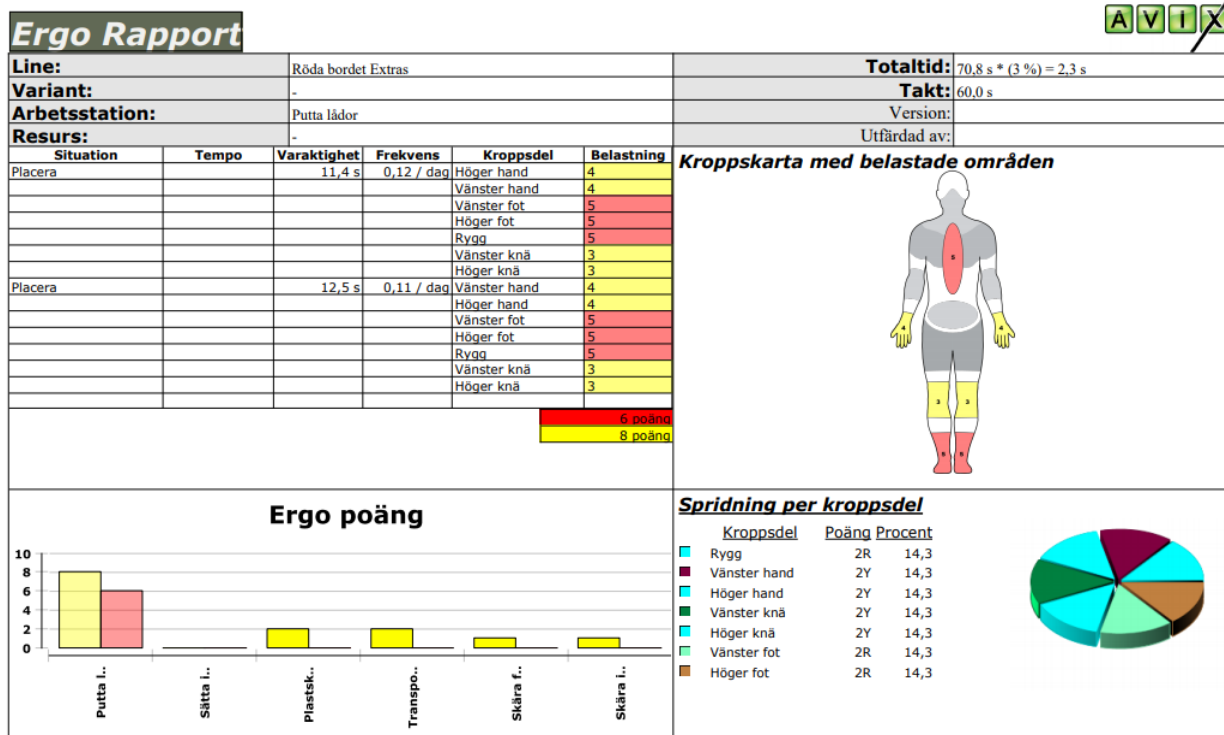
Figur 7 - Analysrapport: Röda bordet 3 man

Här ser vi den vanligaste arbetsformen på röda bordet. Analysen har tagit hänsyn till fem rör som produceras av assemblern, fixern som fäster plastringen med fläns, plåtstos och plastskyddet på två rör och slutligen finishern som fäster ångspärr och ventilram med ben på fem rör. Viktigaste är att ta hänsyn till den värdeadderande tiden av tillverkning av enheter då samma person inte alltid står på linan

4.2.2 Ergonomi

Denna del omfattar ergonomin på de olika moment och deluppgifter som genomförs på röda bordet. Belastningsnivåerna är estimationer på hur kroppen belastas. Varje situation anger frekvens av arbete, kroppsdelar som påverkas och estimerad belastning för att genomföra situationen.

