



**TEKNISKA HÖGSKOLAN**  
HÖGSKOLAN I JÖNKÖPING

## **Utveckling av produktionslina**

Swara Barzenji

Anders Västfält

**EXAMENSARBETE 2009**  
**MASKINTEKNIK / INDUSTRIELL ORGANISATION**



# TEKNISKA HÖGSKOLAN

## HÖGSKOLAN I JÖNKÖPING

### **Utveckling av produktionslina** Development of production line

Swara Barzenji

Anders Västfält

Detta examensarbete är utfört vid Tekniska Högskolan i Jönköping inom ämnesområdet Maskinteknik och Industriell Organisation. Arbetet är ett led i den treåriga högskoleingenjörsutbildningen. Författarna svarar själva för framförda åsikter, slutsatser och resultat.

Handledare: Bertil Olaison

Omfattning: 15 poäng (C-nivå)

Datum: 25 Maj

Arkiveringsnummer:

## **Abstract**

The company is currently in a stage of improvement and has therefore taken the help of students at School of Engineering, Jonkoping University. The current production is batch, production layout is fixed. A bottleneck is created after the first station which leads to large efficiency loss.

The meaning of this report was to provide a layout suggestion with balanced workstations to a new production line. The conditions were that the production line would be one-way, driven by customers order and meet a demand of 40 products per week.

In order to achieve a result, different methods and tools have been used, these have been time studies, video recording, case studies and interviews with assemblers and supervisor. Theoretical background has been helpful for the choice of methods and work implementation.

The result of this work was a series of solutions based on the company's strategy and the methods that has been used. Solution A uses three stations with the idea to create a suction through the flow and smooth line balancing. Solution B also had three stations with the basic concept to be able to adjust the number of stations. The number of stations can be selected when the demand change between two, three or six stations. The last Solution C meaning was to create a production line where the operations of the same character had their own place. This solution has five stations, creating a large efficiency loss.

The conclusion is that Layout proposal B is best for the company. This is because it is the most flexible proposal when it is possible to adapt to a demand from 20-100 products /week. Proposal for methods development and opportunities for improvement in production can be found in the conclusion and discussion.

## **Sammanfattning**

Företaget är just nu i ett förbättringsskede och har därför tagit hjälp av studenter vid Jönköping Tekniska Högskolan. I nuläget är produktionen batchvis enligt fast positionering. En flaskhals skapas innan test av produkten, vilket leder till stor balanseringsförlust.

Syftet med arbetet var att ta fram ett layoutförslag med balanserade arbetsstationer i en ny produktionslina. Förutsättningarna var att produktionslinan skulle vara enkelriktad, kundorderstyrd samt klara en efterfrågan på 40 maskiner per vecka.

För att få nå fram till ett resultat har olika metoder och hjälpverktyg använts. Dessa har varit tidsstudier, videoupptagning, fallstudier samt samtal med montör och uppdragsgivare. Den teoretiska bakgrunden har varit till hjälp för val av metod och genomförande av arbetet.

Resultatet av detta arbete blev ett antal förslag utifrån företagets strategi och det metodval som gjorts. Lösningförslag A består av tre stationer där tanken var att skapa ett sug genom flödet och en jämn linjebalansering. Lösningförslag B har även tre stationer med grundidé att kunna justera antalet stationer. Antal stationer kan då väljas efter efterfrågan, två, tre eller sex stationer. Sista Lösningförslag C utgörs av en produktionslina där arbetsmomenten av samma karaktär har var sin plats. Antalet stationer blev fem, vilket ger stor balanseringsförlust.

Slutsatsen blev att layoutförslag B är den bästa lösningen för företaget. Detta för att det är det mest flexibla lösningförslaget då det går att anpassa för en efterfrågan från 20-100 maskiner/vecka. Förslag till metodutveckling och möjligheter till förbättringar i produktionen finns i slutsats och diskussionen.

### **Nyckelord**

Layout, Balansering, Taktid, Tidsstudier, Arbetsstudier

# Innehållsförteckning

<b>I</b>	<b>Inledning .....</b>	<b>5</b>
1.1	FÖRETAGSBESKRIVNING .....	5
1.2	BAKGRUND .....	6
1.3	SYFTE OCH MÅL .....	7
1.4	AVGRÄNSNINGAR .....	7
1.5	DISPOSITION .....	7
<b>2</b>	<b>Teoretisk bakgrund .....</b>	<b>8</b>
2.1	LEAN PRODUCTION .....	8
2.2	PRODUKTIONSLAYOUSER .....	8
2.2.1	<i>Fast position</i> .....	9
2.2.2	<i>Funktionell verkstad</i> .....	9
2.2.3	<i>Flödesgrupp</i> .....	9
2.2.4	<i>Lina</i> .....	10
2.2.5	<i>Kontinuerlig tillverkning</i> .....	10
2.3	KUNDORDERPUNKT .....	11
2.4	LINJEBALANSERING .....	12
2.4.1	<i>Tillvägagångssätt för linjebalansering</i> .....	12
2.5	TAKTAT FLÖDE .....	15
2.5.1	<i>Principen för balansering</i> .....	15
2.6	ARBETSSTUDIER .....	18
2.6.1	<i>Arbetsmätning</i> .....	18
2.6.2	<i>Tidsstudier</i> .....	18
2.6.3	<i>AviX</i> .....	19
<b>3</b>	<b>Genomförande och metod .....</b>	<b>20</b>
3.1	STEG FÖR STEG – GENOMFÖRANDE .....	20
3.2	INTERVJUER .....	20
3.3	OBSERVATIONSSTUDIE .....	21
3.4	VIDEUPPTAGNING OCH ANALYSERING .....	21
3.5	PRODUKTIONSLAYOUSER OCH KUNDORDERPUNKT .....	22
3.6	TEORETISK TAKTTID .....	22
3.7	NULÄGESBESKRIVNING .....	23
3.7.1	<i>Produktionsupplägg</i> .....	23
3.7.2	<i>Nulägesdiagram</i> .....	24
3.8	METODKRITIK .....	25
<b>4</b>	<b>Resultat .....</b>	<b>26</b>
4.1	TEORETISKT ANTAL STATIONER .....	26
4.2	PERCEDENSSCHEMA OCH PERCEDENSDIAGRAM .....	27
4.3	LÖSNINGSFÖRSLAG .....	28
4.3.1	<i>Lösningsförslag A</i> .....	28
4.3.2	<i>Lösningsförslag B</i> .....	30
4.3.3	<i>Lösningsförslag C</i> .....	32

<b>5</b>	<b>Slutsats och diskussion .....</b>	<b>34</b>
5.1	ANALYS AV RESULTAT .....	34
5.1.1	Lösningsförslag A .....	34
5.1.2	Lösningsförslag B .....	35
5.1.3	Lösningsförslag C .....	36
5.2	ARBETSSINNEHÅLL OCH JÄMFÖRELSE .....	37
5.3	FRAMTIDSFÖRSLAG .....	38
5.3.1	Testning och packning .....	38
5.3.2	Ordning och reda .....	38
5.3.3	Förflyttning av produkter mellan stationer .....	38
5.4	SLUTSATS .....	39
<b>6</b>	<b>Referenser .....</b>	<b>40</b>
<b>7</b>	<b>Bilagor .....</b>	<b>41</b>

# I Inledning

Detta arbete är utfört på ett företag i Sävsjö. Företaget producerar komprimeringsprodukter för avfall.

Företagets volymprodukt produceras i nuläget batchvis med fast positionering (se figur 1). Företaget vill ändra till ett enkelriktat kundorderstyrt flöde med ett antal arbetsstationer, där uppgiften är att ge ett layoutförslag till balanserade arbetsstationer.

Detta arbete skrivs som en C-uppsats på 15 poäng vid Jönköpings Tekniska Högskola. Det sista ledet i en treårig utbildning i Maskinteknik och Industriell Organisation.

## I.1 Företagsbeskrivning

Företaget är beläget i Sävsjö, Småland och startades år 1971. Företaget förvärvades år 2005 av en norsk koncern. Företaget är världsledande inom komprimerings- och balnings-/brikettlösningar för avfall. Produkterna är helautomatiska och kvaliteten är företagets största konkurrensfördel.

I nuläget har företaget 80 anställda med en omsättning på 190 miljoner kr per år. Utveckling, konstruktion, tillverkning och försäljning sker från Sävsjö. I företagets tillverkning sker svetsning av behållare, montering, testning och förpackning. Till monteringen köps komponenter från underleverantörer. Företaget säljer 85 procent på export.

Företagets kunder är allt från restauranger till stora företag runt om i världen. Produkterna levereras till distributionslager. I Sverige har företaget direktförsäljning till kunderna. Distributionslager finns i de flesta länder inom Europa. I USA, Polen och Japan har företaget egna dotterbolag.

## **1.2 Bakgrund**

Bakgrunden till detta examensarbete är att företaget befinner sig i ett förbättringsskede inom hela organisationen. För att få nya infallsvinklar, nytänk och akademiska förbättringsförslag togs kontakt med studenter på Jönköpings Tekniska Högskolan.

Produktionen på företaget är i nuläget fast positionering med en vision att förändra till enkelriktade flexibla produktionslinor. Grundtanken till förändringen är bli mer produktiva samt att använda sig av en kundorderstyrd produktion.

Som ett led i detta kommer studenterna framställa ett layoutförslag till ny produktionslina där volymprodukten kommer att tillverkas (se figur 1).



*Figur 1. Volymprodukten*



### **1.3 Syfte och mål**

Syftet med rapporten är att göra ett layoutförslag med ett antal balanserade arbetsstationer till en ny produktionslina.

Målet innefattar att analysera och komma fram till ett antal lösningsförslag inom produktionen för volymprodukten på lina två.

För att balansera arbetsstationerna ytterligare skall ett enkelt test av layoutförslaget utföras i praktiken.

### **1.4 Avgränsningar**

Arbetet innebär en fördjupning endast av produktionslina två och därmed inte hela flödet<sup>1</sup>. Arbetet kommer inte fokusera på följande delar.

- Materialtillförelse
- Produktutveckling
- Metodutveckling
- Inköp/materiallager
- Plåttillverkning
- Hela flödet<sup>1</sup>

Hänsyn till ovanstående faktorer kommer att göras vid framställande av layoutförslaget. Dock kommer det inte att ges förbättringsförslag till dessa faktorer.

### **1.5 Disposition**

Inledningsvis presenteras kortfattat en företagsbeskrivning av verksamheten. Därefter kommer ett teorikapitel relaterat till examensarbetets innehåll. Nästkommande kapitel för genomförande innehåller beskrivning och resonemang för analyseringar och undersökningar som har gjorts för projektet, samt även en beskrivning av hur arbetet fortskridit. Efterkommande kapitel består av resultatet som författarna har kommit fram till genom de föregående kapitlen i examensarbetet. I slutsats och diskussion ges reflektioner på det resultat som författarna har kommit fram till. Bilagor finns för att förenkla för läsaren.

<sup>1</sup> Från order till leverans.

## 2 Teoretisk bakgrund

I detta kapitel kommer författarna att behandla teorier som rör examensarbetet på företaget. Teorin ska ge en teoretisk bakgrund till de ämnesområden som examensarbetet omfattar. Först kommer författarna att beskriva begreppen lean production, produktionslayout och kundorderpunkt som är en grundläggande del i företagets förändringsarbete. Vidare följer teori om linjebalansering. Till sist ges en fördjupning i de arbetsmetoder som har använts.

