

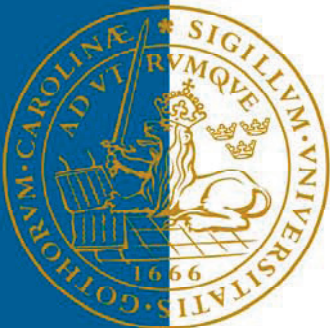
Simulering av en framtida presslinje

– en analys av design och prestanda

Kristofer Elmström

Packaging Logistics
Department of Design Sciences • LTH • 2008

ISRN LUTMDN/TMFL— 08/5056 —SE



Simulering av en framtida presslinje

– en analys av design och prestanda

Författare: Kristofer Elmström
Handledare: Daniel Hellström

Förord

I detta arbete har jag varit i kontakt med en mängd olika människor. Alla har utan tvekan och oftast med stor entusiasm varit villiga att hjälpa mig på alla möjliga vis. Jag skulle vilja tacka er för detta och samtidigt säga att det varit roligt, intressant och lärorikt att jobba med er.

Jag vill tacka Daniel Hellström, handledare på LTH, för all hjälp du givit mig med skrivandet av rapporten.

Speciellt vill jag tacka Thomas Nordlöf, Alfa Laval, för ditt villkorslösa och totala engagemang och hjälp samt alla våra intressanta diskussioner. Jag vill också tacka Håkan Nilsson, Alfa Laval, för din uppmuntran och stöttning.

Jag vill tacka Annika för genomläsning av arbetet och för all support under arbetets tid. Jag vill även tacka Isak och Lovisa för all glädje och drivkraft ni har givit mig för att färdigställa arbetet.

Kristofer Elmström, Lomma 2008-02-29.

Sammanfattning

Problem

Alfa Laval är ett världsledande företag för värmeväxlare och har som mål att även vara det i framtiden. Alfa Laval har idag flera presslinjer som har en hög utnyttjandegrad och till viss del ålderstigna. Prognoser tyder på ett ökat behov av värmeväxlare vilket dagens maskinpark inte kommer att klara av. Att bygga en ny presslinje är mycket kostsamt och tar lång tid.

Målformulering

Målet är att få 100% teoretisk utnyttjande av pressen (det vill säga den skall pressa det antal plattor den är designad för) vilket innebär att data för övriga maskiner i presslinjen måste bestämmas. Delmål för projektet är även:

- Att visualisera tänkt presslinje i syfte att ge berörda parter en helhetsbild.
- Att bestämma flödesschema och layout för den tänkta presslinjen.
- Analysera storlek och utformning av lagringsutrymmet efter pressen.
- Undersöka vilken data staplingsmaskinen och andra bistationer i linjen behöver för att pressen skall kunna slå de antal slag den är designad för (det vill säga utnyttjas 100% i teorin).

Metod

Att räkna manuellt på presslinjer är ett både komplicerat och tidskrävande arbete. För att underlätta dimensioneringsarbetet och även ge möjlighet att redan idag kunna analysera framtida problemsituationer har analys med modellering och simulering framkommit som ett lämpligt alternativ. Möjligheten att kunna analysera, göra tester samt undersöka hur presslinjen ter sig när förutsättningar förändras innan den är installerad gör simulering till ett bra och intressant hjälpmedel. Att flödet dessutom är komplext och har stor variation gör lösningsalternativet med datorsimulering ännu mer intressant.

Resultat och diskussion

Det finns olika kombinationer av data för att nå fram till målet. Det finns dock vissa antaganden för dessa maskiner där ingen lösning finns idag utan ytterligare studier måste göras. Av alla möjliga lösningar finns det dock två som kan anses vara mer lämpliga än de andra. Vilken av de två som är mest lämplig får däremot fortsatta studier visa.

Slutsatser

Den lösning som detta arbete grundar sig på har fortfarande flera problem som återstår att lösa. Ett exempel är hanteringen av kopparfoliet. Om dessa problem blir lösta och har de data som antagits för detta arbete finns det två lösningar som Alfa Laval kan ta

ställning till. Vilken av lösningarna som är bäst för företaget bör fortsatta tester och ekonomiska analyser utvisa.

Abstract

Problem area

Alfa Laval is a world leading company in the heat transfers area and have the vision to continue to be that in the future as well. The company has a lot of press lines where the utilization is high and also has started to become old. Prognosis shows that there is an increased demand of heat exchanger in the future. This increased demand is not something that existing lines will manage. To build new lines cost a lot of money and take time so it is essential that new lines are correct from the start and not need to be rebuilt or a lot of time spent to trim it.

Goal

The goal is to achieve 100% theoretical utilization of the press (the press shall press the amount of plates it is designed for). This means that data for the other machines in the line must be decided. Part goals of this project is:

- To visualize the future press line so personnel will have a common picture of the whole line.
- To decide flowcharts and layout for the future line.
- To analyze the size and form of the storage after the line.
- Examine the data for loading device and other bi-stations in the line so the press will strike the amount of strikes it is designed for (100% theoretical utilization)

Method

To do the calculations manually is both complex and time demanding. Simulations is a good alternative to use to solve this problem since it will make the dimensioning work easier and also make it possible to analyze future problem areas and situation. To have the possibility to analyze, do tests and examine how the press line will act when the conditions changes before the line is built makes simulation a good and interesting tool to use. Since the flow is complex and has a great variation makes the solution of computer simulation even more interesting.

Result and discussion

There are different sets of combination of the data that can be used so the goal will be achieved. There are two solutions that seem to be more suitable than the others; future studies can show which one is best. Some assumption has been made for those machines where no solution is available at present; further studies must be made in this area.

Conclusion

The solution that is used in this master thesis still has several problems to solve. One example is the handling of the copper folio. If the unsolved problem are solved and have

the data that is assumed will Alfa Laval have two solutions to decide between. Future tests and economical analyzes will show which one is the most suitable for the company.

Innehållsförteckning

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Inledning | 1 |
| 1.1 | Bakgrund | 1 |
| 1.2 | Problemformulering | 1 |
| 1.3 | Syfte | 1 |
| 1.4 | Fokus och avgränsningar | 2 |
| 1.5 | Företagsbeskrivning | 3 |
| 2 | Metodik | 5 |
| 2.1 | Vad är en datorsimulering? | 5 |
| 2.2 | Vilka frågor kan besvaras av en simulering? | 6 |
| 2.3 | Olika typer av simuleringar | 6 |
| 2.4 | När bör man datorsimulera? | 7 |
| 2.5 | Fördelar och nackdelar med simulering | 7 |
| 2.5.1 | <i>Fördelar och styrkor med simulering</i> | 7 |
| 2.5.2 | <i>Nackdelar och svagheter med simulering</i> | 8 |
| 2.6 | Val av programvara | 9 |
| 2.6.1 | <i>Allmänt om AutoMod™</i> | 9 |
| 2.6.2 | <i>AutoMod™s olika moduler</i> | 9 |
| 2.7 | Att bygga en simuleringsmodell | 10 |
| 2.7.1 | <i>Lewis och Orars metod för en lyckad modell</i> | 11 |
| 2.7.2 | <i>Banks modell för en lyckad simulering</i> | 11 |
| 2.7.3 | <i>Law och Keltons modell för en lyckad simulering</i> | 15 |
| 2.7.4 | <i>Jämförelse av de olika metoderna</i> | 17 |
| 2.8 | Tillvägagångssättet för simuleringsmodellerna | 18 |
| 3 | Teori | 23 |
| 3.1 | Materialhantering | 23 |
| 3.2 | Produktionsstyrning | 24 |
| 3.3 | Flödeskartläggning | 25 |
| 3.4 | Organisation | 28 |
| 3.4.1 | <i>Produktverkstad</i> | 29 |
| 3.4.2 | <i>Flödesgrupp</i> | 29 |
| 4 | Systembeskrivning | 31 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4.1 | Dagens pressningsförfarande | 31 |
| 4.2 | Beskrivning av den tänkta presslinjen | 32 |
| 5 | Modellbeskrivning | 35 |
| 5.1 | Ursprungsmodellen | 35 |
| 5.1.1 | <i>Målet</i> | 35 |
| 5.1.2 | <i>Fokus</i> | 35 |
| 5.1.3 | <i>Beskrivning av modell</i> | 35 |
| 5.1.4 | <i>Resultat och diskussion</i> | 37 |
| 5.2 | Den andra modellen | 38 |
| 5.2.1 | <i>Målet</i> | 38 |
| 5.2.2 | <i>Fokus</i> | 38 |
| 5.2.3 | <i>Beskrivning av modell</i> | 38 |
| 5.2.4 | <i>Resultat och diskussion</i> | 39 |
| 6 | Reflektioner | 43 |
| 7 | Slutsatser | 45 |
| 8 | Referenslista | 47 |

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Idag är begrepp som produktivitet, effektivitet, kundanpassning, små lager, stora marginaler och så vidare viktigt för företag. De har alltid varit viktiga, men med tanke på den globala konkurrensen som finns och bara ökar är det begrepp med större innebörd idag än för tio år sedan. Att falla efter i denna tuffa konkurrens kan innebära minskade marknadsandelar. Att vara ett tillverkande företag med dessa förutsättningar och ha som mål att vara världsledande inom sitt gebit är en mycket krävande uppgift.

Alfa Laval är ett världsledande företag för produktion av värmeväxlare och har som mål att även vara det i framtiden. Idag har Alfa Laval ett antal presslinjer med hög utnyttjandegrad och till viss del även är ålderstigen. Prognoser visar att dagens kapacitet inte kommer att vara tillräckligt i ett längre perspektiv. För att åtgärda detta projekterar Alfa Laval för nya presslinjer som med avancerad teknik ska bli effektiva, produktiva och säkra att hantera. Idag finns det teknik som gör det möjligt för presslinjer att till stor del vara automatiserade eller helautomatiserade, och uppfylla de krav som ställs.

Att bygga nya presslinjer är inget som görs på löpande band, varje linje är unik. Att bygga en linje är mycket kostsamt och tar lång tid. En av orsakerna är storleken på de ingående detaljerna. En press kan vara 30 meter hög och väga flera ton. Intrimningen av pressen och de övriga detaljerna måste bli perfekt och tar därför mycket tid. Därför är det viktigt att linjen blir korrekt redan från början. Att förändra eller flytta en befintlig linje är mycket kostsamt och tar tid, något som man helst vill slippa göra.

1.2 Problemformulering

Dagens presslinjer kommer inte att klara av att producera den framtida tillverkningsökning av värmeväxlare för att möta det behov som prognoser visar. För att kunna klara denna framtida efterfrågan vill Alfa Laval undersöka hur en framtida presslinje bör konstrueras för att kunna klara av ett varierat flöde av artiklar och med en variation av antal pressade plattor. Alfa Lavals vision är att den framtida linjen skall "matas" med plåt på en rulle (coil), och sedan skicka färdig pressad platta till mellanlagring som därefter plockas till en automatiserad station vilken "tillverkar" en värmeväxlare efter kundens önskemål. Med detta enkla och raka flöde hoppas man kunna pressa tillverkningskostnaderna samtidigt som man förenklar för planeringen av produktionen och därmed korta ner leveranstiden.

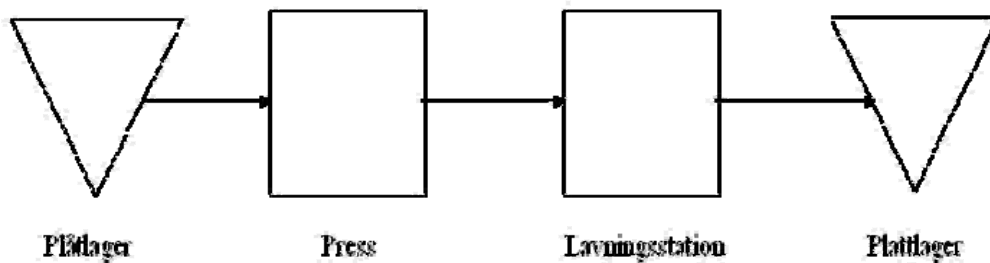
1.3 Syfte

Syftet med detta examensarbete är att utnyttjandegraden för pressen skall bli teoretiskt 100%. Det innebär att pressen inte står still på grund av att det inte finns plåt att pressa eller att efterföljande arbetsmoment inte hunnit med sitt arbete så att pressen inte kan flytta pressad platta. För att kunna göra det måste förslag på bystationernas prestanda beräknas. Arbetet kommer således att bestå av följande moment:

1. Att visualisera tänkt presslinje i syfte att ge berörda parter en helhetsbild.
2. Att bestämma flödesschema och layout för den tänkta presslinjen.
3. Analysera storlek och utformning av lagringsutrymmet efter pressen.
4. Undersöka vilka data staplingsmaskinen och andra bistationer i linjen behöver för att pressen skall kunna slå de antal slag den är designad för (det vill säga utnyttjas 100% i teorin).

1.4 Fokus och avgränsningar

Det som skall undersökas omfattar den process som figur 1-1 visar, det vill säga från den punkt när en ny plåt tillförs presslinjen tills pressad platta skall skickas till plattlager.



Figur 1-1. En schematisk bild av det flöde som skall behandlas.

Det som skall vara den trånga sektorn för presslinjen är pressen och därför kommer ingen hänsyn göras på personal eller övrig kringutrustning eftersom de antas inte vara styrande och begränsande. Det är tänkt att få 100% teoretisk utnyttjande av pressen (det vill säga den skall pressa det antal plattor den är designad för) vilket innebär att data för övriga maskiner i presslinjen måste bestämmas. Den station som är intressant att studera närmare är lavningsmaskinen och dess bistationer som lavar kopparfolie. Övriga maskiner antas inte vara styrande. Antalet buffertplatser efter lavningsmaskinen skall också studeras.

Analysen skall göras med hänsyn av flödes- och produktionsmässig synvinkel, och omfattar således inga ekonomiska beräkningar. Det finns tre olika typer av plattor, ett till tre. Varje platttyp är dessutom uppbyggd på minst två olika grundkonstruktioner. Varje platta kan därefter ha ett tiotal olika klippningar. Variantfloran kan således bli stor och komplicerad.

1.5 Företagsbeskrivning¹

1883 grundades AB Separator av Gustaf de Laval och Oscar Lamm. Företaget har under årens lopp utvecklats och kallas numera Alfa Laval. Företaget började med att utveckla och bygga separatorer, vilket man gjorde med stor framgång. 1938 introducerade företaget sin första värmeväxlare och samma år flyttades utvecklingen och produktionen av värmeväxlare till Lund. 1962 köpte AB Separator patent som gav dem spiralvärmeväxlaren och ett antal platt typer. 1963 ändrades namnet till Alfa-Laval AB (bindestrecket togs bort 1993).

1976 startades ett nytt område, Thermal Business Area, i Lund. I och med detta lades även Alfa Laval's huvudkontor för både utveckling och produktion i Lund.

1991 köptes Alfa Laval upp av Tetra Pak som år 2000 sålde Alfa Laval vidare till Industri Kapital vars mål var att introducera Alfa Laval på aktiemarknaden vilket också gjordes 2002.

Idag är företaget världsledande inom ett par områden, vilket också speglas av att Alfa Laval finns representerat i över 150 länder.

