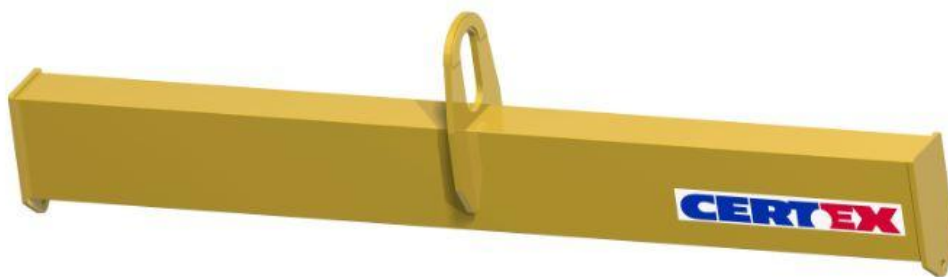




EXAMENSARBETE | THESIS



## PARAMETRISERING AV LYFTOK

Marcus Cedergren/ Bo Nilsson  
CAD-teknikerprogrammet, 120hp  
Högskolan i Halmstad

Handledare  
Håkan Petersson

Halmstad den 2012-05-22

## Förord

Under våren 2012 utförde vi i samarbete med företaget CERTEX ett examensarbete på 7,5 högskolepoäng. Ett projekt inom det område i Computer-aided Design (CAD) som vi båda finner att vara det som bidragit till mest praktisk nytta under vår studietid. Examensarbetet har bidragit till en bredare kompetens inom konstruktionens värld och detta är tack vare att CERTEX kunde bidra med det perfekta examensarbetet för oss.

Framförallt vill vi tacka följande personer.

### Handledare

Martin Kolhäger	CERTEX
Håkan Petersson	Högskolan i Halmstad

Vi vill även tacka alla anställda på CERTEX i Varberg



Marcus Cedergren

cadtekniker@gmail.com  
0702-14 88 94



Bo Nilsson

cad.tekniker.hh@gmail.com  
0738-90 27 07



## Sammanfattning

Examensarbetet genomfördes tillsammans med företaget CERTEX.

CERTEX är ett företag placerat i Varberg men med kontor över hela Europa som levererar lyfthjälpmiddel till alla tänkbara kunder. Företagets huvudsakliga område är att leverera ställinor, vajrar och lyftredskap, men bidrar även med all underhåll och service relaterad till deras produkter.

CERTEX i Varberg specialiserar sig på kundanpassade produkter, en av dessa produkter är lyftok. I dagsläget väljer företaget att inte konstruera upp varje enskilt lyftok utan väljer att lägga denna arbetsuppgift på företagets kompetenta svetsare.

Konstruktörer tar med hjälp av en tabell fram vilka dimensioner de olika delarna av lyftoket skall ha och lämnar dessa till företagets svetsare som av erfarenhet vet hur lyftoket skall byggas.

Tillsammans med konstruktionschefen Martin Kolhäger fann vi att detta var ett problem som inte hade fått någon bra lösning.

Det optimala hade varit om det fanns en lösning som gjorde dessa lyftok oerhört enkla att konstruera upp och få måttsättningsritningar på, detta hade frilagt både konstruktörerna och svetsarna och företaget hade kunnat lägga tillverkningsbiten på andra företag.

Vår uppgift blev att ta fram en konfigurator som med indata belastning och längd själv kunde konstruera upp sammanställning, del och måttsättningsritningar av lyftoket.

Projektet innefattar till huvudsak Knowledge Based Engineering (KBE) och Computer Aided Design (CAD).

KBE är i sig en arbetsmetod och vi anser den som mycket passande att arbeta i.

## Summary

The thesis was conducted in collaboration with the company CERTEX.

CERTEX is a company located in Varberg Sweden, with offices located across all of Europe and provides lifting (aids, gear or devices) to all potential customers.

The company's main occupation is to supply steel wire rope, wire ropes and lifting equipment, but they do also assist with all kind of maintenance and services related to their products.

