

Konstruktion av rullbockar för stansverktygsbyte

Anton Lindberg

Examensarbete för ingenjörsexamen (YH)

Utbildningsprogrammet för maskin-och produktionsteknik

Vasa 2019



EXAMENSARBETE

Författare: Anton Lindberg
Utbildning och ort: Maskin-och produktionsteknik, Vasa
Inriktningsalternativ: Maskinkonstruktion
Handledare: Kenneth Ehrström & Jan Lindberg

Titel: Konstruktion av rullbockar för stansverktygsbyte

Datum 15.4.2019 Sidantal 31 Bilagor 3

Abstrakt

Detta examensarbete har gjorts på uppdrag av AB Evomech Oy i Vasa. Examensarbetet har gått ut på att planera, konstruera och skapa en anordning i form av rullbockar som hjälpmedel för att utföra stansverktygsbyten vid ABB motors i Vasa.

I uppgiften ingick att utforma en säker och hållbar metod för stansverktygsbytet. Rullbockarna skulle utformas enligt de krav och önskemål som kunden hade. Målet var att leverera en komplett anordning till kunden som blivit CE-märkt enligt EU-direktiven.

I uppgiften ingick arbetsskeden som konceptgenerering, materialval, dimensionering, modellering, CE-märkning och FEM-analysering vilket involverade djupare studier angående dessa områden.

Resultatet av detta examensarbete blev ett par rullbockar enligt de förhandsbestämda kraven som togs i bruk genast.

Språk: svenska Nyckelord: konceptgenerering, produktutveckling, CE-märkning

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Anton Lindberg
Koulutus ja paikkakunta: Kone- ja tuotantotekniikka, Vaasa
Suuntautumisvaihtoehto: Koneensuunnittelu
Ohjaajat: Kenneth Ehrström & Jan Lindberg

Nimike: Rullatelineen rakentaminen meistin työkalun vaihtoon

Päivämäärä 15.4.2019 Sivumäärä 31 Liitteet 3

Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö on tehty toimeksiantona Ab Evomech Oy:lle Vaasassa. Opinnäytetyön tarkoituksena on ollut suunnitella, rakentaa ja luoda laite rullatelineen muodossa. Rullateline on luotu apuvälineeksi, jolla voidaan vaihtaa meistin työkaluja ABB Motorsilla Vaasassa.

Tehtävänä oli suunnitella turvallinen ja kestävä menetelmä meistin työkalujen vaihtamiseksi. Rullatelineet suunnitellaan asiakkaan vaatimusten ja toiveiden mukaisesti. Tavoitteena oli toimittaa asiakkaalle täydellinen laite, joka on CE-merkitty EU-direktiivien mukaan.

Tehtävään kuului eri työvaiheita, kuten konseptimuodostusta, materiaalien valintaa, mitoitusta, CE-merkintää ja FEM-analyysi, johon sisältyi syvempiä tutkimuksia näillä alueilla.

Tämän opinnäytetyön tuloksena oli rullatelineet, jotka olivat määriteltyjen vaatimusten mukaisia. Rullatelineet otettiin käyttöön välittömästi.

Kieli: ruotsi Avainsanat: konseptimuodostus, tuotekehitys, CE-merkintä

BACHELOR'S THESIS

Author: Anton Lindberg
Degree Programme: Mechanical and Production Engineering, Vasa
Specialization: Mechanical Construction Engineering
Supervisor(s): Kenneth Ehrström & Jan Lindberg

Title: Construction of support rollers for punch tool replacement

Date 15.4.2019 Number of pages 31 Appendices 3

Abstract

This Bachelor's Thesis has been commissioned by Ab Evomech Oy in Vaasa. The thesis work has been to plan, construct and create a device in form of support rollers as resources to perform punch tool replacement at ABB-motors in Vaasa.

The task included designing a safe and sustainable method for the punching tool change. The support rollers were designed according to the customer's requirements and wishes. The goal was to deliver a complete device to the customer which has been CE-marked according to EU-directives. The task included the work stages such as concept generation, material selection, dimensioning, modelling, CE-marking and FEM-analysis, which involved deeper studies on these areas.

The result of this bachelor's thesis was a pair of support rollers according to the pre-determined requirements that were put into use immediately.

Language: Swedish Key words: concept generation, product development, CE-marking

Innehållsförteckning

1	Introduktion	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	2
1.3	Mål	2
1.4	Avgränsning	2
1.5	Företaget	2
1.6	Disposition	4
2	Teori	6
2.1	Konceptgenerering	6
2.1.1	Konceptval	6
2.2	Materialegenskaper	7
2.3	Stålsorter	8
2.3.1	Konstruktionsstål S355 J2	8
2.3.2	Härdkromad stång Cromax 280X	8
2.3.3	Seghärtningsstål 34 CrNiMo6	9
2.3.4	Förhärdat stål Hardox 400	10
2.4	Konstruktionsdimensionering-tillämpad hållfasthet	10
2.4.1	Metodik, dimensionerings kriterier, brottmekanismer	10
2.5	CE-märkning	12
2.5.1	CE-märkningens syfte	12
2.5.2	Krav för CE-märkning	12
2.5.3	Harmoniserad standard	13
2.5.4	Europaparlamentets och rådets direktiv 2006/42/EG	13
2.5.5	Risikanalyser	13
2.5.6	Bruksanvisning	14
2.5.7	CE- märket	14
2.6	FEM-Finita elementmetoden	14
2.6.1	Elementtyper	15
2.6.2	FEM genomförande	16
3.0	Metodik	17
3.1	Planering och förstudier	17
3.2	Konceptutveckling	17
3.3	Konceptgenerering	18
3.3.1	Koncept 1	18

3.3.2 Koncept 2	19
3.4 Modellering	21
3.5 Dimensionering och materialval	22
3.5.1 Svängarmarna och gångjärn	22
3.5.2 Låstapparna	22
3.5.3 Fästtappar	23
3.6 FEM-analys	23
3.7 CE-märkning	25
4 Resultat	26
4.1 Funktion	26
4.2 Konstruktion	27
4.3 CE-märkning	27
4.4 Utvärdering	28
5 Diskussion	28
6 Källförteckning	29

Bilageförteckning

Bilaga 1	Detaljritningar
Bilaga 2	Användarmanual
Bilaga 3	Risikanalys

1 Introduktion

Ingenjörstudierna avslutas med examensarbete som sista arbetsskede. Examensarbetet skall innehålla sådana arbetsskeden som en ingenjör kommer att komma i kontakt med under arbetslivet.

Detta examensarbete handlar om planering, dimensionering, konstruktion och tillverkning av rullbockar för byte av stansverktyg vid ABB-Motors and Generators i Vasa. Hela arbetet utförs vid AB Evomech Oy.

De färdiga rullbockarna skall uppfylla de nuvarande kraven för verktygsbytet och vara möjliga att förbättra och modifiera i framtiden.

1.1 Bakgrund

Detta examensarbete har blivit utfört i samarbete med AB Evomech OY som fungerar som produktionslinjeutvecklare åt ABB-Motors and Generators. Examensarbetet är uppbyggt till största delen av min egen arbetserfarenhet vid Evomech som jag utvecklat under 6 års tid vid företaget.

Vid ABB-Motors and Generators är tillverkningen av elmotorer en välutvecklad process som ständigt strävar efter förbättringar som till exempel effektivitet och säkerhet av ett arbetsskede, som är aktuellt i detta arbete

Tillverkningen av statorplåtar till ABB:s elmotorer sker med hjälp av stansmaskiner, olika former och storlekar av statorplåtarna tillverkas dagligen vilket leder till att byte av stansverktyget sker ofta. Därför har ABB nu tagit kontakt med Evomech för att utveckla en effektiv och säker metod för stansverktygsbytet.

Vid stansmaskinen har man tidigare använt rullbockar för stansverktygsbyte. Orsaken till att de nu är i behov av en ny metod är på grund av att, vid stansverktygsbytet lyfts först verktyget ur en lagerhylla och körs vidare till stansmaskinen, vid stansmaskinen måste verktyget rullas in på rullbockar. När stansverktyget är på plats krävs en del inställningar och underhåll av verktyget. För att göra det måste maskinoperatören lyfta bort de ca 40 kg tunga rullbockarna med egen kraft för att få tillräckligt med utrymme för att utföra inställningarna och underhållet. Den här metoden blir för tung att göra flera gånger per dag för maskinoperatören vilket skapar onödiga risker.

Min uppgift är nu att planera en metod och konstruera rullbockar som inte behöver lyftas bort från stansmaskinen vid varje verktygsbyte. ABB vill även att rullbockarna blir CE-märkta.