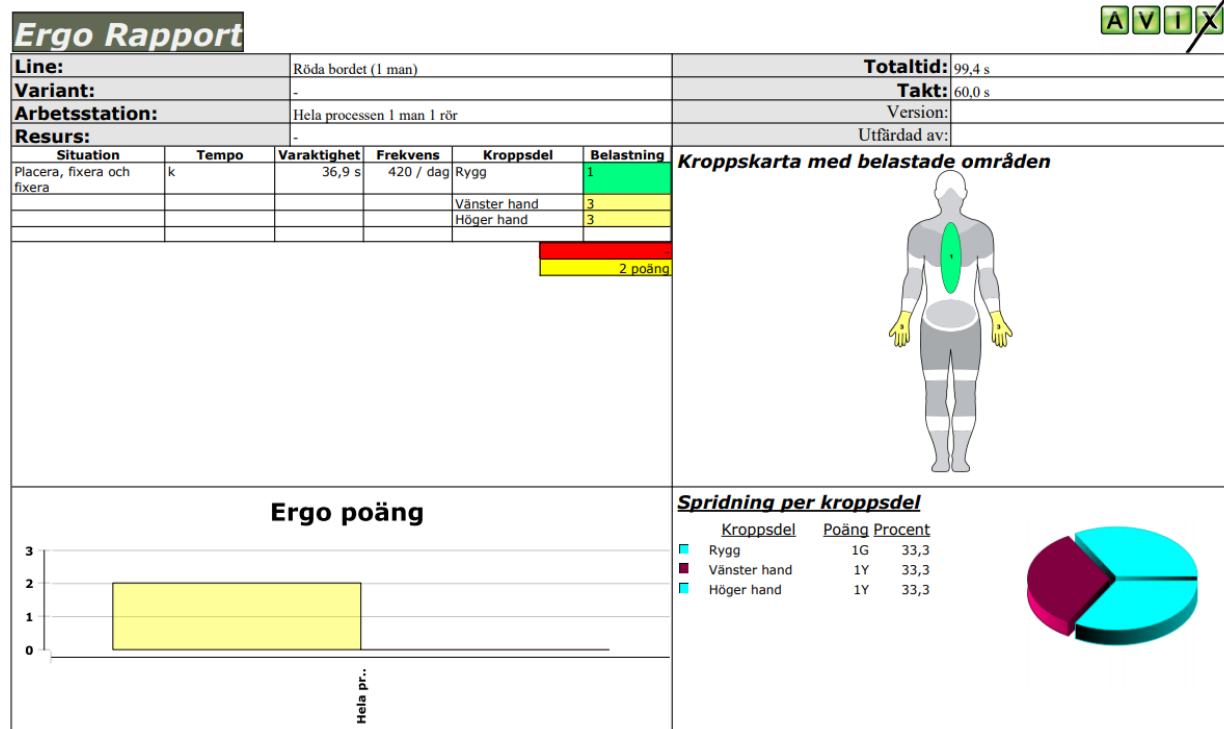
Putta lådor



Figur 8 - Ergonomirapport: Putta lådor

Putta lådor belastar kroppen väldigt mycket och tar hänsyn till putt av lådor när komponenterna är fyllda. Är lådorna tomma kan man exkludera denna analys. Lådorna är placerade på ben som man förflyttar vilket gör att man måste böja sig ned för att förflytta hela lådor med komponenter.

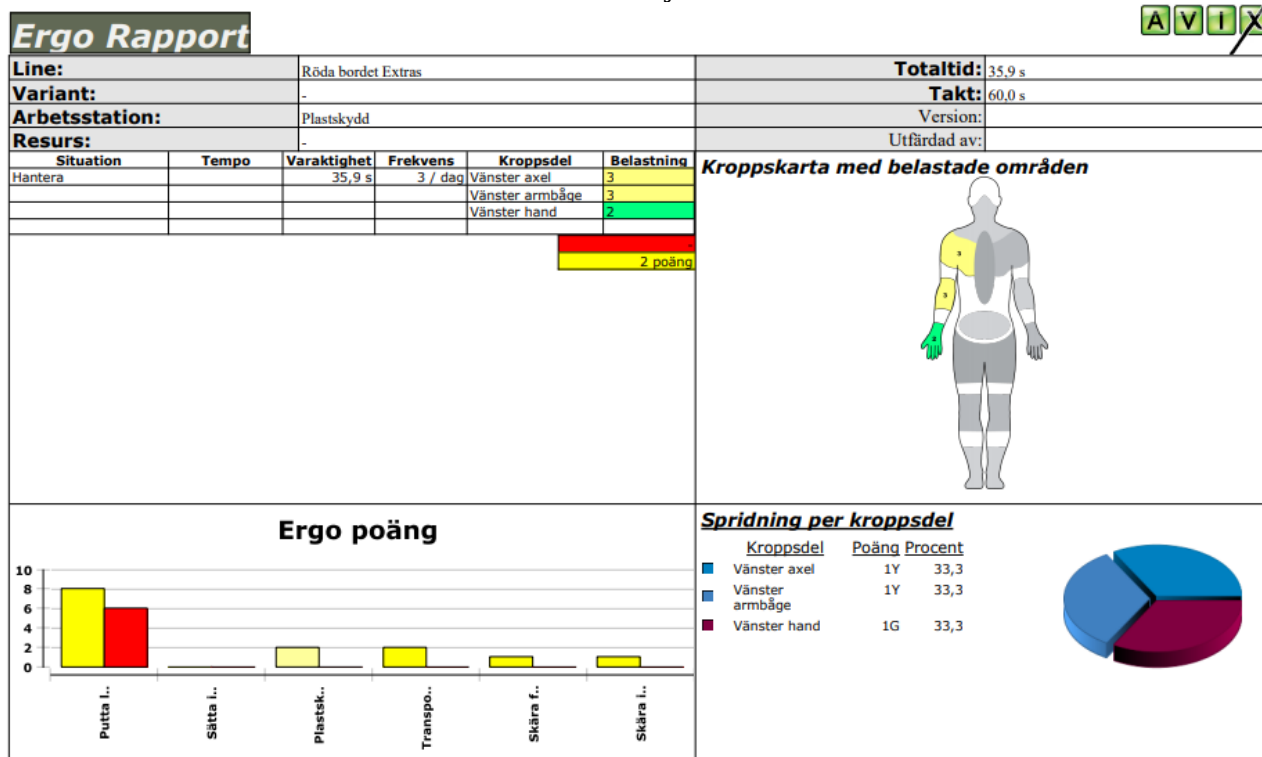
1 man 1 rör på röda bordet



Figur 9 - Ergonomirapport: Röda bordet 1 man

Arbetet på röda bordet genomförs väldigt ergonomiskt. Arbetarna kräver inte större rörelser som kan påverka kroppen vilket på sikt inte bör göra större skador på kroppens belastade områden.

