

Parameterstyrd tillverkning av rör för marina fartyg



Linus Adolfsen

Avdelningen för Maskinteknik
Blekinge Tekniska Högskola
Karlskrona
2012

Parameterstyrd tillverkning av rör för marina fartyg.

Linus Adolfsen

Blekinge Tekniska Högskola

Sektionen för teknik

Maskinteknik

Karlskrona

2012

Följande arbete är utfört som en obligatorisk del av utbildningen på programmet *Utvecklingsingenjör i Maskinteknik* vid maskinteknik på Blekinge Tekniska Högskola.



i samarbete med



Sammanfattning

Innehållet i denna rapport är ett resultat av ett moment i utbildningen till Utvecklingsingenjör i Maskinteknik. Arbetet har skett genom ett samarbete mellan Linus Adolfsen, Kockums AB och Blekinge Tekniska Högskola.

Rapporten behandlar i stort två moment, ett praktiskt och ett teoretiskt. Den första delen, den praktiska, gick ut på att finna en metod för att överbrygga steget från modell till verklighet på ett effektivt sätt. Detta resulterade i en egenutvecklad programvara som kan läsa in utdatafilen från Tribon (CAD programvara) och översätta detta till en programfil för Herber CNC 90 bockningsmaskin.

Den andra delen är teoretisk och är en analys av verksamheten utifrån perspektivet att medge förtillverkning. Resultatet blev en analys av den berörda verksamheten med förslag på hur man ska åtgärda de problem och hinder som finns idag. Det gav även stort upphov till förslag på vidare studier.

Nyckelord:

Ytfortyng, Ubåt, Förtillverkning, Rör, Bockning, CAD.

Abstract

The content of this report is the result of an exam in Bachelor of Science in Engineering: Mechanical Engineering with emphasis on Product Development. The work was conducted through a partnership between Linus Adolfsen, Kockums AB and Blekinge Institute of Technology.

The report addresses two major parts, one practical and one theoretical. The first part, the practical, was to find a method to bridge the gap from model to reality in an efficient manner. This resulted in a proprietary software that can read the output file from Tribon (CAD software) and translate that into a program for Herber CNC 90 bending machine.

The second part is theoretical and is an analysis of the activities from the perspective that allow prefabrication. The result was an analysis of the activity with suggestions on how to fix the problems and obstacles that exist today. It also generated suggestions for further study.

Keywords:

Surface ship, Submarine, Prefabrication, Pipe, Bending, CAD.

Förord

Vill rikta ett stort tack till avdelningen produktionsteknik på KAB, däribland särskilt till Kenneth Nestlén som har givit mig handledning och stöd längs vägen. Ett särskilt tack riktas även till Michael Sandqvist som öppnade mina ögon för Excel. Examensarbetet har varit mycket intressant, utmanande och stimulerande.

Vill även tacka övriga avdelningar på KAB för den information, stöd och vänskapliga bemötande jag ha fått. Jag vill också tacka Mats Walter för min handledning i examensarbetet. Sist men inte minst vill jag tacka min familj för de stöd ni har gett mig och önska min son välkommen som kom till världen under detta arbete.

Karlskrona, januari 2012.

Linus Adolfsen

Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
Abstract	4
Förord	5
Innehållsförteckning	7
Notationer	9
1 Introduktion	11
1.1 Företagets bakgrund i Karlskrona	11
1.2 Problemställning	11
1.2.1 Lean production	12
1.3 Syfte och mål	12
1.4 Metod	13
1.5 Resultatdiskussion	13
1.5.1 Modell till verklighet	13
1.5.2 Förtillverkning	14
2 Modell till verklighet	15
2.1 Inledning	15
2.2 Syfte	15
2.3 Avgränsningar	16
2.4 Teori	16
2.4.1 WinBoherber	16
2.4.1.1 Vec-fil	16
2.4.1.2 Prg-fil	17
2.4.2 Tribon	17
2.4.2.1 Bend-fil	18
2.4.3 Pro Engineer	18
2.4.4 Excel	18
2.4.4.1 VBA	19
2.4.5 Koordinatinmatning	19
2.5 Metod	19
2.6 Resultat	20
2.6.1 Vec-fil	20
2.6.2 Prg-fil	21
2.6.3 Bend-fil	27
2.6.4 BendItLikeHerber	27
2.7 Diskussion	28

2.8	Uppföljning och utfall.....	29
2.9	Mätarm.....	31
3	Förtillverkning	33
3.1	Inledning.....	33
3.2	Analys.....	33
3.2.1	Personal.....	33
3.2.2	Förutsättningar för förtillverkning.....	34
3.2.2.1	Konstruktion.....	34
3.2.2.2	Konstruktion/Produktion.....	35
3.2.2.3	Produktion.....	35
3.3	Lösningsförslag.....	36
3.3.1	Personal.....	36
3.3.2	Konstruktion.....	38
3.3.3	Konstruktion/Produktion.....	39
3.3.4	Produktion.....	40
3.4	Tolerans.....	40
4	Förslag till vidare studier	42
5	Referenser	44
Bilaga 1	Vec-fil	45
Bilaga 2	Prg-fil.....	46
Bilaga 3	Bend-fil.....	50
Bilaga 4	BendItLikeHerber	51
	Bendfil-modul.....	55
	Export-modul.....	58
	Prgfil-modul.....	59
Bilaga 5	Herber CNC 90	61

Notationer

Förkortningar

KRAFT Kockums Riktade Ansträngning För Tillväxt

JIT Just In Time

CAD Computer-Aided Design

CNC Computer Numerical Control

KCS Kockums Computer System

LVB Längd Vridning Bockning

VBA Visual Basic for Applications

KAB Kockums AB

1 Introduktion

Rapporten presenterar det arbete som utfördes under examensarbetet indelat i de olika arbetsmoment och studier som genomfördes. I samband med dessa moment presenteras även kravspecifikationer samt krav satisfiering för att åskådliggöra resultatet av den utförda studien. Rapporten behandlar i stort två moment; från modell till verklighet samt förtillverkning.

Problemställningen har varit hur KAB i kommande projekt och tillverkning, från designkontoren både i Malmö och Karlskrona, kan använda en parameterstyrd tillverkning i rörproduktionen. Arbetet handlar om hur de kan förtillverka mer rör än vad de gör idag.

1.1 Företagets bakgrund i Karlskrona

Karlskronavarvet började sin verksamhet redan 1679, då kung Karl XI gav order om att en marinbas och ett varv skulle upprättas i södra Sverige. Varvet och marinbasen tillhör numera det kulturhistoriska världsarvet. Här har byggts träfartyg och stålfartyg men för den nya generationen fartyg med avancerad smygteknik är det kolfiber som gäller. Varvet bygger även ubåtar med luftberoende stirlingmotorer.

Karlskronavarvet var länge en del av marinen och blev sedan ett statligt aktiebolag. 1977 kom det att ingå i Svenska Varv, som senare blev Celsius AB. 1998 blev Kockums i Malmö och Karlskronavarvet ett bolag och sammanfördes i KAB. Samtidigt togs beslutet att koncentrera all fartygs- och ubåtsproduktion till Karlskrona.

KAB ingår numera i ThyssenKrupp Marine Systems [1].

1.2 Problemställning

KAB har en eftersträvan att effektivisera sin verksamhet och se över sina rutiner. För att göra detta har man initierat ett projekt kallat KRAFT, Kockums Riktade Ansträngning För Tillväxt. Detta har för avsikt att bland annat öka fokus på värdeskapande processer.

Ett steg för att nå sina tänkta mål är införandet av Lean production på KAB. Detta arbete har delats upp i olika grupper, så kallade workstreams. En av dessa workstreams är produktionen som även den innehåller en del delprojekt. Ett av dessa delprojekt är rörverkstaden där man har sett ett stort behov av förbättring och effektivisering. Detta har i sin tur benämnts ner till olika studier. Däribland finns behovet av att kunna förtillverka rör, få ner antal passningar ombord samt fastställa ett arbetssätt för framtagning av rör från 3D-modell till verklighet. Det är dessa problemställningar som ligger till grund för denna rapport.

1.2.1 Lean production

Lean production är en filosofi om hur man styr och hanterar resurser. Det är alltså ingen given sanning hur detta ska utföras eller tillämpas utan arbetet sker med utgångsläge för verksamheten. Lean handlar om att identifiera och eliminera de processer, eller delar av processer, som inte är värdeskapande för kunden. Det handlar alltså om att utifrån verksamheten hitta ett arbetssätt som ger mer värde för mindre arbete.

Ofta kombinerar man Lean med andra filosofier som exempelvis JIT som innebär att man eftersträvar att producera och leverera varor i den mängd och tid som efterfrågas. Det ska alltså inte finnas mer material än som faktiskt behövs.

Det som är viktigt att veta och förstå är att arbete med Lean aldrig blir klart. Utan detta är en kontinuerlig strävan att hela tiden förbättra verksamheten genom uppföljning och revidering [2].

1.3 Syfte och mål

Syftet och målet med detta arbete är att effektivisera en del av arbetet i rörverkstan samt ta fram ett arbetssätt vid framställningen av rör som är mer effektivt än det som finns idag. Detta ska alltså innebära att man ska få ner antalet passningar ombord samt säkerställa att man kan tillverka rör enligt förväntningarna från 3D-modell. I samband med detta måste det även säkerställas att man uppnår önskad kvalitet. Vidare bör man studera övriga

avdelningar för att möjliggöra förtillverkning i betydligt större skala än vad som sker idag.