1.2 Syfte

Syftet med detta arbete var att planera, konstruera och tillverka hjälpmedel i form av rullbockar för byte av stansverktyg i en stansmaskin enligt de krav som verktygsbytet kräver. Arbetet skall fungera som en manual för liknande arbeten till Ab Evomech Oy.

1.3 Mål

Målet för detta examensarbete var att få fram en enkel, säker och fungerande metod för att utföra verktygsbytet i stansmaskinen.

Arbetet skall uppfylla kraven som kunden har och göra dem nöjda.

Den slutgiltiga produkten skall fungera som prototyp för eventuellt mera behov av liknande verktyg i framtiden.

1.4 Avgränsning

Arbetet har avgränsats till planering och konstruktion av anordningen. Områden som tillverkning behandlas inte i arbetet. Vidare uppföljning av användning och eventuellt serietillverkning behandlas inte i detta arbete.

För arbetet gjordes även en kostnads kalkyl före beställning, detta medför att arbetet har gjorts på en offert. Kostnads kalkylen behandlas inte i arbetet på grund av företagets policy.

1.5 Företaget

AB Evomech konstruerar och tillverkar specialverktyg, lyftanordningar, maskindelar och gör övriga specialarbeten inom produktutveckling. Företaget finns i Sunnanvik Vasa och använder sig av en industrihall. Verksamheten består till största delen av maskinella bearbetningsmaskiner, allt från 70 år gamla manuella radialborrmaskiner till nya avancerade CNC-fräsmaskiner/svarvar. Företaget använder sig även av avancerade 3D-ritprogram, mätverktyg och beräkningsprogram för att upprätthålla utmärkt kvalitet.

Evomech:s grundande var viktigt för maskin- och metallindustrins framskridande i Vasa. Företaget gick tidigare under namnet J. Kupiainen Oy som var en underleverantör och samarbetspartner i maskin- och metallindustrin från slutet av 1940-talet

De tidigaste maskintillverkarna var Onkilahden Metalli Oy som började med framställning av ångpannor och -maskiner år 1897. John Wickström, som var en kommande industriell innovator, flyttade från Amerika 1906 och grundade Wickströmin brödernas Motorfabrik Oy med sin bror. De tillverkade 4-takts båtmotorer. Wickström var också med och framställde den första finska bussens motor SEOMAN som även var Finlands första egenframställda motor i bil.

Båda företagen ligger nu för tiden i Wärtsiläs bakgrund. Deras verksamhet med föregångaren J. Kupiainen har gjort märkbara arbeten för Vasas maskin- och metallindustri. Evomech:s ägare Jan Lindberg sedan år 2012 bär nu ansvar för att driva och utveckla det som Kupiainen en gång grundade.

Evomech baserar sig nu på långtids erfarenhet inom Vasas industri och utveckling inom branschen. Företaget strävar efter att ge kunden mervärde och stöda kunden från i brukstagningsdagen av produkter och genom hela livscykeln.

Några exempel på tillverkade verktyg och lyftanordningar av Evomech följer nedan:



Figur 1 Expander lyftanordning



Figur 2 Lagerbockar till elmotortestjigg

1.6 Disposition

I det här kapitlet får läsaren en överblick för vad de olika kapitlen i examensarbetet innehåller.

1. Inledning

Det första kapitlet i examensarbetet skall ge läsaren en uppfattning om arbetet. Här beskrivs uppgiften kortfattat och eventuella problem som finns. Här beskrivs även kort varför just denna uppgift har valts som examensarbete. En företagsbeskrivning med kort historia och exempel på tidigare utförda arbeten finns också i kapitlet.

2. Teori

Kapitlet för teori innehåller den grundläggande informationen för att läsaren skall förstå de olika stegen som utförs i uppgiften.

3. Metodik

I kapitlet för metodik beskrivs de metoder, tillvägagångssätt och viktiga val jag använt mig av under examensarbetet.

4. Resultat

Kapitlet för resultatet innehåller beskrivning av den slutliga produkten och hur dess funktions principer har utvärderats.

5. Diskussion

Diskussionen innehåller mina egna kommentarer av examensarbetet och feedback jag fått för den slutliga produkten. Här finns kommentarer om vad jag har lärt mig under arbetet. Även mina förslag för vidare utveckling tas upp här.

2 Teori

Det här kapitlet innehåller teori som använts under detta examensarbete för att få fram det slutliga resultatet. Teorin handlar bland annat om konceptgenerering, materialegenskaper, konstruktionsdimensionering, CE-märkning, FEM-Finita elementmetoden och riskanalysning.

2.1 Konceptgenerering

En konceptgenerering går ut på att lösa problem för att ta fram ett produktkoncept. Man vill hitta en första ansats till lösning av ett konstruktionsproblem. En konceptlösning kan innehålla:

- Produkt layout med dimensionsuppskattningar
- En kostnadsuppskattning
- Beskrivning av konceptet i form av text, skisser och bilder
- Beskrivning av lösningens egenskaper
- Analyser, beräkningar och experiment

För att en prototyp sedan skall kunna tas fram måste konceptlösningen vidare utvecklas och konkretiseras till ett fullständigt underlag för tillverkning, där alla delar är beskrivna med detaljer och ritningar för att en fysisk prototyp skall kunna tillverkas. (Johannesson 2013, 119–120).

2.1.1 Konceptval

Konceptval innebär att jämföra de olika lösningsalternativens egenskaper från konceptgenereringen med varandra och ta ett beslut om att välja det alternativ som har högst värde och kvalitet.

För att jämföra egenskaperna kan man göra en egenskapsanalys. Egenskapsanalysen kan göras med hjälp av modellering, analys och simuleringsmetoder. Helst vill man hitta kvantitativa mått, men ofta är detta väldigt svårt och man får använda sig av kvalitativa bedömningar.

För att göra själva valet kan en bra metod vara att använda sig av beslutsmatriser. Med dem kan man enkelt sortera bort de sämsta alternativen. För att beslutsmatrisernas jämförelse skall bli tillförlitligt kräver det dock att man bestämmer noggrant vilka vikt faktorer som skall gälla i beslutet. (Johannesson 2013, 120–122).

2.2 Materialegenskaper

Materialval är något av de viktigare besluten när ett verktyg ämnat som hjälpmedel och säkerhet tas fram. Tillverkaren bör ha kunskaper och förståelse för materialegenskaper, tillverkning och vilka användningsområden som lämpar sig. Nya material utvecklas intensivt för konstruktionsmaterial ämnade för lastbärning, även andra funktionella material som används inom industrin utvecklas. Stål är materialet som är mest i användning globalt, men även användningen av polymera material ökar kraftigt på grund av materialens egenskaper som utvecklats mycket under de senaste årtiondena.

Verktygets användningsområde gör att materialvalet är en viktig del av konstruktionsprocessen. Materialvalet bör även beaktas med tanke på tillverkningsprocessen som skall hållas inom tidtabellen. Komponenternas belastningar är beror på materialtypen och geometri samt dimension. För att göra materialval skall en kravprofil ställas upp där olika avseenden beaktas.

Exempel kravprofil

- Produktens funktion
- Produktens livscykel
- Produktionsvolym
- Materialegenskaper
 - Passiva
 - Påverkan av yttre miljö: värme/kyla, fukt, korrosion, strålning, åldring etc.
 - Aktiva
 - Hållfasthetsegenskaper: sträckgräns, E-modul, utmattningsgräns, hårdhet, seghet etc.
 - Tribologiska egenskaper, friktion och nötning
 - Fysikaliska egenskaper
 - densitet
 - Tillverkningspåverkande
 - seriestorlek
 - geometri
 - bearbetbarhet
 - material och produktionskostnad
 - tillgänglighet och leveransform
 - Kvalitetspåverkande
 - Livslängd

- material och produktionskostnad (Johannesson 2013, 336–367).

2.3 Stålsorter

Användningen av konstruktionsstål, kolstål med en kolhalt av 0,1-0,6 % är dominerande vid användning för konstruktioner med måttliga mekaniska belastningar. Sträckgränsen för dessa stål ligger vid cirka 210–350 MPa. Ju högre kolhalt desto högre hårdhet och hållfasthet, men segheten blir sämre samt skärbarheten och svetsbarheten.

Förhållandet mellan sträckgräns och brottgräns är ett mått på marginalen till brott vid överbelastning med plastisk deformation. förhållandet för olegerat kolstål ligger vid:

$$\frac{\sigma_S}{\sigma_B} \approx 0,5 - 0,6 \quad (1)$$

(Johannesson 2013, 369–370).

2.3.1 Konstruktionsstål S355 J2

S355 J2 är ett lågkolhaltigt konstruktionsstål som finns tillgängligt från lager i form av varmvalsad stång i runt, fyrkantigt och platt format, samt som rundstång i normaliserat och kalldraget utförande. Materialet har god bearbetningsbarhet och är relativt förmånligt i prisklass. Allmänna data för S355 J2 hänvisas i tabellerna nedan.