### 2.1 Lean Production

Lean Production är ett samlingsbegrepp som ursprungligen kommer från en japansk filosofi. Innebörden är att med hjälp av olika metoder uppnå resurssnål tillverkning. Syftet är att identifiera och eliminera alla icke-värdeskapande faktorer i produktionen. Genom lean production skall man förse kunderna med exakt vad de önskar, snabbare, men med mindre resurser. Inom lean production dyker ofta begreppet Just-In-Time upp. Detta innebär att materialet ska finnas på rätt plats vid rätt tidpunkt.

Lean syftar till att på ett systematiskt och genomtänkt sätt minska slöseriet av resurser i verksamheten och fokusera på kundorientering. För att införa lean production finns fem grundläggande principer från forskarna Womack och Jones som definierar begreppet "Lean Thinking". De fem grundläggande principerna är:

- Definiera kundnytta
- Identifiera värdeflödet för varje produkt eller process
- Kontinuerligt flöde utan avbrott
- Kundorderstyrning
- Ständiga förbättringar

(Womack; Jones 2003)

### 2.2 Produktionslayouter

Valet av produktionslayout beror till största delen på de produkter som produceras, främst i form av volym och varianter. Inom produktionsindustrin används oftast fem olika typer produktionslayouter. (Olhager, 2000)

- Fast position
- Funktionell verkstad
- Flödesgrupper
- Kontinuerlig tillverkning
- Lina

### **2.2.1 Fast position**

Denna produktionslayout används till stora objekt till exempel båtar, hus och flygplan. Tillverkningen i denna layout sker oftast i låg volym då maskiner och personal flyttas runt produkten. Produkterna har många varianter, oftast unika med låg efterfrågan. Produkterna brukar vara halvfärdiga för att lägga ut det på entreprenad, vilket ger en mindre kapitalbindning. Oftast brukar slutprodukten vara på den plats där den ska användas. (Olhager, 2000)

### **2.2.2 Funktionell verkstad**

Denna typ av produktionslayout samlar maskiner med samma funktion på samma plats. Detta medför att alla operationer av en bestämd typ utförs inom en avgränsad yta. Produkten förflyttas mellan de olika arbetsplatserna beroende på vilka operationer som måste göras. Arbetarna i funktionell verkstad är oftast yrkesskickliga, vilket medför att det ofta är enkelt att implementera nya produkter i systemet. Funktionell verkstad ger en stor flexibilitet då flera olika produkter kan tillverkas samtidigt. Underleverantörer och specialinriktade företag med många produkter använder denna typ av layout. Layouten lämpar sig väl då operationstiderna varierar mycket. (Olhager, 2000)

### **2.2.3 Flödesgrupp**

Flödesgrupp innebär att maskinerna är grupperade i flödesriktning, för att eliminera transporten mellan maskinerna. Tillverkningsvolymen är stor och produktvarianter är få. Syftet med layouten är att minska genomloppstiden och förenkla planeringen i systemet. En order ges ut till hela gruppen och arbetarna tar ansvar för genomförandet av ordern. En stor nackdel är att det kan vara svårt att implementera nya produkter. Det krävs ofta ett helt nytt system. Produkterna och varianten bör vara få och med hög volym för att produktionslayouten skall kunna fungera. I flödesgrupper bildas ofta flaskhalsar. I denna layout kan produkterna tillverkas batchvis. Det innebär att flera produkter tillverkas åt gången för att minska omställningstiden. (Olhager, 2000)

### 2.2.4 Lina

Vid massproduktion eller standardiserade produkter där efterfrågan är hög och jämn kan en produktionslina utformas. Vid lina står maskinerna i rad och är ofta sammankopplade med rullband. Detta ger mindre genomloppstid och mindre produkter i arbete. En nackdel är känsligheten, störningar i produktionen medför att hela produktionen bromsas. Linan är bra när man har små förändringar i produkten och mycket hög tillverkningsvolym. (Olhager, 2000)

### 2.2.5 Kontinuerlig tillverkning

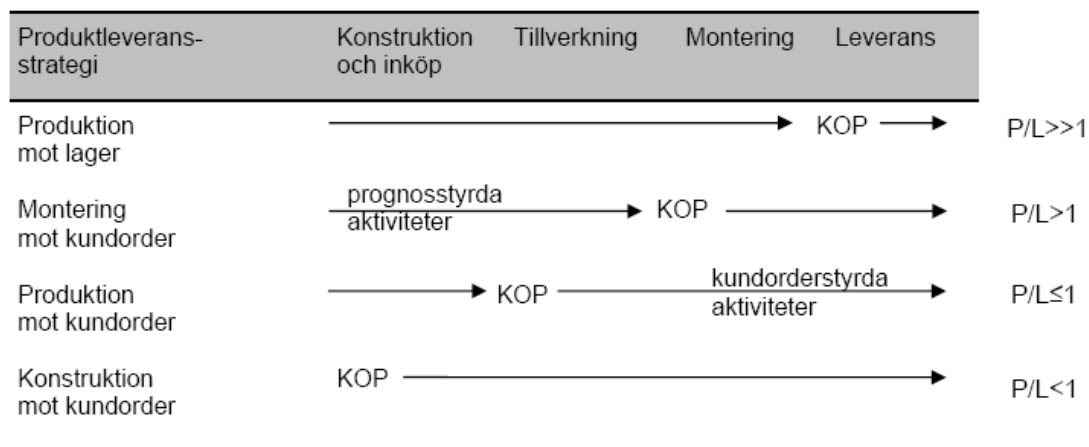
Vid produktion i t.ex. ton, liter och meter brukar kontinuerlig tillverkning benämnas. Det innebär en enhet med inflöde och utflöde som tillverkar stora volymer från stora kundorder. Exempel på sådana industrier är metall, pappersbruk, bryggerier mm (Olhager, 2000).

Processtyp	Produkttyp			
	I. låg volym, ej standard, en-styck	II. låg volym, många produkter	III. hög volym, få stora produkter	IV. hög volym, standard, dagligvara
I. Fast position	Fartyg			
II. Funktionell verkstad		Tung utrustning		
III. Flödesgrupper			Truckar	
IV. Lina			Mikrovågs- ugnar	
V. Kontinuerlig tillv.				Olje- raffinaderi

Figur 2. Produkttyp/Processtyp (Olhager, 2000)

## 2.3 Kundorderpunkt

Kundorderpunkt är förhållandet mellan en produkts genomloppstid och leveranstid. Detta avgör om produkten skall tillverkas mot kundorder eller om den skall tillverkas mot prognos. Företag måste anpassa sin verksamhet till vilken produktleveransstrategi de eftersträvar. Det viktigaste vid val av strategi är att tänka på hur produktionen skall styras. Produktleveransstrategi är kopplad till kundorderpunkt (KOP) som är det steg i förädlingskedjan då en order knyts till en specifik kund. (Olhager, 2000)



Figur 3. Visar de fyra olika kundorderpunkterna (KOP) (Olhager, 2000)

## 2.4 Linjebalansering

Syftet är att skapa en produktionslina med jämn produktionstakt utifrån efterfrågan och med så lite förlust som möjligt.

Anledning till linjebalansering kan vara följande:

- Krav på ökad produktivitet – Genom att varje arbetsstation har lika hög arbetsbelastning ökar produktiviteten väsentligt då man undviker flaskhalsar.
  - För att hantera en ökad produktionshastighet.
  - För att hantera en minskad produktionshastighet.
- (Baudin, 2004)

### 2.4.1 Tillvägagångssätt för linjebalansering

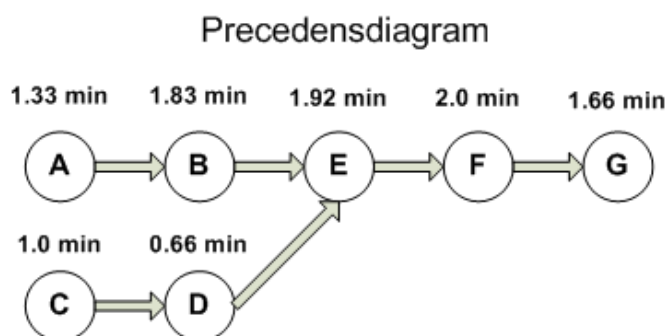
#### 1. Gör precedensschema och rita upp precedensdiagram.

Linjebalansering utförs i ett antal steg. Ett steg är så kallade precedensdiagram, vilket betyder föregångsdiagram (se figur 5). I början av balanseringsarbetet ritas ett precedensschema (se figur 4.) upp för i vilken ordning de olika arbetsmomenten måste utföras. Utifrån det görs ett precedensdiagram. Varje arbetsmoment representeras av en ring, ringarna sammanfogas av pilar som illustrerar i vilken ordning arbetsmomenten måste ske.

#### Precedensschema

Arbetsmoment	Precedens (Föregångare)	Cykeltid (min)
A	-	1.33
B	A	1.83
C	-	1.0
D	C	0.66
E	BD	1.92
F	E	2.0
G	F	1.66

Figur 4. Precedensschema.



Figur 5. Precedensdiagram.

## 2. Beräkna Önskvärd Cykeltid (Takttid) (Cd).

Önskvärd cykeltid dvs. takttiden, innebär hur lång tid det tar för varje enhet att utlevereras. Detta uppnås genom att fördela tillgänglig arbetstid i arbetsstationen på antalet efterfrågade produkter.

Cd = Önskvärd Cykeltid (Takttid)

AWT = Tillgänglig tid

D = Efterfrågan (st/tidsenhet)

$$C_d = \frac{AWT}{D}$$

## 3. Beräkna teoretiskt minsta antalet stationer(N).

N = Antal stationer

Ti = Antal tillgängligtid

Cd = Önskvärd Cykeltid (Takttid)

$$N = \frac{\sum_{i=1}^j t_i}{C_d}$$

## 4. Gruppera i arbetsstationer, baserat på Önskvärd Cykeltid (Takttid) (Cd) och precedensbegränsningar.

Principen för att gruppera arbetsstationer kan låta enkel men är mycket komplicerad i verkligheten. Detta beror på bland annat följande faktorer:

- Vissa moment måste utföras före andra, så kallad monteringssekvens. Detta kan leda till att balanseringen blir ännu svårare eftersom vissa montermoment inte kan flyttas.
- Arbetsstationerna måste kunna delas in i mindre bitar som kan flyttas till andra stationer för att ytterligare balansera stationerna.
- Samtliga arbetsstationer granskas vid en balansering. Detta innebär att en mängd problem dyker upp som måste åtgärdas, vilket tar fokus från balanseringsarbetet.
- För varje monteringsmoment som flyttas påverkas hela materialflödet.

## 5. Definiera aktuell Cykeltid (Ca)

Med hjälp av tidsstudier ta reda på den längsta aktuella cykeltiden i produktionen.

**6. Beräkna effektiviteten(E) i linan och bestäm balanseringsförlusten.**

Den stationen med längst arbetstid bestämmer aktuell cykeltid i flödet och kallas ofta för flaskhalsen. Den tid som blir över i alla andra stationer med kortare tid än flaskhalsen kallas balanseringsförlust och arbetet med att balansera går ut på att göra den förlusten så liten som möjligt.