1.4 Metod

För att nå målen i detta arbete kommer den befintliga utrustningen att undersökas för att utreda förutsättningarna som finns idag. Inledningsvis kommer möjligheten att överföra bockningsdata direkt från CAD till bockningsmaskin att testas. På samma sätt önskas en övergång från mätarm till bockningsmaskin. Därefter kommer mätutrustningen undersökas för att se om man kan hitta en metodik eller annan utrustning som kan få ner antalet passningar ombord. Parallellt analyseras rutinerna och verksamheten runt omkring för att hitta ett arbets sätt som medger förtillverkning.

1.5 Resultatdiskussion

Eftersom arbetet är tydligt uppdelat i två huvudsakliga delar kommer respektive diskussion återges i nedan följande underrubriker.

1.5.1 Modell till verklighet

Efter någon veckas studie stod det alltmer klart att en överföring från cad-programmet till bockningsmaskinen var något som saknades och som antogs vara möjligt att realisera i detta projekt. Programmet utformades på ett så enkelt sätt som bara var möjligt och med baktanken att kunna skriva om det för framtida behov.

Programmet visade sig i tester tämligen buggfritt och känns intuitivt och enkelt att arbeta med. Däremot lämnar koden en del att önska. Funktionaliteten är god medan möjligheten att anpassa efter framtida behov eftersattes. Detta genom att koden har kommenterats i alldeles för liten utsträckning. Detta kommer göra det något mer problematiskt att göra om programmet i framtiden, däremot ingen omöjlighet. Eftersom programmet är relativt litet och uppdelat i moduler bör det ändå gå bra att modifiera.

En stor önskan var att se programmet i skarpt läge men eftersom att felvärden upptäcktes kunde detta inte ske. Däremot påvisades att programmet fyller sin funktion till fullo, att gå från modell till verklighet.

1.5.2 Förtillverkning

Eftersom att mycket av analyserna är baserade på egna intryck bör denna del ses med öppna sinnen och inte som en given sanning. Det problem som uppmärksammas bör alltså belysas och studeras vidare och de slutsatser som dragit kan ha varit förhastade. Det kan finnas andra problemområden som påverkar de studier som skett. Däremot har responsen från Kockums AB påvisat att de studier som redovisas var korrekta och välbehövlig kritik.

De kunde alltså identifiera sig med de problem som belyses och uppfatta att detta var något som borde tittas närmare på och åtgärda. I en större studie hade man önskat att få djupare analyser samt även ta hjälp av teorier och metoder för att lösa dessa problem.

2 Modell till verklighet

2.1 Inledning

Arbete med modellen börjar med att konstruktören får en ritning från systemavdelningen. Denna ritning visar vilka rör och komponenter som ska ingås, dock inte hur de ska dras, vilket är konstruktörens uppgift. Denne jobbar i en 3D-modell samtidigt med de andra avdelningarna (el, ventilation) och får därmed ”slåss” om utrymmet som finns över. När detta arbete är klart styckar man upp rördragningen i lämpliga bitar och försöker göra materialet lättförståeligt för att kunna tillverkas.

Sedan så skickar konstruktören ner dessa ritningar till en beredare i verkstan som, vilket namnet antyder, bereder materialet för tillverkning. Ute i verkstaden får alltså bockningsoperatören en ritning på vad som ska tillverkas och indata till maskinen i form av xyz-koordinater. Operatören monterar de verktyg som behövs för att utföra bockningen samt programmerar datorn att göra den önskade bockningen.

Arbetet i datorn består av att välja en materialfil som de själva definierat som hjälper datorn att beräkna korrekt data. Detta är nödvändigt då olika material har olika återfjädring vilket man måste ta hänsyn till. Om man exempelvis ska bocka ett rör 90 grader så måste kanske maskinen bocka röret 92,5 grader för att de sker en återfjädring på 2,5 grader. Därefter anger man de koordinater som är angivna på ritningen och konverterar över till Längd-Vridning-Bockning, varefter man kan producera röret.

2.2 Syfte

Målet är att kunna skapa en fil på konstruktionsnivå som sedan skickas till en server som bockningsmaskinen har tillgång till. Tanken är att då en bockning avser att ske ska operatören öppna upp en bockningsfil på datorn som sedan körs vilket då utför bockningsoperationen. Man vill alltså på konstruktionsstadiet skapa en fil som kan läsas in av operatören som sedan medför att man får ut en rör enligt modellen i datorn.

2.3 Avgränsningar

Denna delen av arbetet kommer enbart innefatta de delar och krav som krävs för att digitalt överföra bockningsinformation från CAD till bockningsmaskinen.

Endast de programvaror som används idag och som har en direkt koppling till proceduren att gå från CAD till verklighet, kommer att dokumenteras. Således kommer inte kringliggande program såsom dokumenthanteringssystem eller liknande att beröras. Detsamma gäller för de olika programvarornas olika funktioner.

Även när det kommer till filtyper kommer inte alla värden att granskas i detalj utan endast de som direkt berör rapporten kommer att diskuteras.

2.4 Teori

2.4.1 WinBoherber

Detta är det windowsbaserade program som är kopplat till den CNC styrda maskinen. Det är alltså i detta program man gör sina val och bockningsinställningar för att sedan initiera en bockningssekvens. Utifrån perspektivet att importera bockningsdata finns det två alternativ. Antingen kan man importera en vec-fil som innehåller xyz-koordinater eller så kan man ladda in en komplett prg-fil. Denna prg-fil innehåller all information som maskinen behöver ha för att kunna bocka ett rör enligt önskemål [3].

2.4.1.1 Vec-fil

Denna vec-fil (se bilaga 1 för utseendeexempel) är den fil som kan importeras i programmet. Denna fil är baserad på xyz-koordinater, alltså samma metod som används vid inmatning idag. Den är strukturerad enligt tabell 2.1. I figur 2.1 där man kan se hur det ser ut i inmatningsrutan och det är alltså denna som bli automatiskt ifylld om man importerar vec-filen.

	Verkt. nivå	X	Y	Z
0		0.00	0.00	0.00
1	1	0.00	0.00	500.00
2	1	0.00	65.00	670.00
3	1	120.00	65.00	1400.00
4	1	120.00	-85.00	1575.00
5		120.00	-85.00	1850.00
6				
7				
8				
9				

Figur 2.1 Skärmdump från WinBoherber

2.4.1.2 Prg-fil

En annan typ av fil som går att läsa in är prg-filen (se bilaga 2 för exempel). Detta är dock ingen fil som importerar och kompletterar programmet utan denna står för hela bockningsprogrammet. Här finns alltså all information definierad för att en bockningsoperation ska utföras. Den totala strukturen för denna är inte lika intressant och kommer därmed inte gås igenom som vec-filen.

Skillnaden här är alltså att den innehåller mycket mer information och det blev svårare att skilja ut vilka värden som skulle ändras och vad de betydde. Lösningen på det blev att ta skärmdumpar på programmet och matcha dessa värden mot filen. Resultatet för detta blev en slags formel för hur filen ska se ut beroende på antal bockar. Samtliga moment jämfördes med beprövade filer för att se att det stämde med verkligheten.

2.4.2 Tribon

Tribon är det CAD program som Kockums AB i Karlskrona använder sig av idag. Detta är en programvara som Kockums själva, KCS, utvecklat en gång i tiden. Skillnaden mot ett traditionellt CAD program så är Tribon mer

produktionsberedande snarare än ett visualiseringsverktyg. På senare tid har man dock valt att gå närmare ett traditionellt verktyg. Verktöget är helt inriktat på marina fartyg och består av en familj av program, som tillsammans utgör en helhetslösning.

Från detta program kan man exportera en fil med ändelsen bend. Detta görs genom ett makro i programmet och används för att exportera bockningsdata [4].

2.4.2.1 Bend-fil

Denna fil är väldigt enkel i sitt utförande och innehåller den information som är nödvändig för bockning. Se bilaga 3 för utseendexempel.

2.4.3 Pro Engineer

Pro Engineer är den programvara som används från Kockums kontor i Malmö inom ubåtar. Pro Engineer är ett väl använt program inom industrin överlag, till skillnad från Tribon som är direkt anknytet till marina fartyg. Pro Engineer var industrins första framgångsrika programvara att knyta an parametrar från verkligheten och de kravställningar som finns för att kunna optimera produkten i 3D. På så vis kan man säga att Pro Engineer har kommit från motsatt håll [5].

2.4.4 Excel

Excel är kalkylprogram från Microsoft. Detta används för att skapa tabeller och analysera data. Ett väldigt vanligt förekommande program som används flitigt inom de flesta branscher på framförallt den ekonomiska sidan. Programmet är utmärkt för att göra kalkyler och diagram för presentation men har likt i detta projekt många andra användningsområden. En annan fördel är integrationen av VBA [6].

2.4.4.1 VBA

VBA är ett programspråk baserat på BASIC, vars syfte var att vara ett lämpligt programspråk för nybörjare. Detta blev sedan mer populärt och kom till att användas bland annat som operativsystem på några av de första hemdatorerna. V:et i VBA står för Visual och syftar till den grafiska fönsterhanteringen som finns. A:et i VBA står för Applications och syftar till att det är integrerat i officeprogramvarorna, där bland annat Excel finns.