CERTEX in Varberg specialize on custom products, one of these is lifting beams.

In the current situation the company chooses not to build up each lifting beam digital instead they choose to put the responsibility to their skilled welders.

The design engineers dimension the size of the lifting beam with help of a dimensioning chart and hand the rest of the job to the welders who with their knowledge and skills know how to build it from there.

In collaboration with the design engineer manager at CERTEX Varberg, we found that this was not an optimal solution.

The ideal solution would be one that made the lifting beams easy and fast to build up digitally so the company could free both their engineers and the welders from the work, making it possible to lay the production on other companies.

Our task would be to develop a configurator that could build up these lifting beams digital with the input load and length.

The project mainly includes Knowledge Based Engineering (KBE) and Computer Aided Design (CAD) as working methods.

KBE is in itself a method of work and we consider both KBE and CAD very suitable tools to use when performing this kind of project.

## Innehållsförteckning

Inledning.....	1
Bakgrund .....	1
Syfte.....	1
CERTEX.....	1
Frågeställning .....	2
Avgränsningar.....	2
Metod.....	3
Projektets metoder .....	4
Resultat.....	7
Diskussion.....	8
Slutsatser .....	12
Referenser .....	13
Bilagor.....	14
Bilder på lyftok 6600 .....	14

# Inledning

## Bakgrund

I den här rapporten visas vårt examensarbete på 7,5 hp på Cad-teknikerprogrammet vid Högskolan i Halmstad. Projektet har gett oss möjligheten att tillämpa de kunskaper som högskolan har bidragit med under vår utbildning.

Projektet har utförts tillsammans med företaget CERTEX i Varberg.

## Syfte

Eftersom CERTEX i Varberg ägnar sin verksamhet åt kundanpassning så får de i dagsläget konstruera upp deras produkter i en sammanställning unikt för varje kunds önskemål.

Detta upplever företaget inte är en optimal lösning då det är mycket tidskrävande för företagets kompetenta konstruktörer. Detta har lett till att företaget i dagsläget väljer att inte konstruera upp enskilda lyftok utan förlitar sig på företagets kompetenta svetsare som med deras erfarenhet vet hur lyftoket skall tillverkas.

Syftet är att skapa en konfigurator som med indata "Belastning" samt lyftokets "Längd" själv konstruera upp både sammanställningsritningar och måttsättningsritningar i Autodesk Inventor. Målet är att företagets konstruktörer snabbt ska kunna konstruera upp dessa lyftok samt skriva ut de nödvändiga ritningarna för tillverkning och sedan lägga tillverkningen på utomstående företag.

## CERTEX

CERTEX är den ledande koncernen i Europa vad det gäller att leverera ställinor och lyftredskap med hjälp av ett brett sortiment och skräddarsydda lösningar.

CERTEX Svenska AB ingår i CERTEX division som har 45 avdelningar i 11 olika länder, CERTEX är en del av AxLoad, ett företag inom Axel Johnson Gruppen.

I Sverige har CERTEX 5 avdelningar, vi har fått möjlighet att sammarbeta med företagets avdelning i Varbergs som specialiserar sig på kundanpassade lösningar. Här konstrueras, tillverkas, testas och certifieras de olika lyftoken allt efter kundens önskemål. Medan de andra avdelningarna som finns placerade Stockholm, Göteborg, Malmö och Jönköping inriktar sig på försäljning, tillverkning och underhåll.

## Frågeställning

Syftet med projektet är att skapa en konfigurator som underlättar konstruktionen av lyftok för CERTEX. Konfiguratoren kommer endast vara byggd som så att den kan användas till två typer av lyftok som CERTEX levererar.

Målet med projektet har varit att med metoden KBE konstruera upp denna konfigurator i samarbete med CERTEX i Varberg.

Frågeställningar som projektet har syfte till att besvara:

1. Vilken metodik kan användas för att bygga en användarvänlig konfigurator där dimensionerna och belastningsgränserna enkelt kan anpassas efter önskemål ?
2. Innehåller Autodesk Inventor alla nödvändiga funktioner för att kunna bygga konfiguratorer ?

