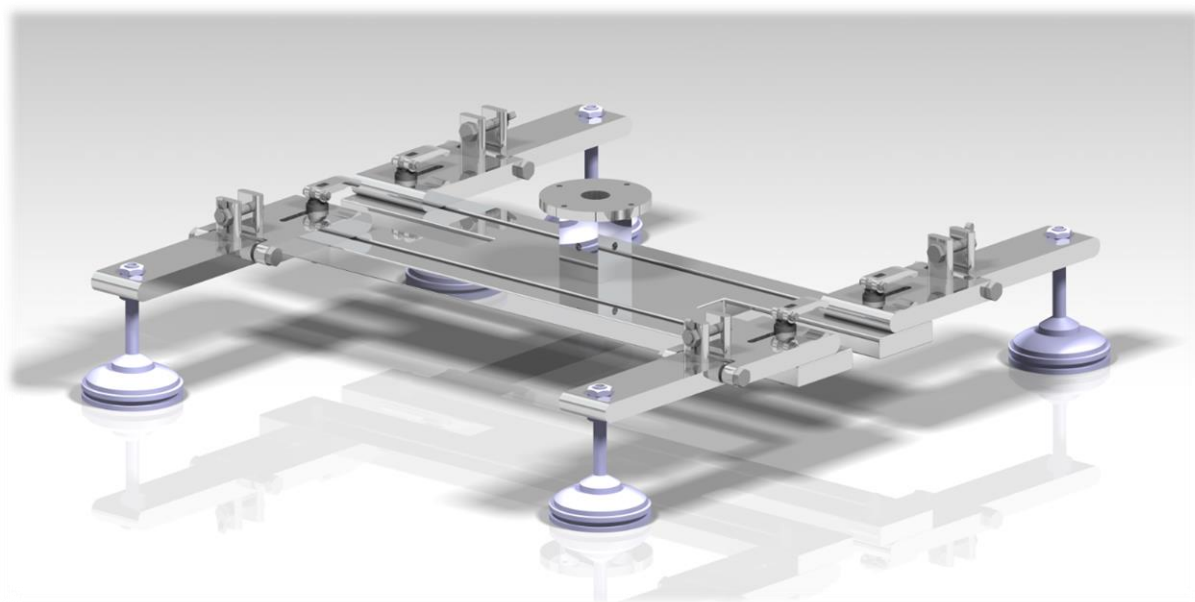




CHALMERS

Framtagning av ett lyfthjälpmedel

Development of a lifting equipment



Examensarbetet för maskiningenjörsprogrammet

Amer Ribic

Ismail Shojai

Institutionen för Tillämpad mekanik

Avdelningen för dynamik

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2015

Examensarbetet 2015: 06, ISSN 1652-9901

EXAMENSARBETE 2015:06

Framtagning av lyfthjälpmiddel för Andréns Plast AB

Examensarbete för maskiningenjörsprogrammet

Ismail Shojai

Amer Ribic

Institutionen för Tillämpad mekanik

Avdelning för dynamik

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2015

Framtagning av lyfthjälpmedel

Examensarbete för maskiningenjörsprogrammet

Ismail Shojai

Amer Ribic

© Amer Ribic, Ismail Shojai, Sverige 2015

Examensarbetet 2015: 06, ISSN 1652-9901

Institutionen för Tillämpad mekanik

Avdelning för dynamik

Chalmers tekniska högskola

SE-412 96 Göteborg

Sverige

Telefon:+46(0)31-772 1000

Tryckeri/Institutionen för Tillämpad mekanik

Göteborg, Sverige 2015

Förord

Examensarbetets omfattning är 15 högskolepoäng per person och har genomförts av Amer Ribic och Ismail Shojai under en period från våren till sommaren 2015. Arbetet är utfört på begäran från Andréns Plast AB och som är belägen i Torslanda Göteborg.

Vi båda har läst maskiningenjörsutbildning på 180 högskolepoäng. Amer har läst inriktningen produktion och Ismail inriktning konstruktion.

Vi vill tacka vår handledare på Chalmers Peter Bövik som under vägens gång bistått med hjälp under rapportskrivandet. Vi vill även tacka vår handledare på företaget Robert Blomster-Lidberg för allt stöd han har gett oss och vi vill även tacka produktionschefen Anders Borgersen på Andréns som har gett oss möjligheten att få det här uppdraget!

Vi vill även tacka

- Gert Persson för hans hjälp under FEM analysen.
- Sven Ekered för hans insatser vid 3D-modellering.

Tidigare kurser som vi har läst under vår tid på Chalmers har hjälpt oss väldigt mycket under detta examensarbete och vi tror att det även kan vara till hjälp i arbetslivet.

Ismail Shojai

Amer Ribic

Göteborg den 12 augusti 2015

Sammanfattning

Examensarbetet utfördes på Andréns Plast AB som är Sveriges största leverantör av kundspecifika vakuumformade plastdetaljer till fordons- och elektronikindustrin. Företaget har idag över 2000 artiklar i löpande produktion och cirka 85 medarbetare.

Projektets uppgift bestod i att konstruera ett lyftverktyg för att underlätta lyft av tunga och stora artiklar för operatören. Företaget hade krav på gripdon, lyft-ok och lyftsysteem.

Projektet började med marknadsundersökning för att hitta alternativa lösningar på problemet. Ganska tidigt valde gruppen att fokusera på gripdonet och försöka använda befintliga lösningar på lyft-ok och lyftsysteem. Detta berodde på att lyft-ok och lyftsysteem är ett område med många bra produkter på marknaden medan gripdonet är ett område som specifikt beror på arbetsplatsen och produktvariationen. Just produktvariationen är ett stort problem på Andréns och det är grundorsaken till att vi prioriterade att jobba med gripdonet i förstahand.

Olika urvalsmetoder som Pughmatris och Kesselringmatris var grunden till urvalsprocessen som gick ut på att välja det bästa gripdon konceptet. Vid val av konceptet- justerbara sugkoppar insåg gruppen att den hade stor potential men att det behövdes några förbättringar för att klara alla kundens krav. Härnäst arbetade gruppen metodiskt att utveckla konceptet så att den skulle hantera ännu fler produkter.

Lyft-ok och lyftsysteem valdes genom kontakt med olika företag. I specifikt samarbete med företaget Pronomic beslutades att deras produkt var den mest intressanta. Pronomic bistod även med ritningar som skulle vara till hjälp vid fästning av gripdon och lyft-ok samt lovade även att hjälpa till vid tillverkning av gripdonet vilket andra företag inte kunde göra. Detta var avgörande för valet av samarbetspartner för tillverkning av gripdon, val av lyftsysteem och lyft-ok.

Gruppen har även tittat på FEM analyser för att undersöka om gripdonets mått är realistiska och klarar av belastningar på ett bra sätt. Detta har resulterat i att vi har fått ändra mått på detaljer för att hitta en bra lösning.

För val av kopp besluta gruppen att välja koppar från företaget Vmeca. Smart cups serie från Vmeca är sugkoppar som har inbyggd kulled vilket gör den rörlig nedtill. Sugkopparna klarar även av krökta ytor och vertikala lyft. Dessa bälgkoppar har även sålts till andra företag inom härdplastindustrin.

Abstract

The work was carried out at Andréns Plast AB, Sweden's largest supplier of customer-specific vacuum formed plastic parts for the automotive and electronics industries. The company currently has over 2,000 items in current production and about 85 employees.

The project's task was to construct a lifting tool to facilitate the lifting of heavy and large items for the operator. The company had demands for gripping, lifting yoke and lifting systems.

The project started with a market research to find alternative solutions for the problem. The group chose to focus on the gripper and tried to use existing solutions for the lifting yoke and lifting systems due to the fact that there exists many good solutions on the market for the latter systems. The gripper specifically depends on the workplace and the product variations at Andréns.

Different decision making methods like Pugh concept selection and Kesselring matrices formed the basis for the selection process, which was to select the best gripper concept. When selecting concept- adjustable suction cups the group realized that it had great potential, but it needed some improvements to meet all customer requirements. Furthermore the group developed the concept to be able to handle more products.

Lifting yoke and lifting systems were selected through contact with different companies. In cooperation with Pronomic we chose to move forward with their product because it met our requirements in a good way. Pronomic also helped with drawings that would be helpful in attaching the gripper and the lifting yoke. They also promised to help in the production of the gripper which other parties could not do. This was decisive for the choice of partner for the manufacture of grippers, choice of lift systems and lift yoke.

A FEM analysis was performed in order to ensure whether the gripper dimensions are realistic and able to handle a variety of loads. This led to changes in dimensions to meet the requirements.