Företaget har förändrats under årens lopp, däremot är Core competences, kärnkompetensen, den samma det vill säga värmeöverföring (Heat transfer), separation och vätskehantering (fluid handling). På dessa områden har Alfa Laval ett omfattande know-how.

Alfa Laval har lett utvecklingen av separatorn ända sedan företaget startades och genom att ha en fortsatt kontinuerlig utveckling av produkter, lösningar och applikationer har man bibehållit denna position. Separatorer används bl a till att skilja på vätska och partiklar i den för till exempel matindustrin. Inom separationslösningar är företaget världens största leverantör.

Även på värmeöverföringen är Alfa Laval världsledande. Här används produkterna för att värma eller kyla medier. Kemi- och processindustrier är stora kunder, men produkterna används även till att värma och ventiler byggnader.

Inom vätskehanteringsområdet är det av yttersta vikt att ha höga krav både på hygien och säkra produkter. Produkterna inom detta område används till bl a drycker, blodplasma och proteinlösningar. Även på detta område är Alfa Laval's position världsledande.

¹ Hämtat information från www.alfalaval.com 2004-09-21

2 Metodik

I detta kapitel diskuteras bland annat vilken metod som har använts samt dess fördelar och nackdelar.

Att bestämma hur olika maskiner skall placeras i förhållande till varandra kan göras på mer än ett sätt. Det samma gäller de data som olika maskinerna behöver för att produktionen skall fungera tillfredställande. Det är möjligt att göra statistiska beräkningar, manuellt eller med dator, och på så sätt lösa problemet. En nackdel med detta förfarande är att det kan vara svårt att få med den dynamik och variationer som finns i ett komplext system.

Ett annat sätt är att göra tester eller experiment. Fullskaliga, eller bara delvis. Genom att göra detta erhålles verkliga värden, och inte uppskattad information, vilket är mycket värdefullt då produktionen senare skall bygga upp. Att göra tester och experiment har naturligtvis också nackdelar. Den utrustning som skall användas måste tillverkas, vilket kan vara mycket kostsamt och ta väldigt lång tid. Lämpligt i detta fall är naturligtvis att en förstudie har gjorts där det framkommit data och prestanda för respektive utrustning, så att de är kompatibla med varandra, samt att det inte sker suboptimering hos någon utrustning.

Att räkna manuellt på presslinjer är ett både komplicerat och ett tidskrävande arbete. För att underlätta dimensioneringsarbetet och även ge möjlighet att redan idag kunna analysera framtida problemsituationer har analys med modellering och simulering framkommit som ett lämpligt alternativ. Möjligheten att kunna analysera, göra tester, samt undersöka hur presslinjen ter sig när förutsättningar förändras innan den ens är installerad, gör simulering till ett fördelaktigt hjälpmedel.

Den metod jag valt att använda mig av är en diskret händelsestyrd simulering, detta eftersom denna typ av simulering tar hänsyn till dynamiska och stokastiska variabler som inte kan förenklas bort. En orsak var också att företaget såg simulering som ett nytt och intressant instrument att använda sig av i framtiden, och ville därför få en inblick hur det används.

2.1 Vad är en datorsimulering?

En definition på datorsimulering är ”... en process att konstruera och bygga en matematisk modell av ett verkligt system och att experimentera med denna modell i en dator för att bestämma hur systemet uppför sig vid förändringar i dess struktur eller omgivning.”² Simulering kan även ses som en modell som imiterar ett system under en viss tidsperiod, och för att utnyttja simuleringen maximalt bör utdata från varierande indata jämföras. Banks³ beskriver datorsimulering som en imitation av en verklig process eller system över tiden. Vid simulering skapas det

² Kenth Lumsden, 1998, *Logistikens grunder*, s219.

³ Jerry Banks, 2000, *Getting Started with AutoMod*, s1.3. Fritt översatt från engelska.

en fiktiv historia av ett system och av denna fiktiva historia skall det dras slutsatser som berör den karakteristik av det verkliga system som det representerar.

När Payne⁴ beskriver en simulering ser han det som en metod som används för att studera den dynamik som finns i ett system. Med system menas då en grupp av enheter som på något sätt interagerar med varandra. Ofta är syftet med systemstudier att få en förståelse för den övergripande process som skapas när en grupp av definierade enheter sammankopplas. Med simulering får man en beskrivning av hur ett system uppför sig under en bestämd tidsperiod.

Vidare menar Payne⁵ att det går att angripa nästan vilket problem som helst med simuleringssynsättet, så länge vissa speciella villkor är uppfyllda. Villkoren är att den modell som skapas för att representera systemets uppförande har matematiska och logiska samband mellan variabler. Modellen måste vara en korrekt beskrivning av det problem som ska studeras och innan det finns en sådan modell är det inte lönt att simulera. När datormodellen finns används simulering för att undersöka hur systemet beter sig. Varje simuleringskörning är således ett test av systemet.

2.2 Vilka frågor kan besvaras av en simulering?

I dag finns det simuleringsprogram inom många olika områden, till exempel mekanik, konstruktionsberäkningar, materialhantering med mera. Olika program fokuserar på olika saker, nivåer och komplexitet. En simulering kan i princip besvara de flesta frågor, det som sätter gränserna är simuleringsprogrammet samt den person som gör modellen och simuleringen. Det går även att utnyttja en datorsimulering för att ”bara” visa hur ett framtida system kommer att fungera i sig självt, men även i kombination med andra system. Då detta arbete behandlar materialhantering, produktion och dess flöde kommer fortsättningsvis simuleringen att handla om dessa områden såvida inget annat nämns.

2.3 Olika typer av simuleringar

Att det finns många olika simuleringsprogram är inte så oväntat, att det finns olika typer av simuleringar är kanske inte lika väntat. Dessa typer av simuleringar är i grunden uppbyggda på olika sätt.

Simuleringar av typen diskrethändelsesimulering karakteriseras av stokastiska och dynamiska system, det vill säga tiden har betydelse för simuleringen (dynamisk), samt att det finns en variation (statistiskfördelning) för att en händelse kan/ska ske (stokastisk).

En annan typ av simulering är Monte Carlo Simulering som karakteriseras av att de är statiska och icke-dynamiska, då tiden inte är av betydande roll. Monte Carlo Simuleringar är oftast deterministiska, vilket oftast leder till att de är mer förenklade än vad diskreta händelsesimuleringar är. För en mer detaljerad diskussion om Monte Carlo simulering se Rubenstein⁶ (1981).

⁴ Payne James A, 1982, *Introduction to simulation: Programming Techniques and Methods of Analysis*, s2.

⁵ Payne James A, 1982, *Introduction to simulation: Programming Techniques and Methods of Analysis*, s3.

⁶ Rubenstein R.Y., 1981, *Simulation and the Monte Carlo Method*.

I detta arbete kommer diskrethändelsesimulering att användas eftersom den tar hänsyn till dynamiska och stokastiska händelser vilket behövs då en presslinje skall simuleras. Hädanefter när simulering diskuteras så menas diskrethändelsestyrd simulering om inget annat nämns.

2.4 När bör man datorsimulera?

Lewis⁷ menar att simulering är en kontrollerad statistisk beräkningsteknik som används i kombination med en modell för att få approximativa svar på komplexa sannolikhetsproblem där många faktorer påverkar. Därför är simulering som mest användbart när analytiska och numeriska beräkningar inte kan ge svar.

En simulering gör sig bäst vid ett komplext system och det är svårt att inse hur varje del påverkar slutresultatet. Vid en nyinvestering kan en simulering vara bra eftersom det är möjligt att få en stark indikation på hur hela systemet kommer att bete sig innan den inköpta materielen har installerats. Således bör det vara möjligt att redan innan produktionen påbörjas ha löst de värsta problemen och därmed undgå dessa störningar i produktionen.

Om flödet är enkelt och det inte finns många detaljer som påverkar systemet kan det vara lämpligare att göra beräkningarna för hand, eftersom det tar tid att skapa en modell. Programvaran brukar dessutom vara kostsam och svår att hantera för nybörjare. Bilindustrin använder sig i stor utsträckning av simulering innan nyare bilmodeller sätts i produktion. Genom att simulera ser de var olika flaskhalsar kan uppstå, var och hur stora buffertar kommer att bli. Med hjälp av denna simulering kan de sedan placera olika arbetsmoment eller förändra dem så att problemen inte uppstår eller blir minimala. Då allt detta förarbete är gjort kommer det att gå snabbt när det sedan är tid att bygga om fabriken för ny produktion.

2.5 Fördelar och nackdelar med simulering

Att göra en modell över något med syfte att simulera kan både vara bra och dåligt, som med så mycket annat finns det inte bara fördelar eller nackdelar med att göra något. Om man är medveten om fördelarna och nackdelarna med simulering, och genom maximering respektive minimering av dessa är det med stor säkerhet möjligt att fastslå om resultat är rimligt och bör beaktas som ett troligt utslag (scenario) eller om det behövs mer bearbetning av modellen/resultatet för att kunna få ett troligt utslag.

2.5.1 Fördelar och styrkor med simulering

En stor fördel med simulering är att det är möjligt att få en uppfattning om hur ett stort och komplicerat system kan agera. Att göra det utan en simulering är mycket svårt, om det ens är möjligt. Med simulering är möjligt att redan innan produktionen är igång undersöka hur man bör ställa upp sina olika tillverkningsmaskiner för att få den effekt man vill ha (hög utnyttjandegrad, effektivt flöde, effektivt utnyttjande av befintlig yta, hur skall den blivande fabriken se ut med mera).

⁷ Lewis Peter.A., Orar E.J., 1989, *Simulation Methodology for statisticians, operations analysts, and engineers vol 1*, s9.

Med simulering går det att se vilken utnyttjandegrad respektive maskin har. Om utnyttjandegraden är för låg kan man undersöka vad och hur som skall göras för att förbättra den. Det är möjligt att se var eller vilka flaskhalsar som kommer att uppstå, och försöka se till att de hamnar på rätt ställe eller ta bort dem helt. Det kan finnas önskemål att optimera produktionen för att undvika onödiga väntetider framför viktiga maskiner eller att utnyttjandegraden blir för låg på viktiga arbetsmoment (man vill kanske att den dyraste maskinen skall bestämma produktionstakten och därmed ha en viss överkapacitet på övriga moment).

Med simulering kan man på några minuter simulera dagar eller veckors produktion och på så sätt skapa sig en uppfattning om sin produktion. Är kapaciteten för stor/liten? Det är också lätt att undersöka vad som händer om till exempel tiden för en transport halveras/dubblas. Kommer systemet att påverkas? Vad händer om nya produkter måste tillverkas? När kan det vara lämpligt att ha ett planerat stopp för underhåll? Listan kan göras lång med förändringar som kan göras för att se om/hur förändringen påverkar ens tillverkning/system.

En annan stor fördel med simulering är att det tänkta systemet visualiseras, och att alla berörda parter får se systemet och hur det fungerar. Genom att visualisera systemet är det möjligt att se om det fungerar överhuvudtaget eller om vissa förändringar behövs. Det gör det även lättare att diskutera eftersom alla pratar om samma bild och inte den egna som varje person har i sitt eget huvud.

Det är även möjligt att utbilda berörd personal som skall arbeta med maskiner med hjälp av simuleringsprogram i 3-D miljö (Virtual Reality). När alla maskiner har installerats kommer inlärningsfasen att bli kortare, och det är därför möjligt att förkorta tiden till full produktionstakt väsentligt. Detta är något som kan vara extra viktigt för företag med dyra produkter som snabbt måste ut på marknaden och som inte säljer under en lång tid, exempel på detta är bilindustrin.

2.5.2 Nackdelar och svagheter med simulering

Hur gärna man än skulle vilja så går inte allt att simulera. Hur människor agerar är om inte omöjligt, i varje fall mycket svårt att simulera eftersom varje människa beter sig annorlunda eller mycket annorlunda i varje situation.

Vid de flesta simuleringar måste förenklingar göras för att det ska vara möjligt att simulera överhuvudtaget. Vid dessa förenklingar är det viktigt att inte för mycket förenklas bort, eftersom det som slutligen simuleras kanske inte är det problem som skulle undersökas eller är så pass olikt verkligheten att resultatet av simuleringen är meningslöst.

En viktig del som kan vara svårt eller jobbigt är att få sin modell validerad, det vill säga är modellen en tillräckligt korrekt beskrivning av verkligheten så att den går att använda? Om modellen görs för en befintlig maskinpark kan det vara möjligt att få data därifrån och därmed bekräfta modellen. För en ej befintlig maskinpark (nybyggnation eller nya typer av maskiner) är det besvärligare. Då får erfarenhet och rimliga antaganden göras, (erfaren personal inom området till exempel leverantör kan lämpligen kontaktas för information) vilket inte alltid blir korrekt.

Att tolka resultaten efter en simulering är inte alltid det lättaste. Om en motors maximala hastighet ökas förändras ändå inte tiden som det tar för roboten att transporteras en viss

sträcka. Vad beror detta på? Är accelerationssträckan för kort? Beror det på något annat? För att lättare inse och förstå hur olika delar påverkar varandra är det viktigt att ha stor kännedom om hur modellen är uppbyggd.

2.6 Val av programvara

Det finns ett flertal olika program på marknaden som är olika bra på olika saker. Vissa är generalister medan andra är specialister. Vissa program är väldigt avancerade vilket gör att det går att vara väldigt djupgående i sin simulering och dessa kräver stor kunskap från handhavande medan andra är enkla och lätta att lära samtidigt som det ger en snabb insikt om det är lönt/värt att gå vidare med projektet överhuvudtaget.

Detta arbete kommer att använda sig av simuleringsprogrammet AutoMod™. AutoMod™ är ett program som är bra på att simulera både stora och små system. Dessutom är programmet välanpassat för att simulera materialhantering på ett bra sätt. En annan orsak till att AutoMod™ används är att författaren har kunskaper inom programmet och behöver således inte lära sig ett nytt program från grunden för att lösa det aktuella problemet. AutoMod™ är ett simuleringsprogram av typen diskret händelsesimulering. Detta innebär att hänsyn tas till stokastiska variabler och programmet är tidsberoende vilket gör att simuleringen förändras över tiden. Det är också möjligt att lägga in olika distributioner för händelser eller hur en maskin arbetar.

2.6.1 Allmänt om AutoMod™

AutoMod™ är ett program som erbjuder många funktioner och är väldigt flexibelt, vilket innebär att det är lite svårhanterligt i början. Programmet är lastbaserat (load-baserat) vilket innebär att olika laster åker runt i systemet och aktiverar händelser, utan laster händer inget. Programmet består av olika moduler och de som kommer att beskrivas i detta examensarbete är AutoMod™, AutoStat, AutoView, AutoFlash och Power and Free. Alla modulerna är beroende av att det finns något skapat i AutoMod™ modulen eftersom det är i denna modul som simuleringsmodellen skapas.

2.6.2 AutoMod™s olika moduler

I *AutoMod™* sker själva skapandet av den modell som senare används för olika syften. Att skapa en stor modell kräver gedigna kunskaper inom programmet eftersom relationer skapas till stor del med hjälp av ren programmering. Det går att skapa relationer på annat sätt men då försvinner möjligheten att få en bra översiktsbild av hur modellen fungerar. Eftersom mycket görs med hjälp av programmering är det bra om förkunskaper finns, särskilt pascal programmering är bra. I denna modul skapas flödena, kopplingar, relationer, tider, med mera. Genom att köra modellen i en tredimensionellbild går det att se om flödet fungerar som det ska, så att omöjliga eller felaktiga flöden inte förekommer. Alla fel går naturligtvis inte att upptäcka i denna modell men det är möjligt att eliminera vissa.