E = Effektiviteten

n = Antal stationer

C<sub>a</sub> = Aktuell Cykeltid

T<sub>i</sub> = Tillgängligtid

$$E = \frac{\sum_{i=1}^j t_i}{n \cdot C_a}$$

Balanseringsförlusten fås genom att ta ett minus effektiviteten(1-E).

**7. Avgör om den minsta antalet stationer eller acceptabel effektivitet uppnåtts, om inte gå tillbaka till punkt 4.**

(Russell; Taylor, 2004)

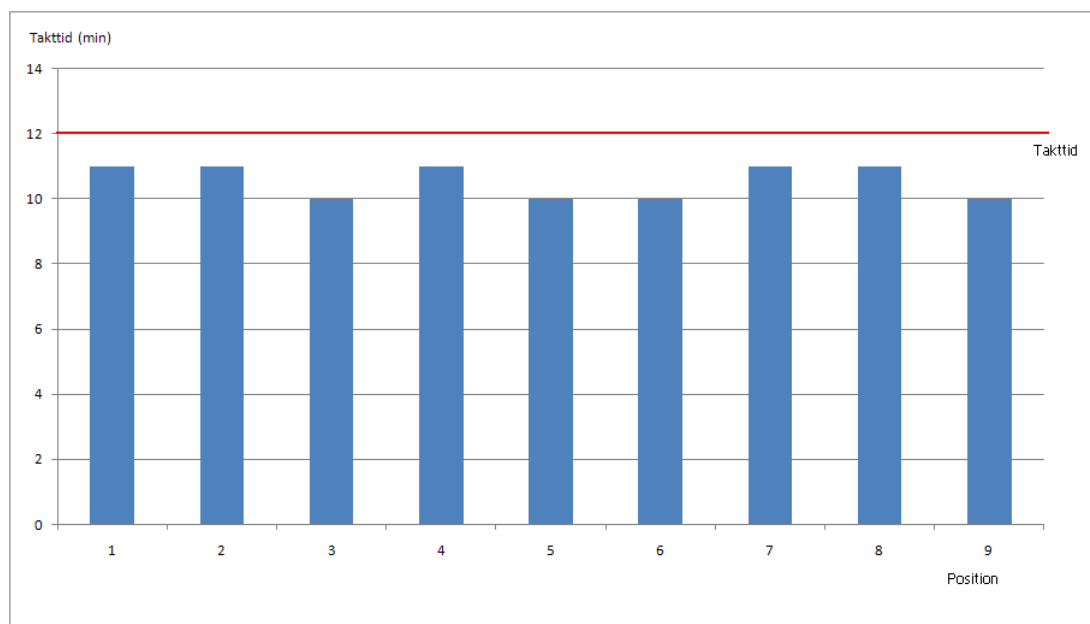


## 2.5 Taktat flöde

Ett taktat flöde innebär tillverkning baserad på verklig efterfrågan. Önskvärd cykeltid(takttid) innebär hur lång tid det tar för varje enhet att utlevereras genom att fördela tillgänglig arbetstid i monteringen på antalet efterfrågade produkter. Ett utmärkt balanserat flöde medför att arbetsinnehållet per station längs en produktionslina alltid motsvarar takttiden. Varje arbetsstation skall ha samma takttid för att vara ett perfekt balanserat flöde. Då är montören i arbete hela tiden utan att överbelastas samt att beläggningen per arbetsstation är hög/ effektiv.

### 2.5.1 Principen för balansering

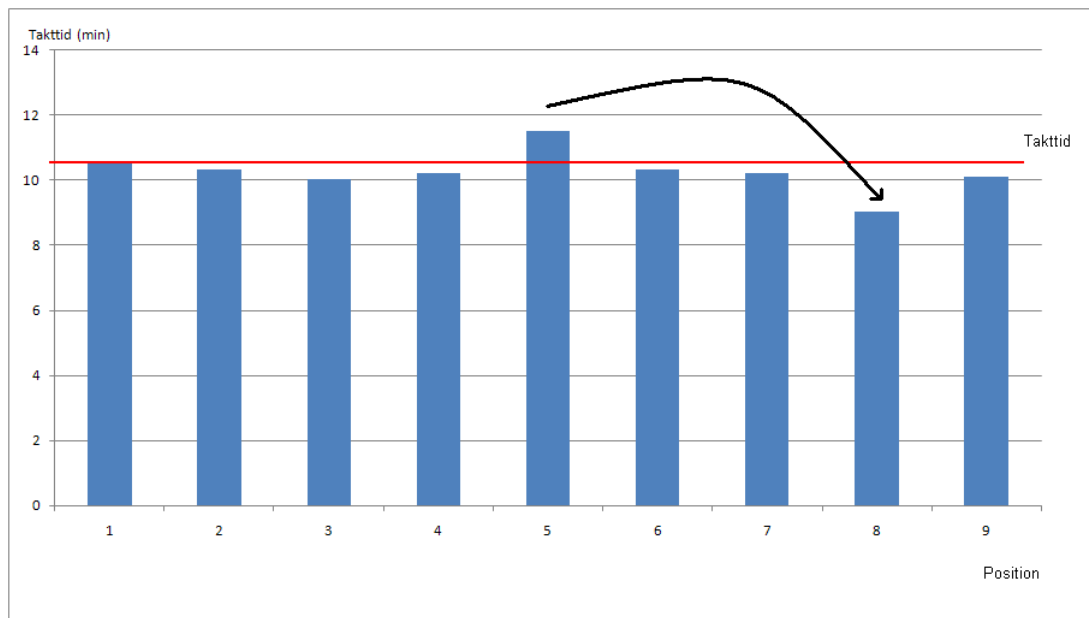
Arbetstiden per station symboliseras av höjden på en stapel i figur 6. Samtliga positioners arbetsinnehåll ska utföras inom önskvärd cykeltid. Detta visualiseras genom att alla staplar ska vara lägre än det horisontella röda strecket, vilket symboliserar önskvärd cykeltid(takttid). (Baudin, 2004)



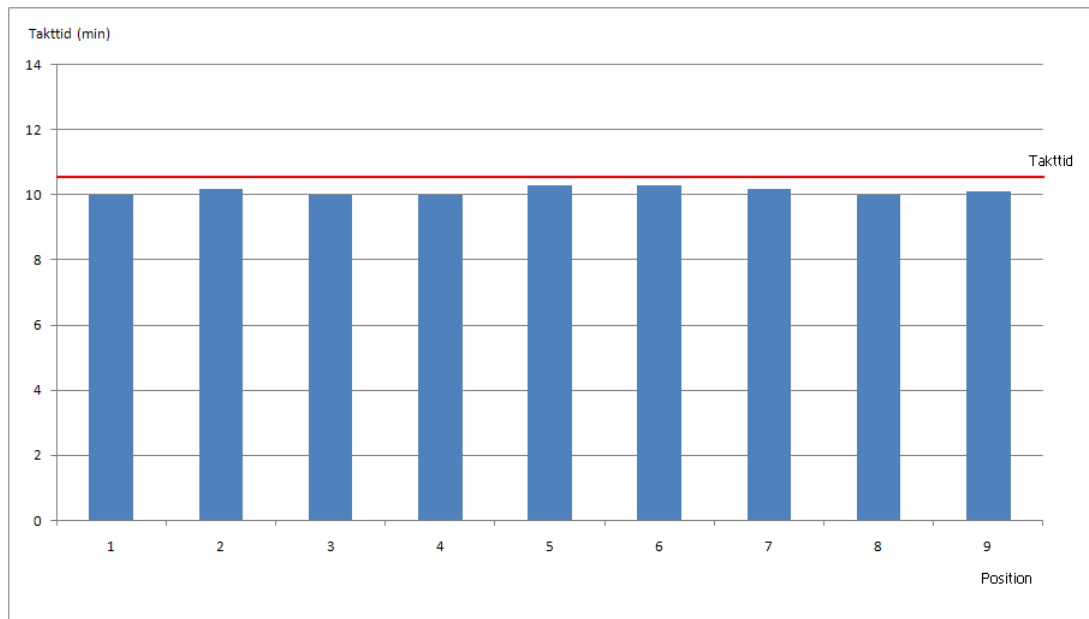
Figur 6. Arbetstid per station. Den röda linjen motsvarar önskvärd cykeltid.

Om en av dessa staplar överstiger önskvärd cykeltid måste den kortas/sänkas med förbättrade metoder, genom att flytta arbetsmoment eller förändra arbetsordningen på arbetsplatsen. För en jämn balansering mellan arbetsstationerna ska alla staplar rymmas under önskvärd cykeltid och även vara så jämnhöga och nära önskvärdtiden som möjligt. Detta för att uppnå hög produktivitet och undvika ojämn arbetsbelastning för montörerna, se figur 7. (Baudin, 2004)

Flaskhals är ett uttryck som innebär att produktionen bromsas, dvs. begränsar det totala flödet i produktionen. Flaskhals är den trånga sektionen av ett flöde vilket kommer att styra leveransförmågan för hela produktionen. Flaskhalsar måste undvikas för att inte förlora tid för den totala produktionen. (Storhagen, 2003). Ett tydligt exempel på en flaskhals är position nummer fem i figur 7. (Baudin, 2004)

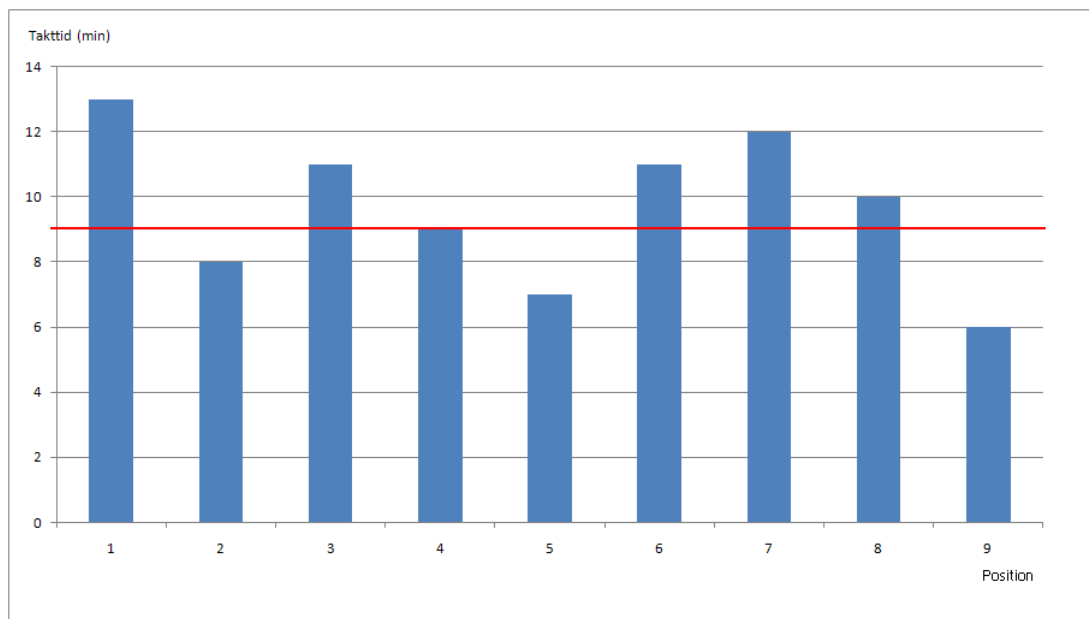


Figur 7. Utjämnande av balansen genom flytt av arbetsmoment.