Vmecca was chosen as partners for the selection of suction cup. Smartcups series from Vmecca are suction cups that have built-in ball joint, which makes the bottom parts flexible. The suction cups can also handle curved surfaces and vertical lift. These cups have also been sold to other companies in the thermoset industry

Innehållsförteckning

1. INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	1
1.3 Avgränsningar	1
1.4 Precisering av hypotesen	1
2. METOD	2
2.1 Ergonomiska analyser	2
2.1.1 SNOOK	2
2.1.2 NIOSH	2
2.1.3 Rapid Entire Body Assessment (REBA)	2
2.1.4 Val av metod	3
2.2 Kundvärde	3
2.3 Informationsinsamling	4
2.3.1 Företagsbesök	4
2.3.2 Intervju och observation	4
2.4 Konceptframtagning	4
2.4.1 Marknadsundersökning	4
2.4.2 Brainstorming	4
2.4.3 Pughmatris	5
2.4.4 Kesselring-matris	5
2.5 CAD	6
2.6 FEM	6
3. DAGENS PROCESS	7
3.1 Arbetsplatsbegränsningar	8
3.2 REBA-analys på dagens arbetsprocedur	8
4. KRAVSPECIFIKATION	9
4.1 Kartläggning av kundens röst	10
5. RESULTAT	11
5.1 Lyft-ok & lyftsystem- Alternativa lösningar	11
5.1.1 Ett Skensystem med lyftcylinder	11
5.1.2 Flexicrane med lyftcylinder	12
5.1.3 Mobicrane	13

5.1.4 Val av Lyft-ok & lyftsystem	14
5.2 Konceptframtagning och utvärdering av koncepten	15
5.2.1 Konceptframtagning	15
5.2.2 Koncept 1- Fria sugkoppar	15
5.2.3 Koncept 2- Justerbara sugkoppar	16
5.2.4 Koncept 3- Spindelarmar	16
5.2.5 Koncept 4- En sugkopp	17
5.3 Utvärdering av koncepten	18
5.3.1 Viktning av önskemål	19
5.3.2 Kesselringmatris	20
5.3.3 Vidareutveckling av konceptval	21
5.4 3D-Utskriven modell	24
5.5 FEM	25
6. DISKUSSION	28
7. SLUTSATS	30

INLEDNING

1.1 Bakgrund

Andrén Plast AB är en leverantör av vakuumformade plastartiklar som grundades 1916. Sedan 2008 ingår företaget i Koncernen Klippan och har sitt huvudkontor samt produktion i Göteborg. Den största delen av produktionen är vakuumformning av plastdetaljer till fordons- och elektronikindustrin. All material är till 100 % återvinningsbart och spillet återanvänds i produktionen.

Andrén Plast AB har idag över 2000 artiklar i löpande produktion och instrumentbrädor, inredningsdetaljer, paneler och skärmar är typiska produkter.

Företaget har ca 85 medarbetare och samarbetar med en rad ledande företag såsom Volvo, Scania, Kabe, IVT, Bosch, Atlet och med flera.

I efterbearbetningsprocessen på företaget sker det mycket manuellt arbete. Vid R12, som är en station där artiklarna bearbetas av en robot, är artiklarna stora och klumpiga vilket ger operatören bekymmer vid hantering. Operatören vid R12 lyfter manuellt upp artikeln in till fixturen för att sedan låta roboten bearbeta artikeln. Efter att roboten är klar måste operatören lyfta ur den bearbetade artikeln för gradning, avsyning och paketering.

Hantering av dessa stora artiklar belastar kroppen fysiskt och är dessutom tidsineffektivt. På grund av de arbetsförhållandena som råder skall arbetssituationen förbättras för operatören på R12.

1.2 Syfte

Syftet med projektet är att ta fram ett vakuumstyrt lyftverktyg som hjälper operatören att eliminera bort de tunga manuella lyften samtidigt som produktionen effektiviseras.

1.3 Avgränsningar

Rapporten kommer endast behandla robotfräsen R12 där de största artiklarna bearbetas. Det kommer inte byggas någon verklig modell och produktframtagningen kommer endast behandla framtagning av ett exemplar.

Rapporten kommer inte att fokusera på detaljkonstruktion.

1.4 Precisering av hypotesen

Lyftverktyget skall ta bort de manuella lyften som operatören idag gör vilket kommer bidra till en mer ergonomisk arbetsstation med mindre fysisk belastning och en effektivare produktion!

2. METOD

Här tydliggörs vilka metoder som har använts samt hur dessa utfördes.

2.1 Ergonomiska analyser

Gruppen valde att göra en ergonomisk analys av arbetsituationen idag för att kunna sätta ett värde på hur bra eller dålig arbetsmiljön är. Ergonomiska analyser är även bra för att se om det framtida konceptet ger en mindre belastning på kroppen.

Här nedan följer flera ergonomiska analyser på som skulle kunna tillämpas på det aktuella problemet.

2.1.1 SNOOK

SNOOK analysen görs via tabeller som ger acceptabla vikt- och kraftvärden för specifika typer av arbetsuppgifter som bedöms ge ergonomiska besvär. Om dessa värden överskrider i ett visst arbetsmoment kan det finnas risk för allvarliga skador. Faktorer som påverkar analysen är höjd, frekvens, horisontellt avstånd från kroppen och slaglängd på lyftet som utförs. (Anna-lisa Osvalder, 2010)

2.1.2 NIOSH

En metod där utvärdering av risker i samband med arbetsmoment som innehåller lyft av olika slag kallas för NIOSH lyftekvation. Metoden är framtagen av en samling av experter på begäran av ”The National Institute of Occupational Safety and Health” i USA. Den går ut på att man väger ihop faktorer som är relaterade till belastningstolerans för att ge gränsvärden på maximala vikt som bör hanteras.

I lyftekvationen finns en RWL(Recommended Weight Limit) som är en rekommenderad maxtyngd som får hanteras den beräknas med hänsyn till olika faktorer.

Utgångspunkten är en lyftvikt på 23 kg som reduceras av faktorer som är beroende av bland annat, arbetshöjd, frekvens, asymmetri och vertikalt lyftavstånd.

Precis som SNOOK utgår alltså NIOSH lyftekvation ifrån ett målvärde som anger om lyftmomenten är godkända eller inte. (Anna-lisa Osvalder, 2010)

2.1.3 Rapid Entire Body Assessment (REBA)

REBA analysen är en metod för att analysera kroppsställningen. Med REBA metoden utvärderar man den påfrestning som den utövade kroppen utsätts för vid hantering av en viss produkt och på så sätt kan skaderisken förutses. Genom att studera den mest ansträngande arbetsställningar i arbetsmomentet och poängsätta dessa utifrån hur de belastar kroppen erhålls snabbt ett värde (från 1-15) på hur pass skadlig ställningen är och hur viktigt det är att åtgärda den. REBA analysen innefattar nacken, benen, överkroppen, överarmarna, underarmarna och handlederna. Den tar även hänsyn till hur bra fysiskt grepp personen har om lasten. Tyngden hos föremålet som person lyfter eller hanterar beaktas också i beräkningarna i REBA analysen samt även huruvida belastningen är statisk eller dynamisk. (Anna-lisa Osvalder, 2010)

2.1.4 Val av metod

REBA analysen beaktar greppvänligheten tillskillnad från de andra metoderna vilket får ses som en stor fördel. Den är även mer flexibel då den bygger på vinklar på arbetande kroppsdelar istället för en specifik vald siffra på vikten som anses rimligt för att undvika skador på kroppen.

Varken SNOOK eller NIOSH tar hänsyn till lyft utan tyngd. Dessa två metoder strävar efter att hitta en maximalvikt som får lyftas innan risken för skador blir för stor. Det medför att metoderna bortser från de faktum att skador kan uppstå även vid lyft av relativt små vikter som kan upprepas flertalet gånger under arbetsgången.

En stor möjlighet med REBA analysen är att inga komplicerade mätutrustningar behövs för att bedöma skaderisken. Metoden är enkel och snabb och kan användas för att kartlägga risker vid t.ex. lyft av artiklar.

För att veta hur stor belastning personalen på R12-stationen utsätts för i dagens läge började man med en REBA-analys. Detta gav en inblick i dagens arbetsituation samt ett poängvärde att utgå ifrån. Målet är att finna en lösning som sänker REBA-poängen till en godkänd nivå.

2.2 Kundvärde

Kvoten mellan tillfredsställelse av kundbehov och förbrukning av kundens resurser kallas för kundvärde. Ett högt kundvärde resulterar i en bra och attraktiv produkt. Andréns Plast AB behöver ha en produkt som eliminerar den tunga lyften för operatören och samtidigt effektiviserar produktionen något för att få ett högt kundvärde. Det krävs även att den nya produkten är tillräckligt billig och framförallt tidseffektiv vilket resulterar i ökat kundvärde. Kundvärdet minskar om produkten är dyr och/eller tidskrävande vid framtagningen. Det viktiga är att produkten löser problemet på företaget samtidigt som den inte förbrukar för mycket av kundens resurser. (Johannesson, Persson, & Petersson, 2013)

Kunder har ofta behov som är självklara, eller i varje fall inte tänker på. Om dessa självklara behov inte uppfylls, skapar det irritation och missnöje. Enligt Kanomodellen kallas dessa för basbehov. Basbehoven är dessutom så självklara för kunden att man ofta inte kan ta reda på dem genom att fråga kunden.

Uttalade behov är behov som känns viktiga för kunden och vad den förväntar sig att få. Dessa behov kan man ta reda på genom att fråga kunden.

Kunden vet inte alltid vad för behov som finns och som bör uppfyllas. Dessa behov kallas omedvetna behov och kan därför inte anges av kunder när de blir tillfrågade.

Genom att uppfylla omedvetna behov kan företaget skaffa sig stora konkurrensfördelar gentemot sina konkurrenter. (Bergman & Studentlitteratur, 1990)

2.3 Informationsinsamling

Här kommer de metoder att behandlas som bidragit med hjälp vid informationsinsamlingen.

2.3.1 Företagsbesök

Företagsbesök har genomförts för att få en bra insikt i dagens arbetsmiljö på Andréns Plast AB. Att kunna se svårigheter med dagens process är till stor fördel längre fram i arbetsgången. Visualisera problemen och se de fysiska begränsningar som finns är extremt viktigt. Finns det tillräckligt stor yta för att applicera en eventuell lösning på?