Sammansättning, %

C max 0,24	Si max 0,60	Mn max 1,70	P max 0,035	S max 0,035	Cu max 0,60
------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Mekaniska egenskaper

Tillstånd	Gods tjocklek mm	Sträck-gräns R_{eH} MPa min	Brott-gräns R_m Mpa min	Förlängning $L_0=5,65 S_0$ % min	Slagseghet KV,-20°C J min
Varmvalsat	(40) – 63	335	470 – 630	22	27

(Verkstadshandboken 2002, 252–260)

2.3.2 Hårdförkromad stång Cromax 280X

Cromax 280X är ett mikrolegerat stål som har låg kolhalt. Materialet har bra mekaniska egenskaper med god bearbetbarhet. Sträck gränsen och brottgränsen är väldigt bra jämfört med andra hård förkromade stålsorter. Materialet passar perfekt till användning inom områden där höga slitage och yttryck verkar på materialet.

Kromskiktet på materialet är ca 20µm tjockt och ger en ytfinhet på mindre än Ra 0,2µm. Det hårda kromskiktet ger en ythårdhet på 850 HV_{0,1} min. Eftersom kromskiktet ger materialet en sån bra ytfinhet medger det att det kan levereras med en diametertolerans på ISO f7 för diametrar 10-150 mm. Materialets sammanställning och mekaniska egenskaper hänvisas nedan i tabellerna. (Cromax 280 u.å)

Sammansättning, %

C max 0,18	Si max 0,35	Mn max 1,55	S max 0,025	C.E. max 0,60
------------	-------------	-------------	-------------	---------------

Mekaniska egenskaper

Tillstånd	Diameter mm	Sträck-gräns R_{eH} MPa min	Brott-gräns R_m Mpa min	Förlängning $L_0=5,65 S_0$ % min	Slagseghet KV,-20°C J min
Mikrolegerat	(20) - 90	520	650 - 800	19	27

2.3.3 Seghärtningsstål 34 CrNiMo6

34 CrNiMo6 är ett seghärtningsstål som har relativt hög kolhalt. Materialet har styrd svavelhalt vilket ger förbättrade bearbetningsegenskaper. Dess höga brottgräns gör att materialet passar perfekt till användningsområden som fästelement, skruvar, muttrar m.m. Materialets sammanställning och mekaniska egenskaper hänvisas i tabellerna nedan.(Steelnavigator u.å)

Sammansättning, %

C max 0,35	Si max 0,40	Mn max 0,65	P max 0,035	S max 0,020- 0,035	Cr max 1,30- 1,70
------------	-------------	-------------	-------------	-----------------------	----------------------

Mekaniska egenskaper

Tillstånd	Diameter mm	Sträck-gräns R_{eH} MPa min	Brott-gräns R_m Mpa min	Förlängning $L_0=5,65 S_0$ % min	Slagseghet KV,-20°C J min
Seghärdat	(20) - 150	700	900 - 1100	12	27

2.3.4 Förhärdat stål Hardox 400

Hardox 400 är ett stål som har ökat i användning rejält det senaste årtiondet. Materialet är ett bor legerat slitstål med låg kolhalt. Det levereras i seghärdat tillstånd med väldigt hög hårdhet och hållfasthet. Hårdheten uppgår till 370 – 430 HB.

Även fast hårdheten är så pass hög, har stålet väldigt god slagseghet och är relativt lätt att bearbeta. Materialets sammanställning och mekaniska egenskaper hänvisas i tabellerna nedan. (Hardox 400 ssab u.å)

Sammansättning, %

C max 0,32	Si max 0,70	Mn max 1,60	P max 0,025	S max 0,10	Cr max 1,40
------------	-------------	-------------	-------------	------------	-------------

Mekaniska egenskaper

Tillstånd	Tjocklek mm	Sträck-gräns R_{eH} MPa min	Brott-gräns R_m Mpa min	Förlängning $L_0=5,65 S_0$ % min	Slagseghet KV,-20°C J min
Varmvalsat	4 - 130	1100	1250	10	27

Hardox

2.4 Konstruktionsdimensionering -tillämpad hållfasthet

Det man bör gå efter vid dimensionering av en konstruktion är att utnyttja konstruktionsmaterialens egenskaper på bästa sätt, man bör se till att alla krav på säkerhet mot brott eller skadliga formförändringar samt funktionella och geometriska krav uppfylls korrekt.

2.4.1 Metodik, dimensionerings kriterier, brottmekaismer

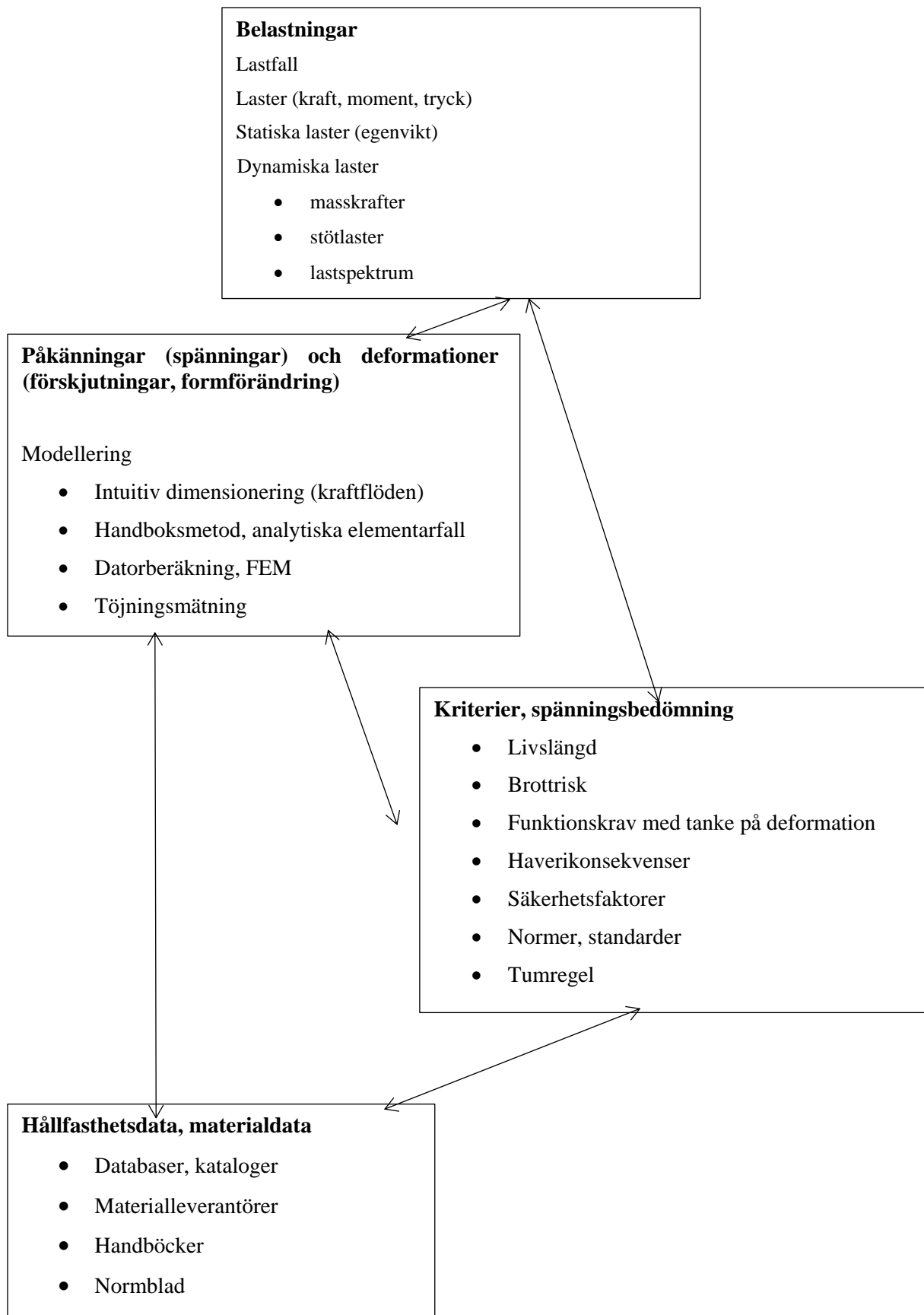
Vid användning av högpresterande material krävs att materialutnyttjandet används på ett effektivt och ekonomiskt sätt. Detta medför att kraven på en noggrann hållfasthetsanalys ökar. Om ett material har väldigt högt kilopris kan användningen av materialet ofta minskas för att göra konstruktionen mer ekonomisk samt förbättra prestandan.