Figur 8. Jämn och hög arbetsbelastning mellan positionerna.

Figur 8 visar att en ökat produktivitet har genomförts genom att införa/ändra/flytta arbetsmomenten, samtliga staplar är under takttiden. (Baudin, 2004)



Figur 9. Figuren visar ett tydligt exempel på dålig balansering.

Figur 9 ovan visar ett exempel på dålig balans eller ej genomtänkt produktion. Arbetsstationerna d.v.s. staplarna är ojämna mellan stationerna. De staplar som överstiger takttiden är flaskhalsar. (Baudin, 2004)

## **2.6 Arbetsstudier**

Syftet med arbetsstudier är att systematiskt undersöka hur människa, material och anläggningar samspelar. Genom arbetsstudier ges förbättrade arbetsmetoder (metodstudie) och fastställande av tider (arbetsmätning). (Olhager, 2000)

I detta arbete kommer endast arbetsmätning att tillämpas.

### **2.6.1 Arbetsmätning**

Syftet med arbetsmätning är att fastslå standardtider i produktionen. Standardtider finns i form av styck- och ställtider som ligger till grund för att exempelvis planera kapacitet och beläggning. För användning av arbetsmätning finns flertal olika verktyg. De vanligaste verktygen är frekvensstudier, tidsstudier, elementartidssystem och tidformler. (Olhager, 2000)

I detta arbete tillämpas endast tidsstudier med hjälp av videoupptagning i samband med AviX-programmet (se kapitel 2.6.3).

### **2.6.2 Tidsstudier**

Vid tidsstudier analyseras arbetet på plats och är en så kallad direktmetod, vilket innebär att arbetet analyseras direkt medan det utförs. De verktyg som används för tidsstudier är stoppur eller videoupptagning. Syftet med direktanalys är att fastställa ställtid och stycktid för en operation eller produkt. (Olhager, 2000)

Ett allt mer förkommande arbetsverktyg inom industrin, både för metodstudier och arbetsmätning är att använda videoupptagning.

### 2.6.3 AviX

AviX är ett hjälpverktyg inom produktion och process som hjälper verksamheten att bli allt mer konkurrenskraftig genom videoupptagning och användning av mjukvaruprogrammet AviX i dator (se bilaga 5). Detta medför ett enkelt sätt att med datorn analysera, förbättra, kunna fastlägga och eliminera slöseri inom produktion.

För denna rapport gäller främst AviX-Metod som är en av modulerna inom AviX programserie. Denna modul behandlar främst områdena tempo och tidsmätningar i produktionen. Inom AviX-Metod definieras vad som är värdeskapande, nödvändig samt icke-värdeskapande produktionstid.

Att arbeta med AviX går ut på:

**Filma:** Ett sätt att underlätta en analys och kunna gå tillbaka i efterhand för ytterligare analyseringar och förbättringar (se bilaga 1).

**Analysera:** En nulägesanalys för att kunna uppdelas i olika kategorier t.ex. produktivtid, semiproduktivtid, förlusttid mm (se bilaga 2).

I AviX delas arbetet in i olika nivåer i ett strukturträd (se bilaga 2).

Dessa nivåer börjar med:

1. Verksamheten (Industrin)
2. Avdelning
3. Lina (Tempot)
4. Arbetsstation
5. Moment (Operation)

Rapporten behandlar ej punkt 5 som omfattar metodutveckling vilket inte detta arbete innefattar.

**Dokumentera:** Enkelt att dokumentera, ett sätt för att få bra beslutsunderlag, beskriva arbetsmoment och förbättringsförslag (se bilaga 2).

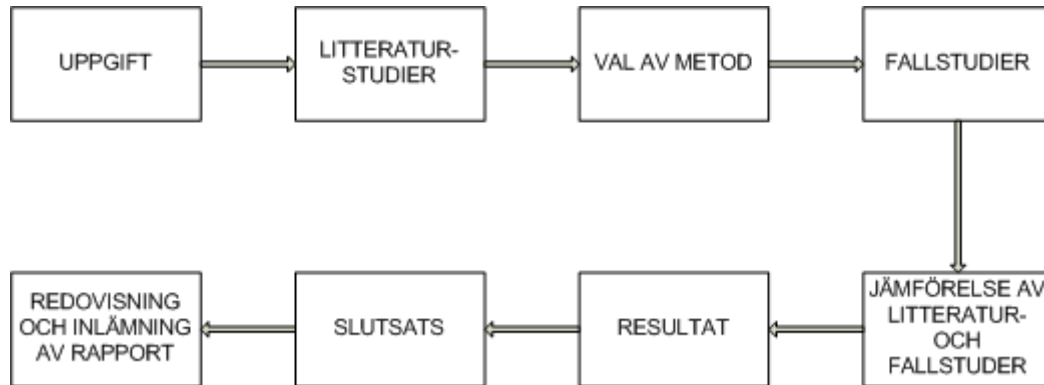
(AviX, [www.solme.se](http://www.solme.se), 2009-04-25)

### 3 Genomförande och metod

I detta avsnitt kommer att det ges en beskrivning över hur författarna har gått tillväga för att uppnå resultatet i rapporten.

#### 3.1 Steg för steg – genomförande

I början av arbetet kartlades genomförandet på följande vis (se figur 10).



Figur 10. Kartläggning av arbetet

För att komma fram till ett resultat och ge svar på frågeställningarna i rapporten har studenterna besökt företaget, använts sig av litteraturer, observationsstudier, intervjuer, videoupptagning, formler, layouter och datainsamling.

#### 3.2 Intervjuer

För att få kunskap om verksamheten har intervjuer skett med produktionschef, produktionsledare, två montörer samt försäljare. Dessa intervjuer har varit både sporadiska och planerade. Med produktionschefen gjordes en mer grundlig intervju för att få förståelse för företagets strategi och visioner. Genom sporadiska intervjuer med montörerna skapades en god insikt i arbetet på produktionslina 2. Resultatet från dessa intervjuer har till stor del använts vid framställande av layoutförslaget.

### 3.3 Observationsstudie

För att få en uppfattning om hur produktionen på lina två av volymprodukten monteras, testas, och packas studerades flödet och arbetsgången. Då det inte fanns en fullständig beskrivning av vilka komponenter som monteras i olika moment studerades även detta. Med hjälp av reservdelskatalog och produktbeskrivning identifierades arbetsmomenten. Det gav kunskap om hur monteringen gick till samt var och när och hur de olika arbetsmomenten utfördes. Observationsstudien ligger som grund till nulägesbeskrivningen.

### 3.4 Videoupptagning och analysering

Med hjälp av observationsstudien gjordes en planering av det fortsatta arbetet. Först gjordes en enkel flödeskartläggning och indelning i arbetsmoment (se figur 11). Detta för att veta vad som var viktigt i videoupptagningen. Efter kontakt med uppdragsgivaren informerade företaget de anställda om videoupptagningen.

Efter samtal med handledare gjordes en inspelning av den nuvarande produktionen. För monteringen av behållare fram till test gjordes två exemplar av volymprodukten av två arbetare parallellt medan slutstationerna ”test” och ”packning” gjordes en och en.

Med hjälp av videoupptagningen från nuläget gjordes en balansering av arbetsstationer genom att analysera tiden för de olika momenten i AviX-Metod.

AviX-Metod innebär att spela in med kamera och föra över till dator. Det är ett sätt att underlätta analyseringsarbetet i produktionen eftersom det är möjligt gå tillbaka i efterhand. Genom arbetsmomenten från observationsstudien skapades ett percedensdiagram med tider.

Med percedensdiagrammet kunde ett första layoutförslag utformas för att ligga som grund till testet i praktiken (se bilaga 3).

Med det framställda layoutförslaget gjordes ett praktiskt test med provisoriska arbetsstationer med material och verktyg i närheten för att uppnå så verkliga förhållanden som möjligt. Därefter analyserades videoupptagningen från det första layoutförslaget i AviX-Metod för att ytterligare balansera produktionslinan.

Under arbetes gång har författarna fått tillgång till layouter och andra dokument över produktionen (finns ej i bilaga pga. sekretess). Dessa dokument har använts vid framtagning av layoutförslaget.

### 3.5 Produktionslayout och kundorderpunkt

I arbetet med att linjebalansera en produktionslina tas hänsyn till produktionslayout och kundorderpunkt. Företagets strategi och vision var att skapa ett enkelriktad kundorderstyrt flöde. Med hjälp av litteratur har studenterna tagit hänsyn till företagets önskemål vid utformningen av layoutförslaget (se teoretiskt bakgrund).

### 3.6 Teoretisk taktid

Beräkningen av taktiden kan göras med hjälp av total tillgänglig tid och efterfrågan per dag. För att kunna göra dessa beräkningar måste total tillgänglig tid och efterfrågan vara kända faktorer.

Formel: Total tillgänglig tid/efterfrågan per vecka = Taktiden

Tillgänglig arbetstid per vecka  $9,5\text{h} \cdot 4\text{dagar} + 5,66\text{h} = 43,66\text{ timmar} = 2619,6\text{minuter}$  (tid anställd och vecka)

Dra ifrån raster, mötestid, städning och övrigt:

- $65\text{min} \cdot 4\text{dagar} + 15\text{min} = 275\text{ minuter}$  (raster/vecka)
- 60 minuter (mötestid/vecka)
- 50 minuter (tid för städning/vecka)
- 85,4minuter (övriga pauser etc./vecka)

=

Total tillgänglig tid = 2160 min/vecka (per anställd)

Efterfrågan = 40st/vecka

Taktid =  $2160/40 = 54\text{ minuter}$

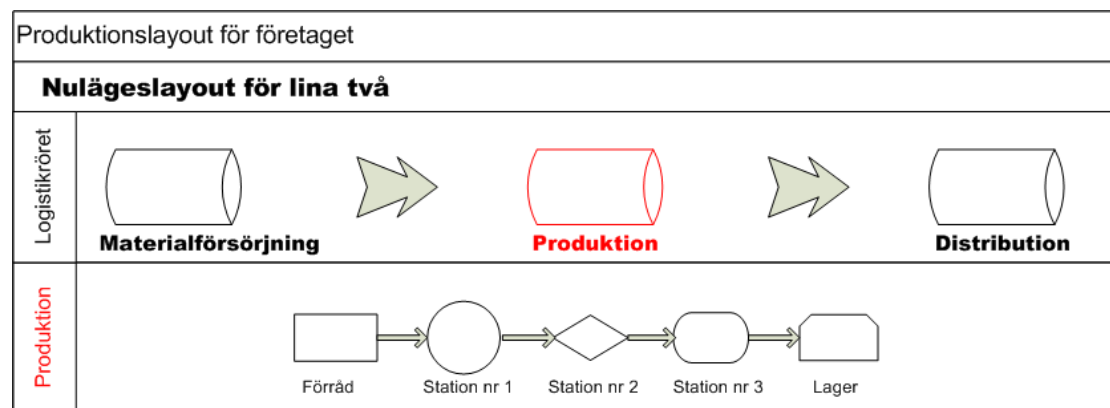


### 3.7 Nulägesbeskrivning

I nulägesbeskrivningen redovisas dagens situation i det aktuella flödet för tillverkningen av volymprodukten. För att underlätta förståelsen kommer först en bild av produktionsupplägget. Därefter ges en mer ingående beskrivning av arbetsstationerna i det fysiska flödet.