Dessa frågor kommer att besvaras i samband med kontinuerliga företagsbesök.

2.3.2 Intervju och observation

Intervju är metod för att samla in information kring vad människor tycker och tänker. Metoden samlar in åsikter från den intervjuade vilket gör att resultatet ger subjektiv data.

Intervjuer har bidragit med viktig input om de enskilda problemen som finns idag. Operatören kommer kunna förklara vad som behövs att förbättras i detalj men framförallt viktiga önskemål om tidseffektivitet och ergonomiska förbättringar i processen kommer att erhållas.

Observation är en objektiv metod för att samla in information om hur människor beter sig i olika situationer. Eftersom människan inte alltid är medveten om deras handlingar är observation en utmärkt metod för att ta reda på vad operatörerna faktiskt gör, inte bara vad de säger att de gör. Observationer genomfördes i den verkliga arbetsmiljön på företaget, där arbetsförloppet videofilmades. (Anna-Lisa Osvalder, 2010)

2.4 Konceptframtagning

Konceptframtagningen började med brainstorming som ledde till ett flertal olika skisser på lösningar. Sedan sker korsbefruktning av idéer och lösningar för att hitta flera olika koncept. Pugh-matrisen eliminerar de koncepten som inte är realiserbara. Via en Kesselring-matris väljs härnäst ett slutgiltigt vinnande koncept.

2.4.1 Marknadsundersökning

Vid framtagning av en ny produkt är marknadsundersökningen väldigt viktig. Det finns oftast någon form av osäkerhet kring underlaget vid okänt marknadsområde för framtagning av en ny produkt.

Sökning på nätet, patentdatabaser och gamla arbeten lägger en bra grund för konceptframtagningen. Produkter som finns på marknaden idag och löser liknande problem hjälper också till att generera idéer. Besök på mässor gjordes vilket ledde till kontakt med intressanta företag inom branschen.

Marknadsundersökningen ledde till att bjuda in de mest intressanta företagen till kunden för att låta de se arbetsstationen på plats. Detta bidrog till ett flertal förslag på lösningar samt offert. (Johannesson, Persson, & Petersson, 2013)

2.4.2 Brainstorming

En metod som förekommer ofta vid idégenerering är brainstorming. Tanken är att generera så många idéer som möjligt för att lösa olika problem. ”Idékvantitet går före idékvalitet”

(Johannesson, Persson, & Petersson, 2013). Detta görs oftast via Workshop. För att få igång idégenerering hos varje enskild individ krävs det att gruppledaren presenterar några idéer som får igång tänkandet hos de enskilda individerna. För att göra brainstormingen effektivare är det viktigt att inte ge någon kritik eller negativa kommentarer till idéerna. Idéerna tillsammans kan lägga grunden till ännu fler koncept och det är hela styrkan i brainstorming, att ingen idé är perfekt men tillsammans med andra idéer ger det upphov till en bra lösning på problemet.

Brainstormingen bidrog med flertalet idéer som var början på olika koncept. Dessa olika koncept kom att behandlas närmare i senare del av arbetsgången. (Anna-lisa Osvalder, 2010)

2.4.3 Pughmatris

Pughmatrisens uppgift är att eliminera bort koncepten som inte uppfyller alla krav. Pughmatrisen valdes eftersom den är väldigt enkel att jobba med. Metoden går ut på att rangordna koncepten jämfört med en referenslösning som oftast är en befintlig lösning på problemet. De nya koncepten betygsätts som bättre, sämre eller likvärdig den befintliga lösningen. En viktig aspekt i detta arbetssätt är att man inte bara väljer ett bästa koncept utan samtidigt också successivt gör förbättringar genom att försöka ta tillvara på goda idéer från bortgallrade koncept. Här väljs också några koncept bort. Det blir då endast ett fåtal koncept kvar som kommer att utvärderas mer noggrant i en Kesselring-matris. (Johannesson, Persson, & Petersson, 2013)

2.4.4 Kesselring-matris

I Kesselring-matrisen eller beslutsmatrisen viktas kriterierna. Koncepten som överlevde Pugh matrisen tilldelas olika värden från ett till fem beroende på hur väl de löser problemen. För att få totalvärdet multipliceras värdet som koncept A fick med viktningen på kriteriet. Totalvärdet på koncept A jämförs med ett idealkoncept som har maximalt totalvärde som går att uppnå. Samma metod tillämpas på koncept B. Konceptet som har fått högsta totalvärdet blir det vinnande konceptet.

Innan ett slutgiltigt beslut fastställs är det viktigt att reflektera över resultatet.

- Är skillnaden tillräckligt stor mellan vinnande och förlorande koncept?
- Meritvärdet av vinnande konceptet kan vara byggd på några riktigt bra resultat och några riktigt dåliga vilket kan ifrågasätta konceptets duglighet som helhet. Hur bra är konceptet egentligen om den har några stora svagheter och några stora styrkor? Balansen är viktigt här!
- Näst bästa konceptet kan vara ett bättre alternativ om den har ett mer balanserat meritvärde som bygger på många bra resultat utan hög högsta nivå och låg lägsta nivå.
- Hur noga är viktfaktorerna bestämda?

(Johannesson, Persson, & Petersson, 2013)

2.5 CAD

Computer aided design har använts för att modellera fram det utvalda konceptet. CAD gav möjligheten att skapa en produkt i en virtuell miljö med önskad design och mått.

Efter att modellen hade ritats upp skrevs delar av modellen ut i en 3D-skrivare. Den 3D-utskrivna artikeln gjorde det möjligt att se om måttsättningen på produkten stämde överens med verkligheten. Produkten kunde nu även testas och visas upp på företaget för att verifiera att en lyckad konstruktion hade uppnåtts.

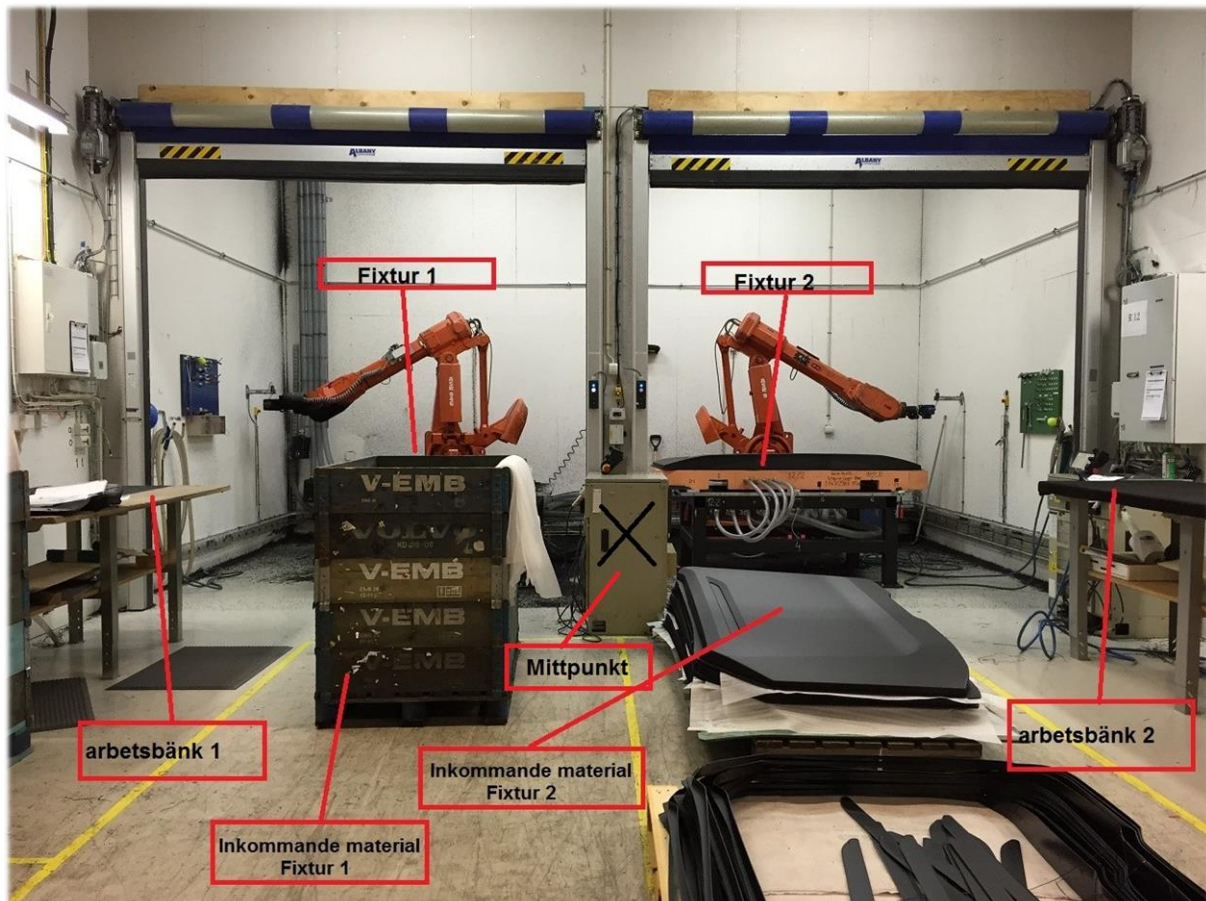
2.6 FEM

Finita elementmetoden har använts för hållfasthetsanalys. FEM är integrerat i moderna CAD-system och tillät oss att snabbt och realistiskt kontrollera hållfastheten på produkten som ännu inte existerar annat än som datormodell. FEM gjorde det möjligt att se var produkten belastas som mest och vilka belastningsnivåer som uppkommer. Med hjälp av den informationen kunde modellen utvecklas och ändras för att uppnå bättre värden på spänningar och utböjningar i konstruktionen.