Skäl för att göra en noggrann hållfasthetsanalys ökar även på grund av kvalitetsstandarden *SS-EN ISO 9001* som kräver att alla säkerhetskritiska konstruktionsbeslut och beslutsunderlag dokumenteras.

Väsentliga frågeställningar vid konstruktions dimensionering är:

- Håller konstruktionen?
- Är formförändringar acceptabla?
- Last typer?
- Vilka är de kritiska lastnivåerna?

För att bestämma lämpliga dimensioner krävs beaktande av olika delproblem som innebär osäkerhet för konstruktionen. För att underlätta uppskattningen av olika delproblem kan en analysmetodik användas i form av figur som hänvisas nedan i figur 1.0. (Johannesson 2013, 405–407).



Figur 3: Dimensionering och hållfasthetsanalys

2.5 CE-märkning

Detta kapitel redovisar CE-märkningens grunder med inriktning på maskintillverkning.

2.5.1 CE-märkningens syfte

CE-märkning handlar om att ha en gemensam säkerhet inom det europeiska samarbetsområdet (ESS) för produkter. Produkter försedda med CE-märkning kan säljas fritt inom ESS, eftersom de uppfyller kraven som ställs inom EU-direktiven eller EU-förordningar. Tillverkaren som placerar en produkt på marknaden inom ESS är ansvarig för CE-märkning. (CE-märkning 2018)

2.5.2 Krav för CE-märkning

Kraven på CE-märkning fastställs i olika direktiv och förordningar. Medlemsstaterna i EU har åtagit sig att införliva dessa exakta bestämmelser i nationell lagstiftning, medan förordningarna är direkt tillämpliga i alla medlemsstater. Detta medför samordning av all lagstiftning på området inom ESS.

Krav på CE-märkning av maskiner och verktyg innebär allmänt följande förpliktelser:

- Utföra en riskanalys av produkten.
- Leverera en bruksanvisning på beställarens språk, som skall tydliggöra det avsedda ändamålet för användning av produkten. Bruksanvisningen skall innehålla förbud och varningar samt anvisningar för montage, manövrering och underhåll
- Upprätta en EU-försäkran om överstämmelse. Tillverkaren skall försäkra att produkten uppfyller den specificerade direktiv eller förordningar och standarder.
- Leverera teknisk information och dokumentation för produkten. Denna skall innehålla den ovannämnda dokumentationen, såväl som designinformation, ritningar, beräkningar och testrapporter och göra det möjligt att bevisa att de väsentliga kraven har bemötts. (CE-märkning 2018)

2.5.3 Harmoniserad standard

För att underlätta tillverkaren med bedömning av överensstämmelse för en produkt, används standarder som är kopplade till EU-direktiv och EU-förordningar för olika produktgrupper. Dessa standarder kännetecknas med EN före ett standardnummer och kallas för *harmoniserade standarder*. Det är inte obligatoriskt att använda EN-standarder men de går bra att använda som ett omfattande verktyg för tillverkaren.

2.5.4 Europaparlamentets och rådets direktiv 2006/42/EG

Direktiv 2006/42/EG är en förnyad version av maskindirektivet, vars första version togs i bruk år 1989. Maskindirektivets syfte är att medge fri rörlighet för maskiner inom den inre marknaden så långt skyddet för hälsa och säkerhet hålls säkerställt på en hög nivå.

Direktivet kan delas upp i två olika delar. Den ena delen behandlar hur en maskin skall certifieras för att få säljas inom den europeiska marknaden. Där ingår allmänt hur kraven för certifieringen ställs och hur man tar fram nödvändig dokumentation över maskinen.

Den andra delen handlar om säkerhetskraven som tillverkaren måste uppfylla. Att göra en riskbedömning för montering, drift och underhåll av maskinen är ett av säkerhetskraven. Det ingår även krav på sådant som ergonomi, buller och rörliga delar. (Direktiv 2006/42/EG).

2.5.5 Riskanalys

Maskindirektivets del för riskbedömning säger att *"Maskintillverkaren eller dess dennes representant ska säkerställa att en riskbedömning görs för att fastställa de hälso-och säkerhetskrav som är tillämpliga på maskinen. Maskinen ska därefter konstrueras och tillverkas med hänsyn till resultatet av denna riskbedömning"*.

För att göra riskanalysen kan man använda sig av standarden EN ISO 14121-1 "Principer för riskbedömning". Standarden beskriver en systematisk metod för riskbedömningen:

- Fastställande av maskinens gränser, till exempel livsfaser, avsedd användning, förutsebar felanvändning, förväntad kompetens hos användaren m.m.
- Identifiering av riskkällor, till exempel klämrisk, klipp risk, risker vid värme eller kyla, vibrationer, stötar m.m.
- Riskuppskattning för att fastställa och väga samman främst skadans allvarlighet, användarens riskmedvetande och sannolikheten för att skadan kan inträffa.
- Slutligen görs en riskvärdering som bestämmer om maskinen är säker. (EN ISO 14121-1).

2.5.6 Bruksanvisning

Bruksanvisningen skall fungera som en guide för användningen av maskinen. Anvisningarna bör vara listade i rätt ordning och vara tydliga. Om möjligt kan både bilder och text användas för utformningen av bruksanvisningen. Det kan även vara en fördel att tillägga tips, råd och varningar i anvisningarna för att optimera bästa användningsförmåga.

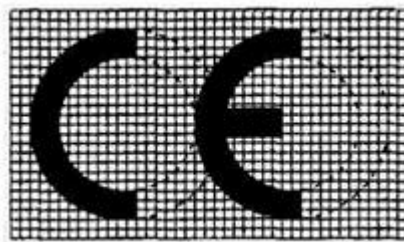
Enligt 2006/42/EG direktivet bör bruksanvisningen även innehålla följande dokumentation och information:

- Tillverkarens namn och dennes representant i landet där maskinen är såld.

- En kopia på EG-försäkran om överensstämmelse för maskinen.
 - En beskrivning på maskinen och dess avsedda användningsområde.
 - En lista på delar som på grund av säkerhetsskäl bara får bytas mot originaldelar.
- (Direktiv 2006/42/EG).

2.5.7 CE- märket

En CE-märkt maskin skall enligt direktiven förses med en skylt som klart visar märket. Märket skall bestå av initialerna CE-enligt följande modell:



Figur 3 CE-märke

Om CE-märkningen måste förminsкас eller förstöras, så skall proportionerna kvarstå enligt bilden. De olika delarna skall i huvudsak hålla samma vertikala mått och får inte understiga 5 mm. Intill CE-märket skall även tillverkarens eller representantens namn stå och dennes kontaktuppgifter och eventuellt produktens serienummer. (Direktiv 2006/42/EG).

2.6 FEM -Finita elementmetoden

För att göra en hållfasthetsanalys kan man använda sig av FEM som står för "Finite Element Method". Med FEM metoden beräknas hållfasthetsproblem genom att lösa partiella differentialekvationer numeriskt.

Konstruktionen delas upp i finita delar eller element för att byggas upp till ett nät av förbindelser som sedan kallas för en "mesh". Delarna förbinds ihop med varandra med hjälp av noder.

För att göra en direkt numerisk beräkning med FEM kan ett antal steg följas. För ett material som fjädrar linjärt i förhållande till en belastning gäller Hookes-lag och fjäderkraften beskrivs enligt:

$$F = ku$$

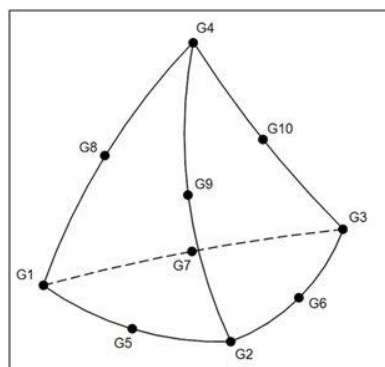
F är fjäderkraften i N och k är styvheten för fjädern i N/mm och u är fjäderns förlängning i mm. (Sunnarsjö 1999, 11-70)

2.6.1 Elementtyper

För att erhålla meningsfulla resultat är det viktigt att rätt elementtyp har valts. Rätt elementtyp väljs beroende på den aktuella geometrin och grad av belastning. Det som skiljer elementen från varandra är deras antal frihetsgrader mellan noderna. Frihetsgraden beskriver hur noderna kan förflytta sig, endera translativt eller rotativt. Alltså desto mera noder ett element har ju mera kan de förflyttas.

Element som finns att välja på kan vara: linjeelement, skivelement, plattelement, två och tredimensionella solidelement. För analys av tredimensionella solider baserar sig solidelementen på en utvidgning av skivelementen till tre dimensioner. Solidelementens sidors noder får tre translationsfrihetsgrader, men saknar rotationer. Detta medföljer att noderna i solidelement kan inte uppta böj moment.