#### 3.7.1 Produktionsupplägg

Företagets produktionsupplägg är fast positionering där många arbetsmoment utförs på en plats. Test och packning utförs på var sin plats.



Figur 11. Produktionslayout för företaget

#### Förråd

##### Station 1

Moment	Tid(min)
A. Behållarmontering	20,66
B. Cylinder med pressplatta(ny metod)	0
C. Montering av cylinder med pressplatta i behållare	9,83
D. Hydraulaggregat + inkoppling av hydraulik	8,25
E. Montera ellåda på behållare + koppla in el	21,83
F. Fylla på olja i tank + kontroll + starta maskin	17,76
Transporttid	1
Tilläggstid för störningar	20%
TOTAL tid montering	95,20

##### Station 2

G. Testa maskin	13,16
Transporttid	1
Tilläggstid för störningar	20%
TOTAL Tid Testning	16,99

### Station 3

H. Montering av huv (ny metod)	1
I. Montera huv på maskin	4,5
J. Förpackning av maskin	19,33
Transporttid	1
Tilläggstid för störningar	20%
TOTAL Tid Packning	31,00
TOTAL TID utan transport	116,32
Transporttid	3
Tilläggstid för störningar	20%
TOTAL tillverkningstid	143,184

### Lager

#### 3.7.1.1 Station nr 1- Montering

Alla arbetsmoment sker på samma plats. Två montörer hjälps åt med att montera batchvis. Arbetet kräver stor yrkesskicklighet då ett standardiserat arbetssätt saknas. Vid denna typ av montering är det viktigt med god kommunikation för att undvika störningar.

#### 3.7.1.2 Station nr 2 - Test

Test av maskinen sker på egen plats på grund av högspänningsprov. Företaget jobbar efter kvalitetscirkeln, vilket innebär att för varje ny maskin undersöks några funktioner i detalj. (Bergman; Klevsjö, 2007)

#### 3.7.1.3 Station nr 3 - Pack

Packningen sker på en stor yta efter testning. Arbetet är att plasta in maskinen med en platsmaskin.

### 3.7.2 Nulägesdiagram

En nulägesdiagram gjordes som ytterligare underlag för att kunna förbättra och vara till hjälp till det nya layoutförslaget. Här skapas en flaskhals mellan station ett och två.

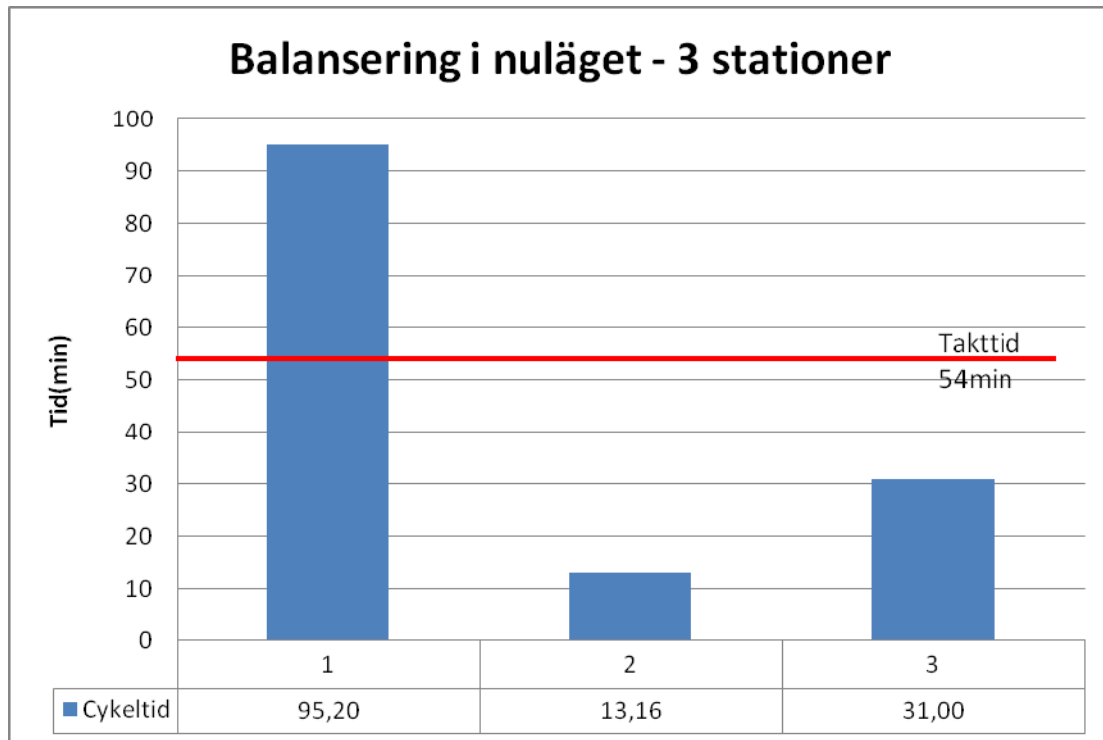


Diagram 1. Balansering i nuläget

### 3.8 Metodkritik

Att endast göra videoupptagning vid två tillfällen är för lite för att få tillförlitliga tidsstudier. Dock ska sägas att de flesta av arbetsmomenten är av sådan karaktär att de tar lika lång tid att utföra. Arbetsmoment A, B och F är arbetsmoment med störst variation.

Videoupptagning kan stressa montörerna att göra fel eller arbeta i ett långsiktigt ohållbart snabbt tempo.

## 4 Resultat

Kapitlet presenterar de lösningsförslag som författarna har arbetat fram.

### 4.1 Teoretiskt antal stationer

Genom AviX har vi kommit fram till att den sammanlagda tiden för att producera en är 93min plus 5min transport mellan stationerna, totaltid blev 98min.

Då 98min är den effektiva tiden utan störningar har företagets tilläggstid för produktionstörningar på 20% lags till på tiden.

Total tid med tillägg för störningar:  $99\text{min} \cdot 1.2 = 118.8$

För att räkna ut antalet arbetsstationer som behövs har den totala tiden med tillägg för störningar dividerats med takttiden:

Formel: Total tid med tillägg för störningar/takttiden = Antal arbetsstationer  
 Antal stationer:  $118.8 / 54 = 2.2 \Rightarrow 3$  arbetsstationer

Nedan visas en tabell med ytterligare antal stationer.

Arbetstid i minuter per vecka: 2160min

Produktionstid utan tillägg för störningar: 99min

Produktionstid med tillägg för störningar: 118,8min

Efterfrågan per vecka	Tillg arbetstid/ Efterfrågan per vecka	Takttid	Antal stationer	Antal stationer/ Montörer
15	2160/15	144,0	0,83	1
20	2160/20	108,0	1,10	2
25	2160/25	86,4	1,38	2
30	2160/30	72,0	1,65	2
35	2160/35	61,7	1,93	2
40	2160/40	54,0	2,20	3
45	2160/45	48,0	2,48	3
50	2160/50	43,2	2,75	3
55	2160/55	39,3	3,03	4
60	2160/60	36,0	3,30	4
65	2160/65	33,2	3,58	4
70	2160/70	30,9	3,85	4
75	2160/75	28,8	4,13	5
80	2160/80	27,0	4,40	5
85	2160/85	25,4	4,68	5
90	2160/90	24,0	4,95	5
95	2160/95	22,7	5,23	6
100	2160/100	21,6	5,50	6
105	2160/105	20,6	5,78	6
110	2160/110	19,6	6,05	7

Tabell 1. Beräkning av antal stationer

## 4.2 Precedensschema och precedensdiagram

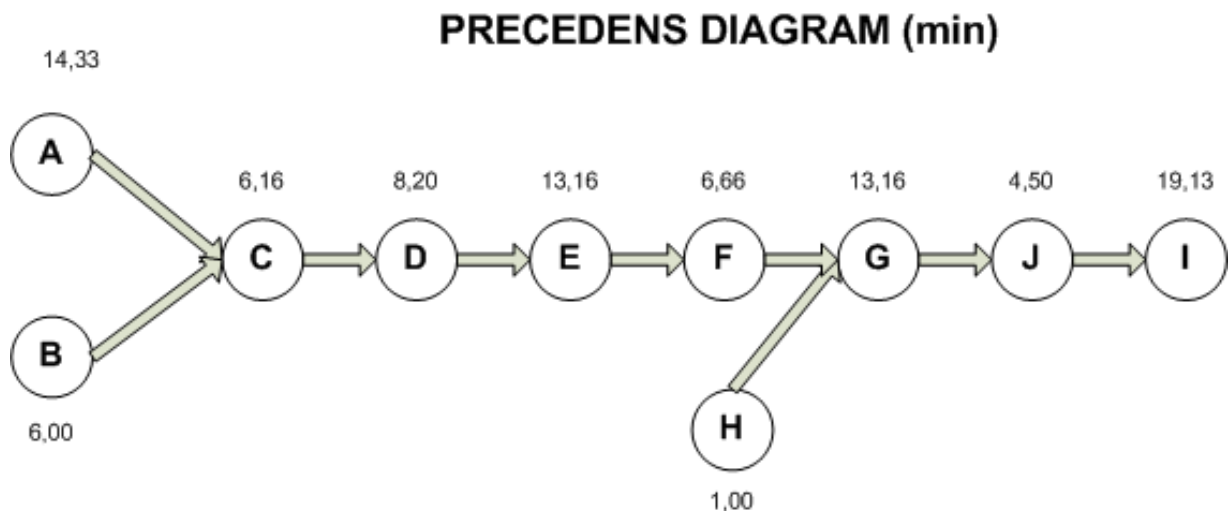
Med AviX analyserades tiderna och arbetsmoment sedan infördes i precedensschema. Se nedan för resultat av precedensschema.

### Precedensschema

Arbetsmoment	Precedens (Föregångare)	Tid (min)
A Behållarmontering	-	14,33
B Montera cylinder med pressplatta (ny metod)	-	6
C Montering av cylinder med pressplatta i behållare	AB	6,16
D Hydraulaggregat + inkoppling av hydraulik	C	8,2
E Montera ellåda på behållare + koppla in el.	D	13,66
F Fylla på olja i tank + kontroll + starta maskin	E	6,66
G Testa maskin.	F	13,16
H Montering av huv (ny metod)	-	1
I Montera huv på maskin.	GH	4,5
J Förpackning av maskin.	I	19,13

Tabell 2. Precedensschema

Utifrån precedensschema kunde författarna framställa en precedensdiagram.



Figur12, Precedensdiagram

## 4.3 Lösningsförslag

Författarna står för varje lösningsförslag, dessa är hänvisade till teoretisk bakgrund.