3. DAGENS PROCESS

Idag arbetar operatören oftast ensam vid arbetsstationen R12. Produktvariationen är stor vilket leder till att olika produkter bearbetas varje dag. För att göra den manuella gradningen som operatörerna gör effektivare förekommer det att de jobbar i par om två personer. Detta i syfte för att minimera stilleståndet. Vid bearbetning av mindre tunga artiklar går det ganska smidigt att jobba ensam men när artiklarna är tyngre och större blir processen mycket mer blastande för operatören. Tungt lyft tillsammans med ryggböjningar som upprepas ett flertal gånger under arbetspasset leder till stora belastningar på framförallt ryggen. Dessa belastningar kan leda till allvarliga skador och sjukskrivning som följd. Förutom de ergonomiska besvären som finns så är arbetssättet inte produktionseffektivt.

Vid bearbetning av de större artiklarna krävs det att operatören vid R12 tillkallar hjälp från andra närliggande operatörer. Detta i sig leder till att produktionen stoppas på andra stationer. Här nedan visas en bild på stationen och dess layout för att förtydliga arbetsplatsen.



Figur 3 – Layout R12

Materialet körs fram på en pall framför R12. Operatören måste själv eller med hjälp av annan operatör lyfta upp den obearbetade artikeln för att sedan bära in den till fixturen som är placerad inne i arbetsrummet. Efter att artikeln är på plats sätts vakuum på för att artikeln skall sitta kvar vid bearbetningen. Efter bearbetningen lyfter operatören ur materialet för avsyning, gradning och därefter paketering. Under bearbetningen är skyddsporten nere.

Det mest krävande momentet i processen som operatören gör är i början där materialet måste lyftas från pallen som är belägen på marknivå för att sedan bäras in till fixturen. Det leder även ibland till höga lyft, lyft över axelnivå, för att undvika föremål som finns närliggande stationen. Artikeln är även som tyngst innan bearbetningen.

3.1 Arbetsplatsbegränsningar

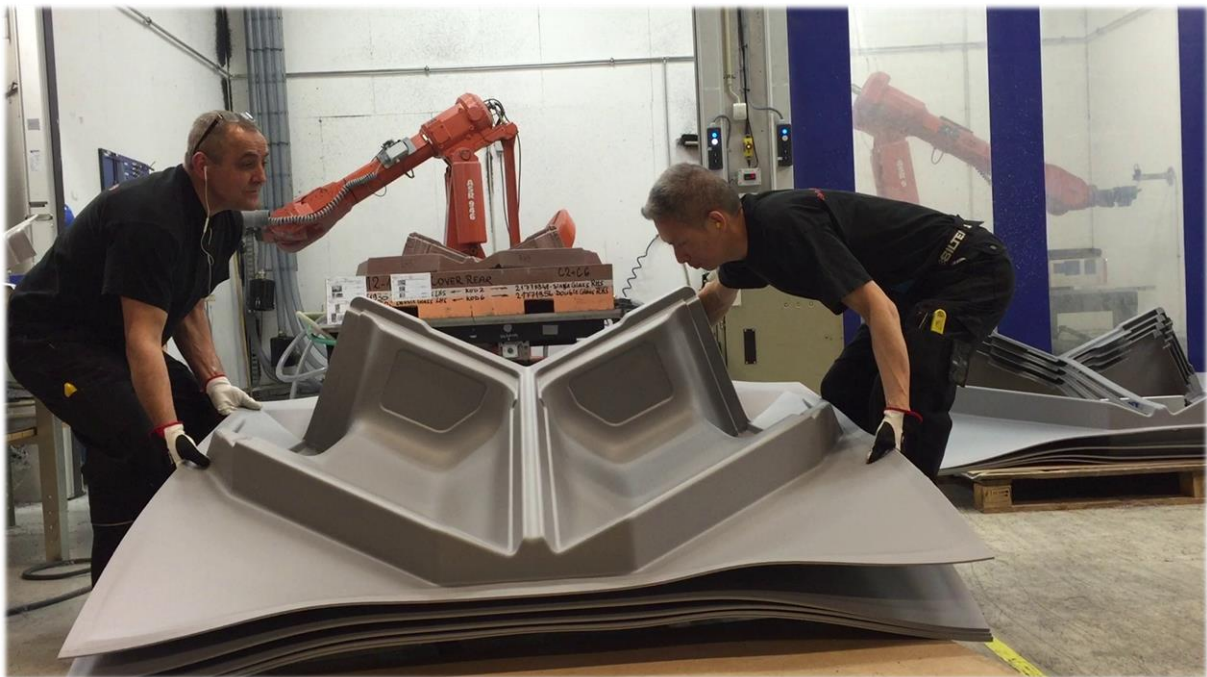
Här definieras de mått som kommer att vara avgörande för att hitta ett fungerande lyftsystem.

- Porthöjd: 2.90 m
- Avstånd från mittpunkt till arbetsbänk: 2.50 m
- Avstånd från mittpunkt till fixtur: 2.20 m
- Lufttrycket i anläggningen: 7 bar

3.2 REBA-analys på dagens arbetsprocedur

En Reba-analys gjordes för visualisera svårigheterna i dagens läge. Detta kommer att stå som grund för vilka belastningar personalen utsätts för i dagens läge. Analysen gjordes vid den mest kritiska arbetsställningen, vid lyftet av materialet. Eftersom vi har två operatörer som hjälps åt genomfördes Reba-analysen på båda operatörerna för att se hur var och en belastas vid lyftet.

Här nedan ser vi tagna bilder från André Plast AB med erhållet REBA-poäng utifrån analysen, *se bilaga 2* för uträkning.



Figur 3.2 – Lyft från marknivån (REBA-poäng:10 för båda operatörer)

På bilden ovan syns det hur operatörerna måste böja sig långt ner för att kunna greppa materialet innan lyftet. När materialet är packat som det är ovan i bild så finns det en risk att artiklarna klämmer sig fast i varandra på grund av egentyingden. Detta medför att operatörerna blir tvungna att applicera en ännu större kraft i början för att kunna få loss artiklarna från varandra.

Den avvikande kroppsställningen har gett en REBA-poäng på 10 för båda operatörerna vilket innebär, enligt analysen, en hög risk och att en undersökning och förändring av arbetsmetoden måste ske.

4. KRAVSPECIFIKATION

Tabellen nedan illustrerar kravspecifikationen för lyftsystemet inklusive lyft-oket och vakuumgripdonet. Dessa kriterier har tagits fram med hjälp av kunden.

Lyft-ok & Lyftsystem	Krav/Önskemål
Eliminera tunga lyft	K
Belastningstålig	K
CE-märkt	K
Får inte överstiga 75000 Kr	K
Kunna lyfta minst 25 kg	K
Vara vakuumstyrt	K
Eldriven	K
Effektivare än tidigare arbetsmetod	K
Energisnål	Ö
Smidigt att använda	Ö
Tiltmekanism	Ö
Kunna nå båda arbetsrummen	K
Vakuumgripdon	
Applicerbar för de flesta artiklar	K
Flexibel	K
Robust-och uthållig	K
Låg materialkostnad	Ö
Den skall vara realiserbar	Ö
Låg vikt	Ö
Användarvänlig	K
Ergonomisk utformat	Ö
Tidseffektiv	K
Få antal komponenter	Ö

Tabell 4 - Kravspecifikation

4.1 Kartläggning av kundens röst

Vid kartläggning av kundens röst valdes det att utgå från kravspecifikationen som gruppen tagit fram tillsammans med Andrèn Plast AB. Förutom de uttalade kraven beslutades det att även ta med de outtalade kraven här.

Baskrav (Uttalade):

- Alla skall kunna hantera den
- Produkten skall eliminera de tunga manuella lyften
- Produkten skall kunna användas dygnet runt
- Produkten utgör ingen skaderisk
- Belastningstålig

Uttalade krav från Andrèn Plast:

- Budget 75000 kr
- Användarvänlig och ergonomisk
- Vara dimensionerad för att lyfta minst 25kg/lyft
- Ett vakuumstyrt lyftsystem
- Eldriven
- Produkten skall vara applicerbar på 70-80% av artiklarna
- Produkten skall vara effektivare än det tidigare arbetssättet
- Kunna nå båda arbetsrummen

Uttalade krav ”Attraktiva”:

- Energisnål
- Smidig att använda

Önskemål:

- Tiltbar funktion hos produkten för lättare hantering

5. RESULTAT

Här kommer de resultaten att behandlas som erhöillits under arbetets gång

5.1 Lyft-ok & lyftsystem- Alternativa lösningar

Eftersom det redan finns bra befintliga lösningar på Lyft-ok och system valdes det att med hjälp utav kravspecifikationen göra en marknadsundersökning. Kontakt med olika företag inom branschen och företagsbesök har bidragit med eventuella lösningar. Här nedan följer några alternativa lösningar som varit intressanta.

För att få vakuum krävs en vakuumpump, alltså en pump som skapar vakuum med tryckluft.