Den vanligaste elementtypen som används är tetraederelement som har 4 hörn noder och 6 sidonoder. (Sunnarsjö 1999, 70)



Figur 4

2.6.2 FEM-genomförande

Genomförandet av en FEM-analys innebär att:

1. Skapa en aktuell geometri
2. Dela in geometrin i elementnät och specificera element
3. Applicera krafter och laster
4. Granska och värdera resultat
5. Dokumentera

Dessa arbetsmoment blir vi praktiskt arbete väldigt stora och specifika och det kan därför vara skäl att göra en systematisk guide för att lösa problemet på korrekt sätt. Nedan visas en guidelista för uppställning av en statisk linjär analys i NX-advanced simulation.

1. Skapa en ny linjär studie av modellen
2. Ange material & materialmodell
3. Ange randvillkor
4. Skapa en mech
5. Kör studien
6. Analysera och granska resultatet.

(Sunnarsjö 1999, 219)

3.0 Metodik

Här presenteras metoderna och tillvägagångssätten jag har använt för att utföra arbetet och skapa produkten.

Mina arbetsuppgifter vid Evomech har tidigare varit tillverkningsarbeten och konstruktionsarbeten. I detta arbete fanns möjlighet till vidareutveckling som CE-märkning. Jag valde att göra uppgiften som ett examensarbete för att jag anser att den har tillräckligt med underlag som examensarbete och jag kommer att ha nytta av de kunskaper jag samlar på mig under processen senare i arbetslivet.

3.1 Planering och förstudier

Arbetet inleddes med ett möte vid kunden med uppdragsgivarna där det klargjordes vilka krav som fanns och vad som skulle vara syftet med arbetet. Därefter utförde jag en förstudie och tog jag reda på all information som behövdes för planering, konstruktion och tillverkning. Informationen dokumenterades i form av skisser och bilder med nödvändiga mått som behövdes för planeringen. En tidsplan för arbetet fastslogs tillsammans med uppdragsgivaren.

De tidigare använda rullbockarna mättes upp och användes som referens för de nya rullbockarna. Dimensioner som bredd, längd och höjd bestämdes att göra de samma som tidigare. De befintliga fästena för rullbockarna i stansmaskinen var i bra skick och det bestämdes därför att man skulle återanvända dem till de nya.

3.2 Konzeptutveckling

När själva uppgiften blivit klargjord utformades en kravlista för att underlätta val av koncept. Utgående från kraven som kunden ställde och kraven som Evomech hade på produkten så skapades kravlistan. Kraven för rullbockarna var följande:

- Permanent fastsatta i stansmaskinen
- Ihop vikbara åt sidan
- Låsbara i användningstillstånd
- Försedda med sidoguidar för stansverktyget.
- Stoppare på ändorna
- Kullager som rullor
- CE-märkta
- Max last 2000kg/par
- Min längd 900mm
- Max bredd 800mm
- Demonterbara
- Minimalt underhåll
- Inget glapp i låst tillstånd

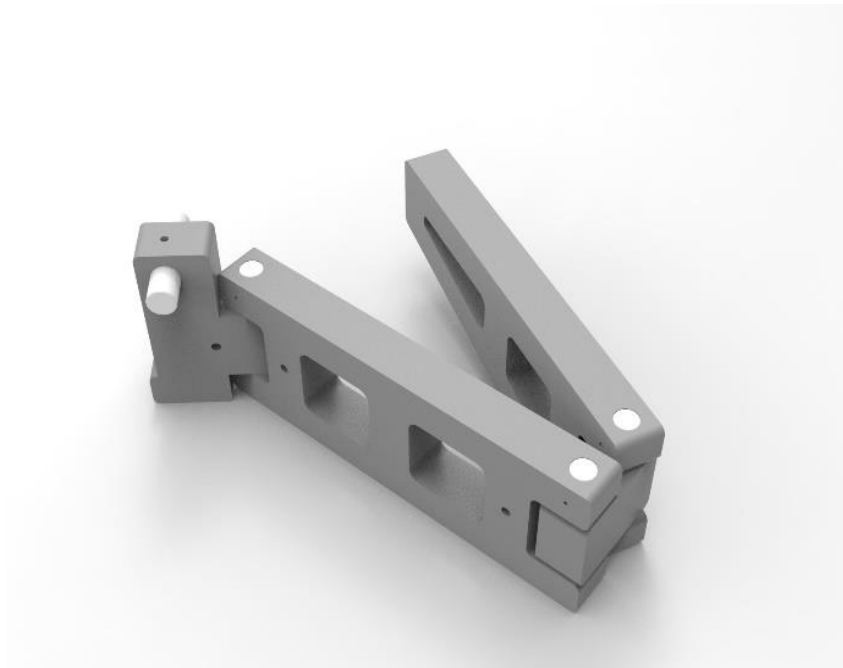
3.3. Konzeptgenerering

Konzeptgenereringen utfördes främst med fokus på låsningsmekanismen och hållfasthet. Konzepten togs fram genom att följa metoden som beskrivs i teorin i kapitel 2.0. Idéer skissades upp med handritade skisser och modellerades därefter fram i CAD programmet Alibre Design Expert för att få en verklig bild av funktionsprinciperna. De två koncept som uppnådde de krav som ställdes i kravlistan är följande:

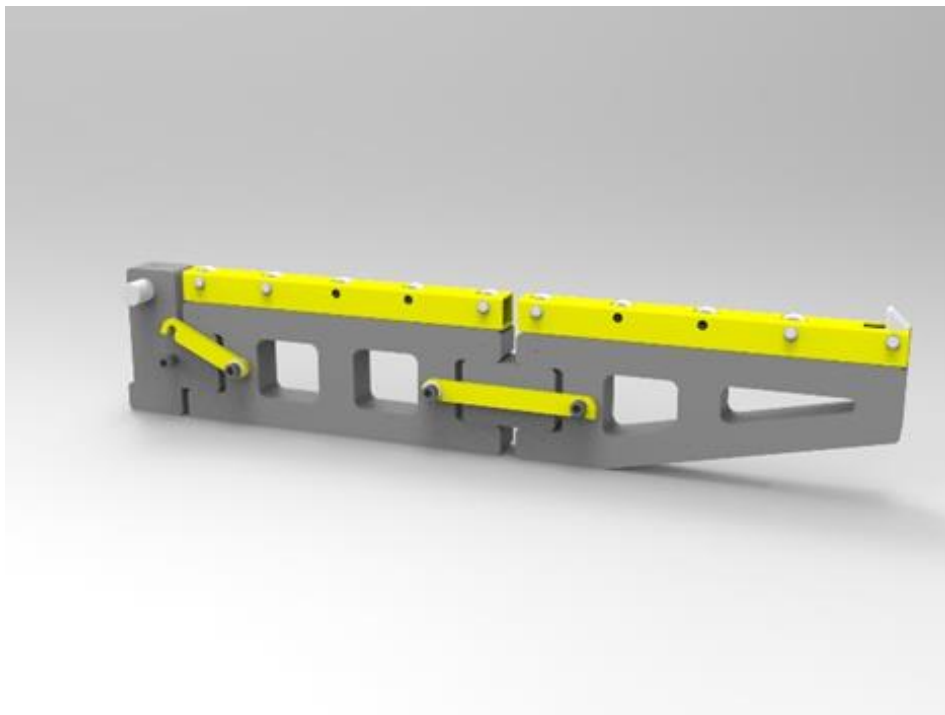
3.3.1 Konzept 1

Konzept 1 visas i figur 5 och 6. Konzeptet bygger på två svängarmar som är ihopkopplade med leder som är fastsatta med \varnothing 25 mm tappar. I figur 5 visas hur rullbockarna viks ihop, här kan man se att den yttersta svängarmen går att svängas 180° runt z-axeln som antas vara uppåt i detta fall. Den inre svängarmen går att svänga 90° runt z-axeln. Det innersta fästet är den del som kommer att fastsättas i originalfästena i stansmaskinen.

I figur 6 visas rullbockarna med rullskenor och låsmekanism. Rullskenorerna är tänkta som profilrör med infästa kullager. Låsmekanismen fungerar med 2 stycken låshakar, en för varje led. Låshakarna försedda med ett spår i ena änden och ledas fritt på en axel i andra änden. Låshakarna lyfts upp med handkraft och öppnar därmed rörelsen i lederna.