### 4.3.1 Lösningsförslag A

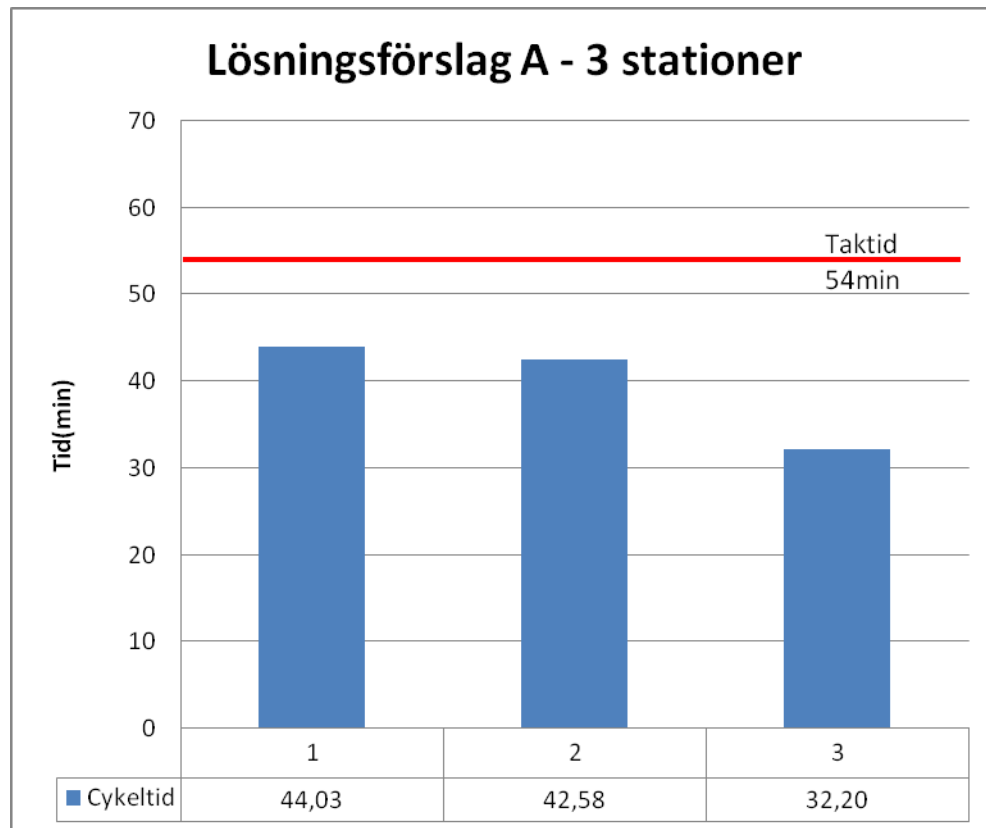


Diagram 2. Balansering enligt lösningsförslag A

Station1	Tid(min)
A. Behållarmontering	14,33
B. Cylinder med pressplatta(ny metod)	6
C. Montering av cylinder med pressplatta i behållare	6,16
D. Hydraulaggregat + inkoppling av hydraulik	8,2
Transporttid	2
Tilläggstid för störningar	20%
	44,03

**Station2**

E. Montera ellåda på behållare + koppla in el	13,66
F. Fylla på olja i tank + kontroll + starta maskin	6,66
G. Testa maskin	13,16
Transporttid	2
Tilläggstid för störningar	20%
	42,58

**Station3**

H. Montering av huv (ny metod)	1
I. Montera huv på maskin	4,5
J. Förpackning av maskin	19,33
Transporttid	2
Tilläggstid för störningar	20%
	32,20

TOTAL TID utan transport	93
Uppskattad transporttid mellan stationerna	6
Tilläggstid för störningar	20%
TOTAL tillverkningstid	118,8

Balanseringsförlust: 26.7% (se bilaga 4)  
Klarar en efterfrågan på: 40-50 maskiner/vecka

## 4.3.2 Lösningförslag B

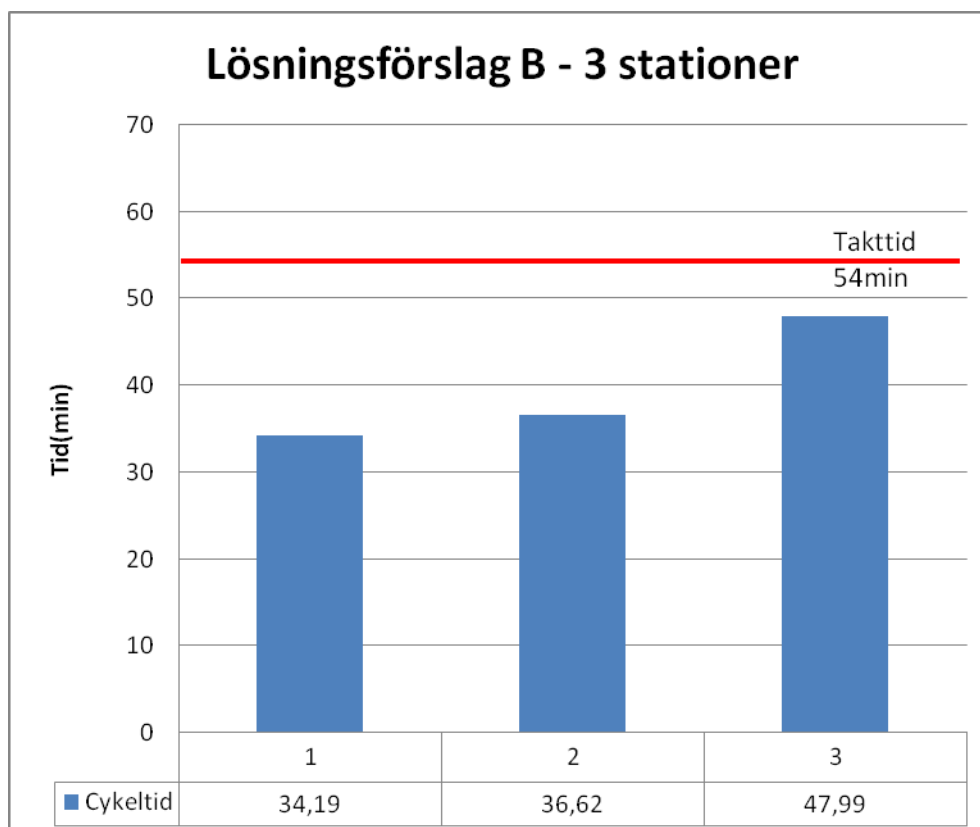


Diagram 3, Balansering enligt lösningförslag B

Station1	Tid(min)
A. Behållarmontering	14,33
B. Cylinder med pressplatta(ny metod)	6
C. Montering av cylinder med pressplatta i behållare	6,16
Transporttid	2
Tilläggstid för störningar	20%
	34,19

Station2	Tid(min)
D. Hydraulaggregat + inkoppling av hydraulik	8,2
E. Montera ellåda på behållare + koppla in el	13,66
F. Fylla på olja i tank + kontroll + starta maskin	6,66
Transporttid	2
Tilläggstid för störningar	20%
	36,62



**Station3**

G. Testa maskin	13,16
H. Montering av huv (ny metod)	1
I. Montera huv på maskin	4,5
J. Förpackning av maskin	19,33
Transporttid	2
Tilläggstid för störningar	20%
	47,99
TOTAL TID utan transport	93
Uppskattad transporttid mellan stationerna	6
Tilläggstid för störningar	20%
TOTAL tillverkningstid	118,8

Balanseringsförlust: 26.7% (se bilaga 4)

Klarar en efterfrågan på: 40-50 maskiner/vecka

### 4.3.3 Lösningsförslag C

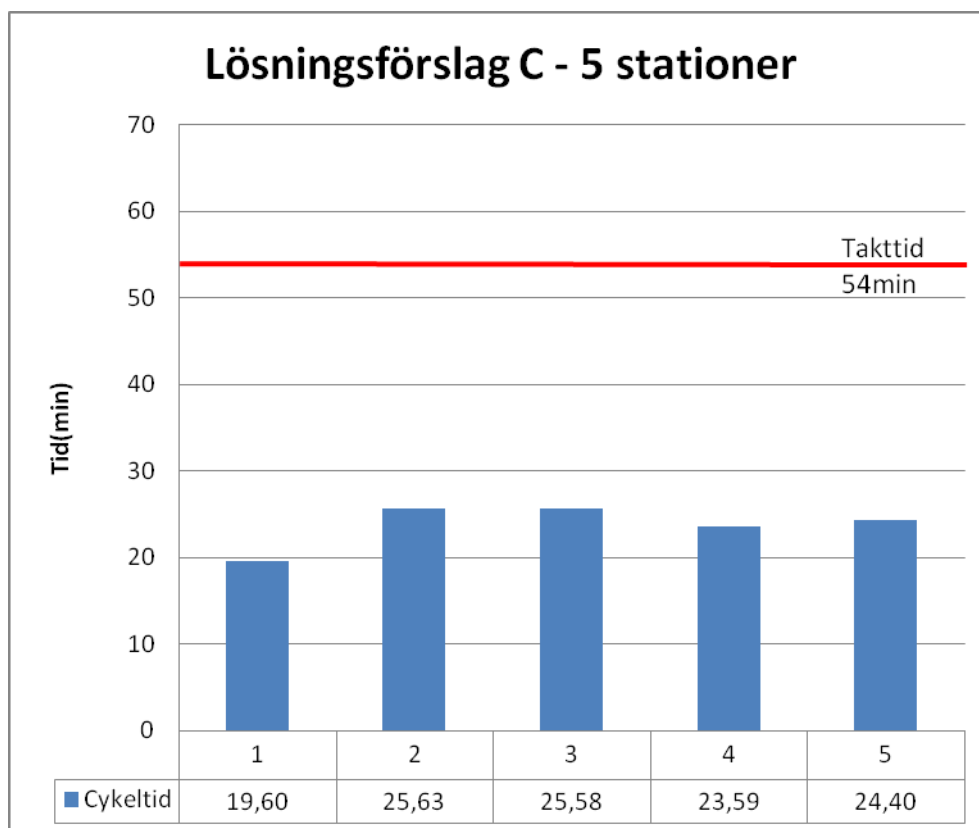


Diagram 4. Balansering enligt lösningförslag C

Station1	Tid(min)
A. Behållarmontering	14,33
Transporttid	2
Tilläggstid för störningar	20%
	19,60

Station2	Tid(min)
B. Cylinder med pressplatta(ny metod)	6
C. Montering av cylinder med pressplatta i behållare	6,16
D. Hydraulaggregat + inkoppling av hydraulik	8,2
Transporttid	1
Tilläggstid för störningar	20%
	25,63

**Station3**

E. Montera ellåda på behållare + koppla in el	13,66
F. Fylla på olja i tank + kontroll + starta maskin	6,66
Transporttid	1
Tilläggstid för störningar	20%
	25,58

**Station4**

G. Testa maskin	13,16
H. Montering av huv (ny metod)	1
I. Montera huv på maskin	4,5
Transporttid	1
Tilläggstid för störningar	20%
	23,59

**Station5**

J. Förpackning av maskin	19,33
Transporttid	1
Tilläggstid för störningar	20%
	24,40

TOTAL TID utan transport	93
Uppskattad transporttid mellan stationerna	6
Tilläggstid för störningar	20%
TOTAL tillverkningstid	118,8

Balanseringsförlust = 56% (se bilaga 4)  
Klärar en efterfrågan på: 75-90 maskiner/vecka

## **5 Slutsats och diskussion**

I detta kapitel kommer våra egna åsikter att framföras. Först synpunkter om lösningsförslagen, därefter framtidsförslag och till sist en slutsats.

### **5.1 Analys av resultat**

#### **5.1.1 Lösningsförslag A**

Lösningsförslag A är utformat för en efterfrågan på 40 maskiner/veckan. Förslaget består av 3 stationer. Grundidé är att bilda ett sug genom flödet, den första arbetsstationen tar längst tid och sista arbetsstationen kortast. Den sista montören får då tid över för att kunna hjälpa till vid eventuella problem samt materialpåfyllning.