I *AutoStat*, *AutoStatistics*, görs olika körningar det vill säga simuleringar. Med hjälp av dessa skapas information som blir ett underlag för vad som händer vid olika förutsättningar. I denna modul är det lätt att förändra olika indata och antalet körningar för att undersöka vilka följer det får på valda delar i modellen eller modellen som

helhet. Denna del av ett projekt är viktigt eftersom det är här som information skapas som ligger till grund på ett flertal körningar, till skillnad från i AutoMod™ modulen där det baseras på en körning.

AutoView kan användas när man visar sin modell. Man kan med hjälp av några kommandon skapa sig en film där man åker runt i modellen, man kan till och med följa en produkt igenom modellen. Detta är ett enkelt men kraftfullt sätt att visa sin modell för andra.

AutoFlash är en tillbyggnad för AutoMod™ i excel. Att jobba i AutoMod™ kräver stor kunskap i programmet och det är inte något man kan kräva av vem som helst. Ett av syftena med modellen var att det skulle vara möjligt att i framtiden kunna styra sin tillverkning av plattor. Ett sätt att göra det på är att använda sig av autoflash. Det är lättare att kräva excelkunskaper av den som skall lägga tillverkningen än att kräva AutoMod™-kunskaper.

Enkelt förklarar man skapar ett excelark med kopplingar till den färdiga modellen i AutoMod™. Från excelarket plockas information till exempel startvärden för olika lagerpositioner. Simuleringsmodellen jobbar därefter i bakgrunden. När körningen är färdig hämtas information till excelarket som visar resultatet. För personen ifråga verkar det som om man endast arbetar i excel, han/hon ser aldrig modellen. Man får sedan analysera utdatan och om den inte är tillfredställande får den planerade produktionen förändras och en ny körning görs. Man fortsätter på detta vis tills ett tillfredställande produktionsschema tagits fram.

Personen som skapar detta excelark kan hämta/lämna i princip vilken form av information som helst från modellen. Det finns ytterligare en fördel med autoflash. Eftersom man hela tiden jobbar i excel behöver man inte ha en AutoMod™-licens utan man betalar bara en engångssumma för arbetet som behövs göras för att skapa autoflashmodellen. Om det skulle ske förändringar i produktionen som påverkar modellen måste dock en ny göras. För planeringen av produktionen är detta ett bra redskap när man simulerar varje vecko/månads produktion i AutoMod™, medan man arbetar i excel vilket många har kännedom om. Eller som författarna till artikeln skriver "Ett specialgjort användarinterface kan göra det enklare att använda sig av in- och utdata till en simulering, särskilt om användaren inte är den som har gjort programmet ". De menar vidare att "genom att koordinera modellutveckling och det specialgjorda användarinterfacet tjänar man mycket på att använda sig av verktyg som många användare redan kan hantera"⁸.

Power and Free är en modul som används mest vid simulering av automatiserade industrier. Att så är fallet beror på att det finns fördefinierade maskiner i denna modul där data fylls i så att maskinen passar in till de förhållande som gäller för respektive simulering och maskin. Ett exempel på en sådan fördefinierad maskin är portalrobot.

2.7 Att bygga en simuleringsmodell

Att skapa simuleringsmodeller kan vara svårt, särskilt när det ska göras på en detaljerad nivå och för ett komplicerat fall. Detta speglas också av att det finns mer än ett sätt att konstruera en modell. Vissa förslag för hur en modell skapas kan vara väldigt generella

⁸ Jonna Carson, 1999, *Creating an Easy-to-use Interface for AutoMod Models using Excel*, s7.

medan andra går in på detalj hur varje steg bör utföras. De tre förslag som beskrivs här är ett generellt och två som går in i detaljnivå. Det viktiga behöver inte vara att varje punkt följs slaviskt utan snarare att en plan finns som underlättar skapandet av modellen. För att underlätta arbetet är det också lämpligt att dela upp arbetet i olika delar/processer för att på så sätt bryta ner ett komplicerat problem till mindre och mer lättlösta delar.

2.7.1 Lewis och Orars metod för en lyckad modell

Lewis och Orar⁹ beskriver i sin bok sex viktiga regler och principer, ”*Golden rules and Principles of simulation*” (*Gyllene regler och principer för simulering*), som bör följas eller i varje fall ha kännedom om för att kunna få en bra modell. Dessa regler och principer är väldigt generella och skulle kunna användas för vilket typ av simuleringsprojekt som helst.

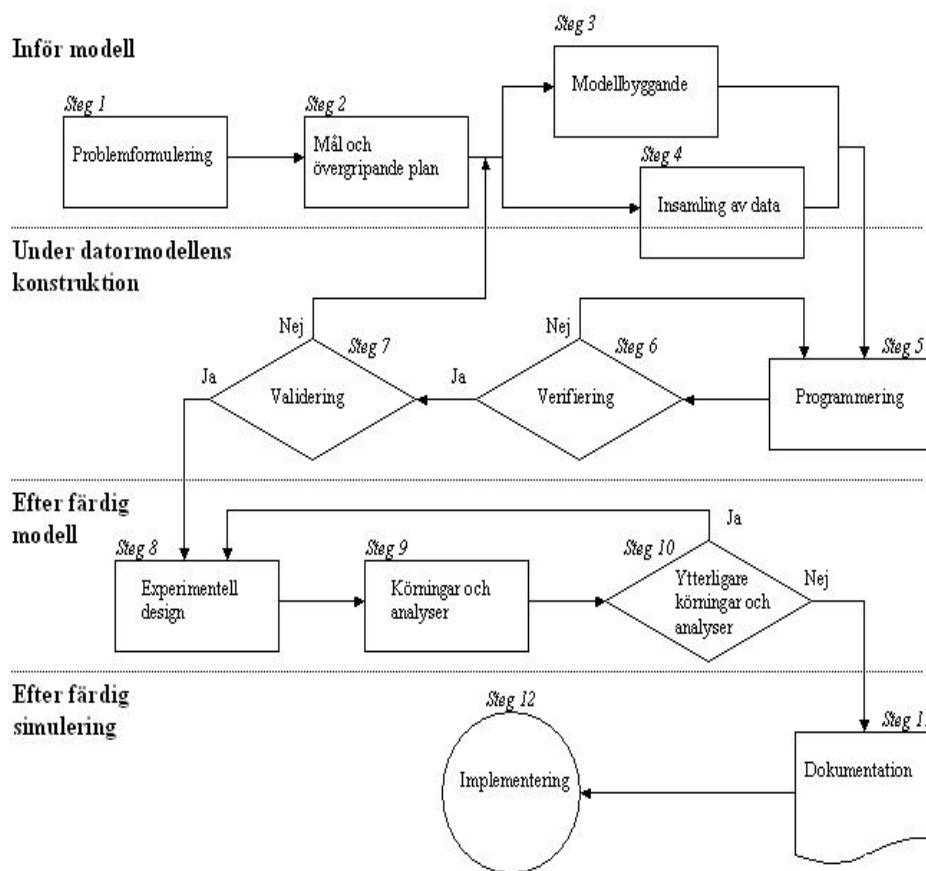
1. Simulera aldrig såvida man inte måste: Med det menas att räkna ut allt som går matematiskt, använd speciella strukturer av problemet och dess approximationer.
2. Noggrann modellering är mycket viktigt: Vilken nytta finns det att finna rätt svar på fel problem eller en felaktig approximering av problemet?
3. Validering och verifiering av den modell som skapats i programvaran är viktig. Verifiering och debugging av program är ett besvärligt problem inom simulering. Ett sätt är att köra specialfall av simuleringen där svaren är kända från verkligheten och därefter jämföra.
4. Svaren från en simulering är nästan alltid en *uppskattning* baserat på en eller flera slumpmässiga variabler.
5. Simulering används till att besvara frågor inom statistik, sannolikhetslära, fysik, teknikområden, affärlivet med mera. Varje enskilt problem kräver specialkunskap för att kunna göra en trovärdig modell och antaganden.
6. Var säker på *innan* projektet påbörjas vilka frågor och problem som ska besvaras.

2.7.2 Banks modell för en lyckad simulering

Den modell som Banks¹⁰ beskriver består av tolv steg som gör att den skapade modellen har synats grundligt. Den är även vinklad för just AutoMod™ eftersom den till viss del beskriver vilka olika delar av programmet som skall utnyttjas men kan i stort även nyttjas för andra simuleringsprogram. Stegen kan delas in i fyra delar: Inför modell, under modellens konstruktion, efter färdig modell och efter färdig simulering. Figur 2-1 visar en något förändrad modell av Banks. Nedan följer en beskrivning av modellen.

⁹ Lewis Peter.A., Orar E.J., 1989, *Simulation Methodology for statisticians, operations analysts, and engineers vol 1*, Fritt översatt från engelska.

¹⁰ Jerry Banks, 2000, *Getting started with AutoMod*, s1.15-1.16.. Fritt översatt från engelska.



Figur 2-1. Banks modifierade modell för en lyckad simulering.

2.7.2.1 Inför modell

Vi har funnit att genom att lägga lite extra tid och uppmärksamhet på analyserna och designen är det möjligt minska den totala utvecklingstiden. Det är lättare att undvika problem under dessa stadier än det är att hitta dem senare och rätta till dem.¹¹ Att förändra en programmerad modell är jobbigt och kan också ge en del följdproblem som tar tid att hitta och även rätta dem, det är därför viktigt att man lägger ner tiden innan och gör rätt med engång.

Steg 1. Problemformulering.

Varje simulering börjar med en definiering av problemet. I detta skede är det viktigt att kund och simolog är överens om VAD är det som ska simuleras. Förslagsvis gör simologen ett antal antagande som kunden anser vara rimliga. Trots att alla möjliga försiktighetsåtgärder blivit gjorda blir man kanske ändå tvingad att omformulera sitt problem under simuleringens gång.

¹¹ Ibid Solutions Manual s1

Steg 2. Mål och övergripande plan.

I detta skede ställs de frågor som ska besvaras med hjälp av simuleringen. Man bestämmer även vilka olika scenarier som är tänkta att göra. I detta steg bestäms även hur mycket tid, vilken mjukvara som ska användas, vilken personal och så vidare.

Steg 3. Modellbyggande.

Nu undersöks det verkliga system som ska simuleras (om det finns). Den modell som görs i detta skede är en konceptmodell och är alltså inte en färdig modell för simulering, den görs i steg 5. För att inte fastna i detaljer rekommenderas att modellen görs först mycket enkel för att sen kontinuerligt lägga till nya funktioner. Materialhanteringssystemet är lämpligt att börja med för att sedan lägga till olika processsystem. Därefter adderas olika cykler för resurser (underhåll, skift och så vidare). När allt detta fungerar är det lämpligt att lägga till speciella funktioner. Under hela modellens uppbyggnad är det viktigt att tänka på att modellen hålls enkel och inte blir komplex i onödan. För att få en bra modell är det lämpligt att kunden får vara involverad på ett eller annat sätt, dessutom kommer kunden troligtvis också ha mer förtroende för modellen om han/hon varit delaktig.

Steg 4. Insamling av data.

När man vet vilka mål som ska uppnås kan datainsamlandet påbörjas. Detta kan ske och är lämpligt att ske samtidigt som modellen byggs. Detta är ett viktigt steg, om fel data samlas in kommer naturligtvis inte simuleringen att visa en lösning på problemet. Det är mycket viktigt att vara noggrann i detta steg.

2.7.2.2 Under datormodellens konstruktion

Ännu har inget programmerats i datorn utan man har endast gjort ”pappersmodeller” som beskriver *hur* modellen är tänkt att fungera. Dessa modeller kan användas till vilken mjukvara som helst och det är efter detta skede som datorprogrammeringen sker.

Steg 4. Insamling av data.

Detta steg görs både före och under modellens konstruktion, därför finns detta steg med två gånger. Se beskrivning ovan.

Steg 5. Programmering.

I detta steg överförs konceptmodellen till en modell som är skriven i mjukvaran och som kan användas för simulering. Det är i detta steg som man programmerar/skapar sin simuleringsmodell i datorn. Innan har man bara haft flödesschema med kopplingar, nu förs dessa över till det datorprogram som man valt att göra sin simulering i.

Steg 6. Verifiering.

Fungerar modellen som den är tänkt att göra? Skickas laster till ställen? Det är viktigt att under hela modellens uppbyggnad undersöka om det som sker är rätt. Det finns ett antal olika sätt att undersöka om modellen är rätt. Det är lämpligt att låta andra undersöka modellen, används samma enhet (minuter, sekunder) i hela modellen? Ett enkelt men kraftfullt sätt är att titta på animeringen och statistiken som programmet skapar.

Steg 7. Validering.

I verifiering undersöktes om modellen fungerade, i validering undersöks om modellen är en tillförlitlig bild av verkligheten. Bara för att alla laster når fram till en maskin innebär det inte att det är rätt maskin de når fram till. Alltså, är modellen en korrekt beskrivning av verkligheten och därmed användbar i syftet för att simulera och experimentera med?

2.7.2.3 Efter färdig modell

En färdig modell finns nu som man vet, tror sig veta, fungerar på ett tillfredställande sätt. Det har då blivit tid för att göra körningar, det vill säga de olika simuleringarna med diverse olika förutsättningar.

Steg 8. Experimentell design.

För varje scenario som ska simuleras måste man bestämma en mängd saker som till exempel vilken typ av körning, antalet körningar, längden på körningarna.

Steg 9. Testkörningar och analyser.

Nu görs de körningar som förberetts under steg 8.

Steg 10. Ytterligare testkörningar och analyser.

Har man fått fram den information som behövs? Om inte skall kanske fler körningar göras för att kunna få ett bredare underlag som gör det möjligt att bygga slutsatser på.

2.7.2.4 Efter färdig simulering

Simuleringen är färdig och ett antal resultat finns som har analyserats. Det är nu tid för att göra en grundlig dokumentering och även i bästa fall en implementering hos kund.

Steg 11. Dokumentation.