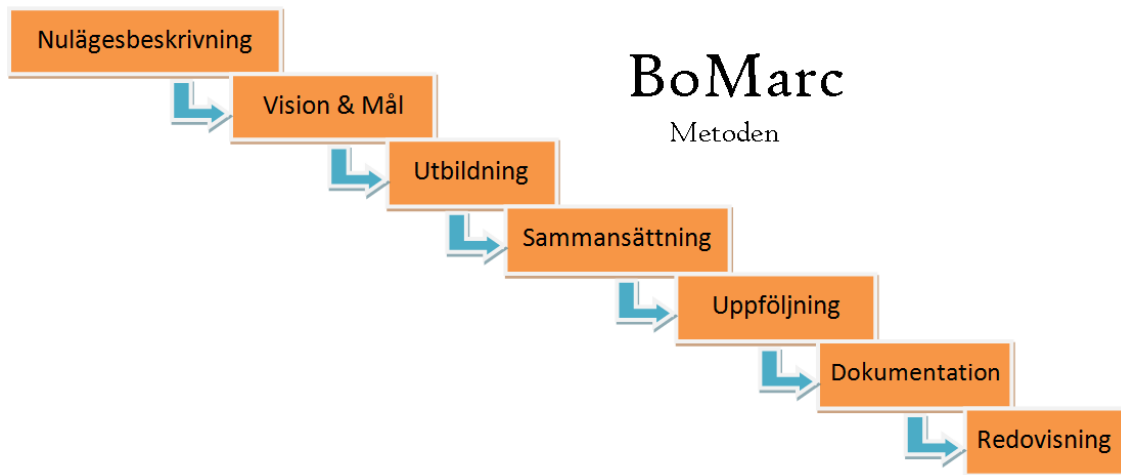
## Avgränsningar

Avgränsningar som definierar projektet är att vi endast avser att bygga konfiguratorer för två av CERTEX lyftok. Detta är baserat på vad vi och vår handledare anser är relevant för kursens storlek, samt att CERTEX ser det som mycket positivt om vi hinner konstruera mer än en konfigurator.

Vi avser att skapa vår konfigurator i Excel med metoden KBE, detta på grund av programmets breda användningsområde samt de goda möjligheterna till användarvänlighet för företaget.

Syftet är att sedan tillämpa konfiguratoren i CAD-systemet Autodesk Inventor, detta är CAD-systemet som CERTEX använder sig av och projektet är endast relevant för deras del om det genomförs i Inventor.

## Metod



- 1. Nulägesbeskrivning**  
Projektets omfattning diskuteras i samordning med alla inblandade
- 2. Vision & Mål**  
Ett syfte och ett mål med hela projektet diskuteras fram och ett schema fastställs
- 3. Utbildning**  
Nödvändig kompetens som krävs för att genomföra projektet studeras
- 4. Sammansättning**  
Kunskap, projektdefinition och utbildning sammanfogas och projektet skapas
- 5. Uppföljning**  
En diskussion om projektet i helhet med fokus på genomförande och upplägg genomförs
- 6. Dokumentation**  
Rapport och presentationer skapas
- 7. Redovisning**  
Projektet presenteras för t.ex. företag, lärosäte och de som varit involverade i projektet.

Metoden hålls samman av en ständig dialog, reflektion och planering med alla involverade, detta för att hålla alla inom projektet väl informerade om projektets framsteg.



## Projektets metoder

Projektet styrs i huvudsak av två olika metoder.

1. BoMarc metoden
2. Knowledge Based Engineering

BoMarc metoden valde vi själva att skapa då vi ej lyckades finna en annan metod som passade in på vårt projekt. De vanligaste metoderna som vi blivit utbildade inom syftar ofta på att utveckla eller skapa produkter. Vårt projekt skiljer sig som så att vi istället tillhandahåller med kompetens till ett företag där en del av projektet är att utbildas för att kunna leverera ett bättre resultat.