I Excel använder man VBA genom så kallade makron. Makron är en samling kommandon som kan köras med hjälp av ett enkelt musklick eller knapptryckning. Dessa används för att automatisera praktiskt taget allt som går att göra i programmet. I Excel har man alternativet att låta spela in ett makro, exempelvis vill man kanske göra ett visst blad i feststil, och då låter man bara spela in detta genom att klicka på en spela-in-knapp och sedan utföra den operationen. Exemplet är väldigt banalt men möjligheterna med detta är enorma. Framförallt så finns möjligheterna genom att du kan skriva ett eget makro själv med hjälp av programmeringsspråket. Således skulle man kunna skapa ett så gott som fristående program inuti Excel [7].

2.4.5 Koordinatinmatning

Eftersom att operatören idag manuellt matar in xyz-koordinater från ritningen in i bockningsprogrammet finns det en viss risk för felinmatning. Arbetet är också något tidskrävande, givetvis beroende på hur många bockar som ska utföras. Fördelen med detta är dock att det är mycket lättare för operatören att göra korrigeringar i xyz än i LVB. Ska man exempelvis bara förlänga en raksträcka kan man givetvis korrigera LVB, men då det är fråga om att exempelvis justera två bockars relativa position blir det jobbigare med LVB. Man måste då bland annat räkna ut nya vinklar. Däremot blir det ganska enkelt med koordinatsystemet så man helt enkelt ändrar koordinaternas värden relativt varandra.

2.5 Metod

För att hitta en lösning på övergångarna studeras de filer som kan öppnas i WinBoherber. Sedan studeras den fil som lämnar Tribon. Därefter ska jag med hjälp av en kollega använda Excel som programvara för att ta ut

informationen ur bend-filen och skapa en vec-fil eller prg-fil. Detta kommer att göras med hjälp av ett Excel-dokument med VBA programmering.

2.6 Resultat

2.6.1 Vec-fil

Då man använder sig av xyz i dagsläget gjordes försök att skapa vec-filer först. Efter studie av dessa filer (se tabell 2.1) kunde jag konstatera att strukturen var ganska enkel. Sedan kunde man lista ut vad de olika värdena stod för genom att dra egna rimliga slutsatser. Dessa testades sen mot programmet som bekräftade ens ansats. Denna fil är alltså tämligen enkel att modifiera och skapandet av en sådan fil skulle vara ganska enkel.

Tabell 2.1. Förklaring för .vec-filens struktur

4	Antalet koordinater, 0-4
0	Koordinat 1
0	x
0	y
0	z
4	Antalet koordinater, 0-4
1	Koordinat 2
0	x
168.548	y
0	z
4	Antalet koordinater, 0-4
2	Koordinat 3
0	x
360.18	y
73.1195	z
4	Antalet koordinater, 0-4
3	Koordinat 4
-249.28	x
465.724	y

24.2723	z
4	Antalet koordinater, 0-4
4	Koordinat 5
-249.28	x
866.807	y
24.277	z

Problematiken är att Tribon endast kan lämna ifrån sig LVB och inte xyz. Detta medförde att det inte gick att lösa med att endast skapa en vec-fil.

2.6.2 Prg-fil

Således behövde jag titta på prg-filen för att kunna skapa en övergång till denna. Denna innehåller all information som krävs för ett bockningsprogram och är således mer komplex i sitt utförande. Här var det omöjligt att göra en rimlig ansats utifrån filen direkt utan det löstes genom att jämföra skärmdumpar från programmet med informationen i filen. I tabell 2.2 visas en analys av en fil. Att vissa rader är utelämnade beror på att vissa värden är standard och bör inte ändras och det fanns inte tid att härleda vilket värde som var vilket (vilket också var ointressant för tillfället då dessa värden var standard). Andra rader är tomma då det inte fanns en direkt koppling mot skärmdumparna, skulle exempelvis kunna vara nollor som används som skiljetecken i koden eller liknande. Tabellen ska ses som en illustration av filens utseende och inte som en given sanning om hur den är uppbyggd.

Tabell 2.2. Förklaring för .prg-filens struktur

ti60	Ritningsnummer
4	Antal Bockar
225.06024971091	Sista raksträckan
2200	Rörlängd
	<i>Material/Rördimention</i>
	<i>Vertyksnummer</i>
	<i>Kaplängd/Slutända A och B/Ändformning</i>
	<i>Säkerhetsrisker</i>
	<i>Anmärkningar</i>
	<i>Noteringar</i>
C:\Program Files\WinBoherber\Prog\TI60.tol	Inställningar för bockningsverktyg
1	Vertygsnivå

1
C:\Program
Files\WinBoherber\Prog\TI60.mat
0
0
700
50
0
0
0
0
0
0
30
30
30
30
30
30
692
520
0
0
0
0
1
100
475.071217287358
0
0
0
0
30
30
0
0
0
30
30
20.9245017449212
0
0
30
30

Laddningsnivå
Materialinställningar
Bockningstyp
Bockningsriktning
Hämtläge
Hastighet till hämtläget
Nollpunkt
Sid. Pos vid längdmatning
Position
Vridning
Vridstart

Stödskena totallängd
Stödsko totallängd
Användbar längd

Returkorrektion
Vridpos/längd pos
Längd
Korrektion E.
EL
Korr. ändläge
Korr. mätb.
Hast
Acc
Vridning
Korrektion E.
Korr. mätb.
Hast
Acc
Bock. V
Korrektion E.
Korr. mätb.
Hast
Acc

1
1
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
129.820372335737
0
0
0
0
30
30
155.284286650475
0
0
30
30
22.8267666458347
0
0
30
30
0
1
0
0
0
0
0
0
0
0
0
661.425402670915
0
0
0
0

Ret. Korr.
Verkt. Nivå
M=1, V=2
Rörl. Minsl.
Stöd. Minsl.
Dorn minus
Dorn läge
Special
Sidosl. Extra
Sidosl. Max

Längd
Korrektion E.
EL
Korr. ändläge
Korr. mätb.
Hast
Acc
Vridning
Korrektion E.
Korr. mätb.
Hast
Acc
Bock. V
Korrektion E.
Korr. mätb.
Hast
Acc
Ret. Korr.
Verkt. Nivå
M=1, V=2
Rörl. Minsl.
Stöd. Minsl.
Dorn minus
Dorn läge
Special
Sidosl. Extra
Sidosl. Max

Längd
Korrektion E.
EL
Korr. ändläge
Korr. mätb.

30	Hast
30	Acc
33.7042328680266	Vridning
0	Korrektion E.
0	Korr. mätb.
30	Hast
30	Acc
41.4787321859798	Bock. V
0	Korrektion E.
0	Korr. mätb.
30	Hast
30	Acc
0	Ret. Korr.
1	Verkt. Nivå
0	M=1, V=2
0	Rörl. Minsl.
0	Stöd. Minsl.
0	Dorn minus
0	Dorn läge
0	Special
0	Sidosl. Extra
0	Sidosl. Max
0	
129.430586470513	Längd
0	Korrektion E.
0	EL
0	Korr. ändläge
0	Korr. mätb.
30	Hast
30	Acc
165.824161027406	Vridning
0	Korrektion E.
0	Korr. mätb.
30	Hast
30	Acc
40.6012946450045	Bock. V
0	Korrektion E.
0	Korr. mätb.
30	Hast
30	Acc
0	Ret. Korr.
1	Verkt. Nivå
0	M=1, V=2
0	Rörl. Minsl.

0	Stöd. Minsl.
0	Dorn minus
0	Dorn läge
0	Special
0	Sidosl. Extra
0	Sidosl. Max
0	
0	X
0	Y
0	Z
0	X
0	Y
500	Z
0	X
65	Y
670	Z
120	X
65	Y
1400	Z
120	X
-85	Y
1575	Z
120	X
-85	Y
1850	Z
0	Startknuff
0	Stoppa vid bockvinkel
0	Nedbromsningsvinkel
0	Påtryckningsvinkel
0	Påtryckning/Nedbromsning
63	Känslighet
0	Radiekorrektion
0	Startknuff
0	Stopp vid grad.
0	Broms
0	Påtryck
0	Faktor
63	Känslighet
0	Radie korrektion
0	
0	Startknuff
0	Stopp vid grad.
0	Broms
0	Påtryck

0	Faktor
0	Känslighet
0	Radie korrektion
0	
0	Startknuff
0	Stopp vid grad.
0	Broms
0	Påtryck
0	Faktor
0	Känslighet
0	Radie korrektion
0	
0	Startknuff
0	Stopp vid grad.
0	Broms
0	Påtryck
0	Faktor
0	Känslighet
0	Radie korrektion
0	
0	Sökläge vridning
0	
0	Minsta chuckavstånd
0	Referensläge
0	Inkoppling av vändbord från bock
0	Hydraultryck
0	

Men för att reda ut antal rader som behöver allokeras gjordes en enkel formel för hur många rader ett bockprogram har beroende på antal bockar.

$$\lambda = 38 + (28 * x) + (3 * x + 6) + (7 * x + 7) + 11 \quad (2.1)$$

Där λ är antalet rader som behövs i prg-filen och x är antalet bockar. Exempelvis ska alltså en prg-fil med 3 bockar bestå av

$$38 + (28 * 3) + (3 * 3 + 6) + (7 * 3 + 7) + 11 = 176 \quad (2.2)$$

rader kod. Dessa testades för olika antal bockar och jämfördes med tidigare bockade projekt och överensstämde. Att formeln inte är sammanskriven beror på att varje värde mellan formelns additionstecken representerar ett segment med kod. Exempelvis så är den andra parantesen, $(3 * x + 6)$, en representation

av xyz-värden i koden. Det är alltså i illustrativt syfte som formeln är utskriven.