Arbetsuppgifterna för varje station tar lång tid vilket medför lång upplärningstid för nya montörer, men också en låg balanseringsförlust. På grund av att arbetsplatserna inte klarar att utföra olika arbetsmoment på samma plats så måste maskinerna fysiskt transporteras inom arbetsstationerna. Takttiden ligger på 54 min och alla stationer ligger under den. Balanseringsförlusten blir 26,7 % (se bilaga 4).

Fördelar:

- Sug genom flödet
- Inga flaskhalsar

Nackdelar:

- Kräver tid för upplärning
- Olika platser för varje arbetsstation

### **5.1.2 Lösningförslag B**

Lösningförslag B har samma balanseringsförlust som lösningförslag A (se bilaga 4). Lösningförslag B kommer skapa ett tryck genom flödet eftersom den första stationen är kortast och den sista längst. Detta gör att produktionslinan är känslig för störningar. Produktionslayouten klarar en efterfrågan på 40 maskiner/vecka, men har ett högre PIA än lösningförslag A, dvs. produkter i arbete mellan stationerna. Vi önskar att metodutveckla test och packning i station tre för att minska flaskhalsar genom flödet. Med detta förslag är det möjligt att metodutveckla för att uppnå en bättre balansering, men svårt att flytta arbetsmoment på grund av ordningsföljden, speciellt test och packning.

Syftet med detta förslag var att enkelt kunna forma om layouten om efterfrågan ökar eller minskar genom att ändra antalet stationer/montörer. Ökning till sex stationer klarar en efterfrågan på 95-105 maskiner/vecka. Utifrån sex stationer (se bilaga 5 och 6) kan ytterligare omformning göras till endast två arbetsstationer (se bilaga 7 och 8) vilket klarar en efterfrågan på 20-35 maskiner/vecka. För sex stationer blir balanseringsförlusten 63,3% (se bilaga 4).

Fördelar:

- Antal stationer kan ändras => Produktionen kan ökas och minskas

Nackdelar:

- Tryck genom flödet

### **5.1.3 Lösningförslag C**

Produktionslayouten kan klara upp till 75-90 maskiner/vecka och balanseringsförlusten blir 56 % (se bilaga 4). Syftet med detta förslag var att varje arbetsstation skulle ha en egen arbetsplats så att montören slipper flytta och att upplärningstiden ska minska då arbetsuppgifterna blir färre. Balanseringen mellan stationerna är jämn. Produktionslayout är en lina vilket medför att det blir enkelt att anpassa kundorderstyrning.

Fördelar:

- Varje arbetsstation har en fysisk plats
- Kortare inlärningstid
- Mindre onödiga transporter

Nackdelar:

- Antal montörer ökar
- Balanseringsförlusten ökar

## 5.2 Arbetsinnehåll och jämförelse

En test på produktionen på lina två med sex stationer gjordes för att se hur det i verkligheten skulle fungera. Här nedan visas en jämförelse mellan det nya och det gamla arbetssättet.

- Station ett var att utföra behållarmonteringen med ergonomisk höj- och sänkbart bord för montören, med alla verktyg och material i närheten.
- Station två infördes en ny metod där montering av cylinder och pressplatta först skulle ske och därefter montera i behållare samt montera och koppla in hydraulaggregat på behållare.
- Station tre montera ellåda på behållare samt koppla in el.
- Station fyra var att fylla på olja i tank, sen göra kontroll av maskinen för att sedan starta maskin.
- Buffert: Mellan station fyra och fem uppstår en PIA på 15 minuter.

För station fem och sex användes samma videoupptagning.

- Station fem var slutttest av maskin och montering av huv på maskin.
- Station sex, sista stationen, var packning.

Resultatet av det enkla testet gav en minskning på 21,32 minuter. Denna minskning kom till genom att dela upp arbetet, skapa ordning och reda för material och verktyg till arbetsstationerna. Med den gamla metoden för moment 6 kontrollerade montörerna maskinen mer utförligt, vilket gav en längre arbetstid. I övrigt anser vi att det var mer strukturerat arbete som kortade ner tiden avsevärt.

### Arbetsinnehållet för sex stationer och jämförelse mellan gamla och nya tidsmätningar.

Moment	Tid nya	Tid gamla
A. Behållarmontering	14,33	20,66
B. Cylinder med pressplatta(ny metod)	6	0
C. Montering av cylinder med pressplatta i behållare	6,16	9,83
D. Hydraulaggregat + inkoppling av hydraulik	8,2	8,25
E. Montera ellåda på behållare + koppla in el	13,66	21,83
F. Fylla på olja i tank + kontroll + starta maskin	6,66	17,76
G. Testa maskin	13,16	13,16
H. Montering av huv (ny metod)	1	1
I. Montera huv på maskin	4,5	4,5
J. Förpackning av maskin	19,33	19,33
TOTAL TID utan transport	93	116,32

Uppskattad transporttid mellan stationerna	5	3
TOTAL tillverkningstid	98	119,32

Tabell 3. Jämförelse mellan nya och gamla tidsmätningar

## 5.3 Framtidsförslag

Med hjälp av videoupptagning i AviX gjordes analysering med fokus på tidsmätning och balansering av den nya produktionslinan. Flera metodutvecklingsmöjligheter upptäcktes under observationsstudien med potential att förkorta tiden att utföra vissa arbetsmoment avsevärt. De arbetsmoment med störst potential att metodutvecklas tycker vi är packning och testning.

### 5.3.1 Testning och packning

Den längsta tiden är inte monteringen utan test och packning (se tabell 3). Företaget bör satsa resurser och metodutveckla testning och packning. Ett standardiserat arbetssätt skulle ge kortare genomloppstid för verksamheten samt exaktare tidsmätningar då det blir mindre variation.

### 5.3.2 Ordning och reda

Ordningen på arbetsplatsen uppvisade brister. Det ger svårigheter att mäta tiden för varje arbetsmoment. Verktyg och material ska finnas på rätt plats för att minska onödiga transporttider.

Tidsmätningarna och observationer som gjorts har varit till hjälp för att finna brister på arbetsplatserna, ett standardiserat arbete vore önskvärt. Enkla metoder så som 5S, Kaizen och ständiga förbättringar som ingår i lean konceptet (se kapitel 2.1) bör införas dagligen så det blir en vana hos montörerna, vilket ger en effekt av minskning på den totala genomloppstiden. Lärande, motivation och utbildning är även viktigt i ett företag där arbetarna känner medhörighet och utbildas på problemlösningar och ständiga förbättringar. (Olhager, 2000)

### 5.3.3 Förflyttning av produkter mellan stationer

Produkterna behöver fysiskt flyttas inom arbetsplatserna där olika moment utförs. Författarna har utifrån observationer som gjorts på produktionslinan och med videoupptagning kommit fram till att det inte behövs några dyra investeringar för flyttning av maskiner mellan arbetsstationerna, utan endast med palltruckar (se bilaga 9). Detta valdes för att transporttiden mellan stationer är kort samt att produkterna är stora. Genom palltruckar skapas även en flexibilitet då man lätt kan flytta ut en produkt ur linan då det uppstår problem. Den första palltrucken går vidare till nästa och montören börjar med en ny palltruck med en behållare och sedan vidare.



## **5.4 Slutsats**

Den teoretiska bakgrunden om balansering var inte helt enkel att tillämpa i verkligheten. Produktionslinan skulle balanseras för en efterfrågan på 40 maskiner/vecka vilket medförde att antal minsta stationer beräknades till tre, samtidigt som önskemål från företaget var att skapa ett enkelriktat produktionsflöde. Då vissa arbetsmoment var tvungna att utföras på fysiskt olika platser skapades problem med balansering av produktionslinan.

Flera metodutvecklingsmöjligheter upptäcktes under observationsstudien med potential att förkorta tiden att utföra vissa arbetsmoment avsevärt.

Med hjälp av litteratur och observationer på företaget visar att det förmånligaste förslaget för produktionen av volymprodukt på lina 2 är layoutförslag B (se bilaga 10).

Fördelen med att välja layoutförslag B är enkelheten att kunna justera layouten utifrån efterfrågan på 20-105 maskiner per vecka genom att ändra antalet stationer/montörer till två, tre eller sex stycken.

Företaget kommer på detta sätt kunna vara flexibelt för förändringar på marknaden. Ett förslag för att gå vidare är metodutveckling för test och packning, vilket kommer skapa en väl balanserad produktionslina.

## 6 Referenser

Tryckta källor:

Olhager, Jan (2000) *Produktionsekonomi*.

Studentlitteratur, Linköping, ISBN 978-91-44-00674-1.

Baudin, Michel (2004) *The nuts and bolts of delivering materials and goods*, ISBN: 978-1-56327-296-7

Russell, Roberta S.; Taylor, Bernard W (2004). *Operations Management Fourth Edition*, ISBN: 0-13-049363-5

Slack, Nigel; Lewis, Michael (2002) *Operation Strategy*, ISBN 0-273-63781-9

Storhagen, Nils G (2003) *Logistik – grunder och möjligheter*, ISBN 9147072660

Womack James P; Jones Daniel T (2003). *Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, ISBN: 0743249275

Bergman, Bo; Klevsjö, Bengt (2007). *Kvalitet från behov till användning*, ISBN 978-91 44-04416-3.

Muntliga källor:

Productionschef.

Produktionstekniker.

Försäljare.

Two montörer.

Internet:

Solme AB, <http://www.solme.se> (Acc.2009-04-25)

Handtrucks.com, [http://www.handtrucks.com/pallet-jacks/fixed\\_forks/wescocpi5500lbcapacitypalletjack.cfm](http://www.handtrucks.com/pallet-jacks/fixed_forks/wescocpi5500lbcapacitypalletjack.cfm) (Acc.2009-05-03)

## **7 Bilagor**

Bilaga 1	Filmning
Bilaga 2	Analysering och dokumentering i AviX
Bilaga 3	Layoutförslag för praktiskt test
Bilaga 4	Balanseringsförlust
Bilaga 5	Lösningförslag B – 6 stationer
Bilaga 6	Lösningförslag B – 6 stationer - fortsättning
Bilaga 7	Lösningförslag B – 2 stationer
Bilaga 8	Lösningförslag B – 2 stationer - fortsättning
Bilaga 9	Palltruck
Bilaga 10	Layoutförslag B

Bilaga 1



*(AviX, [www.solme.se](http://www.solme.se), 2009-04-25)*

Bilaga 2

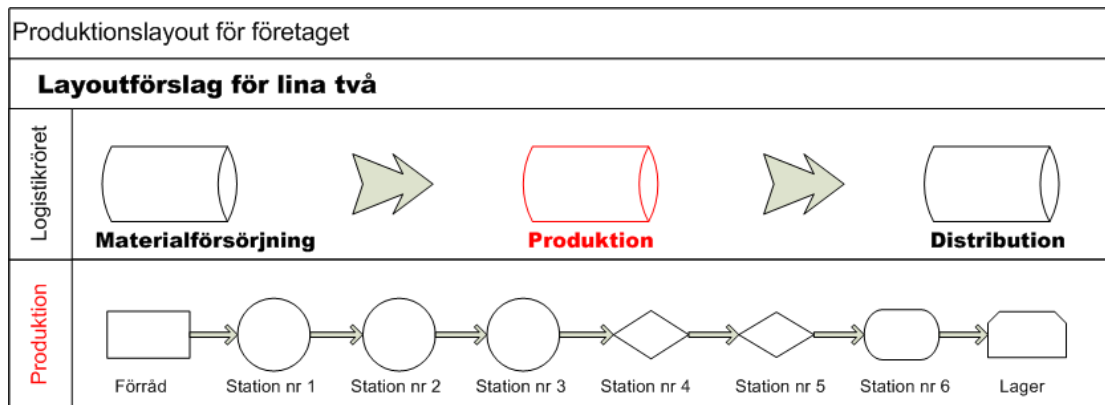


The screenshot shows the AviX software interface. It includes a video player on the left showing a person working on a machine with the word "Film" overlaid. To the right is a control panel with various settings. Below the video player is a tree view labeled "Strukturträd" showing a hierarchy of tasks. On the bottom right is a "Resultatfönster" (Results window) showing a table of task times and a bar chart.