På grund av detta valde vi efter feedback från vår handledare att skapa BoMarc metoden.

Metoden vi använde för att skapa vår konfigurator kallas KBE och förkortningen står för Knowledge Based Engineering. Metoden bygger på att man ska konstruera smartare CAD filer där det man konstruerar definieras av parametrar och regler istället för fasta mått.

Syftet med metoden är att man skall kunna använda samma digitala detalj till flera saker igenom att med olika indata ändra hela dess struktur. Nackdelen med metoden är att det tar något längre tid att skapa en konstruktion första gången än vad det hade tagit att göra den traditionellt sett, men denna extra tidsåtgång tjänar man snabbt igen om man kan bygga och använda KBE filer.

Att skapa och göra ändringar i KBE filer kräver utbildning inom området men att använda KBE filer är tänkt att vara tillgängligt för alla som kan CAD-programmets mjukvara.

### *Exempel:*

Tänk dig att du skall rita upp en legobit digitalt i ett CAD-system.

Du börjar med en ritning som definierar formen på legobitens grundstruktur och måttsätter den så som just denna legobit skall se ut, låt oss säga 20x20millimeter

Sedan extruderar du din grundstruktur 20 millimeter så du får en tredimensionell form och arbetar vidare till du har den form som uppgiften kräver.

Om du jobbar dagligen med detta kommer det inte dröja länge innan du får som uppgift att konstruera upp en ny legobit, vi säger att den nya legobiten skall ha måtten 30x20x100 millimeter.

Så du börjar om från början och konstruerar den precis som du gjorde första gången.

Detta är en ganska tidskrävande process som är mycket vanlig i konstruktionsvärlden.

Om man istället skulle använda sig av KBE skulle man istället för att måttsätta sin konstruktion koppla alla mått till olika parametrar och regler.

Dessa parametrar kan man i sin tur koppla till ett Excel dokument som vi har valt att göra i vårt projekt.

Detta skulle för konstruktören som sitter och ritar legobitar betyda att han endast skulle öppna ett Excel blad han skapat och mata in de nya värdena 30x20x100.

Den digitala CAD filen uppdateras nu automatiskt och uppgiften är löst på några sekunder.

### **Vår konfigurator är tänkt att fungera enligt följande:**

1. Konstruktören matar in i Excel-konfiguratorn den maximala belastning som lyftoket får utsättas för, även den längd som är tänkt för lyftoket.
2. Excel-filen väljer automatiskt bland 20 olika konfigurationer vilken konfiguration som bäst uppfyller kraven för belastning och längd som konstruktören matat in under det första steget.
3. När konfiguratorn har valt ut vilken konfiguration som ska gälla så styr detta i sin tur 58st olika parametrar som definierar lyftokets uppbyggnad.
4. Konstruktören öppnar nu upp Inventorfilen och uppdaterar sammanställningen av lyftoket med ett knapptryck, hela konstruktionen dimensioneras nu exakt efter konfigurationen som valts.
5. Enskilda ritningar och måttsättningsritningar uppdateras enhetligt med resten av konstruktionen.
6. Lyftokets måttsättningsritningar är färdiga och hela konstruktionen är klar för att lämnas till produktion.

## *Excel*

Användandet av Excel har varit en mycket viktig del av vår uppbyggnad av konfiguratorn.

Microsoft Office är mycket vanligt ute bland företag i Sverige och detta bidrar till att de flesta har grundläggande kunskaper i Microsoft Office-paket.

Excel är också vanligt att använda sig av när man bygger ihop en konfigurator.

De flesta som är utbildade inom KBE vet fördelarna med att använda sig av Excel samt hur man tillämpar dessa i CAD.

Med hjälp av Excel kan man bestämma alla de olika angivna mått som de olika komponenterna ska kopplas till. Som vi nämnde tidigare så bygger en KBE-fil på parametrar och inte fasta mått.