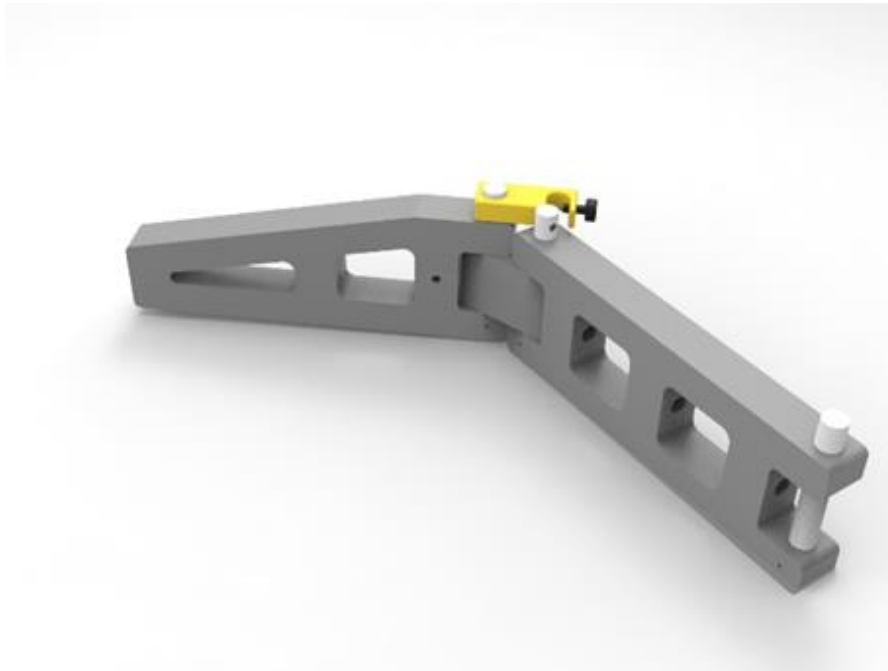
Figur 5



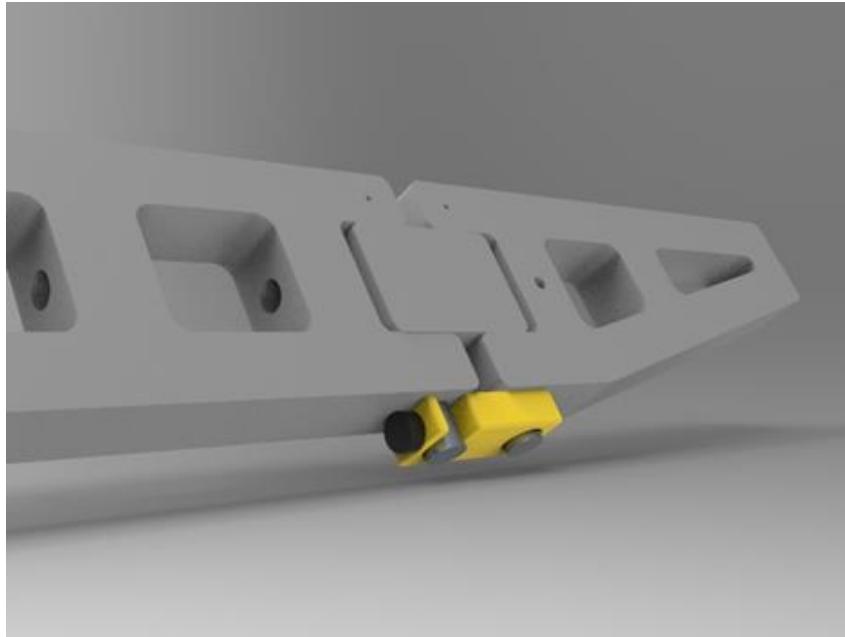
Figur 6

3.3.2 Koncept 2

Koncept 2 visas i figur 7 och 8. Svängarmarna och gångjärnen samt fastsättningen är här likadan som det i det första konceptet. Det som skiljer sig är låsningsmekanismen. Här är det tänkt att låsningen sitter undertill på rullbockarna. Den gula lås haken som syns i figur 7 är fastlåst i den yttre svängarmen. Den fixeras till den inre svängarmen genom att haka fast mot den förlängda gråa låstappen. För att säkerställa låsningen så är den svarta låstappen med en skalle fjädrande. Tappen förskjuts in i ett hål i låstappen automatiskt och lösgörs genom att hålla ut den fjädrande tappen.



Figur 7



Figur 8

För att avgöra vilket av de två koncepten som skulle vidareutvecklas användes en beslutsmatris enligt teorin i kapitel 2.1.2. Eftersom själva baskonceptet med svängarmar och rullskenor blev desamma för båda koncepten lades fokus på låsningsmekanismen för att göra beslutet.

Kriterier	Koncept	
	1	2
Enkel användning	+	+
Stabilt	+	-
Tillverkningsvänligt	-	+
Få delar	-	+
Vikt	+	+
Tillgänglighet	+	-
Påverkan av yttre miljö	+	-
Säkerhet mot böjning	+	-
Montering	+	+
Förslitning	+	-
Synlighet	+	-
Kundens åsikt	+	-
Företagets åsikt	+	-
Antal +	11	5
Antal -	2	8
Betyg	9	-3
Vidareutveckla?	ja	nej

Figur 9 Konceptbeslutet

Av beslutsmatrisen fick koncept 1 bäst betyg och valdes därför att vidareutvecklas.

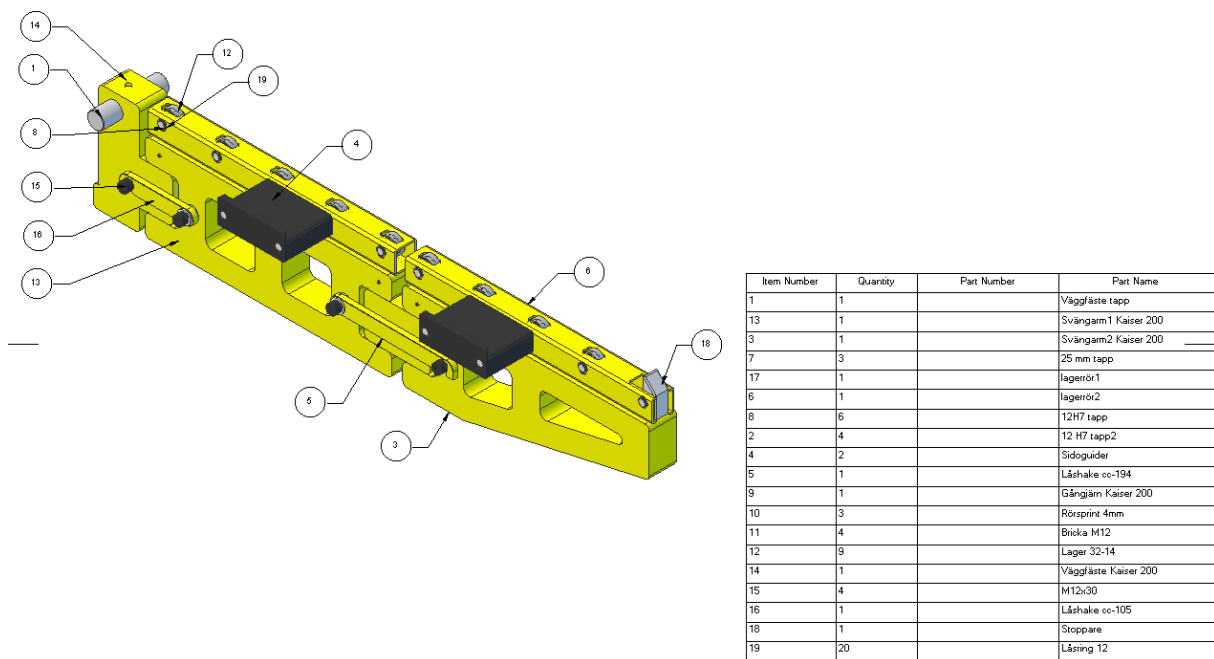
3.4 Modellering

Modelleringen av rullbockarnas har gjorts i Alibre Design Expert.

Programmet fungerar på så sätt att man ritat upp 2D-sketcher av former som sedan kan extruderas till 3D modeller. Modellerna kan sedan modifieras med olika verktyg som programmet erbjuder. De färdiga 3D modellerna kan sedan användas till att göra detaljritningar där mått och olika toleranser kan sättas ut för att fungera som tillverkning ritningar.

Komponenter som svängarmar, gångjärn, tappar och låshakar till rullbockarna har skapats med programmet. Övriga komponenter som kullager och skruvar har importerats från Alibres hemsida för färdiga 3D-modeller av komponenter.

Sammanställningsmodeller görs genom att sätta ihop 3D-modellerna till en färdig enhet som sedan kan analyseras med rörelser för att få en verklig bild av hur modellen fungerar. Nedan i figur 10 presenteras sammanställningen av konstruktionen.



Figur 10 Sammanställning rullbockar

3.5 Dimensionering och materialval

Här presenteras dimensioneringen och materialval för de olika komponenterna. Som beskrivet i kapitel 2.1 är materialvalet ett beslut som bör beakta ett flertal aspekter. Materialvalen har gjorts med hjälp av kravprofiler för de olika komponenterna.