5.1.1 Ett Skensystem med lyftcylinder

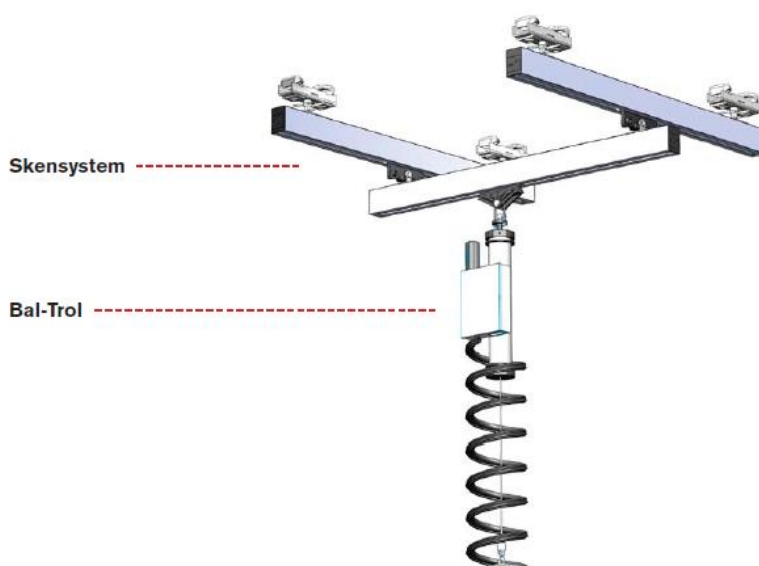
Skensystemet är utav aluminium och är tystgående. Skensystemet kan monteras på tak på lämplig utvald plats. Bal-Trol är en enkelverkande pneumatisk cylinder som endast drivs utav tryckluft. Användaren kan själv justera hastigheten uppåt och nedåt. Även denna enhet är gjord i aluminium och gör den lätt att flytta. Lyftcylindern Bal-Trol finns i tre olika varianter beroende på hur tunga produkter som man skall hantera.

Fördelar

Skensystemet är tystgående och för inte väsen av sig. Den är smidig att använda och tar inte mycket plats.

Nackdelar

Ett skensystem som visas i *figur 5.1.1* skulle inte fungera att montera på arbetsplatsen på grund av dess arbetsplatsutformning. Det är gipsväggar runt R12-stationen vilket gör att ett sådant skensystem eller en väggmonterad viksvängkran inte kan fästas mot. Takhöjden är väldigt hög vid den utvalda stationen vilket även gör en takmonterad lösning omöjlig. En nackdel med den enkelverkade cylindern är att den inte är vakuumstyrt. En vakuumpump går att montera men då måste man beakta hur den skall sitta samt vart vakuumknapparna skall konstrueras.



Figur 5.1.1- Ett skensystem med Bal-Trolcylindern från Lifts all

5.1.2 Flexicrane med lyftcylinder

Man kan även montera Bal-Trol lyftcylindern på en viksvängkran som heter Flexicrane, se *figur 5.1.2*. Flexicrane kan monteras på en stålpelare på golv men går även att montera på vägg eller i tak beroende på utformningen av arbetsplatsen.

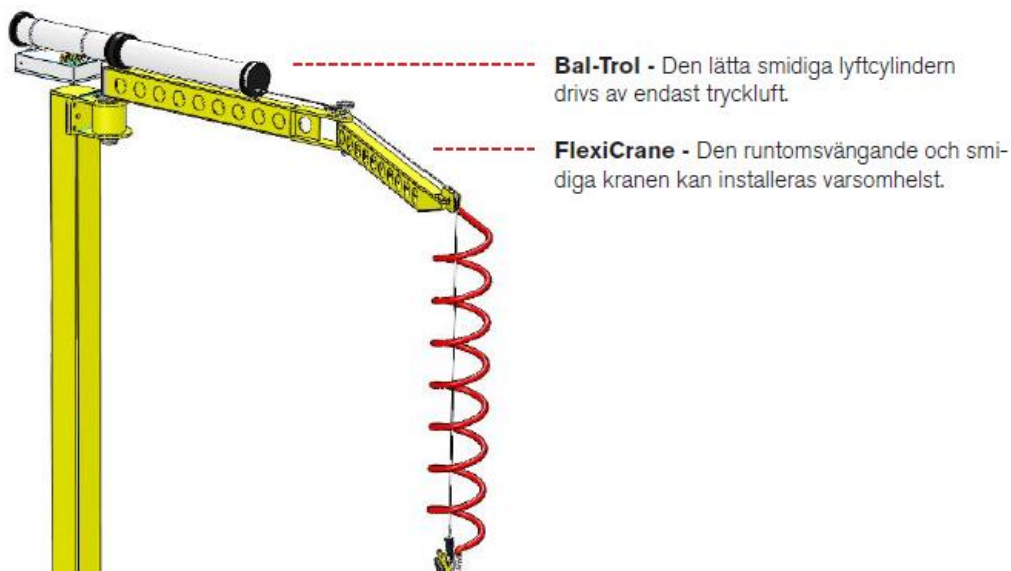
Fördelar

En stor fördel med en viksvängkran är att den kan nå in i båda bearbetningsrummen. Monteras den i mitten utav arbetsrummen kommer kranen nå båda fixturena.

Nackdelar

Som ovan nämnt redan ger detta lyftsystem inte en komplett lösning på problemet, då den inte har en inbyggd vakuumpump.

Man är således tvungen att ta fram en lösning på hur vakuumpump skall sitta samt hur vakuum skall styras. Det skulle ge oss bekymmer vid sammankopplingen med vårt framtagna vakuumband.



Figur 5.1.2- En viksvängkran med Bal-Trolcylindern från lifts all

5.1.3 Mobicrane

MobiCrane är en mobil viksvängkran för hantering av gods uppemot 85kg. Lyftet sker med en lina och en drivmotor som är elektriskt styrd. Den har en vakuumenhet med manöverhandtag. Kranens lyftrörelse styrs steglöst med hjälp av en knapp. Kranen kan installeras direkt på golvet, på väggen eller på en befintlig pelare. Den kan vara nät eller batteridrivna.

Fördelar

Fördelen med Mobicrane är många. Den har som tidigare nämnt en inbyggd vakuumpump i vakuumenheten. Vakuumenheten är ergonomisk utformad vilket gör att man bara behöver fokusera på att ta fram ett lämpligt vakuumband som monteras ihop med enheten. Detta ger en komplett lösning på problemet.

Mobicrane är en mobil enhet men den kan också bultas mot golv, som André Plast AB har begärt, och detta reducerar kostnaden ytterligare. Bultas kranen i golvet är en nätdriven lösning att föredra vilket leder till att man inte behöver tänka på batteribyte. En annan fördel är att detta kompletta system inte blir alltför dyrt. En budget har tagits fram med kunden och det kunde konstateras ganska tidigt i processen att den var för liten. Väljer man detta befintliga system skulle det vara det billigaste alternativet, trots att budgeten överskrids.

Eftersom det inte kommer att genomföras en riskanalys från vår sida för den framtagna produkten kom vi överens med Pronomic om att de skulle bistå med hjälp vad det gäller, riskanalys, tillverkning samt konstruktionsförbättring. Detta är positivt såvida kunden väljer att tillverka produkten och investera i Mobicrane.

Nackdelar

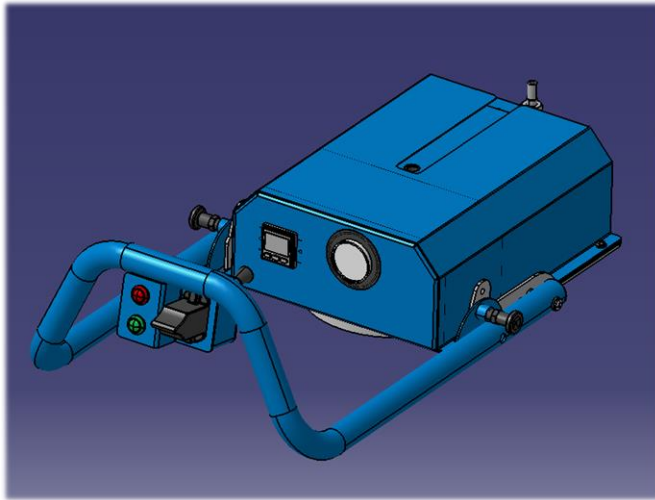
En nackdel med en svängkran bultat mot golv är att det kan stå lite i vägen. I mitten av R12-stationen finns ett styr-skåp som kommer att behövas flyttas för att kunna placera kranen på bästa möjliga utrymme. Den kan monteras framför skåpet men då hade den stått i vägen och tagit utrymme samt att en längre pelarlängd hade behövts. En längre pelarlängd medför förutom en högre kostnad även en klumpigare hantering.



Figur 5.1.3- Mobicrane från Pronomic

Här nedan i *figur 5.1.3B* ser vi manöverhandtaget som tillhör viksvängkran Mobicrane. Manöverhandtaget kan justeras för att uppnå en mer ergonomisk arbetshöjd. Den har en säkerhetsmekanism som inte tillåter lyft av artikeln om vakuumnivån inte är tillräckligt. Artikeln kan inte heller släppas om den är i luften vilket är bra ur säkerhetssynpunkt. Bakom manöverhandtaget ser vi ingång för tryckluft.

Styrningen sker enkelt med en styrknapp framför handtaget. En vakuuminikator sitter synligt på enheten.