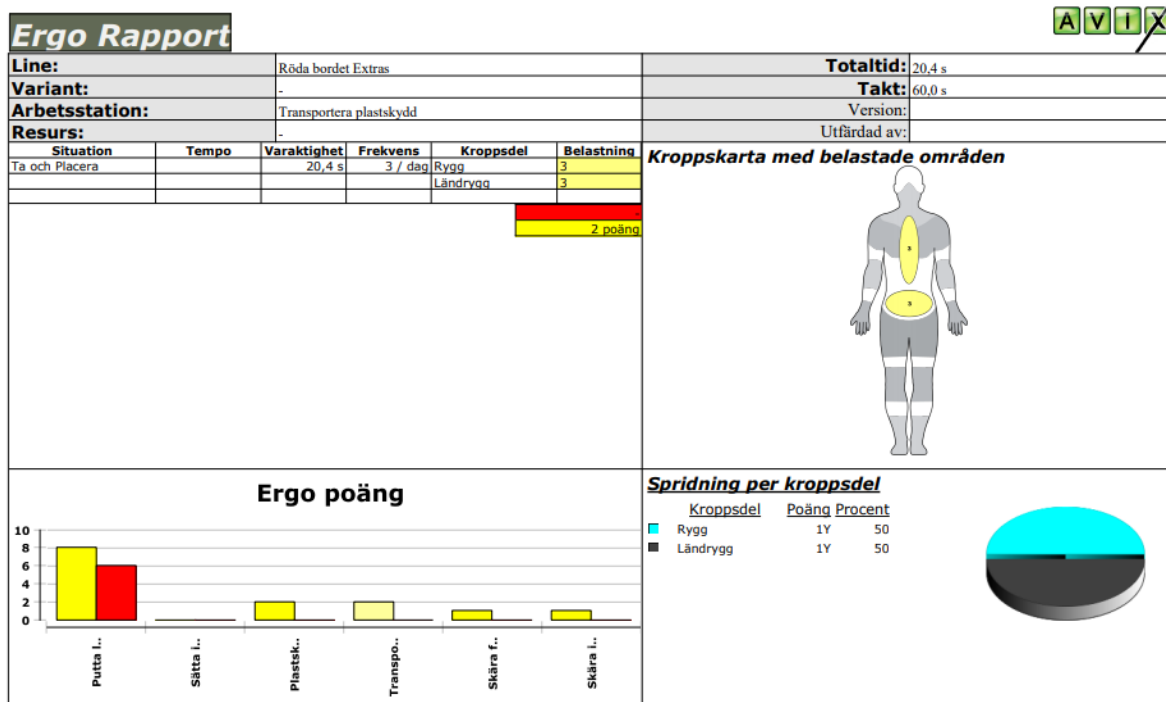
Plastskydd



Figur 10 - Ergonomirapport: Plastskydd

När man fyller på plastskydd krävs det att man använder en plastlinda som utnyttjar en hävarm. För att få plastskydden i dimensioner man vill ha placeras plastskyddet på en platta som roterar när man snurrar hävarmen vilket gör att plastskyddet viras runt plattan så man får plastskyddets maximala längd på båda sidor av plattan vilket är tidseffektivt för att få så många plastskydd som möjligt. Hävarmen är ergonomisk för kortare personer men mindre effektiv för längre personer. Rapporten utvärderad från en kortare person på drygt 165-170 cm