2.6.3 Bend-fil

Bend-filen (se bilaga 3) var den fil som var enklast att studera då den innehåller information om vad som är vad. Den information som är intressant för oss är längden på röret och turn, feed, bend, även kallat LVB i WinBoherber.

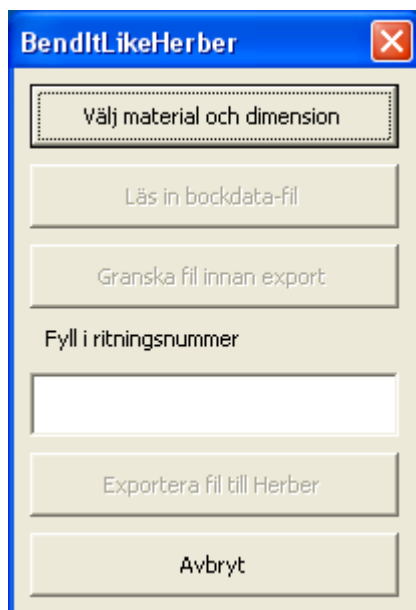
I tabell 2.3 visas även betydelsen för det sista matningsvärdet. Detta kallas sista raksträckan och deklarerar på en annan position i prg-filen. Detta värde är den matning man gör när bockningen är klar för att röret ska lämna verktyget. Det är också viktigt att tänka på att ordningen på operationerna inte är detsamma i bend-filen som i prg-filen. Ett annat problem är att om en operation är 0 i bend-filen så skrivs denna inte ut, vilket det måste göras i prg-filen.

Tabell 2.3. Utdrag från Bend-fil

1 (Feed)	147.538	
3 (Bend)	20.885	
2 (Turn)	108.470	
1 (Feed)	100.000	
3 (Bend)	72.832	
2 (Turn)	158.522	
1 (Feed)	114.896	
3 (Bend)	67.438	
1 (Feed)	325.000	Sista raksträckan

2.6.4 BendItLikeHerber

Lösningen på översättningen blev ett Excel-program med namnet BendItLikeHerber, se figur 2.2. (se bilaga 4 för fler skärmdumpar och viss kod). Det fungerar som så att man startar ett Excel-dokument och aktiverar makron sedan fungerar det och ser ut som vilket windowsbaserat program som helst.



Figur 2.2 Skärmdump från BendItLikeHerber

Förfarandet är som sådant att operatören väljer material och dimension (vilket är filer man skapat och samlat på sig genom åren, baserat på erfarenhet) och sedan läser in bend-filen med bockdata. Därefter har man alternativet att öppna Excel-dokumentet för att göra vissa korrigeringar, med reservation för att de flesta celler är låsta för att förhindra felaktig inmatning. Slutligen kan man välja att ge filen ett namn efter ritningen inför att den ska sparas. Om inget anges sparas den med samma namn som bend-filen som lästes in. Slutligen exporterar man filen dit man vill och man får en bekräftelse på var den hamnat och med vilket filnamn.

2.7 Diskussion

Under arbetes gång uppstod det en del frågor kring LVB och xyz. Frågorna gick kring huruvida vilket format som bör användas och strävas efter. En del påpekar att LVB är industristandard och det är det man bör gå efter. Andra, framförallt personalen i verkstaden, påpekar att xyz är att sträva efter då man får andra möjligheter att göra förändringar manuellt.

Min uppfattning är att man bör följa det som är standard och kommunicera på ett sådant sätt med informationen så att man har en enkel möjlighet att följa med framtidens produkter. Däremot tror jag det är viktigt att göra en översättning till xyz i slutändan just för att personalen enkelt ska kunna göra manuella korrigeringar direkt på plats. Denna bedömning gör jag utifrån att man har en verksamhet som är väldigt föränderlig och man har avsaknad av massproduktion. Det är även så att rörverkstaden ofta får ta upp korrigeringar på missar som gjorts tidigare i processen. Således blir det svårare för dem att hålla sig till ritningarna och därmed finner jag behovet, att vara föränderlig, stort.

2.8 Uppföljning och utfall

Vid skarpt test av programmet visade det sig finnas en differens på det data som kommer med bend-filen och det xyz-data som finns angivet på ritningen. Sju olika rör kördes in i bockningsprogrammet med de två olika inmatningsmetoderna, den traditionella manuella inmatningen och det nyskapade programmet. Resultatet av detta sammanställdes i en tabell (se tabell 2.4) och jämfördes.

Tabell 2.4. Jämförelsetabell avseende LVB-värden

	Rör 1		Skillnad i %	Skillnad i mm/grader
	LVB från fil	LVB från XYZ		
L	163.68	162.78	0.55%	-0.9
V	0	0		0
B	31.33	31.33	0.00%	0
L	174.27	172.59	0.96%	-1.68
V	-180	-180	0.00%	0
B	31.33	31.33	0.00%	0
Rör 2				
L	277.56	277.6	-0.01%	0.04
V	0	0		0
B	90	90	0.00%	0
L	154.81	157.27	-1.59%	2.46
V	-90	-90	0.00%	0

B	8.88	4.73	46.73%	-4.15
---	------	------	--------	-------

Rör 3

L	205.49	205.47	0.01%	-0.02
V	0	0		0
B	29.27	29.27	0.00%	0

Rör 4

L	531.99	530.62	0.26%	-1.37
V	0	0		0
B	9.12	3.98	56.36%	-5.14
L	151.74	165.44	-9.03%	13.7
V	-90	-90	0.00%	0
B	90	90	0.00%	0
L	831.21	846.53	-1.84%	15.32
V	-41.33	-35.65	13.74%	5.68
B	27.86	24.55	11.88%	-3.31
L	177.05	169.34	4.35%	-7.71
V	180	180	0.00%	0
B	27.86	24.55	11.88%	-3.31

Rör 5

L	186.06	186.08	-0.01%	0.02
V	0	0		0
B	51.78	51.77	0.02%	-0.01
L	200.84	200.81	0.01%	-0.03
V	41.94	41.93	0.02%	-0.01
B	46.64	46.64	0.00%	0

Rör 6

L	171.17	171.2	-0.02%	0.03
V	0	0		0
B	90	90	0.00%	0
L	197.21	197.28	-0.04%	0.07
V	90	90	0.00%	0
B	5.83	5.82	0.17%	-0.01

Rör 7

L	170	169.97	0.02%	-0.03
V	0	0		0
B	29.24	29.24	0.00%	0
L	323.37	323.21	0.05%	-0.16
V	169.18	169.17	0.01%	-0.01
B	29.68	29.68	0.00%	0
L	482.49	481.77	0.15%	-0.72
V	99.43	99.44	-0.01%	0.01
B	5.33	5.34	-0.19%	0.01

Tabellen visar att det finns en varians mellan avvikelserna på de olika inmatningssätten. En kort undersökning av de idag tillverkade rören påvisade att den metod som idag används överrensstämmer med verkligheten. Således drogs slutsatsen att avvikelserna ska tolkas som att de värden som kommer med bend-filen är felaktiga. Vidare studier varför det är så kommer att utföras av personal på KAB.

Som tidigare nämnt kan inte Tribon lämna ifrån sig xyz och nya försök gjordes att ordna detta så att programmet kunde tas i drift men det finns ingen möjlighet till detta i dagsläget då dessa värden ligger gömt i koden på Tribon. På ritningen faller de ut som en bild, således kan man inte heller manuellt i datorn kopiera och klistra in dessa i den skapade filen. Förhoppningen är att man kan hitta LVB-felet eller ordna fram xyz, vilket även öppnar för användandet av vec-filen.

2.9 Mätarm

Mätarmen undersöktes bara ytligt, då användandet av övergången från mätarm till bockningsmaskin står i betydligt mindre proportion gentemot övergången från CAD till bockningsmaskin. Kopplat till mätarmen finns en programvara som kan exportera datan till ett Excel-dokument. Detta kan i sin tur läsas in av ett tredje program som sedan kan exportera en xyz-fil (se tabell 2.5) till bockningsmaskinen.

Tabell 2.5. Exempel på xyz-fil

```
DRW loa10  
ABS  
XYZ 0.000 0.000 0.000  
XYZ -206.404 0.000 0.000  
XYZ -459.357 -330.370 0.000  
XYZ -710.326 -332.219 -2.421  
XYZ -750.786 -531.951  
1297.413  
END
```

Test visade dock att WinBoherber inte kunde läsa in denna fil. Troligen beror detta på att övergången är föråldrad så att det helt enkelt saknas stöd för det filformatet nu.

Det arbets sättet man använder idag bygger på att man direkt från programmet kopplat till mätarmen skriver ut en tabell med xyz-värden som man sedan går bort till bockningsmaskinen och skriver in manuellt. Alltså likt det arbets sätt som finns idag gällande ritningar.

3 Förtillverkning

3.1 Inledning

Kontinuerligt under arbetets gång har korta intervjuer gjorts samt analyser av verksamhetens förfarande i dagsläget. Detta för att få en samlad bild om problematiken och se möjligheter till förbättring. Detta kapitel kommer således inte härledas på samma sätt som tidigare kapitel utan mer vara en beskrivande del med de problem som finns idag och som kan utgöra ett hot i framtiden. All analys sker med avseende på rörverkstaden.

3.2 Analys

3.2.1 Personal

Verksamheten har idag en väldigt tydlig uppdelning. Denna är logiskt uppbyggd och till för att organisera verksamheten på ett vettigt sätt. Det finns flera faktorer för varför den ser ut som den gör men det kommer inte att diskuteras. Det finns dock ett problem med detta. Företaget blir uppdelat i olika läger där flera individer har svårt att brygga över gränserna mellan avdelningarna. Detta sätter sina spår i att man inte kommunicerar på ett korrekt och hjälpsamt sätt.