Detta steg är viktigt att göra så att det är möjligt för andra att snabbt kunna sätta sig in i hur programmet är uppbyggt, fungerar och är tänkt att lösa. Om det har

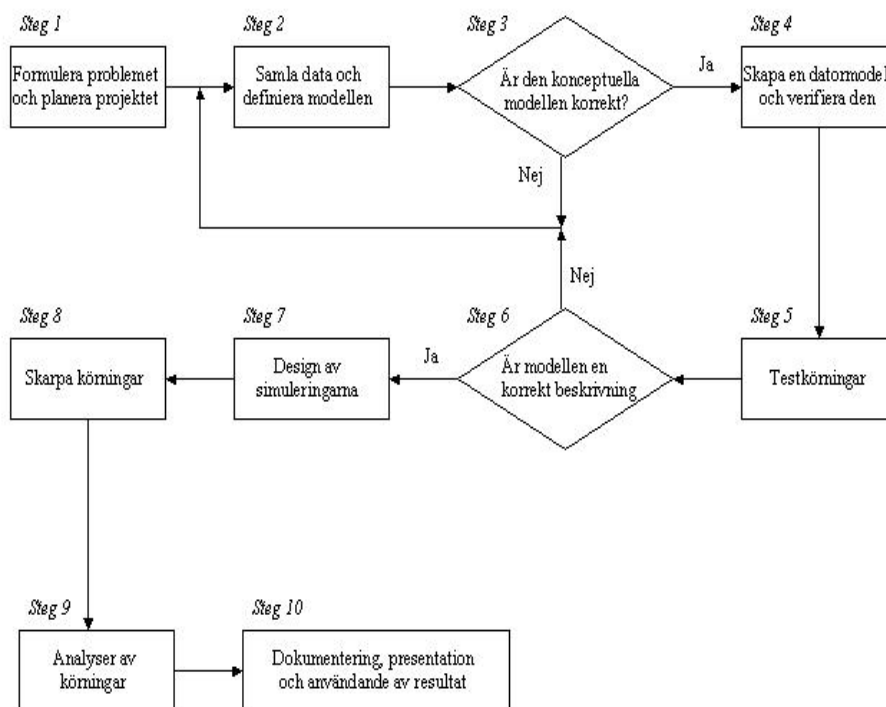
gått en tid sedan modellen gjordes, eller någon annan än simologen ska göra en förändring, och det finns ett behov av att förändra den eller bara se över den går det snabbare om det finns lämplig dokumentation att tillgå.

Steg 12. Implementering.

Om kunden är nöjd med resultatet är nästa steg att implementera förändringen i företaget.

2.7.3 Law och Keltons modell för en lyckad simulering

Law och Kelton¹² har ett förslag om hur man ska förbereda och bygga så att den blir en spegling av det tänkta problemet och fungerar tillfredställande. Detta koncept består av tio huvudpunkter med varierande antal underpunkter. Se figur 2-2.



Figur 2-2. Law och Keltons¹³ modell för en lyckad simulering.

¹² Law Averill M., Kelton David W., 2000, *Simulation modeling and analysis*. s83 ff. Fritt översatt från engelska.

¹³ Law Averill M., Kelton David W., 2000, *Simulation modeling and analysis*. s83 ff. Fritt översatt från engelska.

Steg 1. Formulera problemet och planera projektet.

Nu bestämmer man vilka problem som ska lösas, omfattningen av modellen, vilken mjukvara som ska användas och en tidplan görs.

Steg 2. Samla data och definiera modellen.

Insamling av information, data och processer görs nu. Värt att notera är att alla processer kanske inte finns på papper och att folk tror sig veta hur man gör men kan ha fel. Den data som samlas in skall användas till sannolikhetsdistributioner, modellparametrar, säkerställa (validera) att modellens utvärde är korrekta. Nivån på simuleringen bestäms nu, tid och hur mycket pengar som skall användas samt vilken data som skall användas bestäms också i detta skede. En konceptuell modell görs.

Steg 3. Är den konceptuella modellen korrekt?

Den konceptuella modellen visas för berörd personal till exempel chefer. Dessa skall hjälpa till att säkerställa att denna modell är korrekt. I detta läge har ingen programmering gjorts eftersom om modell inte skulle vara korrekt får den "bara" rättas till. Om programmering har gjorts måste en del göras om, vilket är ett tidsödande arbete.

Steg 4. Skapandet av en datormodell och verifiering av den.

Nu väljs programmeringsspråk (till exempel C eller FORTRAN) eller simuleringsprogram (till exempel Arena, AutoMod™, Extend, ProModel, WITNESS). Programmeringsspråk är billiga att köpa in, ofta är de kända och de kan resultera i ett kort modell genomförande. Simuleringsprogrammen reducerar tiden för programmeringen och resulterar i en låg projektkostnad.

Steg 5. Testkörningar.

Man gör testkörningar av sin modell för att kunna validera modellen (se steg 6).

Steg 6. Är modellen en korrekt beskrivning?

Om det finns ett existerande system jämför man sina testkörningar från steg 5 med detta system. Oavsätt om det finns existerande system eller ej skall den som analyserar simuleringen och undersöka resultaten för att bedöma riktigheten av dem.

En känslighetsanalys skall göras för att avgöra vilka faktorer som har stor påverkan på simuleringsmodellen och därför förändras med stor försiktighet.

Steg 7. Design av simuleringarna.

Nu bestäms hur lång tid som skall simuleras, antalet oberoende simuleringskörningar med olika slumpsifferkombinationer och om det behövs en "warmup period" och i så fall hur lång.

Steg 8. Testkörningar.

Dessa körningar ligger till grunden för kommande analyser.

Steg 9. Analyser av körningar.

Två viktiga punkter för analyseringen är att (1) bestämma prestanda för vissa utvalda delar i simuleringsmodellen och att (2) jämföra alternativa konfigurationer för olika delar i systemet relativt med varandra. Det är detta som är resultatet av simuleringen.

Steg 10. Dokumentering, presentation och användande av resultat.

Allt som är insamlat till exempel data och producerat till exempel datormodellen och resultatet sparas för att kunna användas i ett senare skede i pågående projekt eller för framtiden. En presentation för berörd personal skall göras. För att göra den mer lätt förståelig är det lämpligt att använda sig av animerade bilder av vad som gjorts. För att berörda personer skall tycka modellen är trovärdig bör uppbyggnaden och valideringen av modellen diskuteras. Om resultaten är både validerade och trovärdiga används de i beslutsprocessen.

2.7.4 Jämförelse av de olika metoderna

Lewis och Orars metod är mycket generell och går inte in på djupet hur man bör gå tillväga. Banks och Law-Keltons metoder är lika varandra, anpassade för diskret händelsestyrdsimulering och beskriver detaljerat hur man bör göra. Detta gör att Banks och Law-Keltons modeller är intressanta och jämföra.

Banks och Law-Keltons modeller är väldigt lika men har några skillnader. Allmänt sett har de ungefär samma steg i sina modeller men de skiljer sig lite i ordning. De har dock några skillnader i tillvägagångssätt.

I Banks modell görs först en konceptmodell, steg 3, som verifieras och sen påbörjas datainsamlingen, steg 4. Law-Kelton däremot definierar modellen och samlar in data i steg 2 och verifierar sin modell i steg 3. Där ser jag en fördel med Banks modell eftersom man bara samlar in data som man vet behövs i modellen. Med Law-Keltons metod finns där en risk att fel data samlats in och den data som behövs inte har samlats in.

Law-Kelton gör testkörningar i steg 5 för att kunna validera den byggda modellen. Banks gör inga direkta testkörningar för att validera sin modell utan låter simuleringen rulla på och undersöka grafiskt så att allt är bra men undersöker även statistiken och försöker dra slutsatser av detta. Att göra direkta testkörningar för att validera en modell är naturligtvis bra och något som Banks kanske borde trycka lite mer på.

Banks gör körningar och analyser i två omgångar steg 9 och 10 därför att om det inte skulle finnas tillräckligt med information i steg 9 till exempel för få körningar för att se samband eller få tillräckligt med information för att kunna göra bra statistik på det görs ytterligare körningar och analyser. Law-Kelton menar att resultatet från Körningar, steg 8, räcker och ligger till grund för analyserna i steg 9. Att ha två tillfällen för körningar och analyser bör bara vara en fördel eftersom man då har synat sin lösning ordentligt och bör då få ett gediget resultat.

2.8 Tillvägagångssättet för simuleringsmodellerna

För att uppnå målet med hela projektet behövdes det konstrueras två olika simuleringsmodeller. Den första modellen hade målet att visualisera presslinjen och skapa en diskussion om den. Den andra modellen hade som mål att generera data för presslinjens design och utformning.

Tillvägagångssättet vid utvecklingen av dessa båda modeller är baserat på Banks modell men är även lite influerad av Law-Keltons modell. De olika stegen som presenteras nedan är enligt Banks modell.

Steg 1. Problemformulering.

Dagens presslinjer kommer inte att klara av att producera den framtida tillverkningsökning av värmeväxlare som prognoser visar på. För att kunna klara denna framtida efterfrågan vill Alfa Laval undersöka hur en framtida presslinje bör konstrueras för att kunna klara av ett varierat flöde av artiklar och med en variation av antal pressade plattor.

Steg 2. Mål och övergripande plan.

Den första modellen hade som mål att visualisera den tänkta presslinjen för berörda parter. Samtidigt skulle denna modell också vara en introduktion av simulering för företaget och visa vilka möjligheter det finns med simulering.

Den andra modellen hade som mål att bestämma den reviderade presslinjens layout och prestanda på maskiner med relevans för dess produktivitet.

Den övergripande planen för arbetet utformades tillsammans med personal på företaget.

Steg 3. Modellbyggande.

Det första som gjordes var att söka efter litteratur som skulle kunna vara användbar. En kartläggning av relevant litteratur inom de områden som låg till grund för arbetet gjordes det vill säga materialhantering, produktionsstyrning, flödeskartläggning och organisation. Datainsamlingen för dessa områden skedde genom sökningar på Universitets Biblioteket (UB), olika institutionsbibliotek, Internet och samtal med personer på några av LTH:s olika institutioner.

Jag har jobbat inom produktionen på Alfa Laval från 1992 med att bland annat att montera värmeväxlare. Jag har dessutom under en kort tid jobbat i en av deras gamla presslinjer och har därför viss kännedom om den. Detta gjordes dock för flera år sedan, och eftersom det dessutom finns en nyare linje behövdes ytterligare kunskaper och data samlas in.

Studiebesök gjordes på den nyare linjen och även på den gamla linjen. Under dessa besök förklarade personal som arbetar med presslinjen, både i administration och i produktion, om de olika funktionerna och flödena som finns. Med de studiebesök och samtal som förts med personal samt tidigare kunskaper och stöd från min handledare från Alfa Laval gjordes ett flödesschema för den tilltänkta presslinje. Detta schema låg sedan som grund för den första simuleringsmodellen. Det var nu tid att påbörja datainsamling för denna modell och att påbörja modellen i datorn.

Ett sätt att få en bra modell är att börja med enkelt flöde och enkla kopplingar mellan olika maskiner, till exempel börja med att skicka en typ av last genom delar av systemet för att sedan bygga ut till ett större system. När detta fungerar kan antingen systemet byggas ut eller fler lasttyper läggas till. Sen arbetar man sig fram på detta vis tills den slutliga modellen skapats.

Jag gjorde en konceptuell modell som finns beskriven i kapitel 4 Systembeskrivning.

Steg 4. Insamling av data.

Datainsamlingen som skulle användas för simuleringsmodellen (till exempel hur arbetet skedde idag, siffror som beskrev antal och tider med mera) genomfördes genom observationer på en befintlig presslinje och genom samtal och intervjuer av personal på Alfa Laval. För vissa områden fanns det historisk data vilket också användes. En leverantör av portalrobotar tillfrågades också om tider, hastigheter, accelerationer och vilka möjligheter som finns att förändra dem. På de delar som inga uppgifter fanns gjordes antingen egna mätningar, till exempel hastighet på conveyerband, eller så ansågs momenten vara så snabba/korta jämfört med övriga moment att de kunde försummas, till exempel tiden det tar att klippa en plåt.

Steg 5. Programmering.

I detta steg var det dags att skapa en datormodell av det som skulle simuleras. Jag började med att göra en enkel modell som jag allteftersom byggde på med fler funktioner. Detta steg tog tid att genomföra eftersom det inte alltid var lätt att lägga till nya funktioner utan att det påverkade det som redan fanns. Under tiden som jag gjorde min datormodell ökade mina kunskaper om olika funktioner i AutoMod™. Dessa ville jag gärna tillämpa vilket innebar att omprogrammering var nödvändig vid vissa tillfällen.

När modellen fungerade på ett tillfredställande sätt påbörjades arbetet med att få ett användarinterface i Excel. Denna del var tänkt att användas av Alfa Laval i framtiden som ett hjälpmedel att bestämma den optimala produktionen av såväl plattor som värmväxlare. Det skapades en huvudsida och ett antal undersidor, vilka kom att förändras en hel del under arbetets gång. Man ville snabbt och enkelt lägga in ny data och sedan utläsa resultatet efter en simulering. I den sista versionen var det möjligt att variera plattypen, antal plattor samt plattvarianter för varje värmväxlare. Det var också möjligt att lägga in befintliga plattor i lager, bestämma pressschema, verktyg i press samt utläsa vilka ordrar som inte kunde göras på grund av brist på plattor. Arbetet i Autoflash slutfördes inte eftersom det beslutade vid en workshop att inte gå vidare med denna modell.

Under detta skede upptäckte jag att ytterliggare data behövdes samlas in för att datormodellen skulle fungera. Orsakerna till detta var nya funktioner, motstridiga uppgifter och att viss data hade missats att samlas in.

Steg 6. Verifiering.

Att verifiera hela modellen i ett svep var inte möjligt, det fick göras i steg. Vissa delar av presslinjen har likheter eller är exakt lik den presslinje som finns för annan produktion. Att verifiera modellens delar med dessa var enkelt eftersom det fanns något som gick att

jämföra med i verkligheten, detta gjordes genom att jag gjorde samma pressningar som den och fick värden som var tillfredställande. Lavningsmaskinerna efter pressen verifierades genom diskussioner och reflektioner med experter från företaget. Väntetider och transporttider för truck var antaganden som gjordes med hjälp av produktionspersonal.

Kunnig personal konsulterades för att få en uppfattning om den kvantitet som borde vara möjlig att produceras under en felfri timme med hänsyn till prestanda på tilltänkt press. Resultatet av dessa delverifieringarna i jämförelse med modellen var tillfredställande.

Steg 7. Validering.

Jag gick igenom min modell med min handledare från företaget för att verkligen undersöka att modellen var en korrekt beskrivning av den tänkta presslinjen. Vi kom fram till att så var fallet eftersom flödena vara korrekta och utdata från modellen och statistiken låg inom värden som diverse experter ansåg vara rimligt.

Med den första modellen kom jag till detta skede. Efter en workshop fick projektet en ny inriktning och jag blev tvungen att gå tillbaka till steg 5 och därifrån börja om på nytt. De olika stegen genomfördes på samma sätt men med den reviderade modellen. Resultatet av varje steg var det samma som innan, det vill säga allt verkade vara rimligt. En validering av den reviderade modellen gjordes på samma sätt som den första och allt var lika bra som vid förra gången. Modellen var nu godkänd av företaget och simuleringarna av den reviderade presslinjen kunde påbörjas.

Steg 8. Experimentell design.

En veckas produktion ansågs vara lämplig eftersom det då gjordes både verktygsbyten och coilbyten, samt att det är så lång tid som produktion brukar planeras i dagsläget. Dessutom skulle de varianter med den största volymen hinna med att pressa. Olika intervall för antal, tider, hastigheter och accelerationer gjordes med hjälp av antagande från expertis men även lite på chans för att se om vissa extrem värden hade någon inverkan på presslinjen.

Steg 9. Körningar och analyser.

När den reviderade modellen var färdig påbörjades arbetet med simuleringen och olika ”undersökningar” av modellen. Dessa ”undersökningar” gjordes i AutoStat genom att förändra olika data. De data som förändrades var acceleration, retardation, maximal hastighet, släpp- och grepptid för portalroboten samt folietiden och hela tiden var utdata antalet plattor som pressades under ett förutbestämd tidsintervall.

Analysen gjordes sen på dessa körningar och jag kom fram till att den design som jag använt mig av inte var tillräcklig för att uppnå de mål som var satta.