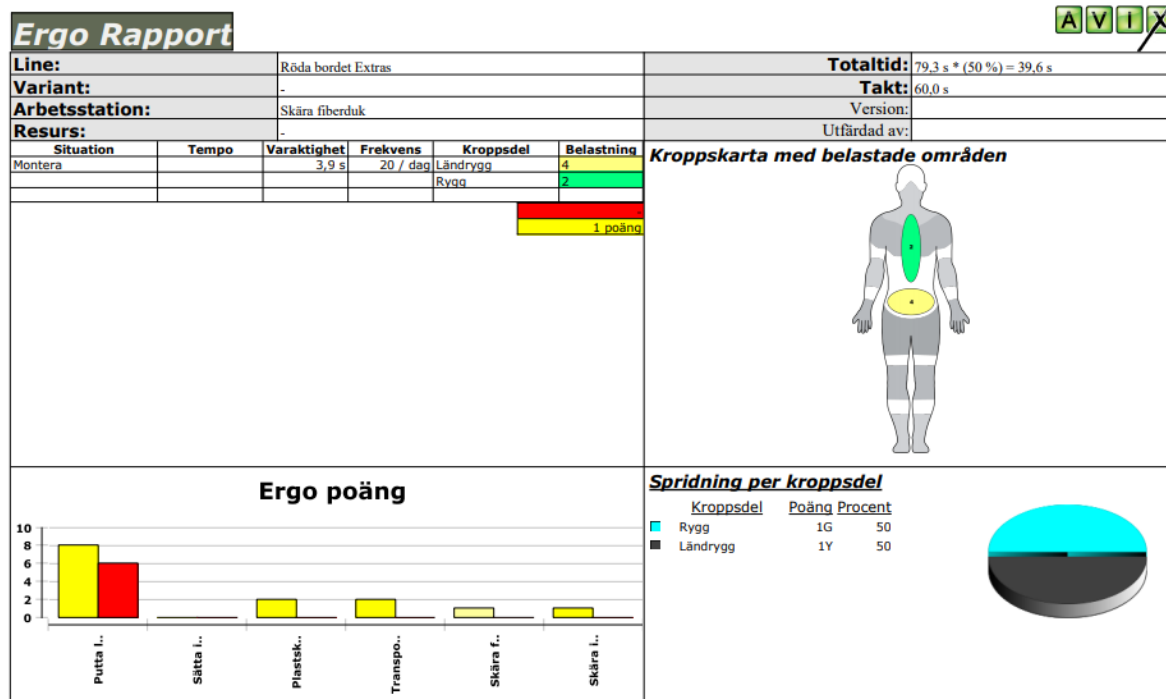
Transportera plastsydd



Figur 11 - Ergonomirapport: Transportera plastsydd

Plastsyddet har en vikt på 13,258 kg vilket i sig är en liten belastning. Då man hämtar plastsyddet från en låda kräver det att man bär det en kort sträcka, estimerat 20 meter till plastlindan.

Skära fiberduk

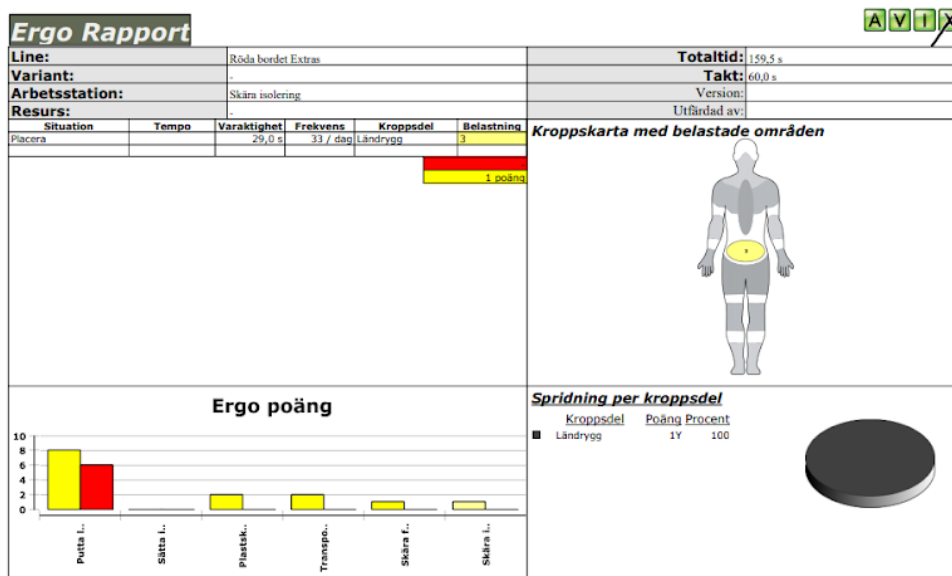


Figur 12 - Ergonomirapport: Skära fiberduk

Skära fiberduk på arbetsplatsen belastar inte kroppen i något storutsträckning. Däremot när man förbereder för att skära fiberduken måste man bära fiberduksrullen som är väldigt stor och tung, men däremot en kort

sträcka på drygt 3 meter. Storleken på fiberduksrullen kan man inte riktigt bära på ett ergonomiskt sätt och därför belastar det ländryggen i stor utsträckning.

Skära isolering



Figur 13 - Ergonomirapport: Skära isolering

Precis som att skära fiberduk funkar det inprincip på samma sätt. Isoleringsrullen är väldigt stor och kan ej lyftas på ett ergonomiskt sätt. Däremot väger isoleringsrullen mer än fiberduksrullen och därför belastar det ländryggen lite mindre.

4.6 Linjebalansering

$$\text{Balanseringsförluster} = n \cdot c - \sum i t_i \div n \cdot c$$

Där c =Cykeltid, n =Antal arbetsstationer,
 $\sum i t_i$ =Totalt arbetsinnehåll, t_i =Operationstid för operation

Cykeltid= 8.61h

Antal arbetsstationer= 3 st

Totalt arbetsinnehåll= 7h

$$\text{Balanseringsförlust} = ((3 \cdot 8.61) - 7) \div (3 \cdot 8.61) = 1 - 0.7289 = 0,2711$$

5. Diskussion

Denna del omfattar diskussion kring resultatet och hur det påverkar verksamheten.

5.1 Analysrapport

Enligt tidsberäkningar i resultat motsvarar en genomsnittlig arbetstid per dag 8.61h som skiljer sig från de 7h som är inplanerade till arbetet enligt operationsuppföljning. Denna tid motsvarar 60 sekunder per produkt från start till slut enligt planerad tid. Den konfidentiella datan vi har mottagit från WestaFlex så innehåller datan bristfällig information. Detta för att flertal dagar saknas i operationsuppföljningen vilket inte ger korrekta beräkningar i form av hur många timmar i snitt företaget arbetar per år. Den registrerade datan är maskinella fel vilket företaget är måna om. Enligt tidigare beräkningar har 252 arbetsdagar estimerats som aktivt arbete under ett år. Dessa dagar i kombination med den genomsnittliga arbetstiden ger en högre arbetstid per år än den inplanerade tiden per år. Detta i sin tur redovisar att företaget kräver hög effektivitet för att hålla sig inom den planerade ramen, men svårt att veta specifikt vilken ram då information om maximala antalet inplanerade timmar saknas.