Det är med hjälp av en Excel-fil som man kan koppla dessa parametrar till den digitala konstruktionen och där agerar parametrarna som mått.

Alla parametrars värde styrs av konfiguratorns olika regler.

## Resultat

Med hjälp av programvaror, metoder som KBE, Autodesk Inventor, Excel och den kompetens som våra studier på CAD-teknikerprogramet i Halmstad har bidragit med har vi skapat en komplett konfigurator för CERTEX lyftok 6600 och 6610.

Lyftoken är uppbyggda med en hög balk som kropp, på den svetsats ändplåtar i vardera ände som har varsin lyftpunkt i nederkant där det sitter placerat ett lyftschakel och centrerat på balkens ovansida sitter en lyftplåt fastsvetsad som har olika förstärkningar i lyftöglan baserat på lyftokets olika dimensioner.

Lyftok 6600 innehåller upp till sex komponenter till skillnad från 6610 som innehåller minst sex komponenter eller fler beroende på att lyftok 6610 skiljer sig från 6600 då den är konstruerad för att kunna erbjuda kunden extra lyftpunkter på dess undersida.

Konfiguratorn kan med indata belastning och längd automatiskt skraddarsy fram den lösning som dimensionerar lyftoket efter dessa två krav. Den dimensionerar alla komponenter som uppgiften kräver och sammanställer dessa i en sammanställningsritning.

Efter ändrade indata belastning eller längd behöver man endast öppna upp vår Inventor fil och uppdatera sammanställningen så får man automatiskt det lyftok som uppfyller de krav som man matat in i vår Excel fil. En mycket snabbare lösning än vad CERTEX i dagsläget använder sig av gällande dessa lyftok.

Produkten har först modellerats i CATIA V5 i förberedande syfte för att sedan modelleras färdigt i Autodesk Inventor på plats hos CERTEX i Varberg.

## Diskussion

Idag finns det ett stort behov av att hitta snabbare lösningar på tidskrävande vardagligt konstruerande.

Det är allt för vanligt att konstruktörer fastnar i samma arbetsätt som dom alltid arbetat i.

Det är just därför vi tycker att det är viktigt att lyfta fram och visa fördelarna med att konstruera enligt KBE metoden, en bra metod att standardisera ett arbetsätt som sparar in mycket tid.

Vi talar för att KBE är ett av de mest effektivaste sättet för ett företag som fastnat för traditionel konstruering att spara både tid och pengar på att bygga smartare CAD-filer.

KBE är framtiden inom konstruering och det är just detta som gör vårt projekt intressant.

Med hjälp av KBE metoden har vi hjälpt CERTEX med ett vardagligt tidskrävande problem som dem haft, med vår användarvänliga lösning kan deras konstruktörer enkelt bygga upp lyftok 6600 samt 6610 digitalt.

Från första dag på plats i Varberg har vi fått mycket positiv respons från de anställda angående det projekt vi blivit tilldelade av deras konstruktionschef Martin.

Vi fick i uppgift att jobba i ett projekt där vi bidrog med vår kompetens och löste ett vardagligt problem åt ett företag istället för att skapa en produkt som många andra valt att inrikta sig på.

Redan från den stunden var det självklart att vi skulle välja det lite annorlunda projektet framför det vanligare alternativet.

Vårt projekt är viktigt för att vi har bidragit med ett resultat som CERTEX kommer använda dagligen och är mycket nöjda med, inte nog med det så har vi vuxit som konstruktörer under projektets gång och utbildat oss själva i ett nytt CAD-system.

Efter arbetat i både CATIA V5 och Autodesk Inventor har vi kompetensutvecklats inom KBE och lärt oss oerhört mycket genom att göra små enkla misstag för att sedan rättat till dem.

## Resultatdiskussion

Vår första konfigurator vi skapade var allt annat än användarvänlig och uppbyggd på ett mycket komplicerat sätt. Vi hade alla parametrar på en lång rad i Excel-arket under samma kolumn med 60 olika celler där varje cell innehöll en invecklad if-sats på upp till 400 tecken.