Steg 10. Ytterligare körningar och analyser.

Eftersom inte målen var uppfyllda fick ytterligare körningar göras med en till viss del förändrade data. De data som förändrades var bland annat grepp- och släpptider. Analyser gjordes på dessa körningar och olika lösningsförslag kom fram.

Steg 11. Dokumentation.

Under arbetets gång gjordes det fortlöpande dokumentering när informationen var aktuell. När simuleringarna var färdiga gjordes en sammanfattning av de olika lösningsförslagen och även en beskrivning av hur lämpliga de var som lösningar.

Steg 12. Implementering.

Detta steg var inget som jag skulle vara delaktig i. Min uppgift var att visa vad man kunde göra med simulering samt att få fram de data om de olika maskinerna för att pressen i presslinjen skulle arbeta maximalt. Om detta förslag skulle implementeras eller ej var något som Alfa Laval själv skulle bestämma i ett senare skede och använda detta projekt som del i underlaget för sitt beslut.

3 Teori

I detta kapitel beskrivs de fyra teorierna materialhantering, produktionsstyrning, flödeskartläggning och organisation.

3.1 Materialhantering

Att skapa mervärde för en kund brukar för de flesta producerande företag betyda att en produkt måste förädlas. Att en produkt transporteras runt och/eller ligger på lager innebär oftast inte att produkten förädlas (undantag är till exempel lagrad ost, champinjoner, vin). Att ha produkter i buffert, på lager eller under transport innebär att pengar och tid har investerats. Om produkten blir liggande i någon av dessa tre statusar för länge har tid och pengar investerats fel och skulle kunna användas till något bättre.

”En viktig förutsättning för en effektiv tillverkning av en produkt är produktionens uppläggning och den tillhörande materialhanteringen. Ett antal företag har påvisat att det är en normal företeelse att en produkt upp emot 80 % av tillverkningstiden transporteras, köar till maskin eller ligger i förråd. Således är den tid som står till förfogande för bearbetning och montering mindre än 20 % av tillverkningstiden. Det är viktigt att frambålla de höga kostnaderna på grund av bundet kapital detta ger. Ett vanligt värde som redovisas för kostnaderna för materialhanteringen är cirka 13 % av tillverkningskostnaden för en produkt. I vissa fall kan det närma sig 30 %. En förbättring av fabrikslayouten genom att använda lämpliga principer för hantering kan ge kraftigt förbättrade resultat av effektiviteten i flödet.”¹⁴

Att ha buffertar, mellanlager och färdigvarulager i sin produktion är för många företag ett måste för att kunna upprätthålla en produktion. Vad som är viktigt är att dessa inte är onödigt stora utan hålls till ett minimum. Genom att göra denna förändring i fabrikslayouten som Alfa Laval planerar, skapar de ett enklare materialflöde med betydligt färre mellanlager. Genom att sätta samman alla arbetsmoment till ett långt i en följd kommer den tid som produkten transporteras att minskas dramatiskt. Denna förändring bör minska produkter i arbete men även förhoppningsvis göra processen säkrare och mer pålitlig, och på så vis underlätta planeringen av produktionen så att det även kan finnas möjlighet att minska ledtiden.

”Viktiga förutsättningar, och vad som till stora delar har gjort den här utvecklingen möjlig, är allt effektivare informationssystem. Lager ersätts med bättre och snabbare information samt bättre utvecklade transportsystem. Lager blir allt dyrare och information allt billigare. Dessutom får vi successivt effektivare och framför allt flexibla produktionsutrustning.”¹⁵ Precis som innan kan produktionsordern ha en status som är någon av följande tre olika, (I)före produktion, (II)under produktion och (III)färdig i produktion. Status I och III bör inte påverkas mycket på grund av det som planeras, om det sker någon förändring bör det vara till det bättre eftersom överblicken

¹⁴ Kenth Lumsden, 1998, *Logistikens grunder*, s208.

¹⁵ Storhagen Nils G., 1995, *Materialadministration och logistik – grunder och möjligheter*, s65 ff.

för produktionen har förbättras och därför går det att producera så att man inte behöver ha något på lager mer än nödvändigt. För status II bör det ske en markant förändring. Antalet mellanlager och transporter har minskat drastiskt och därför bör den tid som en order befinner sig i denna status minskas radikalt.

3.2 Produktionsstyrning

Att tillverka en produkt och sen lägga på lager är något som alla kan hantera men att producera rätt antal av en vis produkt vid rätt tillfälle, så att de inte ligger för länge på lager, ställer stora krav på bland annat företagets materialflöde men även hur det styr sin produktion. Att göra stora serier är enkelt medan en mixad produktion är svårare om det dessutom ställs krav som tex att kapitalbindningen skall vara låg. Oftast är inte flödena enkla utan kan vara ganska komplicerade vilket gör det svårt att få en överblick och därmed också svårt att styra så att rätt sak görs vid rätt tidpunkt. Buffertar, stora lager och onödigt lång ledtid kan användas av företagen för att kunna leverera varor i tid. Dessa lösningar binder kapital och tid som skulle kunna utnyttjas på ett bättre sätt.

Ett sätt att förbättra sin produktion är att försöka minska på ställtider för maskiner. En lång ställtid kostar bara pengar och tar tid som skulle kunna användas till något bättre. Att ha en kort ställtid kan också göra det ekonomiskt möjligt att producera en liten serie, eller i varje fall minska kostnaden. *”Kortare serier innebär att bufferterna i förråd, produkter i arbete och lager kan minskas, att flexibiliteten kan ökas och att förutsättningarna förbättras för att tillverka exakt den produkt som kunden vill ha. Arbetsintensiteten vid maskinen minskas dessutom och en operatör får bättre förutsättningar för att kunna sköta flera maskiner samtidigt.”*¹⁶. Bara genom att minska ställtiden borde det vara möjligt att kunna tjäna pengar och tid men det borde också göra det möjligt att börja, eller utöka, att producera mera mot kundorder.

Två extremfall av produktion är kundorderstyrt och lagerorderstyrt. Med lagerorderstyrd produktion menas att tillverkning av standardprodukter sker mot lager, medan kundorderstyrd produktion är när tillverkning sker först då order kommit från kund samt att produkten skall tillgodose kundens önskemål. Oftast är inte produktionen antingen eller utan en kombination av dem båda. Till exempel kan artiklar med stora volymer lagerföras medan övriga görs vid behov det vill säga när någon kund är i behov av dem.

”Lagerorderstyrning innebär att produktionen planeras och genomförs med utgångspunkt i uppskattningar om framtida händelseutvecklingar etc. det bär medför framför allt två nackdelar, dels en förändringströghet, dels en kapitalbindning i produktionen och färdigvarulagren. Fördelarna är främst långa och ekonomiska produktionsserier (en begränsning av antalet ställtider) samt att produkterna kan levereras omedelbart (förutsatt att de verkligen finns i lager när kunder efterfrågar dem).

Kundorderstyrning ökar möjligheterna till kundanpassade produkter, ger över huvud taget större flexibilitet samt begränsar kapitalbindningen. Nackdelar är generellt sett längre leveranstider, högre produktionskostnader samt eventuellt även högre inköpskostnader. Detta senare därför att inköpsvolymerna ofta blir mindre vid varje inköpstillfälle – inköp av råmaterial sker först när man fått

¹⁶Storhagen Nils G., 1995, *Materialadministration och logistik – grunder och möjligheter*, s60.

*en order. För att kunna hålla rimliga leveranstider gentemot de egna kunderna är det viktigt att företagets leverantörer snabbt kan leverera nödvändiga råvaror och komponenter.*¹⁷.

En nackdel som inte Storhagen nämner är att stora lager också kan innebära större risk för inkurans och att saldot inte stämmer. Om en artikel är defekt kanske man bara går och tar en på lagret utan att gå den korrekta vägen då den kanske är krånglig och tar tid, *det finns så många att det inte märks om jag tar en*. Med inkurans menas artikeln kanske har tagit skada under tiden på lager eller att artikeln inte behövs på grund av någon omständighet och då står man där med ett stort lager av artiklar som är svåra eller omöjliga att bli av med. Genom att ha mindre på lager minskas dessa problem. Även felplock kan minskas då det finns färre artiklar på lager och färre plocklager platser när man producerar mot kundorder. Genom att minska på antalet hanteringsmoment minskas också risken för att skada produkten i hanteringen, vilket bör leda till färre hanteringskassaktioner. Dock finns en risk för ökad kassaktion när man producerar mot kundorder eftersom det i vissa fall finns en inkörningsperiod och under den finns en förhöjd risk att artiklarna blir defekta.

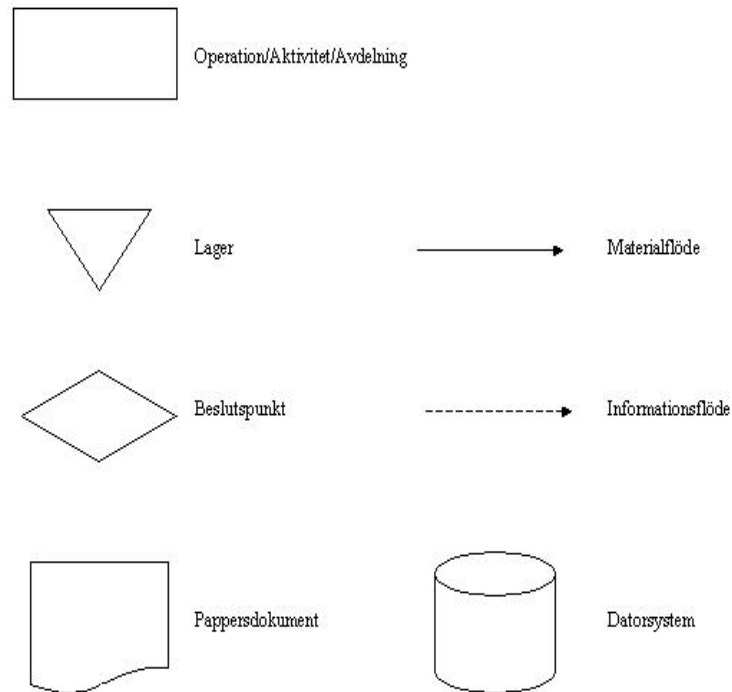
3.3 Flödeskartläggning

Kartläggningen på flöden kan göras på flera olika sätt, och varje sätt har sina fördelar respektive nackdelar¹⁸. Generellt kan sägas att oftast klarar man sig med ganska enkla metoder. Figur 3-1¹⁹ visar några av de vanligaste symboler som används vid flödeskartläggning.

¹⁷Storhagen Nils G., 1995, *Materialadministration och logistik – grunder och möjligheter*, s64 ff.

¹⁸ Aronsson Håkan, Ekdahl Bengt, Oskarsson Björn, 2003, *Modern logistik – för ökad lönsamhet*, s173 ff.

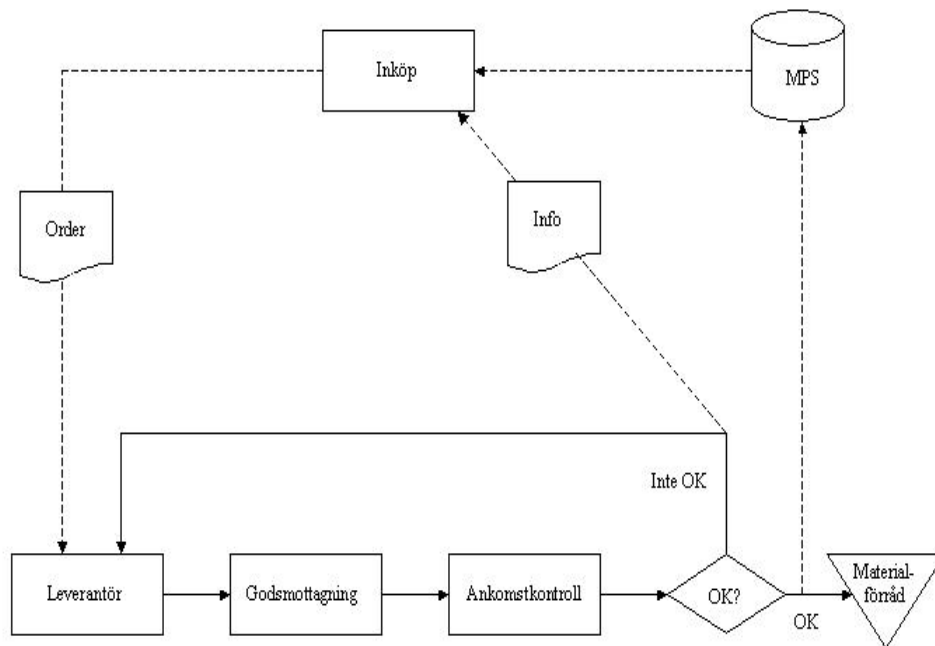
¹⁹ Ibid.



Figur 3-1. Symboler för flödeskartläggning.

Rektanglar används för att beskriva en aktivitet till exempel fräsning eller ankomstkontroll. Trianglar symboliserar lager som finns i flödet någonstans till exempel förråd, buffert eller lager. Beslutspunkter kan användas för att visa på att det finns alternativa flödesvägar men också att någon/något måste fatta ett beslut så att information/produkt kan fortsätta. Materialflöden är heldragna pilar medan informationsflödet är streckad pil. Dessa två flöden kan ha samma vägar men också helt olika. Ibland kan det vara viktigt att visa specifika pappersdokument och datorsystem så att bilden av flödet blir tydligt. Figur 3-2²⁰ visar en flödeskarta för order och leveransprocess för en köpt artikel.

²⁰ Aronsson Håkan, Ekdahl Bengt, Oskarsson Björn, 2003, *Modern logistik – för ökad lönsamhet*, s174.

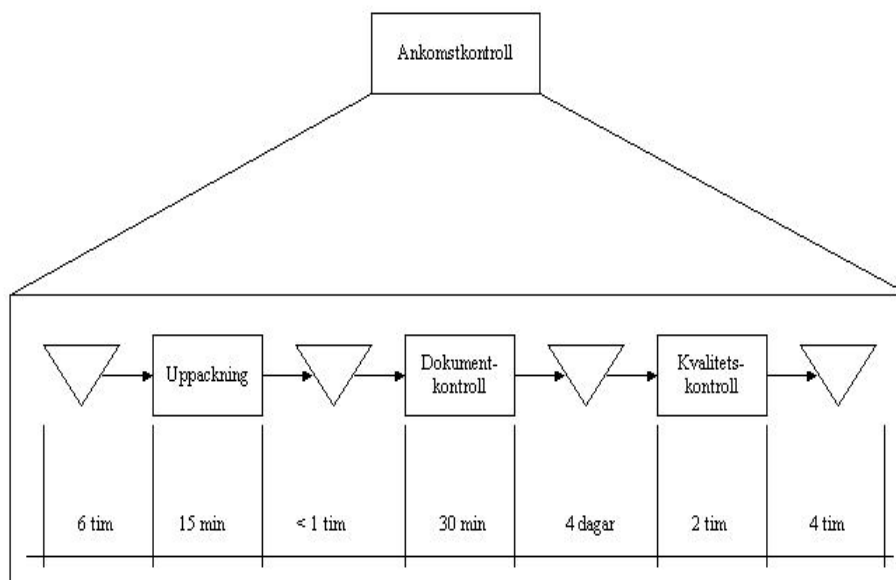


Figur 3-2. Exempel på flödeskarta.