Figur 5.1.3B- Manöverhandtag tillhörande Mobicrane

5.1.4 Val av Lyft-ok & lyftsystem

En stor marknadsundersökning har gjorts och ett flertal befintliga lösningar har hittats men de skiljer sig inte väsentligt mycket ifrån varandra. De flesta undersökta lyftsystem fungerar på samma sätt och de har liknande funktioner. Vi valde därför att inte ta med alla undersökta potentiella lösningar.

På grund av arbetsplatsutformningen och dess begränsningar är en stationär vik-svängkran det absolut bästa alternativet. Allt annat är inte aktuellt. Att fästa mot vägg eller tak är inte heller något alternativ.

Med tanke på alla de fördelar som en Mobicrane ger kan vi konstatera att det är det bästa alternativet. Gruppen har tagit kontakt med en teknisk säljare från Pronomic och bett om en offert på den med vald dimensionering och tillbehör, *se bilaga 3*.

En annan stor fördel med den valda kranen är att vi erhållit ritningar från Pronomic. Detta möjliggjorde att vi kunde börja utveckla ett vakuimgripdon så att den kan fästas på manöverhandtaget.

5.2 Konceptframtagning och utvärdering av koncepten

Under arbetets gång insågs snabbt att det stora problemet vid framtagning av lyfthjälpmidlet var den stora produktvariationen på arbetsplatsen. Artiklarna som produceras varierar dagligen i utseende och för att lyckas med en lösning är ett flexibelt vakuumbeltdon att föredra, *se bilaga 5*. I samråd med företaget beslutades det att verktyget skulle godkännas även om alla artiklar inte kunde tas hand om. Handledaren på företaget ansåg att ett gripdon som hanterar ca 70- 80% av artiklarna är ett bra mål att sikta på.

Befintliga lösningar på lyftsystem och lyft-ok finns redan och utifrån kravspecifikationen har man lyckas ta fram ett förslag. Därför kommer den största vikten på detta arbete att läggas på konstruktionen av ett flexibelt vakuumbeltdon.

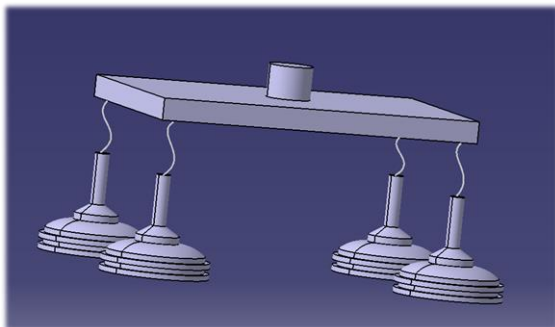
Ett stort hinder var den satta budgeten som var alldeles för liten. Man valde då att arbeta vidare för att sedan framföra den slutgiltiga kostnaden för företaget. Detta gjordes i samråd med företaget.

5.2.1 Konceptframtagning

Nedan redovisas de koncept som ansågs mest relevanta att studera vidare. Funktion presenteras i text och med bild.

5.2.2 Koncept 1- Fria sugkoppar

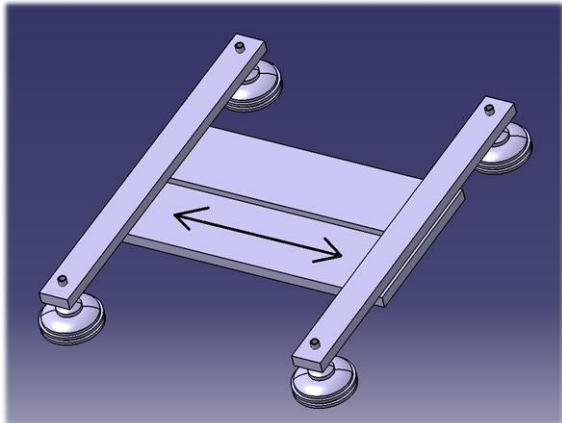
Konceptet bygger på lösa sugkoppar som hänger fritt ner från manöverhandtaget. Sugkopparna är monterade i vajer, *se figur 5.2.2*. De fritt hängande sugkopparna ger en flexibilitet istället för en begränsad rörlighet ifall de satt fast. Fria koppar leder också till att kopparna i praktiken går att fästa var som helst på produkten.



Figur 5.2.2- Fria sugkoppar

5.2.3 Koncept 2- Justerbara sugkoppar

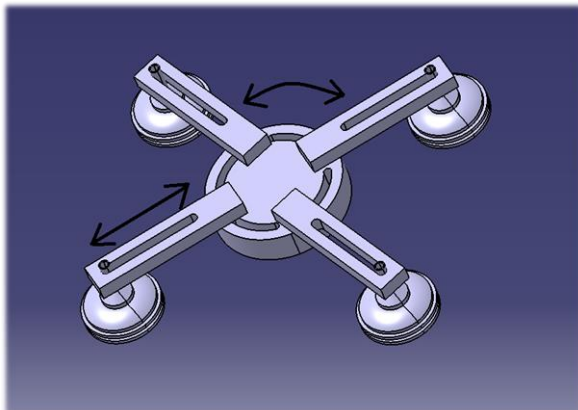
Konceptet bygger på två sugkoppararmar som är rörliga i sidled. Beroende på produktens storlek så kan armarna positioneras. Detta ger en stor flexibilitet främst när artiklarna varierar i storlek. Se *figur 5.2.3*



Figur 5.2.3 - Ett vakuumbgripdon med justerbara sugkopparmar

5.2.4 Koncept 3- Spindelarmar

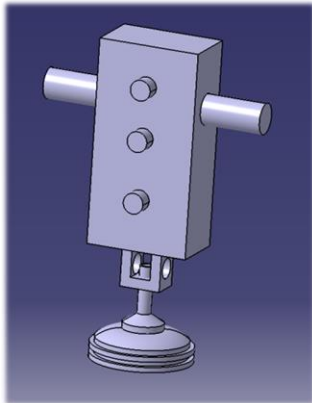
Konceptet spindelarmar som illustreras nedan i *figur 5.2.4*, består av fyra armar som går att rotera längs sin axel. Längden på armarna går även att justera.



Figur 5.2.4- Spindelarmkoncept

5.2.5 Koncept 4- En sugkopp

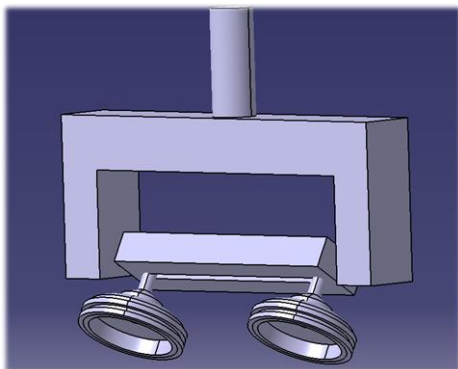
En Sugkopp-konceptet skiljer sig från de andra koncepten genom att den består utav en sugkopp bara. Detta gör att sugkoppen blir större i diameter för att den skall kunna få ut tillräckligt med sugkraft. Se nedan i *figur 5.2.5*.



Figur 5.2.5- Ett sugkoppkoncept

5.2.6 Koncept 5- Svängarm

Svängarm konceptet är roterbar runt sin egen axel vilket gör att den kan ta tag i artiklar från olika positioner. Den är väldigt lämplig för platta och mindre artiklar.



Figur 5.2.6- Koncept svängarm

5.3 Utvärdering av koncepten

Framtagna koncept undersöktes i syfte att se hur väl de uppfyllde krav och önskemål. Kraven och önskemålen betygsattes från 1-10 vilket visar på hur väl koncepten hanterar att lösa ett visst krav eller önskemål. Viktigt att notera är att för att ett koncept skall anses ha klarat av att hantera ett krav skall den ha fått minst 5 poäng. Koncepten som har fått mindre än 5 poäng på något av kraven anses inte lämplig för vidareutveckling.

Tabell 5.3- Pughmatrix

Kundkrav	Referens	Koncept	1	2	3	4	5
<i>Passar på de flesta artiklar</i>	9		10	5	4	5	4
<i>Flexibel</i>	9		7	6	4	5	5
<i>användarvänlig</i>	1		3	6	4	5	5
<i>tidseffektiv</i>	2		7	5	6	6	5
<i>Robust-och uthållig</i>	2		2	6	7	8	5
Uppfyller Kraven			Nej	Ja	Nej	Ja	Nej
Önskemål							
<i>Antal komponenter</i>	6		4	4	4	7	7
<i>Ergonomisk utformning</i>	2		2	4	4	5	4
<i>Materialkostnad</i>	10		5	5	5	7	7
<i>Vikt</i>	10		8	7	4	5	7
<i>Realiserbar</i>	10		2	8	5	7	8
<i>Summa</i>	61		50	66	47	60	57
Jobba vidare med	_____		Nej	Ja	Nej	Ja	Nej

Betygsskala 1-10, där 1 är sämst och 10 är bäst

Konceptet- Fria sugkoppar är den mest flexibla och den som med stor säkerhet kan hantera alla olika sorters produkter samtidigt som den är extremt tidseffektiv. Den stora nackdelen med konceptet är att den inte är realiserbar. De lösa armarna kommer leda till att materialet vinglar under lyft vilket kan skada produkten. Den har även andra nackdelar så som den ganska mediokra användarvänligheten. *Svängarm-konceptet* är lämplig när det gäller platta och mindre artiklar. Vid större artiklar med krökta ytor är den svår att applicera på grund av dess ensidighet.

Ett annat koncept som inte klarar alla krav är *konceptet- spindelarmar*. Faktum är att den misslyckas att hantera tre av fem krav vilket räcker som grund för att utesluta den ur sällningen oavsett totala antalet poäng.