Skulle man vid något tillfälle behöva gå in och ändra något mått på någon detalj skulle man finna bladet mycket svårtolkat. Även med en manual hade detta varit en väldigt komplicerad uppgift.

C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC
Config	Bredd	Höjd	Tjocklek	Langdavigrag	lyftplat	LA	LB	LC	LD	LE	LF	LG	LH	LJ	LK	LL	LM	LS	LT	LU	LV	LW	LX	LY	Andplat	AA
#NAME?	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Bild 1

Efter feedback ifrån konstruktionschefen fick vi tänka om på nytt hur vi skulle kunna skapa en så användarvänlig konfigurator som möjligt.

Vi började med att se på vår gamla konfigurator för att undersöka vilka funktioner vår nya var tvungen att lösa.

Efter lite återkoppling och diskussion med uppdragsgivaren vår handledare på CERTEX kom vi fram till att det bästa vore att försöka efterlikna de ritningar dem har av lyftokens måttsättning idag.

Vi började med att rita upp en tabell som är precis identisk med den de använder i dagsläget och namngav alla unika konfigurationer.

På bilden nedan visas endast en liten del av denna tabell, censurerad enligt CERTEX önskemål.

Oklast (Ton)	0.5	1	2	3	4	5	6
Längd (Meter)							
1				X*X*X L-X -X/-X -X	X*X*X L-X -X/-X -X	X*X*X L-X -X/-X -X	X*X*X L-X -X/-X -X
2	X*X*X L-X -X/-X -X	X*X*X L-X -X/-X -X	X*X*X L-X -X/-X -X	X*X*X L-X -X/-X -X	X*X*X L-X -X/-X -X	X*X*X L-X -X/-X -X	X*X*X L-X -X/-X -X
3			X*X*X L-X -X/-X -X	X*X*X L-X -X/-X -X	X*X*X L-X -X/-X -X	X*X*X L-X -X/-X -X	X*X*X L-X -X/-X -X
4		X*X*X L-X -X/-X -X	X*X*X L-X -X/-X -X	X*X*X L-X -X/-X -X	X*X*X L-X -X/-X -X	X*X*X L-X -X/-X -X	X*X*X L-X -X/-X -X
5	X*X*X L-X -X/-X -X	X*X*X L-X -X/-X -X	X*X*X L-X -X/-X -X	X*X*X L-X -X/-X -X	X*X*X L-X -X/-X -X	X*X*X L-X -X/-X -X	X*X*X L-X -X/-X -X
6		X*X*X L-X -X/-X -X	X*X*X L-X -X/-X -X	X*X*X L-X -X/-X -X	X*X*X L-X -X/-X -X	X*X*X L-X -X/-X -X	X*X*X L-X -X/-X -X

Bild 2

Nästa steg av våran nya konfigurator blev en ruta där man matar in vilken konfiguration man bestämt sig för att använda samt lyftokets längd.

**GÖR SÅ HÄR !**

Välj konfiguration (De röda rutorna)

Mata in lyftokets längd i millimeter

Bild 3

Nästa del av konfiguratorn är alla unika mått för de olika detaljerna i lyftoket.

Alla mått är utplacerade precis som de är i de gamla tabellerna CERTEX använt sig av för att läsa av måtten för de olika detaljerna.

Även här tog vi hänsyn till att vi ville skapa en så pass användarvänlig konfigurator som möjligt.

Nedan följer ett censurerat exempel på hur en av dessa är uppbyggd.