Det finns naturligtvis fler former av symboler men det är inget som tas upp i detta arbete. Vad som är viktigt när man gör flödeskartor är att de är tydliga, begripliga och tillräckligt innehållsrika för de som använder sig av kartorna.

Hur pass detaljerad skall man då göra sin flödeskarta? En faktor är hur mycket tid man har på sig men även vad är det som man är intresserad av att undersöka. Man bör först göra en grov modell för att sen förfina de delar som har inverkan på det som ska undersökas. Om det är genomloppstiden som ska undersökas kan man sätta tider på de olika momenten och sen förfina flödeskartan för de moment som verkar ta onödigt lång tid eller där man tror det finns möjlighet att förbättra tiderna. Om till exempel tider sätts på föregående figur upptäcks att ankomstkontrollen tar väldigt lång tid. Då börjar man med att detaljstudera den, det vill säga man fördjupar sin flödeskarta för denna aktivitet och kommer kanske fram till figur 3-3²¹. Som figuren visar verkar godset ligga onödigt länge och vänta på att kvalitetskontrolleras efter att dokumenten kontrollerats. Lämpligt är att undersöka detta, vilket kan leda till en ännu mer detaljerad flödeskarta. Som visas av dessa exempel växlar man mellan kartläggning, kvantifiering och analys för att successivt skapa sig en bild för att kunna identifiera de delar som behöver förändras.

²¹ Aronsson Håkan, Ekdahl Bengt, Oskarsson Björn, 2003, *Modern logistik – för ökad lönsamhet*, s175.



Figur 3-3. Exempel på successiv kartläggning

3.4 Organisation

Vilken form av organisation ett företag väljer att arbeta i kan bero på många olika faktorer. Storleken på företaget, storleken på produkten, vikten på produkten, produktens känslighet för påfrestningar, traditioner hos företaget, kapitalbindningen i produkt och maskinpark med mera. Om man lägger olika organisationer på en skala så finns funktionell organisation på ena ändan och linjeorganisation på den andra. I en funktionell organisation grupperas till exempel svarvar för sig, borrar för sig och så vidare. Detta ger en organisation som är väldigt flexibel och är bra för en blandad produktion. Nackdelen är att det ofta uppstår många buffertar då det är vanligt med batcher, dessa buffertar leder till hög kapitalbindning i produkter. I linjeorganisation är maskinerna ställda efter varandra för att produkten skall kunna "flyttas fram" utan att hamna i buffertar. Detta ger en låg kapitalbindning i produkter. Nackdel är att produktionen inte är flexibel samt att alla maskiner i linjen måste fungera då det annars blir stop i alla och inte bara i en. Stålltiderna är långa och denna produktion är därför mest lämpad för masstillverkning i långa serier. I praktiken har man oftast inte en typ av arbetsorganisation utan någon form av kombination. Den presslinje som skall simuleras i detta examensarbete kan man se som en produktverkstad²² som dock ligger närmare till linjeorganisation än funktionell organisation. Att den linje som skall simuleras är

²² Storhagen Nils G., 1995, *Materialadministration och logistik – grunder och möjligheter*, s52.

produktverkstad och inte en linjeorganisation beror bland annat på att det kommer produceras olika produkter med varierat (både korta och långa serier) antal i varje körning. Man har också korta ställtider just för att göra det ekonomiskt att pressa korta serier.

3.4.1 Produktverkstad

Produktverkstad är en mix av funktionell organisation och linjeorganisation. Det är en produktionsenhet som är uppbyggd för att självständigt kunna tillverka en färdig produkt eller produktfamilj. Förenklat kan man också säga att produktverkstäder är ”fabriker i fabriken” med egen vidareförädling från råmaterial (plåt på coil) till färdig produkt (pressad platta). Detta organisationssätt medför korta transporter och korta genomloppstider vilket ur ett materialadministrativt synsätt är en fördel eftersom det möjliggör att man kan hålla kapitalbindningen på en låg nivå. Detta eftersom man bara har råmaterial och färdig produkt på lager och inga mellanting.

3.4.2 Flödesgrupp

Inom produktverkstäder kan det även finnas flödesgrupper²³ som ska se till att allting flyter på som det ska för respektive område, det vill säga gruppen är ansvarig för att säkra den processen de är delaktiga i, men även kvaliteten på produkterna de gör. En viktig del i säkerställandet av kvaliteten och att höja den är operatörernas ansvar. Det innebär att de som arbetar med en produkt skall kunna göra egna kvalitetskontroller och då undersöka och se till att produkten håller det som är utlovat. Om inte så är fallet får operatören vidta lämplig åtgärd för att se till att så sker. Ansvaret för att en produkt blir rätt ligger således hos den enskilde operatören. För att detta skall fungera måste operatörerna troligtvis utbildas så att de har all den kompetens som erfordras av dem. Att arbeta i en flödesgrupp innebär att man har roterande arbetsuppgifter. Detta dels för att minska risk för arbetsskada på grund av monotont arbete men även för att den enskilde individen skall få ett varierat arbete. Alla personer i en flödesgrupp behöver inte kunna alla arbetsmoment, men alla moment som behövs för att kunna klara av arbetsuppgifterna måste finnas inom gruppen.

Eftersom den presslinje som nämns i detta arbete är högautomatiserad blir den bara en av många arbetsuppgifter för en flödesgrupp. Arbetet med linjen kommer att bestå av att se till att där finns plåt att pressa (coil) så att inte linjen står still. Man måste också se till att det finns plats för linjen att lägga pressade plattor, samt att undersöka de som pressats så att kvaliteten är tillfredställande.

²³ Rundqvist Thomas, 1999, *Kompendium Tillverkningssystem HT-99*, s10 ff.

4 Systembeskrivning

I detta kapitel finns en beskrivning av dagens pressning samt en beskrivning av den tänkta presslinjen.

4.1 Dagens pressningsförfarande

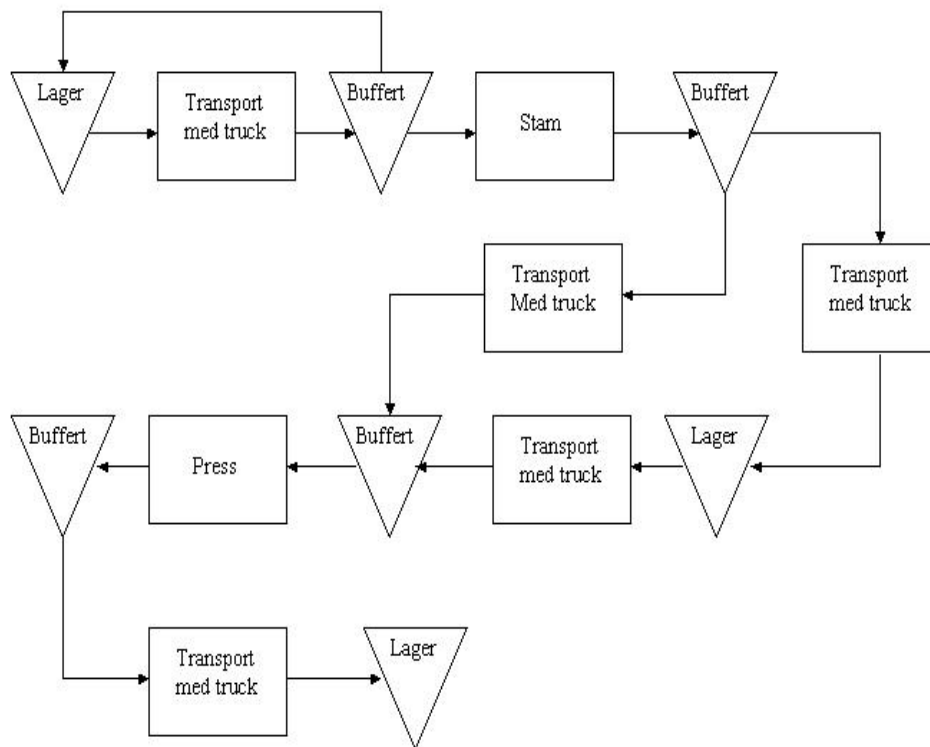
Idag har Alfa Laval en volym av pressade plattor som är tillräcklig för deras behov. Inom en snar framtid tror de dock att produktionskapaciteten behöver utökas. En förändring av den produktion de har idag är ett måste. Dagens produktionsapparat börjar bli ålderstigen både vad det gäller antal år i produktion och dess layout. Materialflödet är betydligt större och annorlunda jämfört med när den skapades. Variationen av plattor har ökat, vilket också har gjort flödet mer komplicerat.

Den administrativa processen består idag i att lagerorder och kundorder läggs av berörd personal till datum de behöver sina plattor. Veckan innan dessa order skall pressas gör en produktionsplanerare körordningen för dessa order så att personal, pressar, andra maskiner och coil (plåt på rulle) utnyttjas på ett optimalt sätt. Vissa order körs samtidigt för att minimera antalet byten av verktyg i pressen. Man måste också ta hänsyn till den maskin, Stammen, som klipper coil till plåtämnen. Den kanske är upptagen för klippning till andra pressar och därför kan få problem att producera till den tid som begärs. I dagsläget är detta aldrig något problem, men med ökade volymer är risken stor att det blir. Körschemat läggs alltså för många maskiner samtidigt. Att ändra i detta är något som man vill undvika in i det sista eftersom det kan få följder som kan vara svåra att inse och dessutom vara ödesdigra för efterföljande led inom företaget.

Processen idag i produktionen, se figur 4-1, består av många mellanlagringar och transporter som kommer att försvinna med den nya tänkta lösningen. I dag är situationen att man köper in coil som läggs i lager, vilket det även fortsättningsvis kommer att göras. När ett behov uppstår för ett visst coil hämtas det från dess lagerplats av personalen med en truck. Coilet körs med truck till en buffert framför Stammen. När Stammen blir ledig sätter man upp coilet i maskinen och produktionen startas. Coilet klipps till rätt antal råämnen i rätt längd för planerad platta som ska pressas. Om det skall vara hål för medier i plattan görs det också i denna maskin. Om det blir över plåt på coilet plockas det ner på sin lastbärare och ställs tillbaka på lagret med truck. De klippna råämnena staplas på en lastbärare. När lastbäraren är full eller order är färdig körs den med truck till berörd press eller sätts de i mellanlager för att invänta ledig kapacitet i press. När det är dags att pressa plattorna plockas råämnena fram från lager och körs med truck till buffert framför den press som skall användas. När pressen är ledig placeras råämnena i pressen. I uppstarten kollas varje platta för att se hur pressningen blivit och om någon trimning behövs för att förbättra pressningen. Efter råämnet blivit pressat till platta placeras de på en ny lastbärare. När denna lastbärare är full körs den ut med truck till lager för att invänta plockorder på just denna artikel. Varje gång en truck behövs

måste personal leta efter en truck vilket tar tid. Att alltid ha en truck redo är inte möjligt eftersom detta skulle kosta mycket pengar samt att den inte utnyttjades ofta.

Dagens förfarande är lång och är ibland svår att planera vilket är några av de orsaker som gör att företaget vill förändra denna process.

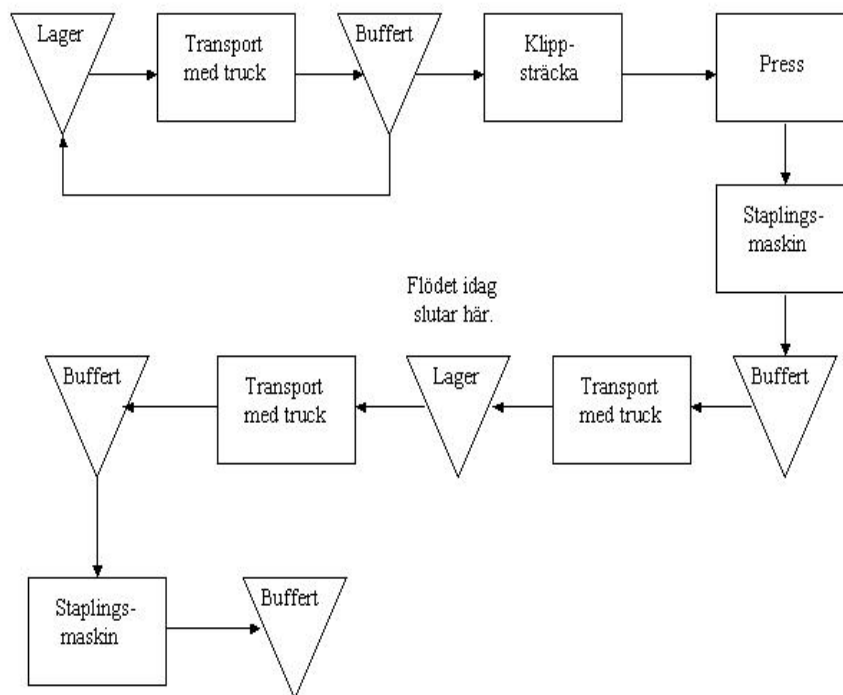


Figur 4-1. Det befintliga flödet idag.

4.2 Beskrivning av den tänkta presslinjen

Den nya presslinjen skiljer sig i utförande från den befintliga produktionen. Man kommer precis som innan att hänga upp coil i början av presslinjen men sedan finns inga likheter. Den kommer att ha en egen klippsträcka som gör Stammens jobb och sedan automatiskt skickar plåten till pressen som pressar. Därefter skickas de automatiskt till en maskin som staplar plattorna på en lastbärare. Även här sker byten av pressverktyg samt en koll av de pressade plattorna när så behövs. När lastbäraren är full flyttar personalen den med truck till lagret. På lagret ligger plattorna tills de behövs för montering av en värmväxlare, då kommer en i personalen att hämta de plattor med truck som behövs för att kunna producera den tänkta växlaren. Det sista steget, att bygga värmväxlare, är något som ligger utanför dagens produktion för berörda avdelningar.

Den del av processen som är jämförbar med dagens process har blivit väsentligt kortare och enklare att överskåda, som figur 4-2 också visar. Många transporter och buffertar har försvunnit och linjen är dessutom inte beroende av andra maskiner. Det enda den behöver är tillräckligt med coil och personal som transporterar plattor till lager. Med den nya linjen görs allt i ett moment utan mellanlagringar vilket kommer att göra det enklare att planera arbetet jämfört med den tidigare processen, samtidigt kommer också mycket tid och produkter i arbete att sparas in. Det enda personalen behöver göra är att sätta upp coil i linjen och plocka bort lastbärare med färdig platta.



Figur 4-2. Hur flödet kommer att bli med presslinjen.

Med den nya presslinjen kommer det att ske vissa förändringar i det administrativa arbetet medan arbetet i produktionen kommer att förändras avsevärt. I presslinjen kommer det att pressas tre grundtyper av plattor med en variant flora på plattorna för respektive typ, samt att plåttjockleken är varierande för de olika typerna. Detta medför att pressverktyg kommer att behöva bytas för att kunna pressa de varianter av växlare som behövs, byte av plåt måste också ske. Lagerorder och kundorder läggs på samma sätt som innan. Produktionsplaneraren behöver nu endast undersöka om det finns coil på lager samt vilka order som bör samköras för samma typ eller liknande platta kanske ska pressas samtidigt. Om ny akutorder kommer eller en annullering av order sker påverkar det inte körschemat lika radikalt som i tidigare layout. Detta blir en stor förenkling för denna person.