Den totala cykeltiden ligger på drygt 74 sekunder vilket ligger över takttiden. Det innebär att företaget inte hinner att producera i samma takt som den efterfrågade kvantiteten av varor och därmed kan man konstatera att arbetarna måste jobba mestadels övertid för att uppnå den dagliga kvantiteten av efterfrågade varor.

Påfyllningen av komponenter har en belastning på 7,3 procent per månad. Enligt beräkningar har vi enbart tagit hänsyn till de uppgifter som kräver att man enbart förflyttar resursen. Dessa förflyttningar av resurser har lagts in i AviX för beräkningar av förlorad tid. Skära isolering och skära fiberdukar är inte inräknade i tidsberäkningarna då det sker löpande, med antagande att det tillverkas en kvantitet av isolering och fiberduk för varje producerad enhet. Däremot, skära isolering och skära fiberduk är en process som fortfarande tar tid och har därmed lagts in i AviX då det tvingar en person att lämna sin station. Plasthöljet ingår också i löpande påfyllning, och har räknats med i tidsberäkningen för att visa att det behövs fyllas på dagligen.

Frekvensen av påfyllningen påverkar takttiden då en eller flera personer antas lämna sin arbetslina för att eventuellt hämta en resurs. Enligt resultaten i AviX Metod så består samtliga extrauppgifter av 300 sekunders ej värderande tid. Detta omfattar hämta resurser, skära isolering, skära fiberdukar osv. Dessa uppgifter omfattar enbart en gång av påfyllning för varje uppgift, men vissa av dessa uppgifter måste genomföras löpande för att produktionslinjen inte skall stanna upp. Detta betyder, om en person i flödet måste fylla på samtliga komponenter och utföra uppgifter vid sidan av produktionslinjen så tar det maximalt 300 sekunder. Tiden har tagit hänsyn till frekvensen av att göra dessa arbetsuppgifter per dag, alltså är det enligt vår data 300 sekunder som försvinner varje dag till "okänt arbete" Enligt information från vår handledare på WestaFlex har varje individ 60 sekunder göra en komponent. Det motsvarar fem komponenter som går i förlust om en individ måste lämna sin post för varje uppgift som skall göras.

Om man analyserar från perspektivet att påfyllning för samtliga produkter sker löpande, alltså en person lämnar sin post för att varje uppgift måste genomföras på en enhet av en produkt förmodas takttiden att bli större, alltså att man istället skär en fiberduk, en isolering för varje komponent istället för att förbereda med flera.

För tre personer att utföra sina moment för ett rör samt att fylla på alla komponenter och produkter en gång motsvarar det 632,7 sekunder vilket är väsentligt högre än den inplanerade operationsuppföljningen. Vid regelbunden påfyllning är det väsentligt mindre men ändå inte i närheten av takttiden.

Vid utförande på en man tog det 99,4 sekunder för arbetaren att göra en enhet, vilket blir 39,4 sekunders förlust vilket motsvarar drygt en produkt mindre varannan producerad enhet. Hade en arbetare lyckats genomföra en produkt på en minut så hade 7 timmars arbetstid varit tillräcklig varje dag.

5.2 Felkällor

Under en arbetsdag kan tempot på linjen variera. Ju mer inspelningar man gör per producerad enhet, desto bättre medelvärde får man på cykeltiden vilket gör det mer preciserat att balansera flödet. De värden i rapporten tar hänsyn till 1-5 producerade produkter vilket är relativt lite för en analys i denna kaliber på grund av antalet efterfrågan per dag. För att få mer preciserade resultat bör man utvärdera en hel arbetsdag eller mer, men resurser för sådant kan kosta mycket pengar (såsom programvaror, kostnader för personal för undersökning, tid). Även en persons mående kan påverka en arbetsdag, detta har man inte kunnat ta hänsyn till då en person bör genomföra arbetsuppgift oavsett omständigheter, däremot kan det också ge mer preciserade värden på vad som gör att cykeltiden är högre än taktiden. Röda bordet är inte alltid i rörelse, tiderna är beräknade på en heltidstjänst vilket gör att de beräknade tiderna är maximal tid vid en heltidsarbete vilket gör det svårt att precisera exakt på grund av variation av allokering av personal i anläggningen.

Påfyllningen av komponenter är lättare att utvärdera om man hade varit på plats en arbetsvecka. Då röda bordet inte körs varje dag så är inte påfyllningen regelbunden även om påfyllning måste göras löpande. Frekvensen av dessa arbeten är därför inte helt exakt.

5.3 Ergonomi

Något som vi la märke till ganska tidigt i analys av arbetsstationen var att borden som montörerna arbetar på är ganska låga. Lewis påpekade att han som är 189 cm inte hade kunnat arbeta där utan att få problem med rygg och nacke. Borden som används borde bytas ut till justerbara bord så att varje montör kan anpassa till sin längd.