Även den geografiska placeringen av resurserna påverkar arbetet. Eftersom kommunikationen brister blir även avstånden en störande faktor. Ett exempel är grunden till arbetet för kapitel två i denna rapport. De på konstruktion var övertygade om att rörverkstaden ville ha det på det sätt som sker idag medan rörverkstaden förklarade för mig att dom var tvungna till det eftersom det inte fanns något val. Att automatiskt överföra data var något de var positiva till.

Det leder mig in på nästa observation. Det behövs en ökad medvetenhet om påverkan för andras arbete. Framförallt blir detta påtagligt i verkstäderna där man inte alltid förstår varandra eller helt enkelt inte bryr sig. Detta utspelar sig ganska frekvent vilket medför att olika installationer kommer ivägen för varandra. Detta i sin tur skapar problem för näste man i kön. Eftersom att rörinstallationen är de som sker bland det sista är de oftast här det ställer till

störst problem. Det bör också påpekas att det inte alltid är den enskildes beslut som ställer till det utan den arbetsgång som finns idag medger följdfel.

I övrigt verkar personalen väldigt engagerad och kunnig. Det är även påtagligt att det finns mycket erfarenhet hos den personal som finns här vilket visar att många har arbetat här i flera år. Således anser jag det vara rimligt att säga att det även är en trivsamt arbetsplats. Nackdelen med detta är dock att det finns en ovilja att förändra. Det finns en övergripande anda som säger att så här har vi alltid gjort och de har fungerat. Dock är det en inställning som varierar beroende på ålder och arbetssituation. Med det menar jag att de som har jobbat med samma jobb i stort sett hela sitt yrkesverksamma liv och är något äldre oftare är ovilliga att ändra och vice versa. Men givetvis finns det undantag i båda led.

En annan uppfattning är att vissa verkar sätta sig själv före företaget. Med det menar jag att man strävar efter att göra det så bra som möjligt för sig själv och sätter företaget i andra hand. Givetvis måste individens behov tillgodoses men min observation handlar mer om en yrkesstolthet. Ett exempel skulle kunna vara att man motverkar ny teknik till förmån för sitt eget hantverk. En trolig orsak är att man helt enkelt värnar om sitt jobb och inkomst.

Slutligen kan jag även konstatera att arbetsgången vid bockning av rör har en uppenbar flaskhals i dagsläget. Idag är det bara en i personalen som behärskar och bockar i den automatiska bockningsmaskinen. Det sägs att fler i personalen kan bocka men eftersom det aldrig sker är det osäkert hur deras aktuella kompetens ser ut.

3.2.2 Förutsättningar för förtillverkning

3.2.2.1 Konstruktion

Ett problem som har varit återkommande i produktionen är att detaljers representation på ritningen inte motsvarar verkligheten. Ett exempel på detta kan vara en pump som enligt ritning bygger 70 mm men i verkligheten 120 mm. Detta ger givetvis konsekvenser på det arbete som följer eftersom att alla relativa mått påverkas. Ibland kan det även ta stopp mot en vägg och hela rumsarrangemanget måste flyttas vilket givetvis är ett mödosamt arbete. Därav är de alltså enklare om det verkliga måttet är mindre än på ritning.

Problemet uppstår på konstruktionsstadiet när konstruktören ritat upp rummet. De ingående komponenterna finns i en komponentdatabas och går således inte igenom manuellt.

Nästa steg är att titta på måttsättning. Idag genereras en skiss per automatik som skickas vidare. Tyvärr är det så att den i många fall är obrukbar för personalen i verkstaden. Detta beror på, som tidigare nämnt, att man använder sig av xyz-måttsättning. I dagsläget sker måttsättningen i vissa fall långsgående med röret och blir då obrukbart för personalen.

Det verkar inte heller finnas någon standard för hur måttsättningen sker utan på ett gäng blandade undersökta rör skiljer sig måttsättningen. Det är alltså inte av direkt betydelse att måttsättningen standardiseras och korrigeras utan snarare en förutsättningen eftersom den verkliga arbetsgången alltid kommer att medföra korrigeringar på ett antal rör inför förtillverkning. Enkelt uttryckt, i en perfekt värld ska man kunna förtillverka direkt efter ritning men eftersom verkligheten inte är perfekt bör man säkerställa att ritningarna är konstruerade på ett sådant sätt att ge enkelt medger förändringar.

3.2.2.2 Konstruktion/Produktion

I övergången mellan konstruktion och produktion finns det en del problem som man bör observera. Eftersom skeppsbyggnad är ett långsiktigt åtagande bör man se över förutsättningarna för uppföljningsarbeten. I dagsläget sker ingen direkt återkoppling utan vid exempelvis uppgraderingar och utbyte av utslitna rör får man oftast mäta upp dessa och tillverka nya efter eget material. Det finns inget arbete som sammanbinder modellen med verkligheten efter arbetet påbörjats.

Det är också så att man ofta, av olika anledningar, tvingas till förändringar under arbetets gång. Även här finns en avsaknad av återkoppling.

3.2.2.3 Produktion

När det kommer till produktionen är det viktigt, som tidigare nämnt, att man har förståelse för varandras arbete. Eftersom rör är den avdelning som kopplas in bland dom sista så får alla tidigare korrigeringar tas upp här. Det är alltså viktigt att i största mån arbeta utefter de ritningar som finns och säkerställa att

man följer dessa. Man bör alltså se till att saker och ting är på rätt plats med rätt mått.

Det finns även ett problem med precision i dagsläget. Idag använder man sig så gott som uteslutande av tumstock vid montering. Det finns alltså en tolerans baserat på det mätverktyg man använder sig av vilket i slutändan kan ge större konsekvenser. En tumstocks tolerans uppskattas till $\pm 1-2$ mm. En serie av installationer skulle således kunna ge upphov till felaktiga mått över 1 cm. Detta skulle omöjliggöra förtillverkning efter ritning.

3.3 Lösningförslag

För att kunna lyckas med förtillverkning finns det en lång rad olika faktorer som måste satisfieras. Dessa lösningförslag ska ses som en del av sanningen efter observationer gjorde av mig och utgör inte en total lösning på problemet utan mer indikationer på vad som är problematiskt i dagsläget.

3.3.1 Personal

Följande punkter påpekades;

- Förbättra kommunikationen mellan avdelningarna
- Placeringen av personal
- Påverkan på andras arbete
- Få bort uttrycket ”Så här har vi alltid gjort!”
- Individen före företaget
- En bockningsoperatör

Att förbättra kommunikationen mellan avdelningarna är en förutsättning för en bättre slutprodukt och mindre dubbelarbete alternativt felarbete. För att uppnå detta bör man först och främst helt enkelt uppmuntra personalen att diskutera mellan de olika avdelningarna. För att stärka denna vilja att förändra bör initiativ tas för att regelbundna möten mellan avdelningar ska äga rum med obligatorisk närvaro. Detta för att företaget ska visa att man värdesätter denna dialog genom att åsidosätta tid för det.

Nästa steg är att se över placeringen av personalen. De fysiska avstånden har i vissa fall upplevts som en avskräckande faktor. I många fall skulle säkert telefon/videosamtal räcka långt medan i andra fall bör man omplacera personalen. Gällande rörverkstaden upplever jag ett behov att ha en konstruktör på plats som kan medverka i produktionen på flera sätt.

Eftersom ritningarna är automatiskt genererade är det inte alltid lätt att tolka materialet. Således torde det vara en stor tidsvinst att ha en konstruktör på plats som snabbt kan ge svar på eventuella frågor. Allra helst skulle man placera så många som möjligt så nära konstruktion som möjligt för att ännu fortare sammankoppla modell med verklighet.

Ett komplement till detta är att man skulle kunna sätta dit en dator i verkstaden där personalen själva kan undersöka och ta ut relevant information man söker. Det leder även in på nästa punkt, påverkan på andras arbete. Genom att ha en komplett modell kan personalen enkelt se hur deras utrymme förväntas se ut och vilka eventuella komplikationer som skulle kunna uppstå ifall man avviker från ritning. Man bör dock se till att personalen utbildas på hanteringen av denna dator så att modell brukas och tolkas på ett korrekt sätt.

Vidare för att förstärka innebörden av varandras påverkan bör man hålla kontinuerliga möten där man påvisar brister, redovisar siffror som påvisar den ekonomiska påverkningen och förslag på förbättringar. Det är hela tiden viktigt i allt arbete att det finns utrymme för att sträva efter förbättringar.

Att man frekvent möter uttrycket "Så här har vi alltid gjort!" är ett bevis på raka motsatsen. Detta beteende bör motarbetas och man bör istället ställa frågan, "Varför gör vi så här?" och fortsätta ifrågasätta tills man når grunden och sedan se över om det kan göras på ett bättre sätt. Detta för att ge ett optimalt resultat utefter förutsättningarna.

Ett sätt att öka medvetenheten är att sätta upp affischer med olika frågeställningar, "Varför gör vi så här?", "Kan detta bli bättre?" och så vidare. Förslagsvis implementerar man detta på ett låtsamt och skojfriskt sätt så att personalen inte ska uppleva det som en stress att hela tiden leverera ett steg högre. Men genom att lägga orden i mun så kan förhoppningsvis den nya mentaliteten ta form.