Operation - Total tid		
* 3 - Monera Hållare [Hållare]		
Fotoid	0.82	5s
Fotobes (bid-utgång)	2.74	5s
Vävarvika (utgång)	0	5s
Markör (sp)	4.45	5s
Profil (in) (sp)	2.23	5s
Vävarvika (in)	0.71	5s
	0.00	5s

(AviX, [www.solme.se](http://www.solme.se), 2009-04-25)

Bilaga 3



**Station 1**

A. Behållarmontering

**Station 2**

- B. Cylinder med pressplatta.(ny metod)
- C. Montering av cylinder med pressplatta i behållare
- D. Hydraulaggregat + inkoppling av hydraulik

**Station 3**

E. Montera ellåda på behållare + koppla in el

**Station 4**

F. Fylla på olja i tank + kontroll + starta maskin

**Station 5**

G. Testa maskin

**Station 6**

- H. Montering av huv (ny metod)
- I. Montera huv på maskin
- J. Förpackning av maskin

Bilaga 4

**Lösningförslag A och B – 3 stationer:**

För att mäta effektiviteten för denna lina används följande formel:

Effektiviteten = Total tid med tillägg och störningar/Arbetsstationer \* Takttid

Effektiviteten =  $118,8 / (3 * 54) = 0,733$ .

För att räkna ut balanseringsförlusten tar man Effektiviteten minus 1.

Balanseringsförlusten =  $0,733 - 1 = -0,266 = 26,7 \%$  balanseringsförlust.

**Lösningförslag C – 5 stationer:**

För att mäta effektiviteten för denna lina används följande formel:

Effektiviteten = Total tid med tillägg och störningar/Arbetsstationer \* Takttid

Effektiviteten =  $118,8 / (5 * 54) = 0,44$ .

För att räkna ut balanseringsförlusten tar man Effektiviteten minus 1.

Balanseringsförlusten =  $0,44 - 1 = -0,56 = 56 \%$  balanseringsförlust.

**Lösningförslag B – 6 stationer:**

För att mäta effektiviteten för denna lina används följande formel:

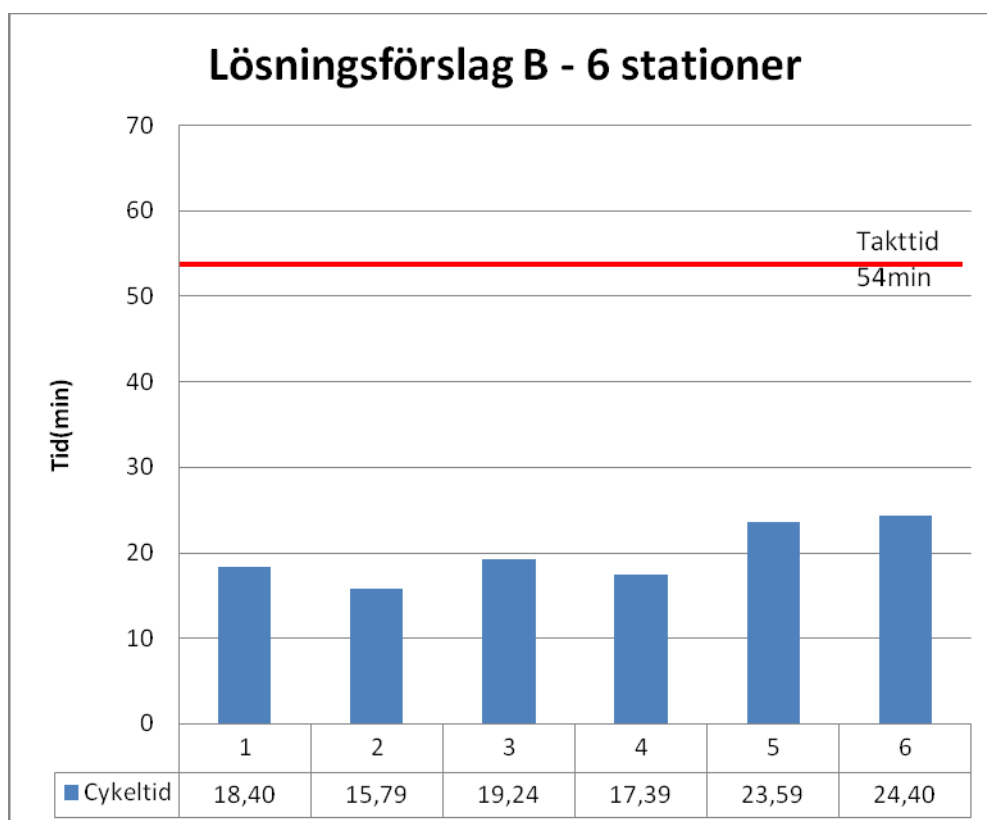
Effektivitet = Total tid med tillägg och störningar/Arbetsstationer \* Takttid

Effektiviteten =  $118,8 / (6 * 54) = 0,366$ .

För att räkna ut balanseringsförlusten tar man Effektiviteten minus 1.

Balanseringsförlusten =  $0,366 - 1 = -0,633 = 63,3 \%$  balanseringsförlust.

## Bilaga 5



<b>Station1</b>	Tid(min)
A. Behållarmontering	14,33
Transporttid	1
Tilläggstid för störningar	20%
	18,40

<b>Station2</b>	Tid(min)
B. Cylinder med pressplatta(ny metod)	6
C. Montering av cylinder med pressplatta i behållare	6,16
Transporttid	1
Tilläggstid för störningar	20%
	15,79

<b>Station3</b>	Tid(min)
D. Hydraulaggregat + inkoppling av hydraulik	8,2
E. Montera ellåda på behållare + koppla in el./2	6,83
Transporttid	1
Tilläggstid för störningar	20%
	19,24



**Station4**

E. Montera ellåda på behållare + koppla in el./2	6,83
F. Fylla på olja i tank + kontroll + starta maskin	6,66
Transporttid	1
Tilläggstid för störningar	20%
	17,39

**Station5**

G. Testa maskin	13,16
H. Montering av huv (ny metod)	1
I. Montera huv på maskin	4,5
Transporttid	1
Tilläggstid för störningar	20%
	23,59

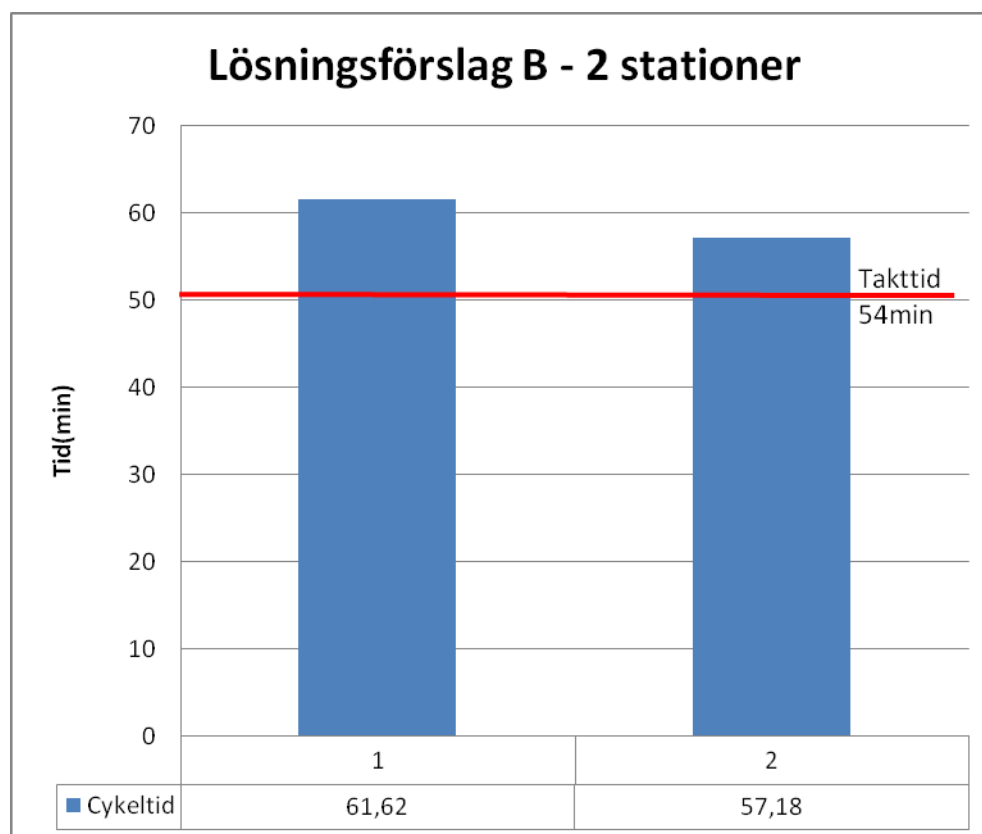
**Station6**

J. Förpackning av maskin	19,33
Transporttid	1
Tilläggstid för störningar	20%
	24,40

TOTAL TID utan transport	93
Uppskattad transporttid mellan stationerna	6
Tilläggstid för störningar	20%
TOTAL tillverkningstid	118,8

Balanseringsförlust = 63,3% (se bilaga 4)  
Klaras en efterfrågan på: 95-105 maskiner/vecka

## Bilaga 7

**Station 1**

	Tid(min)
A. Behållarmontering	14,33
B. Cylinder med pressplatta(ny metod)	6
C. Montering av cylinder med pressplatta i behållare	6,16
D. Hydraulaggregat + inkoppling av hydraulik	8,2
E. Montera ellåda på behållare + koppla in el./2	6,83
E. Montera ellåda på behållare + koppla in el./2	6,83
Transporttid	3
Tilläggstid för störningar	20%
	61,62

**Station 2**

F. Fylla på olja i tank + kontroll + starta maskin	6,66
G. Testa maskin	13,16
H. Montering av huv (ny metod)	1
I. Montera huv på maskin	4,5
J. Förpackning av maskin	19,33
Transporttid	3
Tilläggstid för störningar	20%
	57,18

TOTAL TID utan transport	93
Uppskattad transporttid mellan stationerna	6
Tilläggstid för störningar	20%
TOTAL tillverkningstid	118,8

Balanseringsförlust = Ingen balanseringsförlust

Klarar en efterfrågan på: 20-35 maskiner/vecka dvs. når inte upp till efterfrågemålet på 40 maskiner/vecka.

Bilaga 9



(Palltruck)

Bilaga 10