Vad gäller resultatet från ergonomiberäkningarna så var det inget fall som krävde akut förändring. Det kan man se på bilderna eftersom det inte är rödmarkerat mer än då personalen puttar lådorna. Och även där är det låga siffror och momentet utförs väldigt sällan. Siffrorna visar nämligen i en skala ett till 10 där 1 är mest ergonomiskt och 10 betyder i kritiskt behov av förändring. Därför kan man säga att arbetsplatsen vad gäller det röda bordet är ganska ergonomiskt bortsett från dem låga borden. Men eftersom ingen av montörerna vi stötte på var lika långa som Lewis är inte heller det ett problem.

5.4 Kostnader

Kostnader för företaget varierar olika tider på året. Därmed kan efterfrågan och arbetsbelastningen skilja sig varje månad. Det finns ingen exakt riktlinje på hur mycket personal bör det vara på röda bordet varje dag eller genomsnittligt, utan det måste i största del anpassas utefter den efterfrågan företaget får. Däremot är figur 3 en användbar riktlinje för hur mycket vill tillverka varje vecka. Eftersom företaget har ett säkerhetslager med relativt stor kapacitet och vid maximal produktion kan få ut en hel del produkter över så behövs inte röda bordet belastas med tre personer året runt. Det absolut effektiva rörande kostnaden är att företaget anpassar dagligen eller veckovis bemanningen på röda bordet beroende på efterfrågan och säkerhetslagret. Företaget kan även ta in anställda som jobbar korta perioder i form av timanställning för att minimera kostnaderna.

5.5 DFAA

DFAA-analysen består av tretton tumregler. Med hjälp av reglerna är meningen att produkten ska bli monteringsvänligare, det vill säga automatisera monteringen. Detta kan uppnås genom till exempel en monteringsriktning, en baskomponent eller fixturer.

De tretton tumreglerna enligt Smart Automation:

1. Minimera antalet komponenter.
2. Minimera antalet fästanelordningar.
3. Välj en lämplig baskomponent.
4. Säkerställ att baskomponenten inte behöver omorienteras.
5. Välj effektiv monteringsfixtur.
6. Underlätta komponentåtkomst.
7. Anpassa komponenter till vald monteringsmetod.
8. Sträva efter att bygga med symmetriska komponenter.
9. Sträva efter att använda komponenter som är symmetriska i monteringsriktningen.
10. Om asymmetriska komponenter förekommer, låt dessa vara tydligt asymmetriska.
11. Sträva efter att skapa monterings från en riktning och som är linjär.
12. Utnyttja fasningar, styrningar och elasticitet för enklare inpassning.
13. Maximera tillgänglighet vid montering.

Metoden delas upp i två delar. Analys av modul eller produkt och analys av olika komponenternas gentemot varandra. Vid genomförandet av analysen finns det tjugotre frågor att besvara. Samtliga tjugotre frågor baseras på tumreglerna. Svaren väljs eftersom preciserade och består av ett poängsystem. Om svaret är en oönskad lösning väljs 1, för godkänd lösning 3 och 9 vid bästa lösning. Därifrån framgår om komponenten eller produkten är önskad eller inte.

Analys på produktnivå innebär granskning av förbättringspotential hos en specifik produkt. Det som granskas är möjligheten till automatisering i ett tidigt skede för att produkten ska bli mer monteringsvänlig. Produkten delas upp i sju områden varvid varje fråga bedöms och besvaras. Reducera antalet detaljer, unika detaljer, basobjekt, utforma basobjekt, monteringsriktningar, parallella operationer och toleranskedjor är de områden som berörs. Som förklarats tidigare bedöms förbättringspotentialen med poäng från ett till nio. Sextiotre är maximalt antal poäng och om det inte uppnås betyder det att automatiseringsförbättringar kan göras.

Analysen skall innefattas vid bedömning av produktens sju områden: Reducera antalet detaljer går ut på att minimera detaljantalet om så är möjligt. Detta gäller samtliga delar hos produkten och börjar med inventering. Genom reducering av antalet detaljer kan kostnaden för lagerhållning och logistik reduceras. Unika detaljer är bra att undvika då det försvårar uppdatering av produkt och byte av komponenter. Här ska två frågor besvaras angående unika detaljer. Produkten ska helst bestå av färre än tjugotio detaljer och andelen unika detaljer ska understiga fyrtiotio procent. Antalet tumregler som berörs av basobjekt är sex stycken på grund av dess innebörd för automatiseringen. Baskomponenten är produktens kärna tillsammans med fixturer och ska väljas som utgångspunkt för att enkel montering av produkt. Monteringsriktning väljs för att underlätta montering av baskomponent. Det vill säga att helst bara ska krävas en fixtur. Om detta inte är möjligt kan parallella operationer användas. Då behöver inte baskomponenten roteras. Detta är dock något som helst bör undvikas om möjligt. Sista delen som berör toleranser är en del som försvårar automatiseringen om för snäva.