Val av dimensioner har gjorts enligt analysmetoden som beskrivs i kapitel 2.3.1. De mest påverkande delproblemen som: belastningar, säkerhet och tillverkningsvänlighet är de faktorer som påverkat dimensioneringen mest.

Nedan presenteras de materialval och dimensioneringsval som gjorts:

3.5.1 Svängarmarna och gångjärn

Material som valdes för svängarmarna var S355 J2. Med tanke på tillverkningen av svängarmarna så behövdes ett material med bra bearbetbarhet vilket S355 erbjuder. För att göra dimensioneringen användes en tumregel att ha minst 10 mm med materialtjocklek på alla ytor där höga laster uppstår, därför valdes det att användas 50 mm tjocka plattor. Samma dimensions principer och materialval gjordes för gångjärnen.

3.5.2 Låstapparna

Låstapparna är en av de delar av konstruktionen som antogs att skall klara av de högsta spänningarna och dimensionerades därefter. Eftersom låstapparna fungerar som fastsättning av de rörliga delarna skall de motstå hög friktion och högt yttryck, behövdes

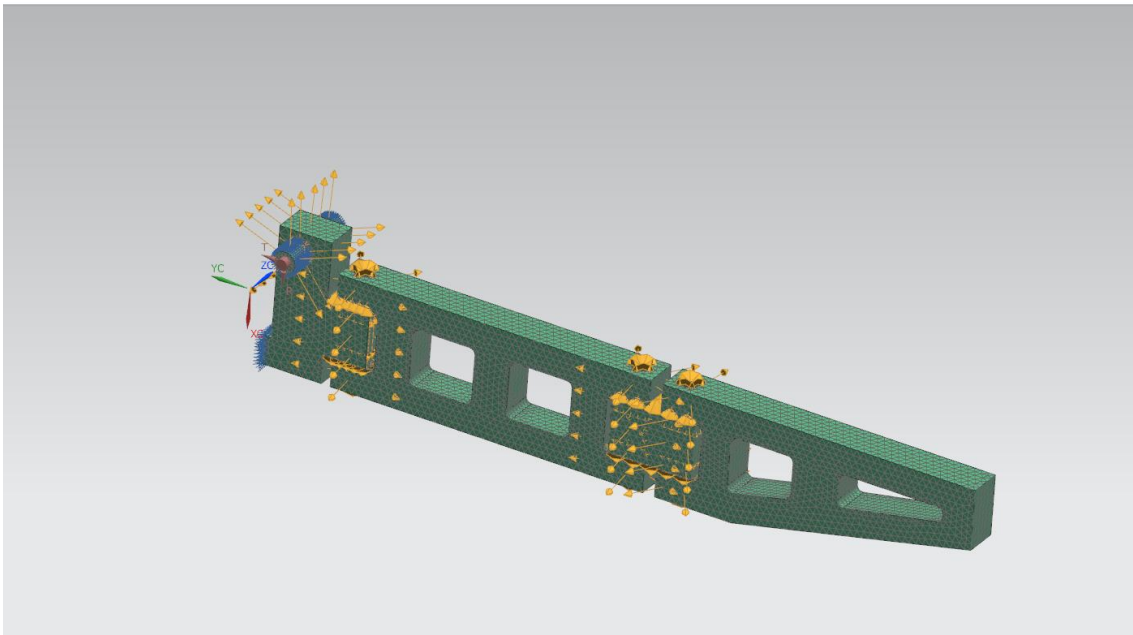
ett material som erbjuder bra ytlighet och hårdhet. Därför valdes Cromax 280X som har en härdförkromad yta som har hårdheten 850 HV.

3.5.3 Fästtappar

Fästtapparna som fixerar rullbockarna till stansmaskinen antas vara högt belastade och dimensionerades därefter med hänsyn på hållfasthet. Material som valdes var 34 CrNiMo6 som har en sträckgräns på 700MPa.

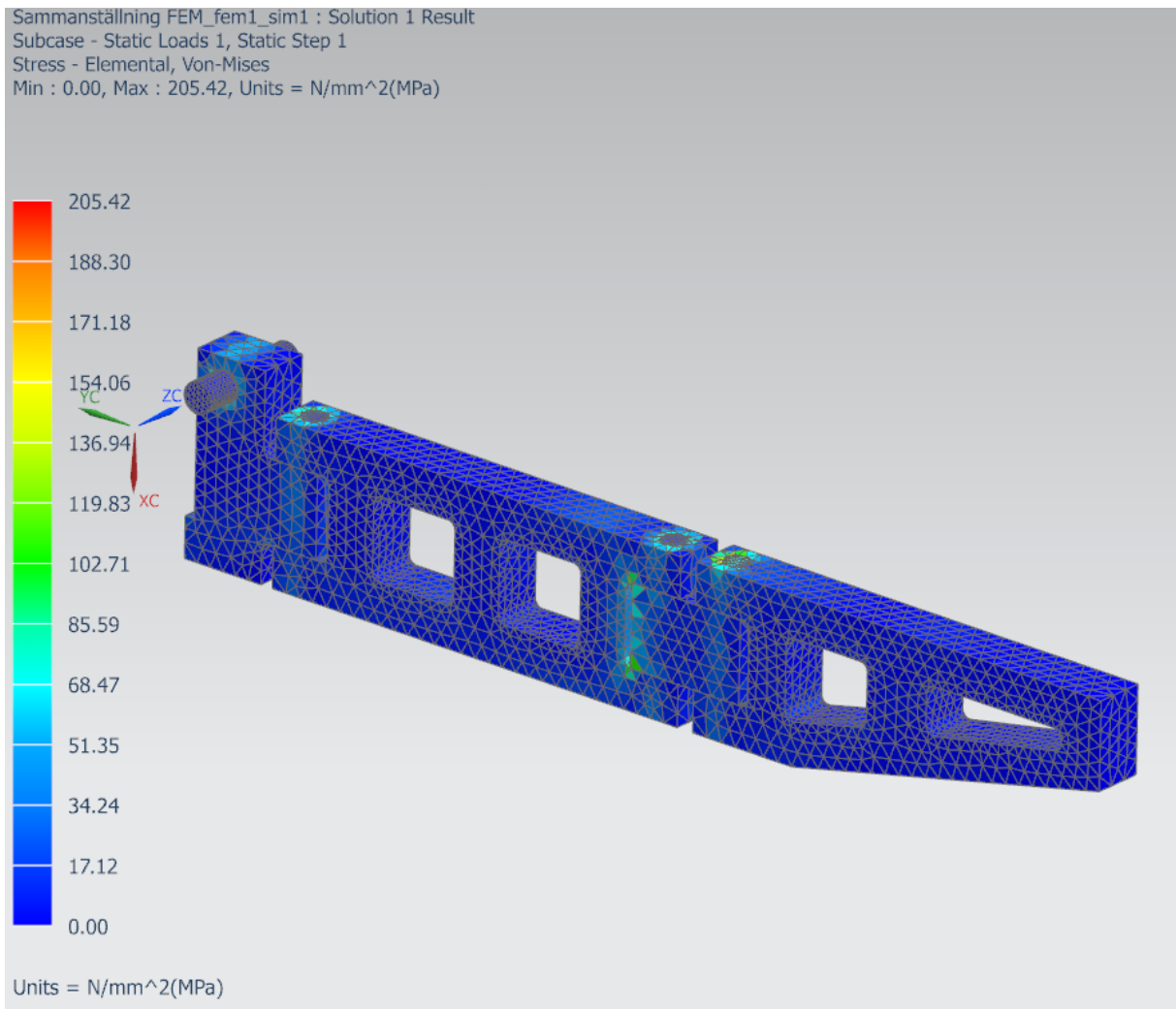
3.6 FEM-analys

För att göra FEM-analysen på de delar där de största spänningarna uppstår användes Siemens NX 10.0. FEM-analysen gjordes för att säkerställa att konstruktionen håller den krävda maxlasten. Analysen gjordes som ett "worst-case scenario" genom att belasta den yttersta svängarmen med 1000kg. I själva verket är lasten egentligen utspridd över hela rullbockarna. En finare mesh för de kritiska områden applicerades och tilläg som yttryck och rörliga delar definierades. Eftersom det antas som "worst-case scenario" användes även samma material för alla delar, s355 (steel).