Konceptet- justerbara sugkoppar och *En sugkopp- konceptet* är de två som har fått flest poäng i Pugh matrisen tillsammans med referenslösningen som är den befintliga lösningen, alltså manuellt hand arbete. Även om referenslösningen erhåller en hög summa poäng så brister den i ett par viktiga krav vilket är anledningen till detta projekt. Det går även se att dessa två koncept klarar av alla fyra grundkrav och presterar väldigt bra under de flesta andra omständigheter. Därför valdes dessa två koncept att arbeta vidare med och de kommer nu att viktas mot varandra i en Kesselringmatrix.

5.3.1 Viktning av önskemål

Önskemålen har viktas efter vilka som anses vara mest avgörande för ett gott resultat. Utifrån detta har man kunnat se och värdera vilka koncept som förmodligen kommer ge mest kundvärde.

Materialkostnaden har prioriterats ganska lågt eftersom det huvudsakliga problemet är att gripdonet blir funktionellt och eftersom gripdonet enbart kommer tillverkas i ett exemplar är materialkostnaden inte utav största vikt. Ett annat önskemål som inte är utav största vikt är antal komponenter som gripdonet består av.

Desto mer komponenter gripdonet har desto längre tid tar det att anpassa om den vid ett produktbyte men eftersom ställtiden för ett fixturbyte ungefär tar 30 minuter så lär det inte påverka produktiviteten.

Dagens arbetsätt innehåller obekväma arbetsställningar vilket gör att det en ergonomisk utformning utav gripdonet är utav större vikt. Då konceptet syfte är ett frekvent användande är det också av större vikt att den är robust och uthållig.

5.3.2 Kesselringmatrix

Utvärderingen av de två kvarvarande koncepten sker i en Kesselringmatrix. I matrisen finns endast önskemålen med eftersom bägge koncepten har visat att det klarar av alla krav. Önskemålen påminner en del om dem i Pugh- matrisen. Det som skiljer dessa två matriser är att man nu har viktat kriterierna, 1-5, där 1 är sämst och 5 är bäst. Viktningen medför att koncepten utvärderas mer noggrant beroende på vilka önskemål som anses vara viktigast.

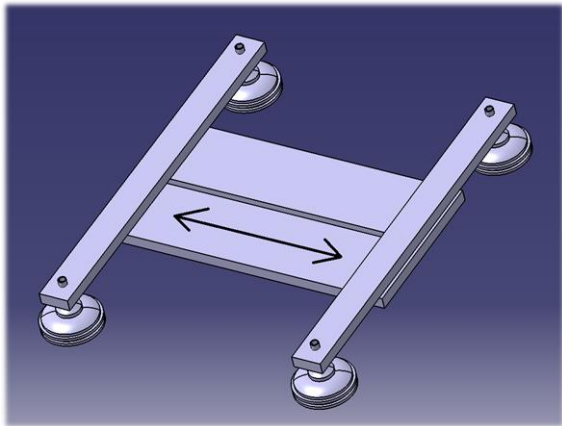
Önskemål	Ideal			2	4		
	w	v	t	v	t		
Antal komponenter	2	5	10	3	6	5	10
Ergonomisk utformning	4	5	20	4	16	4	16
Materialkostnad	3	5	15	4	12	2	6
Vikt	2	5	10	3	6	3	6
Realiserbar	5	5	25	5	25	2	10
Total			80		55		48
Rangordning					1		2

Tabell 5.3.2- Kesselringmatrix

Kesselringmatrisen visar att *konceptet- justerbara sugkoppar* har störst potential därför väljs konceptet att arbetas vidare med. Den avgörande fördelen med det valda konceptet är realiserbarheten. *Konceptet- En sugkopp* kommer med stor sannolikhet ha en kopp som är relativt stor. Det medför att kontaktytan för koppen ökar betydligt mycket mer jämfört med koncept två som har fyra mindre koppar. Med större kontaktyta för koppen finns en stor risk att flertalet artiklar inte kommer att hanteras väl vid lyft.

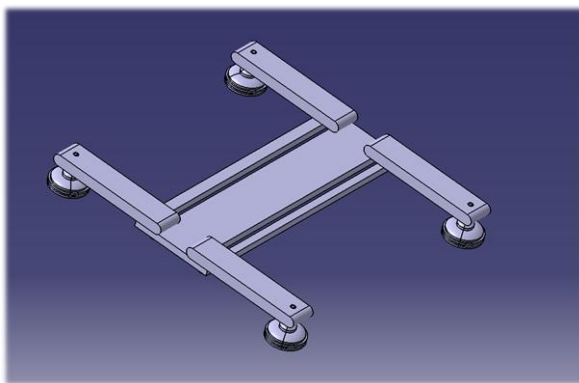
5.3.3 Vidareutveckling av konceptval

Koncept-justerbara sugkoppar valdes som vinnande koncept och det konceptet som skulle bearbetas för att eventuellt kunna skapa ännu bättre lösning på problemet.



Figur 5.3.3 Koncept 2

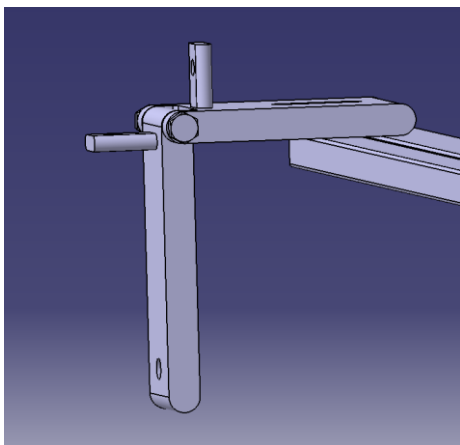
Möjlighet till förbättring som gruppen såg relativt tidigt var att ha fyra oberoende ben med en kopp på varje ben istället för två större ben med två koppar på. Detta medförde att varje enskild kopp kunde oberoende av en annan kopp röra sig fritt vilket gör konceptet betydligt mer flexibel. Detta är en stor fördel vid hantering av produkter som inte är symmetriska.



Figur 5.3.4 Koncept 2 med separerade sugkopparmar

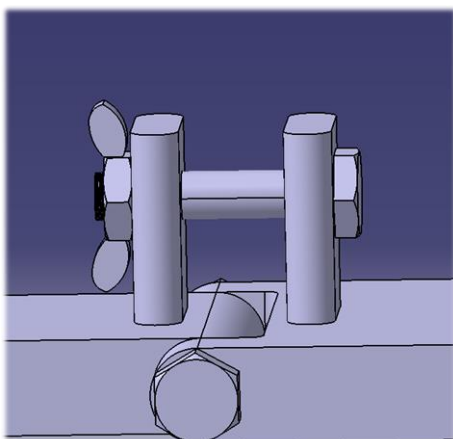
Senare i kontakt med handledaren på företaget kom gruppen fram till att konceptet hade två stora problem som genast behövdes behandlas.

- Första hindret var att konceptet endast kunde hantera platta artiklar. För att lösa det här problemet valde gruppen att dela sugkopparmarna i två mindre ben. Första delen från fästplattan och utåt kallades för *Ben1* och andra delen för *Ben2*. En led infördes som fästförband mellan dessa två olika delar. På så sätt kunde armarna vinklas och mer komplexa artiklar kunde hanteras.
- Andra hindret var konceptets klumpighet. Operatören strävar efter ett gripdon som inte bara löser problemet men även gör det snabbt och effektivt. Även om det stora problemet alltså själva lyften löses så riskerar produkten att inte användas eftersom tidseffektivitet är viktigt här. För att göra konceptet enklare att jobba med beslutades det att undvika fästen som ger upphov till externa verktyg vid justering och omställning av gripdonet.



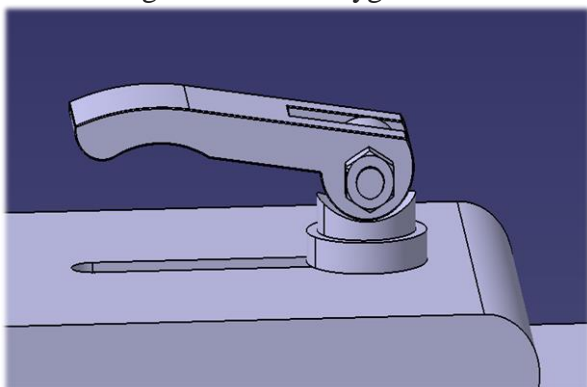
Figur 5.3.5 Koncept 2 vid 90° nedböjning

I fallen där artikeln kräver att *Ben1* och *Ben2* håller den position som bilden nedan visar krävs det att konstruktionen har någon form av låsningsmekanism. Låsningsmekanismen som valdes består av ett traditionellt skruvförband och Vingmutter. Fördelen med en Vingmutter jämfört med en vanlig traditionell mutter är att operatören kan justera gripdonet utan externa verktyg. Det leder även till att tiden för omställning av gripdonet blir mindre vilket ökar produktens effektivitet.