DFAA är ett verktyg som mest effektivt används av företagets anställda. Det som gör metoden så bra är att den får anställda att kommunicera om förbättringar. Delvis leder det till en produkt som är monteringsvänlig men också personal som har bättre koll på produktionen då fler kan bli involverade. Minskad monteringstid, antal komponenter, tillverkningskostnad och monteringskostnad leder i det långa loppet till förbättrad produktkvalitet och konkurrenskraften. Långsiktiga förbättringar kräver däremot att DFAA används på samtliga produkter och inte på för linjen för en produkt. Metoden berördes främst för att redovisa billigare former av automatisering till Westaflex. Då metoden är menad att göras inom företaget och den även kräver spetskompetens som vi inte besitter ansåg vi att det bästa är att enbart framföra den.

Vid ett möte med handledaren och en av säljarna på WestaFlex framkom det att dem inte tar in nya kunder för tillfället. Detta eftersom företaget inte hade kapaciteten. I resultatet framkommer det att fler anställda

inte är synonymt med högre kostnader utan tvärtom. Om dem istället väljer att effektivisera produktionsflödet och anställa mer personal blir det möjligt för dem att ta in nya kunder. Eftersom mer kunder innebär större intäkter är det åtgärder som bör vidtas. Kostnaden för att anlita ett företag med kompetensen att effektivisera tjänas då in genom intäkter från den ökade försäljningen. Effektiviseringen kan bland annat vara ökad automatisering på olika sätt. Det skulle även kunna vara allt från enklare typer av effektivisering som produkter som konstrueras till att vara mer monteringsvänliga, till avancerad automatisering som nya maskiner som sköter montering. Risken blir annars att företaget konkurreras ut av konkurrenter med effektivare produktion. Det beror framförallt på att en effektiv produktion drar ner kostnaden då samma antal produkter kräver färre arbetstimmar.

5.6 Beställningspunktsystem

Vad gäller artiklar med oberoende behov är beställningspunktsystem en vanlig materialplaneringsmetod. Metoden kan med en ekvation tala om huruvida ett lager behöver fyllas på eller inte. En signal skickas ut då den fysiska lagernivån understiger den bestämda beställningspunkten. Säkerhetslagret fungerar som en buffert mot komponentbrist. (Axelsson, B & Borg, M., 2011).

I rapporten *Beräkning av standardavvikelse vid inslag av cyklisk efterfrågan* av Stig-Arne Mattsson (2007) beräknas beställningspunkten med följande formel:

$$\text{Beställningspunkten} = d(L) + Z \cdot \sigma L$$

Där $Z \cdot \sigma L$ = Säkerhetslager, $d(L)$ = Efterfrågan under ledtid,
 Z = Säkerhetsfaktor, σL = Standardavvikelse under ledtiden

En cykeltid är inte alltid samma, speciellt vid produktion som inte blivit automatiserad. Det innebär att det kommer finnas en spridning där man måste ta hänsyn till standardavvikelsen. Samma spridning förekommer även vid beräkningar av linjebalansering.

$$\text{Standardavvikelse under ledtid} = \sigma L = LT^k \cdot \sigma(d)$$

LT = Ledtidens längd, k = koefficient vars storlek beror på karaktären på efterfrågevariationerna
 $\sigma(d)$ = efterfrågans standardavvikelse per vald period

Vid anpassning av antal arbetare på arbetslinan bör man även ta hänsyn till säkerhetslagret. Detta medför att företaget alltid kan röra sig med en buffert och kan anpassa den under olika tidsperioder.

5.7 Miljö och etik

Etiken i rapporten berörs via ergonomin. Då ergonomi är etiken gentemot arbetarna. En etisk arbetsplats anser vi vara en arbetsplats som värnar om sina anställda och ser till så att dom har alla möjligheter till en långvarig arbetssituation utan fysiska eller psykiska arbetsskador. Vad gäller miljön så är effektivisering direkt sammankopplat. Det kan vara allt ifrån att det är färre arbetare som reser till och från jobbet till att eliminera resurser som inte är värdeadderande. På så sätt kan man till exempel spara på elektrisk förbrukning.

6. Slutsatser

Företag och organisationer strävar efter en så effektiv verksamhet som möjligt. Detta för att eventuellt hänga med i automatiseringsprocessen eller tillämpa lean production för minimal muda. Syftet med projektarbetet är att undersöka produktionsprocessen på en arbetslinje för att kunna lokalisera ställtider, kontrollera ergonomi och beräkna eventuella kostnader för olika förhållanden av arbetsbelastning för att kunna hitta de punkter som kan effektiviseras. Arbetet i resultatet redovisar att det finns ställtider under produktionsprocesserna som medverkar till längre arbetstider som bidrar till mer kostnad för företaget. Genom att anpassa dagligen eller veckovis schemat för hur många som skall arbeta på röda bordet kan bidra till minskade kostnader för företaget. Den undersökta arbetsplatsen visar på bra ergonomiska förhållanden för ergonomiskt arbete för montörerna. Det är bara ett moment som ger ett dåligt utslag, det vill säga som hade förbättringspotential men den utförs endast ett fåtal gånger i veckan. Arbetsbordet skall även gå att bytas ut för förbättring av ergonomiska förhållanden i arbetet.