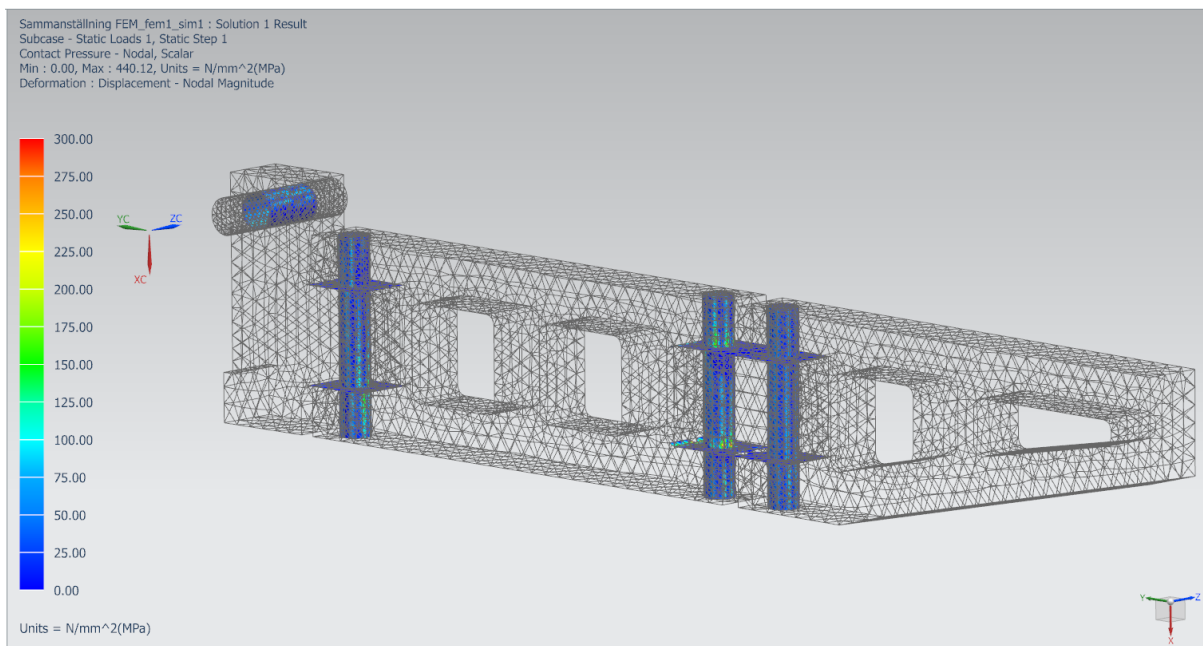
Figur 11 Meshen av rullbock

Resultatet gav att spänningarna uppgår till 205 MPa på de mest kritiska områdena. De kritiska områdena uppstod vid sammanlänkningarna och på tapparna. Dessa områden är väldigt små och lokaliserade vilket gör att oro för deformation kan förkastas. För att minimera spänningarna ännu mera så lades större radier till vid områdena. Detta minskade maxspänningarna till 180 MPa.



Figur 12 Von mises spänningar maxspänningar

Yttrycket på tapparna uppgår till 440 MPa vilket verkar överkligt. Orsaken att så höga spänningar visas kan vara att tapparna antas vara fritt rörliga. I själva verket är tapparna fixerade i övre änden.



Figur 13 Yttryck på tappar

3.7 CE-märkning

CE-märkningen av rullbockarna har utförts genom att uppfylla de krav som beskrivs i kapitel 2.4. Riskanalysen gjordes genom att testa användningen av rullbockarna på plats vid stansmaskinen och notera de risker som tydligt visades. EN-standarden som beskrivs i stycke 2.4.5 användes sedan för att säkerställa konstruktionens riskbedömning.

Bruksanvisningen utformades med hjälp av bilder från testning av rullbockarna. En beskrivande text för användning och säkerhetsföreskrifter lades till i bruksanvisningen.

CE-märket och skylten för max last gjordes i Excel och skrevs sedan ut i form av ett klistermärken som limmades på rullbockarna. CE-märkets information har utformats som beskrivet i kapitel 2.4.7.

AB EVOMECH OY	Kaiser 200 Meistin asennuskiskot	CE
RINNAKKAISTIE 31	KÄYTTÖALUE: Kaiser 200 Meistin	
65350 VAASA	VALM:NRO: Evom10001	
+ 358(0)50 *** ****	VALM.VUOSI: 11/2018	
*****@evomech.fi	Max 2000kg/pari	

Max 2000kg/pari

Figur 14 CE-skylt

4 Resultat

Här presenteras resultatet av den slutliga produkten som används. Resultaten visar hur produkten fungerar och hur väl den uppfyller alla kraven. Detaljritningar för komponenterna och dokumentation för CE-märkningen finns tillgängliga i bilagorna.

4.1 Funktion

När rullbockarna är i användning kan man se att de uppfyller de krävda funktionerna och erbjuder en säker metod för stansverktygsbytet. Stopparna och sidoguiderna kan ses tydligt ses av användaren vilket underlättar på lastningen märkbart. Låshakarna kan enkelt lyftas upp och ned för fastlåsning och de håller kraven för fastlåsningen. Rullskenorerna fungerar bra och stansverktyget kan enkelt skuffas in i maskinen. Nedan visas en bild när stansverktyget lyfts på rullbockarna med hjälp av en gaffeltruck.



Figur 15 Placering av stansverktyget

Ihop viknings funktionen håller kraven som ställdes. De går att vika undan tillräckligt mycket för att användaren skall få så mycket arbetsutrymme som behövs.



Figur 16 Ihop vikningen av rullbockarna

4.2 Konstruktion

Konstruktionen blev dimensionerad och materialvalen gjordes enligt kraven på maxlasten som önskades. Konstruktionen simulerades med statiska belastningar enligt finita elementmetoden för att hitta de kritiska spänningsområdena och konstruktionen optimerades efter dem för att säkerställa risken mot utmattning.

4.3 CE-märkning

CE-märkningen av rullbockarna har gjorts, och uppfyller kraven som EU-direktiven ställer. Riskanalysen ger användaren en bra uppfattning om rullbockarnas funktion och risker som medföljer. Bruksanvisningen är tydlig och enkel att följa, vilket säkerställer att en säker användning utförs. All dokumentation för CE-märkningen finns tillgänglig i bilagorna.

4.4 Utvärdering

Av de krav som ställdes innan arbetet inleddes kan man konstatera att de slutliga rullbockarna uppfyller kraven.

Den nya metoden för stansverktygsbytet visade sig vara betydligt smidigare än den tidigare använda metoden. Nu sparar användaren tid och energi med hjälp av de ihop vikbara rullbockarna. Säkerheten för verktygsbytet har förbättrats med hjälp av CE-märkningen som utfördes på rullbockarna.

Kraven på dimensioner har också hållits inom gränserna. Alla aktuella stansverktyg går nu att transporteras på rullbockarna. För övrigt har toleranser för lederna och låsningarna också hållits inom kraven, de glappar inte och rörs lätt utan någon förändring eller motstånd.

5 Diskussion

Syftet med detta arbete var att planera, konstruera och leverera en anordning för utförande av stansverktygsbyte i en stansmaskin. De färdigställda rullbockarna är nu i användning i dagligt bruk vid stansmaskinen.

För mig har detta arbete gett mig nya erfarenheter inom produktutveckling, konstruktion och CE-märkning.

Konceptgenereringen hjälpte mig på lång väg med arbetet. Utifrån den kunde jag ta ett beslut för hur den slutliga produkten skulle fungera. Jag hade flera möjligheter och alternativ för låsningsmekanismen och valet var svårt att göra. Men med hjälp av att värdera för och nackdelarna för varje koncept kom jag till slut fram till ett val. Låshakarna som jag valde var enligt min utvärdering, billigaste, snabbaste och säkraste alternativet. En annan vägande faktor var att materialet redan fanns tillgängligt i Evomechs lager.

Ett av syftena var att stansverktygsbytet skulle ske säkert och snabbt. Det uppnådde jag genom att förse rullbockarna med rullskenor som stansverktyget lätt kan rulla på. Rullskenor tillverkades av profilrör som fanns tillgängliga i lagret från förr, kullager användes sedan som rullor för att säkerställa att de inte börjar rulla trögt efter långtidsanvändning.

Att göra en fullständig sammanställning i form av 3D-modell före beställning av material och tillverkning var en väldigt bra idé. På så sätt kunde jag säkerställa att rullbockarna var tillräckligt ihop vikbara. Och att stopparna samt sidoguiderna fungerade som jag tänkt.

Arbetet överlag gjordes väldigt sakligt utan några större problem. Detta beror troligtvis på min tidigare erfarenhet av liknande konstruktionsarbeten vid Evomech. Jag vill även nämna att tillverkningen av rullbockarna utfördes av mig själv i företagets bearbetningsverkstad. Målningen och monteringen gjorde jag också själv.

Jag vill slutligen tacka min handledare Jan Lindberg från Evomech och Kenneth Ehrström från Yrkeshögskolan Novia för stödet jag har fått under examensarbetets gång.