Genom just affischering kan man väcka tankar och funderingar. Genom att trycka orden "Företaget är inte starkare än sin svagaste länk" kan väcka

tanken för den medarbetare som fallit i slentrian att man faktiskt bör se över sin prestation och inställning till sitt arbete. Än en gång känner jag det viktigt att påpeka att man bör utföra detta i positiv anda så man inte sätter en känsla av att man arbetar på ett arbetsläger med propaganda på väggarna.

Avslutningsvis bör man se över antalet bockningsoperatörer och deras aktuella kunskap. Att använda sig av en enda är givetvis en begränsning samtidigt som det är en tillgång av erfarenhet. En idé är att man har någon form av rotationsschema för vem som utför bockningsoperationerna vid olika tillfällen.

3.3.2 Konstruktion

Följande punkter påpekades;

- Komponenters representation i modellen
- Måttsättning
- Vyplacering

Ett stort återkommande fel är att komponenternas representation i modellen är felaktig. Troligtvis beror detta på nya upplagor av komponenterna. Att gå igenom samtliga komponenter för kontroll är orimligt men däremot bör man säkerställa att de fel som hittas återkopplas och korrigeras samt sätta rutiner för framtida komponenter.

Man bör alltså på något sätt säkerställa att ingående komponenter i en ritning är korrekt återgivna för att möjliggöra en korrekt modell. Det säger sig självt att om någon del är återgiven med fel mått så kommer övriga mått bli felaktiga. Det är alltså viktigt att säkerställa att modellen är korrekt för att kunna förtillverka.

På programvarunivå bör man se till att man använder sig av en programvara som medger systemskeppshantering. Med detta menas att man ska kunna arbeta i en modermodell som grund med egenskaper som ärvs ner till till det individuella skepp man arbetar med. I praktiken innebär detta att man i exempelvis en serie av fem båtar bygger en grundmodell och sedan skapar systemmodeller till denna som utformas efter den båtens specifika utrustning.

När det kommer till måttsättning och vyplacering bör man sätta en standard för detta. Denna standard ska följa de krav som rörverkstaden ställer. Det man behöver göra är att få röret positionerat lodrätt eller vågrätt på ritningen. Därefter tillämpas standard europeisk vyplacering. Därefter ska röret måttsättas vågrätt och lodrätt. Detta för att det ska vara enklare att läsa ritningen och göra korrigeringar i xyz-tabellen när röret väl ska bockas. Mått som är angivna längsgående röret är således inte brukbara.

Avslutningsvis bör man även se över referenspunkter för montering. Det fanns skräckexempel på monteringsanvisningar som hade en referenspunkt tiotalmeter ifrån den plats objektet skulle monteras. Förslagsvis bör man säkerställa att rummet är av korrekt volym och sedan referera till det för lättare mättagning.

3.3.3 Konstruktion/Produktion

Följande punkter påpekades;

- Återkoppling till modell
- Förändring av verkligheten

Under denna punkt har man väldigt stor nytta av tidigare tanke om att ha en konstruktör positionerad i rörverkstaden. Genom detta så ska man enkelt kunna återkoppla de förändringar som sker i båten till modellen så att den är korrekt inför kommande projekt samt inför kommande uppgraderingar och service. Detta för att slippa göra om samma jobb flera gånger. Den tid det tar att bygga om modellen bör kunna räknas igen med den tidsbesparing som ligger i framtiden. Om detta inte är sant bör man undersöka hur man arbetar i modellen eftersom att skapandet av ett passrör är ett tidsödslande arbete.

Även under pågående arbeten bör man rita om modellen. I de fall där man exempelvis flyttat ett objekt en viss sträcka bör man rita om modellen utefter dessa förutsättningar så att det är möjligt att förtillverka.

I gränslandet mellan olika avdelning bör man skapa någon form av kravspecifikationer. Dessa ska innehålla vad man önskar ta emot samt lämna från respektive avdelning. Det bör även finnas en vision för vad man vill uppnå i framtiden. Dessa bör kontinuerligt revideras under återkommande möten mellan avdelningarna. Ett exempel på detta är att man i dagsläget vill

ha rörskisser med lod- och vågräta mått samt en xyz-tabell. Visionen för framtiden är att överföra bockningsdata digitalt.

3.3.4 Produktion

Följande punkter påpekades;

- Säkerställa att ritningar efterföljs
- Bättre mätinstrument

Det viktigaste arbetet i produktionen är att säkerställa av ritningarna efterföljs. Eftersom den största förutsättning för förtillverkning är rätt sak på rätt plats är det viktigt att man har utrustning som medger hög precision. Varje arbete bör säkerställas efter slutförande för att garantera att näste man på plats jobbar efter rätt förutsättningar. Om förändring av någon anledning måste ske bör detta rapporteras så att korrigeringar i modellen kan ske.

Vidare bör man även undersöka marknaden efter en mätutrustning anpassad för förtillverkning av rör. Idag lägger man lång tid på mätning ombord för att passa in röret, ett arbete som ofta sker i flera steg. Istället bör man finna en metod som mäter upp det tänkta röret en gång ombord för att sedan tillverkas och monteras. Detta bör vara möjligt med någon form av mall och mätutrustning.

3.4 Tolerans

Ett flertal olika observationer gällande tolerans har gjorts. Eftersom arbetet sker i flera olika steg finns det flera olika toleranser att prata om. Den tolerans jag kom närmast kontakt med var byggtoleransen. Tyvärr gjordes ingen djupgående undersökning men observationerna som gjordes indikerar en väldigt låg byggtolerans, runt storleksordningen ± 1 mm beroende på hur röret skulle tillverkas. Oftast var den lägre än så.

Detta sammantaget med den tidigare nämnda monteringtoleransen på $\pm 1-2$ mm ger en sammantagen tillverkningstolerans på $\pm 2-3$ mm. Beroende på rörlängden så säger personalen att en avvikelse på ± 5 mm är okej. Det vill

säga att så länge röret inte avviker mer än 5 mm så kan man oftast få röret att passa ändå beroende på omgivning och infästning.

Således bör det inte vara någon fara för förtillverkningen att arbeta med tumstocken enligt det arbetssätt som finns idag. Däremot är det en stor tidsförlust att arbeta på detta sätt.

4 Förslag till vidare studier

De punkter som berördes i kapitel 3 är;

Personal

- Förbättra kommunikationen mellan avdelningarna
- Placeringen av personal
- Påverkan på andras arbete
- Få bort uttrycket ”Så här har vi alltid gjort!”
- Individen före företaget
- En bockningsoperatör

Konstruktion

- Komponenters representation i modellen
- Måttsättning
- Vyplacering

Konstruktion/Produktion

- Återkoppling till modell
- Förändring av verkligheten

Produktion

- Säkerställa att ritningar efterföljs
- Bättre mätinstrument

Samtliga av dessa punkter är föremål för vidare studier. Dock finns det vissa punkter eller åtgärder som är viktigare än andra. Det finns tre punkter jag särskilt vill lyfta fram.

Först och främst måste man få ordning på modellen. Om man inte ens har klart för sig i teorin hur slutprodukten ska bli tror jag man får det svårt längs hela vägen att hålla tungan rätt i mun. Det blir även en väldig massa följdproblem som kostar tid och pengar. Det man bör göra är alltså att

säkerställa ett arbetssätt för framtagande av modell som säkerställer att denna är korrekt.

När väl detta är gjort bör man finna ett arbetssätt som säkerställer att utrymmen blir enligt modell. Detta innefattar framförallt tillverkningsmetoder, mätmetoder och arbetsmetoder.

Eftersom det är närmast en utopi att första och andra åtgärden blir till perfektion är kanske den tredje punkten den viktigaste att studera. Med detta menar jag att finna en effektivare arbetsmetod utefter förutsättningen att utrymmet inte är som förväntat. Förslagsvis bör man finna en mallutrustning som kan ge exakta data för tillverkning efter en mätning.

5 Referenser

1. <http://kockums.se/om-kockums/historia/> (2011-11-10)
2. <http://www.lean.org/whatslean/> (2011-12-15)
3. <http://www.herber.se/index.php/sv/hem> (2011-12-20)
4. http://aveva.ru/fileadmin/pdf/Tribon_M3_Brochure.pdf (2012-01-20)
5. <http://www.ptc.com/products/proe/wildfire4/index.htm> (2012-01-07)
6. <http://office.microsoft.com/sv-se/excel/> (2012-01-05)
7. <http://www.excel-vba.com/> (2011-12-20)

Bilaga 1 Vec-fil

4
0
0
0
0
4
1
0
168. 548336834655
0
4
2
0
360. 179862488242
73. 1194849944613
4
3
- 249. 281958958828
465. 723543216362
24. 2722790953851
4
4
- 249. 280368427484
866. 806722415515
24. 277030058644

Bilaga 2 Prg-fil

K394- 1E- 4212P21- J
3
325. 000
783

C: \Program Files\WinBoherber\Prog\CU57. tol
1
1
C: \Program Files\WinBoherber\Prog\CU57. mat
0
0
700
50
0
0
0
0
0
30
30
30
30
30
30
640
520
0
0
0
0
0
1. 20000004768372
100
147. 538
0
0
0
0
30
30
0
0
0
30
30
20. 885

0
0
30
30
0
1
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
100
0
0
0
0
30
30
108. 47
0
0
30
30
72. 832
0
0
30
30
0
1
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
114. 896
0
0
0
0
30
30
158. 522
0
0
30
30
67. 438