Configuration	Höjd	Bredd	Tjocklek	Langdavsdrag	Lyftplat	Andplat	Ora
1	X	X	X	X	1	1	1
2	X	X	X	X	1	1	1
3	X	X	X	X	1	1	1
4	X	X	X	X	1	1	2
5	X	X	X	X	1	1	2
6	X	X	X	X	2	2	3
7	X	X	X	X	2	2	3
8	X	X	X	X	2	2	4
9	X	X	X	X	2	2	4
10	X	X	X	X	3	3	5
11	X	X	X	X	3	3	5
12	X	X	X	X	3	3	6
13	X	X	X	X	3	4	6
14	X	X	X	X	4	4	7
15	X	X	X	X	4	4	7
16	X	X	X	X	4	5	8
17	X	X	X	X	4	5	8
18	X	X	X	X	5	6	9
19	X	X	X	X	5	7	9
20	X	X	X	X	5	8	9

Bild 4

Den sista delen av konfiguratorn består av alla parametrar som behövs för att styra hela sammanställningen.

Varje parameter är uppbyggd av kommandot som kallas "Hitta rad", kommandot fungerar som så att excel själv hittar i tilldelade tabeller vilket värde den skall anta.

Vi tar som exempel koden som styr parametern "höjd".

Koden ser ut som följande : "=VLOOKUP(D14;A25:H45;2;FALSE)"

1. =VLOOKUP styr vilket kommando excel skall använda sig av, i detta fall kommandot som på svenska heter "Hitta rad".
2. D14 är den översta cellen på bild 3, alltså den cellen som tilldelas en konfiguration.
3. A25:H45 är alla rader man ser på bild 4, detta är räckvidden som kommandot skall anta värden ifrån.
4. 2 är den raden där alla värden för höjden finns.

Alltså kollar excel vilket värde höjden har på samma rad som den angivna konfigurationen är. Nedan följer en bild på hur designen ser ut där några av parametrarna ligger.

Parameter nam	Equation	Unit
Langd	2200	mm
Config	12	mm
Hojd	X	mm
Bredd	X	mm
Tjocklek	X	mm
Langdavsdrag	X	mm
Lyftplat	3	mm
Forstark	0	mm
LyftA	X	mm
LyftB	X	mm
LyftC	X	mm
LyftD	X	mm
LyftE	X	mm
LyftF	X	mm
LyftG	X	mm
LyftH	X	mm
LyftI	X	mm
LyftJ	X	mm
LyftK	X	mm
LyftL	X	mm
LyftM	X	mm
LyftS	X	mm
LyftT	X	mm
LyftU	X	mm
LyftV	X	mm
LyftW	X	mm
LyftX	X	mm
LyftY	X	mm
Andplat	3	mm
AndA	X	mm
AndB	X	mm
AndC	X	mm
AndD	X	mm
AndE	X	mm
AndF	X	mm



## Slutsatser

Detta examensarbete har syftat till att skapa en konfigurator för CERTEX lyftok 6600/6610 med metoden KBE.

Målet har varit att göra en så lättanvänd och användarvänlig konfigurator som möjligt så att CERTEX skall kunna ha möjlighet att ändra och lägga till konfigurationer i framtiden.

Projektet har skapats för att användas i Autodesk Inventor på CERTEX licenser.

Metoderna vi har använt oss av för att genomföra detta projekt har dels varit en egen metod för projektstruktur som vi själva tagit fram (BoMarc metoden) samt en metod för hur man skall strukturera konfiguratorer av denna typ, denna metod kallas KBE.

Efter att vi båda utbildat oss själva inom Autodesk Inventor samt provbyggt en konfigurator i CATIA V5 har vi med framgång skapat en fungerande och användarvänlig konfigurator för CERTEX lyftok 6600/6610.

## Referenser

Olsson, F. (1995). *Primärkonstruktion*.

Otto, K. and Wood, K.(2000). *Product Design*, Prentice Hall.

Ullman, D. (2003). *The Mechanical Design Process*, 4<sup>th</sup> ed., McGraw-Hill, New York.

Ulrich, K. and Eppinger, S.(2008). *Product Design and Development*, 4<sup>th</sup> ed., McGraw-Hill, New York

KBE (2012). <http://www.cad-design-engineering.com/Catia-design/KBE.php>

## Bilagor

### Bilder på lyftok 6600