I produktionen kommer det att ske stora förändringarna. Eftersom alla stationer ligger i följd med transportband mellan, kommer det inte att finnas stora buffertar före varje moment. Transporterna med truck kommer dessutom också att minskat. Eftersom många moment nu sköts automatiskt blir produktionen inte lika personalintensiv som tidigare. I den nya linjen behövs bara personal när nytt coil skall sättas upp och då man skall transportera plattor till lager. Personalen får mer en övervakande funktion jämfört med tidigare, och kan dessutom göra annat då linjen inte behöver övervakas konstant som till exempel förbereda för nästa order.

Några av de fördelar som bör uppstå på grund av den nya pressprocessen är att ledtiderna kommer att förkortas eftersom många transporter och mellanlagringar försvinner. Ledtiden bör också bli mer robust och tillförlitlig eftersom allt görs i ett arbetsmoment istället för ett par olika vid olika tidpunkter. Eftersom det blir färre buffertar och transporter minskar det bundna kapitalet i produkter, samtidigt kommer det bundna kapitalet i maskiner öka. Fördel med bundet kapital i maskiner är att det kapital ger möjlighet att producera mera, medan bundet kapital i produkter inte genererar något.

5 Modellbeskrivning

I detta kapitel kommer de två olika simuleringsmodellerna att beskrivas.

5.1 Ursprungsmodellen

Ursprungsmodell behandlar optimeringen av lagret, buffertar efter pressen och bestämma antalet monteringsstationer som kommer att behövas för att klara av det prognostiserade behovet. Presslinjen är i detta skeda från coil till färdig växlare. Till denna modell skapades även ett användar interface i Excel, kallat Autoflash. Denna prototyp var planerat att man i framtiden skulle kunna använda sig av som ett planeringsverktyg för att bestämma hur presslinjen och monteringen skulle arbeta för att klara av veckans/månadens produktion.

Eftersom jag inte kände till och kunde AutoMod™s alla funktioner tog denna modell extra tid. Under arbetets gång förstod jag hur nya funktioner gemensamt eller var för sig kunde förenkla eller förbättra min modell, vilket också skedde genom omprogrammering.

5.1.1 Målet

Målet med denna modell var att visualisera den nya presslinjen för alla berörda parter. Detta för att de skulle få en gemensam och övergripande ”bild” och förståelse av presslinjen samt se vad den skulle och inte skulle göra. En introduktion till simulering och dess potential för Alfa Laval var också ett mål.

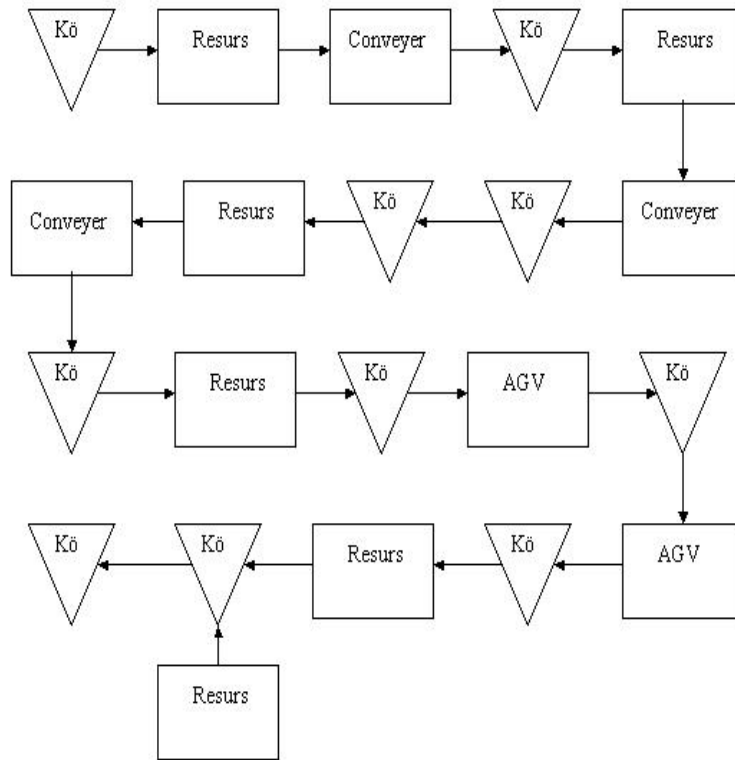
5.1.2 Fokus

Visa vilka möjligheter och finesser som finns med simulering för att veta hur och med vad som jag sedan skulle arbeta vidare med. Det viktiga är inte att hela modellen är komplett utan att den klarar av så pass mycket att alla får en ”bild” att tala om samt att de får en inblick i programmets och simuleringens potential.

5.1.3 Beskrivning av modell

I början av modellen finns det en kö som representerar det antalet råämnen man kan få ut av ett coil. När efterföljande resurs (klippsträckan) är ledig åker ett råämne dit. Där klipps råämnet och hålbilden på plattan stansas ut. Därefter skickas ämnet via en conveyer till en ny kö framför en resurs (anoljning). När anoljningen är ledig skickas råämnet dit. Sedan skickas råämnet ut på ett nytt conveyerband. Där transporteras råämnet till en ny kö som representerar centreringen. Detta görs för att säkerställa att råämnets koordinater är korrekta innan det ska pressas till en platta. Efter centreringen placeras råämnet i en kö framför en resurs som är pressen. När pressen är ledig skickas råämnet dit. Här pressas råämnet till en platta. När detta har skett skickas plattan till en

conveyer efter pressen. Plattan transporteras till en kö framför lavningsmaskinen. Ifrån denna kö hämtar lavningsmaskinen sina plattor. Lavningsmaskinen är en portalrobot som skapats i *Power and Free*. I denna modul fyller man i olika data som till exempel hastigheter och avstånd och med hjälp av detta skapas en portalrobot. När portalroboten hämtat en platta transporteras den till en ny kö där plattor lavas på varandra tills lämpligt antal finns. När rätt antal plattor finns kommer det en truck, AGV, och hämtar lastbäraren med alla plattor och lägger den i en ny kö som representerar en lagerplats på lagret. Lagret består av ett stort antal köer och FIFO principen används när plattor skall hämtas här ifrån. Ett undantag finns, det är om vald kö inte innehåller tillräckligt med plattor väljs en annan. När det uppstår ett behov av en viss platta tar en truck den, AGV, och transporterar den till en kö före en monteringsstation. Denna station är också en resurs av typen portalrobot skapad i *Power and Free*. Där finns ett antal olika köer framför denna portalrobot så att värmväxlaren kan byggas med olika varianter av plattor. Portalroboten hämtar en platta av just den varianten som behövs och lägger den i en ny kö, lavningshögen. Därefter hämtar roboten nästa platta som behövs och lägger den i lavningshögen. Mellan varje platta måste ett kopparfolie läggas, detta är något som en bistation (resurs) gör. Denna procedur, att hämta ny platta och lägga ett kopparfolie, repeteras tills värmväxlaren är komplett. När värmväxlaren är komplett skickas den till en ny kö för att sedan försvinna ut ur simuleringen. Den sista kön finns med för att enkelt se hur många värmväxlare som producerats. De plattor som transporterats till portalroboten men inte använts transportera tillbaka till lagret för att kunna utnyttjas till en annan order. De order som skall göras läses in från Autoflash och kan därför varieras för att undersöka hur det påverkar systemet.



Figur 5-1. En figur av ursprungsmodellens uppbyggnad.

5.1.4 Resultat och diskussion

När arbetet nått detta stadium hölls det en workshop för berörda parter. Under detta möte fick de se en fungerande tredimensionell modell över den tänkta presslinjen. Alla var glada över att se en simulering, som dessutom var rörlig, av presslinjen. Fast alla hade pratat om samma linje hade vissa en annan uppfattning om linjens layout, alla hade inte riktigt förstått hur linjen var planerad.

Under mötet diskuterades detaljer som inte var lösta ännu och detaljer som inte låg inom exjobbets område men som måste lösas för att modellen skall kunna fungera. Under dessa diskussioner, de hade berört vissa av ämnena tidigare, beslöts det att man inte skulle gå vidare med modellen. Detta beslut grundades på att i en övergångsfas från manuellt arbete till helt automatiserat, som simuleringen grundar sig på, skulle det innebära ett merarbete för de anställda. Detta skulle innebära en alltför störd produktion och förstora förseningar under en alltför lång period. Under denna tid ansåg man även att flödet av plattor och värmeväxlare skulle bli väldigt komplicerat och svår att

överskåda. Man såg problem och undrade om man inte kunde undersöka om det gick att göra på ett annat sätt, en andra modell, och på så vis undgå dessa problem.

Det andra målet var nu också uppfyllt, en visualisering av den tänkta linjen och en viss del av dess materialflöde. Med tanke på ovan nämnda diskussion som företaget hade beslutades det om en förändring av målen med simuleringen. Detta medförde att en ny modell behövdes. Att målen kan förändras under projektets gång är inget konstigt utan bara en naturlig del, eftersom ny information blir tillgänglig eller gammal måste omvärderas.

Autoflash prototypen, använder interfacet i excel, hade också uppfyllt sitt syfte då den visat på möjligheter att styra produktionen genom att bara mata in data och sedan studera utdata och därefter ta beslut om körordning eller göra en ny test på hur man skall styra produktionen.

5.2 Den andra modellen

I denna modell var montage bort plockat och fokusering gjordes på att få ett teoretiskt 100-% utnyttjande av pressen. Denna utnyttjandegrad skulle gälla för alla tre typer av plattor. En förändring som gjordes från den första modellen var att folie skulle läggas mellan plattorna vid portalrobotstationen samtidigt som lavning av plattor skedde och inte vid montering av växlaren. Eftersom det nu bara skulle undersökas om pressen kunde utnyttjas maximalt med hänsyn till övriga delars prestanda fanns det inget behov av Autoflash längre.

5.2.1 Målet

Presentera data på portalroboten och dess birstationer och dessutom antalet birstationer för att pressen skall utnyttjas optimalt och ha minimalt stillestånd.

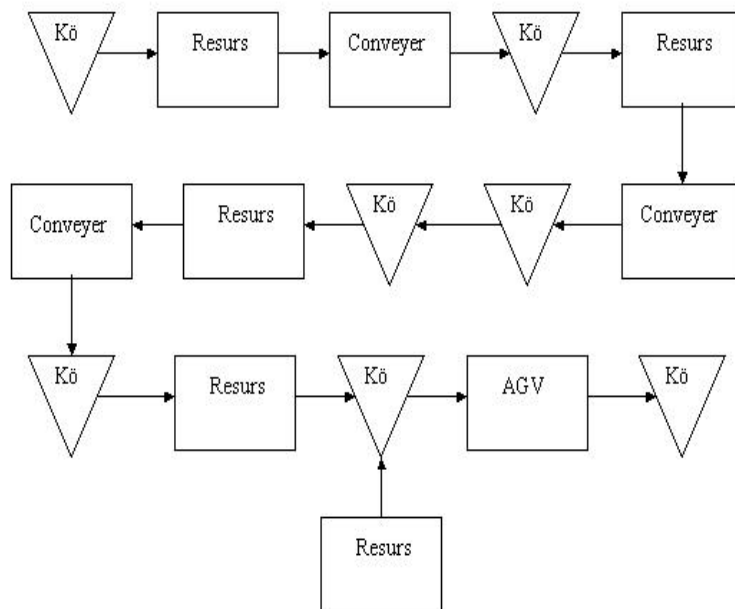
5.2.2 Fokus

Presslinjen var nu definierad som momentet från coil till lavad platta som skall till lager. Denna modell startar med att plåt matas in i en maskin för att efter diverse bearbetningar och transporter staplas på en pall av en portalrobot samtidigt som folie läggs mellan plattorna. När pallen är full skickas den ut på lager.

5.2.3 Beskrivning av modell

I början finns det en kö som representerar det antalet råämnen man kan få ut av ett coil. När efterföljande resurs (klippsträckan) är ledig åker ett råämne dit. Där klipps råämnet och hålbilden på plattan stansas ut. Därefter skickas ämnet via en conveyer till en ny kö framför en resurs (anoljning). När anoljningen är ledig skickas råämnet dit. Sedan skickas råämnet ut på ett nytt conveyerband. Där transporteras råämnet till en ny kö som representerar centreringen. Detta görs för att säkerställa att råämnets koordinater är korrekta innan det ska pressas till en platta. Efter centreringen placeras råämnet i en kö framför en resurs som är pressen. När pressen är ledig skickas råämnet dit. Här pressas råämnet till en platta. När detta har skett skickas plattan till en conveyer efter pressen.

Plattan transporteras till en kö framför lavningsmaskinen. Från denna kö hämtar lavningsmaskinen sina plattor. Lavningsmaskinen är en portalrobot som skapats i *Power and Free*. I denna modul fyller man i olika data som till exempel hastigheter och avstånd och med hjälp av detta skapas en portalrobot. När portalroboten hämtat en platta transporteras den till en ny kö där plattor lavas på varandra. Mellan varje platta skall det läggas ett kopparfolie. Detta folie läggs av en bystation som är en resurs. Proceduren att hämta platta och sedan lägga ett kopparfolie repeteras tills lämpligt antal finns i kön. Att lägga ett kopparfolie tar längre tid än att hämta en ny platta och transportera den till köplatsen, därför pendlar lavningsmaskinen mellan två lavningsköer när den skall lägga platta. När rätt antal plattor finns i en kö kommer det en truck, AGV, och hämtar lastbäraren med alla plattor och lägger den i en ny kö som representerar en lagerplats på lagret. Här slutar den andra modellen.



Figur 5-2. En figur av endast presslinjemodellens uppbyggnad.

5.2.4 Resultat och diskussion

Efter tester med olika antal buffertar och bystationer till lavningsstationen beslutades att fyra buffertar och två bystationer var lämpligast att använda sig av.

All utdata från simuleringskörningarna lades in i ett par tabeller för att få en generell överskådlighet av resultatet. Ur dessa tabeller går det snabbt att se vilka olika data som behövs för respektive maskin för att kunna pressa det önskade antalet plattor. Eftersom

det är många parametrar som har förändrats går det att få önskvärda antal pressade plattor med olika data för de olika parametrarna. Viss data finns med fast den är orimlig (till exempel acceleration/retardation på 24m/s^2) bara för att visa hur lite/mycket extremvärden påverkar antalet plattor som kan pressas under olika förutsättningar.

Vilka värden är rimliga respektive orimliga?

Tiden det tar att lägga på ett kopparfolieark är lite av en diskussionsfråga i dagsläget. Foliet är $0,035\text{ mm}$ tjockt, att fysiskt transportera ett ark med denna tjocklek snabbt utan att det viker sig och som dessutom måste hamna exakt rätt är svårt. Det finns inga studier på vad som är möjligt eller omöjligt men processen måste vara 100% , inte ett enda folie får bli fel. En människa kan kanske klara det på cirka 2 sekunder och hinna med att göra en okulär koll, hur lång tid en maskin skulle behöva är svårt att lista ut utan tester. Hur den dessutom skulle undersöka att det blev rätt är för mig en omöjlig nöt att knäcka. Var man skall titta i min tabell när det gäller kopparfoiletiden kan jag inte ge ett bestämt svar på. Kopparfoliedilemmat är något Alfa Laval måste undersöka vidare.