63
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0

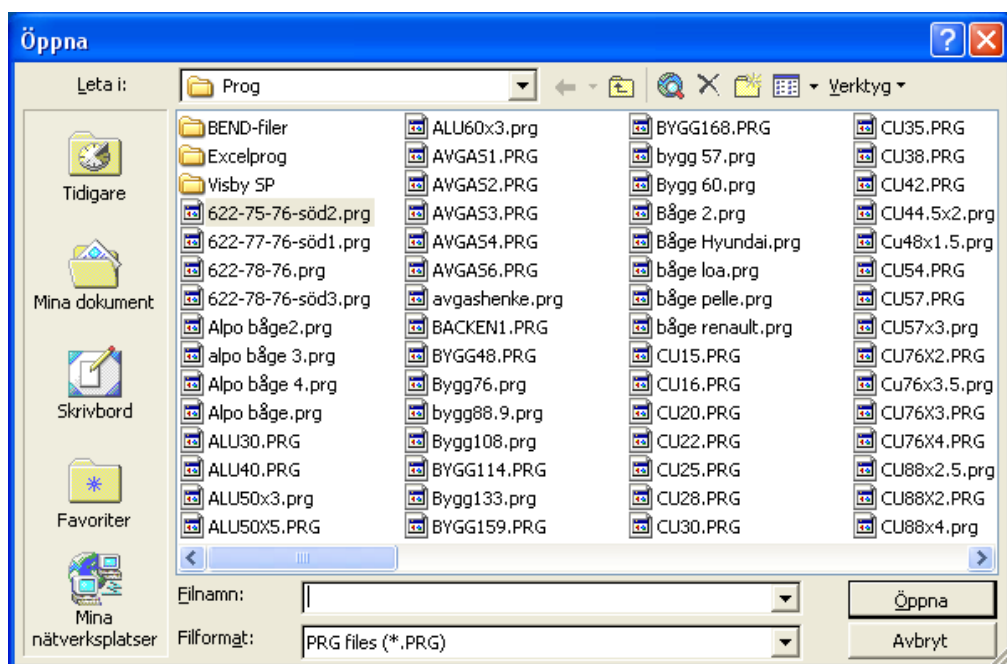
Bilaga 3 Bend-fil

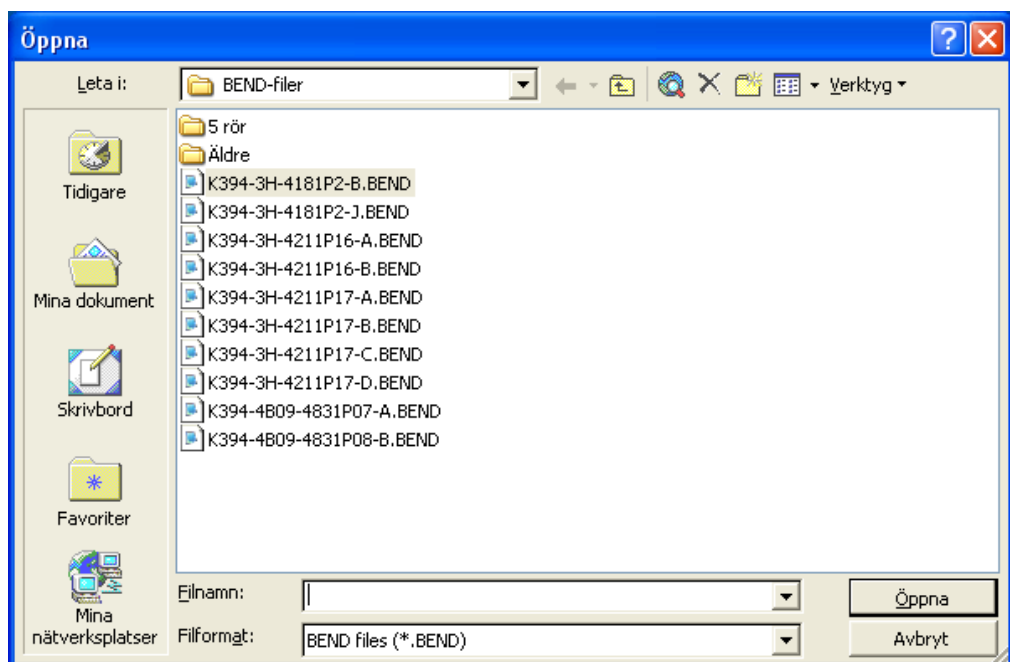
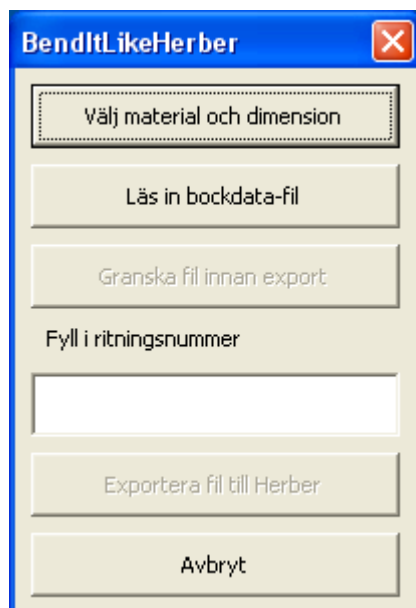
! Pipe Bending-data For Spool : K394- 1E- 4212P21- J

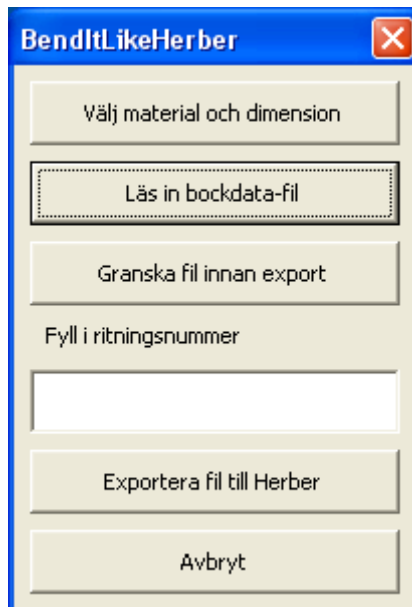
!-----							
! Mach	NoA	Dir	Odi a	B. Rad	Length	Act.	Operati on
1	9	1	12. 000	35. 000	783		
						1	(Feed) 147. 538
						3	(Bend) 20. 885
						2	(Turn) 108. 470
						1	(Feed) 100. 000
						3	(Bend) 72. 832
						2	(Turn) 158. 522
						1	(Feed) 114. 896
						3	(Bend) 67. 438
						1	(Feed) 325. 000

Bilaga 4 BendItLikeHerber

Följande är skärmdumpar från det skapade programmet.







Microsoft Excel - Bockprogram v1.xls

Arkiv Redigera Visa Infoga Format Verktyg Data Fönster Utöpp

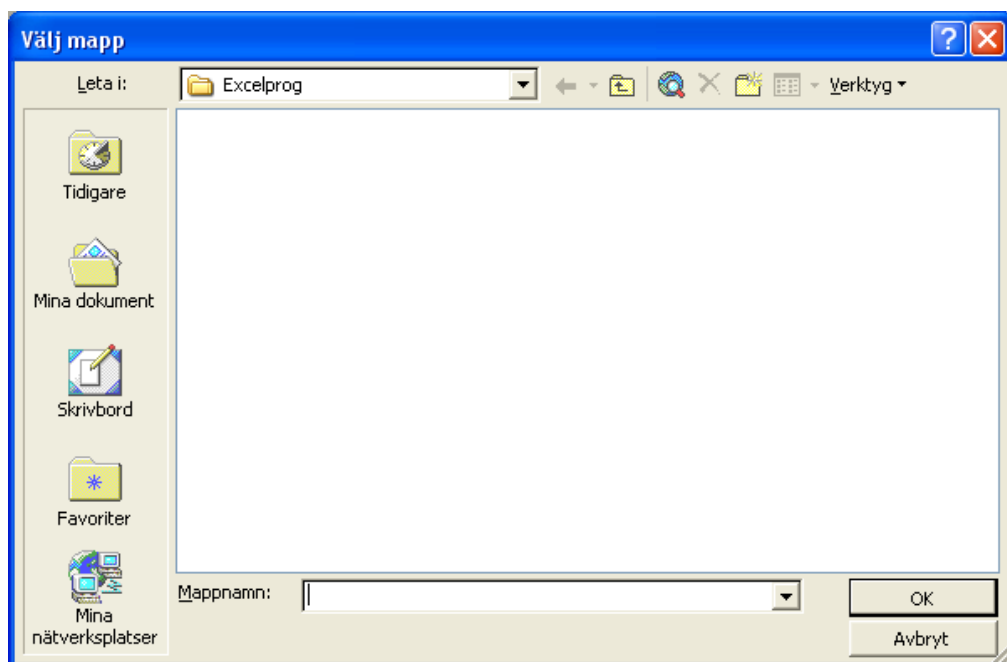
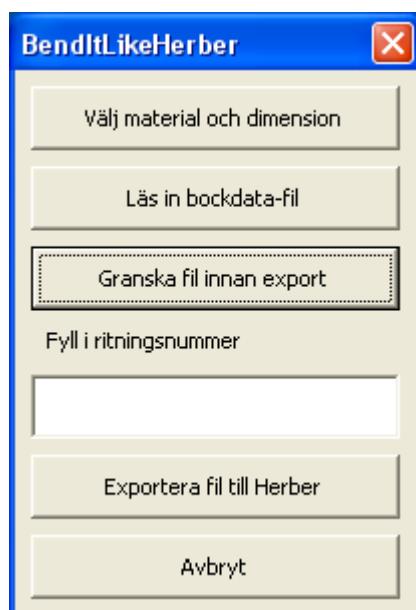
100% Anal