För att företaget inte ska förlora marknadsandelar är det bra att effektivisera produktionen till någon grad. Detta omfattar automatisering som kan vara en lösning för att minska spridningen av cykeltider, men hur man ska implementera maskiner på arbetslinjen kan inte dokumenteras. Framförallt för att det finns en stor förbättringspotential och för att skapa möjligheten till att ta in nya kunder.

Westaflex har sedan 1975 utvecklat effektiva kanaler för ventilation och skorsten och idag utvecklar egna lösningar på kanaler i bland annat hus, fordon och fabriker. Eftersom företaget har varit väldigt lönsamt under sin tid så är det viktigt att följa med i kapplöpningen inom Industri 4.0 och investera, optimera och anpassa produktionen så man inte blir utkonkurrerad av andra företag. För att kunna gå vidare till nästa fas bör man analysera vilka processer som behöver eventuell förbättring i produktionsprocessen. Detta har analyserats genom att kolla på ställtid, ergonomi och kostnader. Därefter har det kartlagts genom att använda programmet AviX som är en produktionsteknisk mjukvara för olika lean-verktyg (AviX, avix.se, 2021-04-14).

AviX bidrog till att man kan kartlägga tidsförluster på röda bordet, kontrollera de riktiga cykeltiderna och se hur det förhåller sig till företagets planerade taktid. Även ger det information om hur ergonomisk arbetslinjen är. Detta resulterar i illustrativa data i form av en analysrapport som sammanställde förluster, värdeadderande tid och ergonomiska brister. Eftersom spridning av cykeltid förekommer så behöver resultatet i arbetet inte stämma överens med verkligheten. Det finns flera anfallsvinklar för att optimera en cykeltid vilket kan ge ytterligare åtgärdsfaktorer. Det finns även faktorer som kan påverka cykeltiden såsom hälsa och erfarenhet vilket medför att en mer genomgripande analys kan bli väsentlig.

Westaflex bör vidare utvärdera de strategierna för att maximera antalet producerade produkter eller minimera kostnader utefter efterfrågan och hitta den mest optimala strategin för företaget. Eftersom Westaflex är ett lönsamt företag antas smartare lösningar för att minimera ställtider kunna vara möjlig men förutsätter även att rörliga kostnader inte är större än personalkostnaderna. Beslutar Westaflex för att genomföra ett åtgärdsprogram bör det skapas en plan för att utvärdera tid, kvantitet av producerade enheter och variation utav antalet arbetare på arbetslinjen för att illustrativt få en bild av hur mycket företaget kan behöva belasta respektive dag eller vecka beroende på variationen av efterfrågan. Detta inkluderar även att man tar hänsyn till personers anställningsform, erfarenhet men även deras buffert. Detta bör följas upp sedan för att kontrollera ifall eventuella förbättringar har skett.

Westaflex har tidigare haft hum om att det existerar förluster på röda bordet men svårt att sätta finger på vad den smartaste lösningen är. Arbetsplatsens arbetsuppgifter varierar väldigt mycket under en vecka och efterfrågan varje vecka varierar till stor grad. Genom att använda mjukvaran AviX kunde man kartlägga ställtiderna, ergonomin och hur det påverkar företaget i kontrast till deras kostnader. Det medför en mer ingående analys av hur man kan anpassa antalet arbetare till efterfrågan beroende av produktionstiden. Därmed redovisar examensarbetet ett konkret material som kan användas för en framtida effektiviseringsprocess.

7. Källförteckning

Upphovsrätt, APA/IEEE

Becker, R. M. (1998). Lean manufacturing and the Toyota production system. *Encyclopedia of world biography*. <http://www.bxinc.com/download/Lean-Manufacturing-and-the-Toyota-Production-System.pdf>

Varela, L., Araújo, A., Ávila, P., Castro, H., & Putnik, G. (2019). Evaluation of the relation between lean manufacturing, Industry 4.0, and sustainability. *Sustainability*, 11(5), 1439. <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/5/1439/htm>

ALTEA (2012, 12 Mars). *Om regler för funktionskontroll av ventilationssystem*. <https://www.altea.se/sv/article/nya-regler-for-funktionskontroll-av-ventilationssystem-ovk>

Wilson, J. R. (2000). Fundamentals of ergonomics in theory and practice. *Applied ergonomics*, 31(6), 557-567. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S000368700000034X>

Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way - Lean för världsklass*. Liber AB, McGraw-Hill.

AviX (2021, 14 April). *Om AviX*. <https://www.avix.se/>

Segerstedt, A. (2008). *Logistik med fokus på Material- och Produktionsstyrning*. Malmö: Liber AB.

Axelsson, B & Borg, M. (2011). *Värdeflödesanalys med fokus på förbättring av ledtid och leveransprecision*. Examensarbete, Luleå Tekniska Universitet, Institutionen för ekonomi, teknik och samhälle. Från <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1025687/FULLTEXT02>

Fast-Berglund & Mattsson, (2017) *Smart automation: metoder för slutmontering*. Lund: Studentlitteratur AB.

Stig-Arne Mattsson. (2007). *Beräkning av standardavvikelse vid inslag av cyklisk efterfrågan*. Chalmers Tekniska Högskola. Från <http://materialstyrning.se/sites/default/files/SAM/Forskningsrapporter/LS18.pdf>