Hastigheten på portalroboten testades med 6 och 9 m/s . Det blev ingen skillnad i antalet plattor. Slutsatsen av detta är att roboten inte kommer upp i den högre hastigheten. Det finns således ingen anledning att ha en högre prestanda.

När det gäller portalrobotens acceleration och retardation gjordes det körningar för att undersöka vilken data de behövde. Sedan tidigare samtal med leverantör så visste jag att de hade samma värde vilket också är orsaken till att de presenteras parvis. De slutliga testerna är mellan 10 till 24 m/s^2 . Leverantören tror dock att det absoluta maxvärdet är 18 m/s^2 .

Ur tabellen kan man utläsa att det är tiden för portalroboten att greppa och släppa en platta tillsammans med kopparfoliemaskinens tid som har störst påverkan. Att förändra grepp och släpptiden med 0.2 sekunder kan få en stor påverkan på antalet pressade plattor. Samtidigt är denna tid i dagsläget omöjlig att bestämma. Leverantören av portalroboten menar dock att den största förbättringspotentialen (konstruera en ny) hos den robot som levererats är för just grepp och släpptiden. Vad som är möjligt kan de inte uttala sig om utan behöver göra tester för att se vad som är möjligt. Jag gjorde tester att mäta grepp släpptiden på befintlig portalrobot. Att mäta tiden med en handklocka med en noggrannhet på tiondelar av en sekund är en omöjlighet. Min egen reaktionsförmåga spelar in för mycket, mina tester kunde naturligtvis inte användas.

Ett teoretiskt maxvärde för antalet pressade plattor av press för respektive platttyp hade räknats ut. Detta värde jämfördes med de olika värden som de olika förutsättningarna gav i simuleringen. Ur tabellen går det att utläsa att den portalrobot som redan finns i en annan presslinje inte skulle klara av att hantera den mängd plattor som behövs, vilket får till följd att pressen inte kan få en teoretisk utnyttjandegrad på 100% . Antingen måste den portalrobotens prestanda förbättras radikalt, en ny konstrueras eller är detta koncept inget bra alternativ.

För att utnyttja pressen teoretiskt 100% behövs det pressas X^{24} st/timme. Genom att variera mina olika parametrar (acceleration, retardation också vidare) fick jag 29 stycken lösningar. Plockar man sedan bort det lösningar med en acceleration och retardation över 18 m/s^2 minskas möjliga lösningar till 16 stycken. Alla dessa lösningar har som krav

²⁴ Känslig information som inte är offentlig.

att kopparfolietiden är en eller två sekunder. Att ha kravet på en sekund kan plockas bort och då finnas det bara åtta lösningar kvar. I nästa gallring av lösningar ser man på accelerationen och retardationen. Om en lösning på 14 m/s^2 klarar det som en lösning på 18 m/s^2 klarar behöver inte kravet på 18 m/s^2 finnas kvar. Det finns nu bara två lösningar kvar.

Lösning 1 har portalroboten en fart på 6 m/s och en acceleration och retardation på 10 m/s^2 . Kopparfolietiden är två sekunder. Grepp och släpptiden är på $0,6$ sekunder.

Lösning 2 har portalroboten en fart på 6 m/s och en acceleration och retardation på 14 m/s^2 . Kopparfolietiden är två sekunder. Grepp och släpptiden är på $0,8$ sekunder.

Tabell 1 visar sammanställningen av resultaten av de olika körningar som gjorts i autostat. I den första delen tabellen är grepp och släpptiden fast till 1 medan de övriga parametrarna varierar. I den andra delen är grepp och släpptiden fast till 2 medan de övriga parametrarna varierar. I del tre är grepp och släpp tiden 3 och i del fyra är den satt till 4.

För varje del i tabellen har körningar gjorts med två olika max hastigheter för portalroboten, fart 1 respektive fart 2. Bistationen har därefter varit fast till 1 i kolumn 1, 2 i kolumn 2, 3 i kolumn 3 och 4 i kolumn 4. För respektive kolumn har accelerationen och retardationen varierat parvis. Det har således möjliggjort ett antal utfall av antalet pressade plattor som fyllts i respektive ruta i respektive kolumn efter antal (1 till 8).

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----------|---|---|--|--|--|--|--|--|--|
| Grepp och släpptiden år 1. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fart 1 Antal | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fart 2 Antal | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bistationstid | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | | | | | |
| Acceleration | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Retardation | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kolumn 1 | | | | | | | | | | Kolumn 2 | | | | | | | | | | Kolumn 3 | | | | | | | | | | Kolumn 4 | | | | | | | | | |
| Grepp och släpptiden år 2. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fart 1 Antal | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | | | | |
| Fart 2 Antal | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bistationstid | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | | | | | | |
| Acceleration | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Retardation | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kolumn 1 | | | | | | | | | | Kolumn 2 | | | | | | | | | | Kolumn 3 | | | | | | | | | | Kolumn 4 | | | | | | | | | |
| Grepp och släpptiden år 3. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fart 1 Antal | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | | | | |
| Fart 2 Antal | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bistationstid | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | | | | | | |
| Acceleration | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Retardation | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kolumn 1 | | | | | | | | | | Kolumn 2 | | | | | | | | | | Kolumn 3 | | | | | | | | | | Kolumn 4 | | | | | | | | | |
| Grepp och släpptiden år 4. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fart 1 Antal | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | | | | |
| Fart 2 Antal | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bistationstid | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | | | | | | |
| Acceleration | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Retardation | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kolumn 1 | | | | | | | | | | Kolumn 2 | | | | | | | | | | Kolumn 3 | | | | | | | | | | Kolumn 4 | | | | | | | | | |
| Grepp och släpptiden år 4. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fart 1 Antal | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | | | | |
| Fart 2 Antal | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bistationstid | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | | | | | | |
| Acceleration | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Retardation | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kolumn 1 | | | | | | | | | | Kolumn 2 | | | | | | | | | | Kolumn 3 | | | | | | | | | | Kolumn 4 | | | | | | | | | |

Tabell 1. Sammanställning av resultaten av de olika körningarna.

6 Reflektioner

I detta kapitel finns mina samlade reflektioner och tankar om arbetet.

Under min tid på skolan gjorde jag många mindre simuleringar där man inte behövde göra ett grundligt förarbete för att ändå få en lyckad simulering. Detta kunde bero på att all data fanns sedan tidigare, eller att modellen var så pass liten att om den inte stämde byggde man snabbt om den eller tog reda på den information som behövdes. För detta arbete är det annorlunda. Om jag inte hade haft en övergripande plan innan jag påbörjade min datormodell hade arbetet blivit väldigt komplicerat, om inte omöjligt. En positiv effekt är att vissa delar av förarbetet (till exempel flödesanalysen) kan användas även om simuleringsresultatet inte används. I ett examensarbete skall man lösa ett problem men samtidigt lära sig nya saker. Eftersom jag lärde mig nya sätt som var kraftfulla och effektiva under arbetets gång så innebar det tidskrävande omprogrammering. Om man varit fullärd inom AutoMod™ hade man redan vid sin övergripande plan kunnat fundera på hur och vilka lösningar som man skulle använda sig av vid skapandet av sin modell, och inte som nu när halvfärdig modell fanns.

Banks modell för att göra en lyckad simulering är naturligtvis anpassad för att göras i AutoMod™ men de olika stegen skulle också kunna användas till andra program. Förarbetet är något som är viktigt vilket man också kan se på Banks modell då mycket arbete görs innan man sätter sig framför datorn och börjar programmera, och därmed läsa sig vid ett speciellt program. Att göra rätt från början gör att i slutändan går projektet fortare. Detta insåg jag under min omprogrammering. Det är mycket viktigt att fundera på vilket sätt man tänker bygga upp sin simulering, man kan ofta lösa uppgifter på olika sätt som gör att programmeringen kan variera i komplexitet.

När man gör projekt eller arbeten i skolan finns oftast all data tillgänglig eller så kan man ofta anta rimliga (eller orimliga) värden. När ett arbete görs för ett företag måste värdena vara korrekta eftersom ett litet fel kan ha stor påverkan. Detta gör att det ofta är svårt eller tar lång tid att få fram ny data, helst vill de som skall ge data att tester görs för att få fram korrekt data. Ibland kan det vara svårt att få fram data eftersom det kan handla om korta tider eller mått på obefintlig maskin (till exempel hundradelar av en sekund, varje maskin är unik och därför kan exakta mått inte ges). Detta innebar för mitt arbete att det är svårt att bestämma vilken prestanda man bör begära från en leverantör.

De tider som används för pressen har Alfa Laval själv tagit fram och har inte varit påverkligt. Vad det gäller portalroboten har vissa av tiderna räknats fram av leverantören själv medan andra har leverantören uppskattat med erfarenhet av tidigare liknande robotar. Ett stort problem har varit att bestämma tiden att greppa och släppa en platta, det bedömda värdet ligger inom ett intervall på 40 % (Om värdet är 1 sekund har jag mätt upp det från 0,6 till 1,4 sekunder). Om man skall gå vidare med detta lösningsförslag måste tester göras där denna tid kan bestämmas med en betydligt bättre noggrannhet än det bedömda värdet. Jag anser att toleransen bör som sämst vara på +/- 0,05 sekunder.

Ett framtida projekt är att produktionen själva skall kunna göra ett veckoschema för hur pressen skall köras. Detta möjliggör för företaget att själv analysera hur olika parametrar bör väljas för att erhålla optimal produktion vecka för vecka i framtiden. Man kan då använda sig av en simuleringsmodell i AutoMod™ som grund. Denna modell läser man så att den inte går att förändra. Därefter skapar man i Autoflash, excel, ett antal sidor med in- och utdata och kan på så sätt styra sin produktion.

Vad tyckte Alfa Laval vid min presentation?

Bra med en introduktion av simulering och ”se” dess potential. I framtiden vill de använda sig av simulering som ett verktyg vid förändringar inom produktionen. De fick data som de använde sig av i sitt fortsatta arbete med att utveckla presslinjen. De tyckte även att det var bra med mina synpunkter om de saker som jag ansåg svåra att lösa men som måste vara lösta för att presslinjen skulle kunna fungera, även om dessa problem låg utanför mitt arbete.

Hur blev det? Hur är det nu?

Alfa Laval har anställda som numera arbetar heltid med simulering, något de inte hade innan. Presslinjen fick en annan utformning än den som jag har använt mig av i detta arbete. Det fanns många orsaker till detta och vissa av dem har jag belyst i mitt arbete medan andra problem ligger utanför detta arbetets område.

7 Slutsatser

*I detta kapitel finns det en
sammanfattning av resultaten.*

Arbetet hade många olika mål som också uppfylldes genom de två skapade modellerna. Den första modellen, ursprungsmodellen, visade de berörda parterna en fullt fungerande och rörlig simulering av presslinjen och dess efterföljande arbetsstation. De fick se flödena av plattorna samt hur det planerades att de olika arbetsmomenten skulle placeras i det skedet av projektet. Det visade sig att man hade olika uppfattningar om presslinjen, vilket förtydligades genom min modell.

Ett annat moment var att bestämma hur många buffertar som behövdes för att pressen skulle arbeta kontinuerligt samtidigt som bistationer arbetade med dessa buffertar. Samtidigt skulle även staplingsmaskinens data bestämmas. Det visade sig att fyra buffertar och två stycken bistationer var mest lämpligt.

Hastigheten på portalroboten testades med 6 och 9 m/s. Det blev ingen skillnad i antalet plattor. Slutsatsen av detta är att roboten inte kommer upp i den högre hastigheten eftersom sträckan roboten rör sig på är för kort för att uppnå den högre hastigheten. Det finns således ingen anledning att ha en högre prestanda.

Ur tabell 1 kan man utläsa att det är tiden för portalroboten att greppa och släppa en platta tillsammans med kopparfoliemaskinens tid som har störst påverkan. Att förändra grepp och släpptiden med 0.2 sekunder kan få en stor påverkan på antalet pressade plattor. Samtidigt är denna tid i dagsläget omöjlig att bestämma. Leverantören av portalroboten menar dock att den största förbättringspotentialen (konstruera en ny) hos den robot som levererats är för just grepp och släpptiden. Vad som är möjligt kan de inte uttala sig om, de behöver genomföra tester för att sedan kunna återkomma.

Jag har kommit fram till två lösningsförslag på portalroboten. Vilken av de två lösningarna som är bäst beror på om det är möjligt att få ner grepp och släpptiden till de värden som jag eftersträvar. Likaså är naturligtvis kostnaden för respektive lösning av vikt.

Lösning 1 har portalroboten en fart på 6 m/s och en acceleration och retardation på 10 m/s². Kopparfolietiden är två sekunder. Grepp och släpptiden är på 0,6 sekunder.

Lösning 2 har portalroboten en fart på 6 m/s och en acceleration och retardation på 14 m/s². Kopparfolietiden är två sekunder. Grepp och släpptiden är på 0,8 sekunder.

8 Referenslista

Litteratur

- Aronsson Håkan, Ekdahl Bengt, Oskarsson Björn, *Modern logistik – för ökad lönsambet.* Liber AB, ISBN 91-47-06489-7 (upplaga 1:1) 2003
- Banks, Carson II, Nelson, *Discrete-Event System Simulation, 2nd Edition*, 1984
- Banks Jerry, *Getting Started With AutoMod*, 2000
- Law Averill M., Kelton David W., *Simulation modeling and analysis, 3rd Edition*, 2000, ISBN 0-07-058290-4
- Lewis Peter.A., Orar E.J., *Simulation Methodology for statisticians, operations analysts, and engineers vol 1*, 1989, Wadsworth & Brook/Cole Advanced Books & Software Pacific Groove, California, ISBN 0-534-09450-3 (v1)
- Lumsden Kenth, *Logistikens grunder*, 1998, Studentlitteratur
- Payne James A., *Introduction to simulation: Programming Techniques and Methods of Analysis*, McGraw-Hill Book Company, 1982, ISBN 0-07-048945-9
- Rubenstein R.Y., *Simulation and the Monte Carlo Method*, John Wiley, New York 1981
- Rumbaugh, Blaha, Premerlani, Eddy, Lorensen, *Solutions Manual – Object-oriented modelling and design*, 1991, Prentice-Hall Inc., ISBN 0-13-629858-3
- Storhagen Nils G., *Materialadministration och logistik – grunder och möjligheter.*, Upplaga 2:3, 1995, Liber Ekonomi, ISBN 91-47-04168-4
- Rundqvist Thomas, *Kompendium Tillverkningsystem HT-99*, 1999. Institutionen för Mekanisk Teknologi och Verktygsmaskiner, LTH. Artikel nr 429031.

Artikel

- Carson Jonna, *Creating an Easy-to-use Interface for AutoMod Models using Excel*, 1999-01-15. I en publication från Autosimulations för deras användare. Vol 12 No 1.

Intervju, samtal

- Jerzy Klich
Jan-Axel Jacobsson
Stefan Johansson
Tommy Augustsson
Per Svensson
Thomas Nordlöf

Internetkällor

www.alfalaval.com 2004-09-21

www.lionhrtpub.com/orms/surveys/Simulation/Simulation.html 2001-09-18

www.plog.lth.se



LUND UNIVERSITY