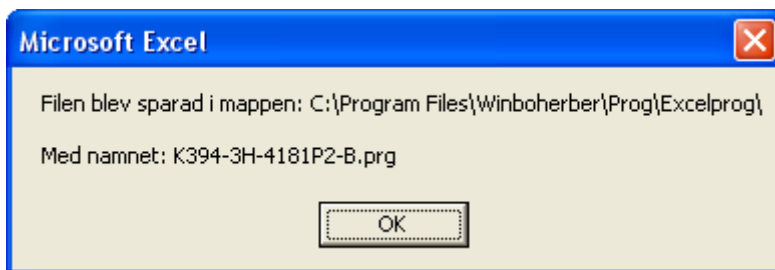
	A	B	C	D	E
1	K394-3H-4181P2-B	Ritningsnummer			
2	2	Antal Bockar			
3	650 000	Sista raksträckan			
4	2100	Rörängd			
5		MaterialRördimension			
6		Verktysnummer			
7		KopplingsStånd A och BÄndformning			
8		Säkerhetsrisker			
9		Anmärkningar			
10		Noteringar			
11	C:\Program Files\WinBoherber\Prog\CU08 tol	Inställningar för bockningsverktyg			
12	1	Verktysnivå			
13	1	Laddningsnivå			
14	C:\Program Files\WinBoherber\Prog\CU08 mat	Materialinställningar			
15	0	Bockningstyp			
16	0	Bockningsrörläng			
17	600	Hämtläge			
18	50	Hastighet till hämtläget			
19	0	Nollpunkt			
20	0	Sid. Pos vid längdmätning			
21	0	Position			
22	0	Vridning			
23	0	Vridstart			
24	30	30			
25	30	30			
26	30	30			
27	30	30			
28	30	30			
29	30	30			
30	600	Stödskena totallängd			
31	620	Stödsko totallängd			
32	0	Arvänderbar längd			
33	0	0			
34	0	0			
35	0	0			
36	0	0			
37	1	Returkorrektion			
38	100	Vridpos/längd pos			
39	170	Längd			
40	0	Korrektion E			
41	0	EL			
42	0	Korr. ändläge			
43	0	Korr. mätb.			
44	30	Hast			
45	30	Acc			
46	0	Vridning			
47	0	Korrektion E			
48	n	Korr. mätb.			

Markera här innan du klickar på knappen nedan!

Tillbaka till program

MASTER





Nedan följer korta beskrivningar på vad respektive modul gör i mitt bockningsprogram följt av koden som används i programmet. Alla moduler kommer inte att redovisas utan visas enbart i syfte för att visa programmeringen bakom i stora drag.

Bendfil-modul

Detta utdrag visar den kod som läser in bend-filen och skriver in informationen i en kolumn på ett datablad i Excel.

```
Public radnummer As Integer

Sub bendfile()

'Öppna BEND-filen för bockningsdata
ChDir ("C:\Program Files\Winboherber\Prog\BEND-filer")
file = Application.GetOpenFilename("BEND files (*.BEND),
*.BEND")
'Om användaren avbryter
If file = False Then

    ontop
    Exit Sub
End If

Open file For Input As #1
i = 2
Range("R1").Value = file

While Not EOF(1)
Input #1, entireline
Range("R" & i) = entireline
i = i + 1
Wend
Close #1

'Data finns i filen
'Bara filnamn
```



```

p = Range("R2").Value
o = Len(p)
Filename = Right(p, o - InStr(1, p, ": ") - 1)
Range("A1").Value = Filename

NumBend = 0
For j = 10 To 50000 Step 2
If j = 10 Then
    Range("A4").Value = Range("R" & j).Value
End If

If Left(Range("R" & j).Value, 6) = "(Bend)" Then
    NumBend = NumBend + 1
End If

If Range("R" & j).Value = "" Then
Range("A2").Value = NumBend
GoTo hit
End If
Next j
hit:

'Bockningssekvens
radnummer = 39
For k = 11 To (Range("R6").Value * 2 + 7) Step 2

'Turn
turnpos = 8
If Range("R" & k).Value = "2" Then
Turn1 = Range("R" & k + 1).Value
Worksheets("BOCK").Range("A" & turnpos).Value = Range("R" & k
+ 1).Value
Turn1 = trimma(Worksheets("BOCK").Range("A" & turnpos).Value)
Worksheets("BOCK").Range("A" & turnpos).Value = Turn1

End If

'Feed
feedpos = 1
If Range("R" & k).Value = "1" Then
Feed1 = Range("R" & k + 1).Value
Worksheets("BOCK").Range("A" & feedpos).Value = Range("R" & k
+ 1).Value
Feed1 = trimma(Worksheets("BOCK").Range("A" & feedpos).Value)
Worksheets("BOCK").Range("A" & feedpos).Value = Feed1
End If

```

```

'Bend
bendpos = 13
If Range("R" & k).Value = "3" Then
Bend1 = Range("R" & k + 1).Value
Worksheets("BOCK").Range("A" & bendpos).Value = Range("R" & k
+ 1).Value
Bend1 = trimma(Worksheets("BOCK").Range("A" & bendpos).Value)
Worksheets("BOCK").Range("A" & bendpos).Value = Bend1

'Kopiera Turn1, feed1, bend1 samt text till filen
Worksheets("BOCK").Range("A1:A28").Copy Destination:=Range("A"
& radnummer)
Worksheets("BOCK").Range("B1:B28").Copy Destination:=Range("B"
& radnummer)
radnummer = radnummer + 28

'Nollställa BOCK sheet
Worksheets("BOCK").Range("C1:C28").Copy
Destination:=Worksheets("BOCK").Range("A1")

End If

Next k

'Hämta sista raksträckan
Range("A3") = Range("R" & Range("R6").Value * 2 + 10)
sistarak = trimma(Range("A3").Value)
Range("A3").Value = sistarak

'XYZ
antalxyz = NumBend + 2
For m = 1 To antalxyz

Worksheets("XYZ").Range("A1:A3").Copy Destination:=Range("A" &
radnummer)
Worksheets("XYZ").Range("B1:B3").Copy Destination:=Range("B" &
radnummer)

radnummer = radnummer + 3

'Nollställa XYZ sheet
Worksheets("XYZ").Range("C1:C3").Copy
Destination:=Worksheets("XYZ").Range("A1")

Next

'BOOSTER
antalbooster = NumBend + 1

```

```

For n = 1 To antalbooster

Worksheets("BOOSTER").Range("A1:A7").Copy
Destination:=Range("A" & radnummer)
Worksheets("BOOSTER").Range("B1:B7").Copy
Destination:=Range("B" & radnummer)

radnummer = radnummer + 7

'Nollställa BOOSTER sheet
Worksheets("BOOSTER").Range("C1:C7").Copy
Destination:=Worksheets("BOOSTER").Range("A1")

Next

'EXTRA
Worksheets("EXTRA").Range("A1:A11").Copy
Destination:=Range("A" & radnummer)
Worksheets("EXTRA").Range("B1:B11").Copy
Destination:=Range("B" & radnummer)
radnummer = radnummer + 11

'Nollställa EXTRA sheet
Worksheets("EXTRA").Range("C1:C11").Copy
Destination:=Worksheets("EXTRA").Range("A1")

bendit.CommandButton3.Enabled = True
bendit.CommandButton4.Enabled = True

ontop

End Sub

```

Export-modul

Följande modul är exporteringsalternativet. Denna kod frågar efter var filen ska läggas och vad den ska döpas till. Sedan startar denna en funktion som skriver den faktiska filen med önskat namn till önskad destination.

```

Sub export()

'Katalog för output samt filnamn

folder = SelectFolder("C:\Program
Files\Winboherber\Prog\Excelprog\")

```

```

If folder = "" Then

    ontop
    Exit Sub

End If

folder = folder & "\"
file = Range("A1").Value & ".prg"
If bendit.TextBox1.Text <> "" Then
file = bendit.TextBox1.Text & ".prg"
Range("A1").Value = bendit.TextBox1.Text
End If

'Exportera till fil

Worksheets("MASTER").Range("A1:A" & radnummer).Select
ExportToTextFile FName:=(folder & file), Sep:=";", _
    SelectionOnly:=True, AppendData:=False

MsgBox ("Filen blev sparad i mappen: " & folder & vbCr & vbCr
& "Med namnet: " & file)

quit
End Sub

```

Prgfil-modul

Denna modul öppnar tidigare prg-filen för att definiera material och verktyg.

```

Sub prg()

'Öppna PRG-filen för startdata
ChDir ("C:\Program Files\Winboherber\Prog")
file = Application.GetOpenFilename("PRG files (*.PRG), *.PRG")
'Om användaren avbryter
If file = False Then

    ontop
    Exit Sub

End If

Open file For Input As #1
i = 1
For j = 1 To 38

Line Input #1, entireline

```

```
Range("T" & i) = Trim(entireline)
i = i + 1

Next
Close #1

'Skriv in gammal data i A samt kopiera info från START
Range("T5:T38").Copy Destination:=Range("A5")
Worksheets("START").Range("B1:B38").Copy
Destination:=Range("B1")

bendit.CommandButton2.Enabled = True

ontop

End Sub
```

Bilaga 5 Herber CNC 90





Sektionen för Ingenjörsvetenskap, Avdelningen för Maskinteknik
Blekinge Tekniska Högskola, Campus Gräsvik
371 79 Karlskrona

Telefon: +46 455-38 55 02
Fax: +46 455-38 55 07