Figur 5.3.6 Övre låsning med Vingmutter

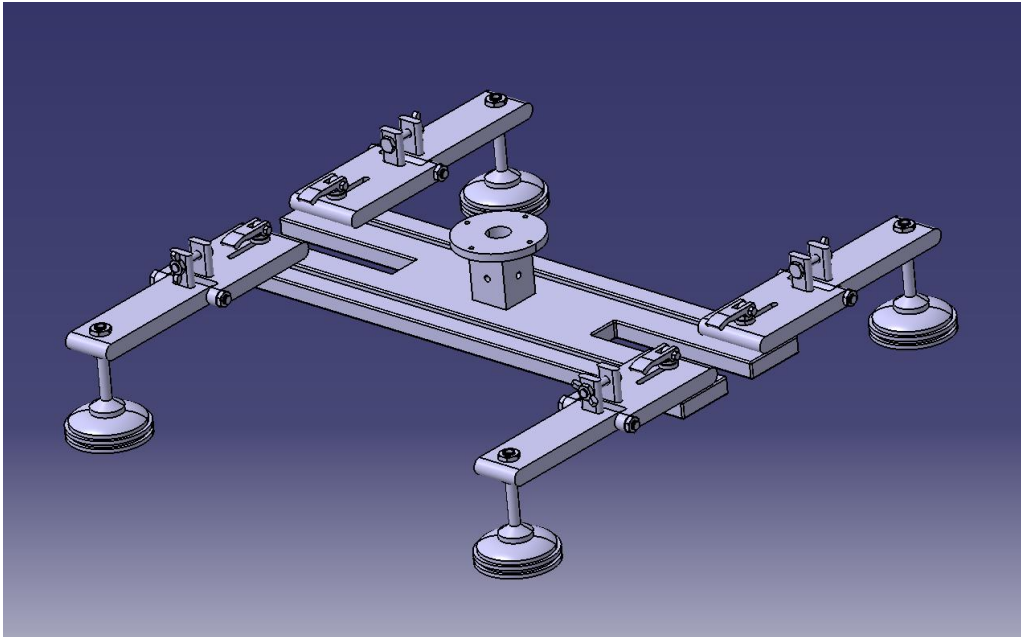
Snabblåset som justeringsfäste mellan *Ben1* och fästplatta valdes istället för sedvanligt skruvförband. Detta val leder till att operatören vid omställning av gripdonets armar inte behöver någon extern verktyg.



Figur 5.3.7 Snabblås

Det slutgiltiga konceptet illustreras i figuren nedan. Sugkopparmarna kan justeras i sidled beroende på storleken på artiklen. Vid ännu större artiklar är konceptet konstruerad så att sugkopparmarna kan positioneras längs med fästplattans längd. Med denna justering kan vi hantera de största artiklarna.

Fästplattan har även modifierats lite för att minska på totalvikten. Detta gjordes genom att ta bort överflödigt material längst ut vid kanterna. En fästkonsol har lagts till i mitten av fästplattan och specialanpassats efter Mobicranes manöverhandtag. Fästkonsolen bidrar även till göra konstruktionen med hållfast och styv.



Figur 5.3.8- Slutkoncept

Eventuell tillverkning av gripdonet kommer att ske via företaget Pronomic och tillverkningskostnaden uppskattas att uppgå till ca 20000 SEK.

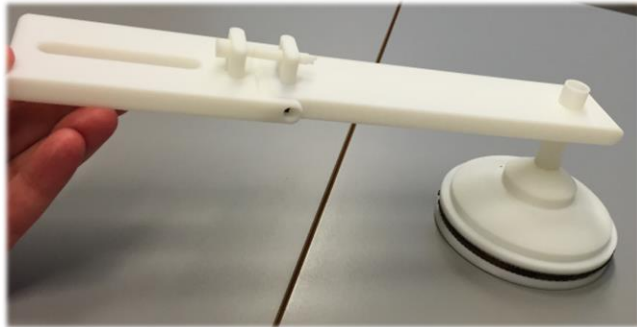
Här nedan följer några viktiga mått

- Minsta avstånd mellan kopparna vid lyft är ca 30 cm.
- Största avstånd mellan kopparna vid lyft är ca 130 cm.
- Totalvikten för hela gripdonet är 13.9 kg.
- Materialet vid tillverkning är aluminium.

5.4 3D-Utskriven modell

En 3D-modell skrevs ut för att verifiera dess funktionalitet.

- Klarar den att hantera tillräckligt med komplexa artiklar, *se bilaga 5* för artiklar?
- Har vi rätt dimensionering på gripdonet?



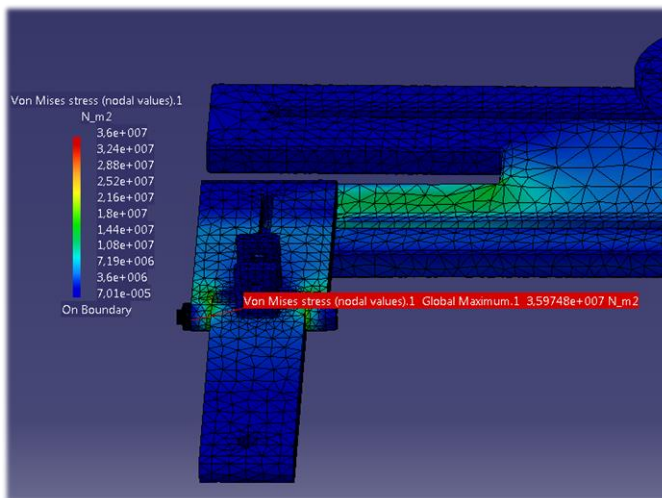
Figur 5.4- Den 3D-utskrivna sugkopparmen

5.5 FEM

FEM analys genomfördes på en fjärdedel av modellen på grund av rådande symmetri. Ur försiktighetssynpunkter sattes en belastning på 15 kg per sugkopp vilket är ungefär två gånger den verkliga belastningen som egentligen uppgår till 6.25 kg.

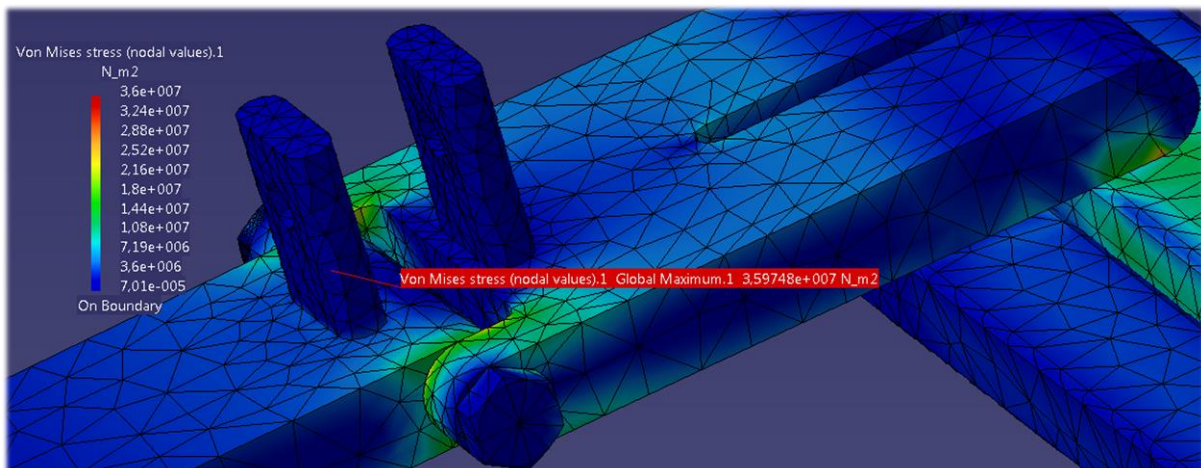
Analysen genomfördes i två olika steg. Det första när *Ben2* ligger horisontellt och det andra när *Ben2* viks in 90 grader. Dessa två olika lägen är extremlägen där krafterna är som störst. Dessutom kommer de flesta lyften ske antingen vid lyft vid 180° eller 90°.

För att kunna jämföra belastningen som materialet utsätts för med materialets sträckgräns används ett mått som innehåller alla tre spänningskomponenter (σ_x , σ_y , σ_z). Detta mått kallas för Von Mises effektivspänning $\sigma^{v:M}$. (Dahlberg, 2012)



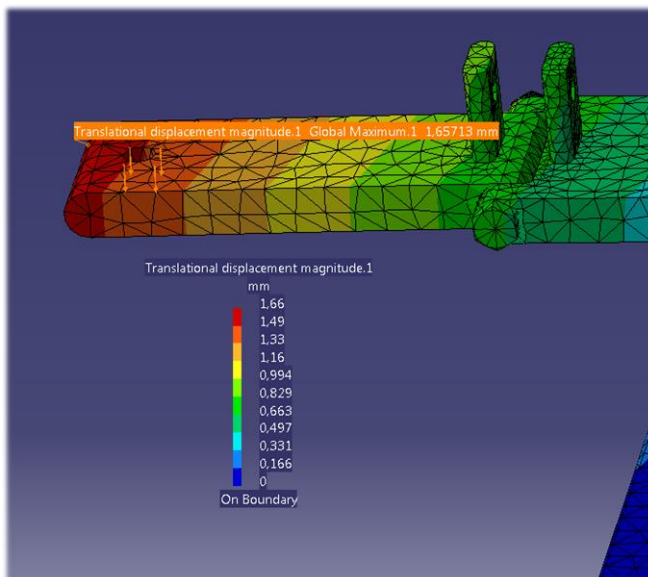
Figur 5.5- Effektivspänning globalt

Bilden ovan visar högst $\sigma^{v:M}$ på ca 36 MPa vilket ligger under sträckgränsen för aluminium 6000 serie som har sträckgräns på 95MPa.



Figur 5.5.1- Effektivspänning lokalt

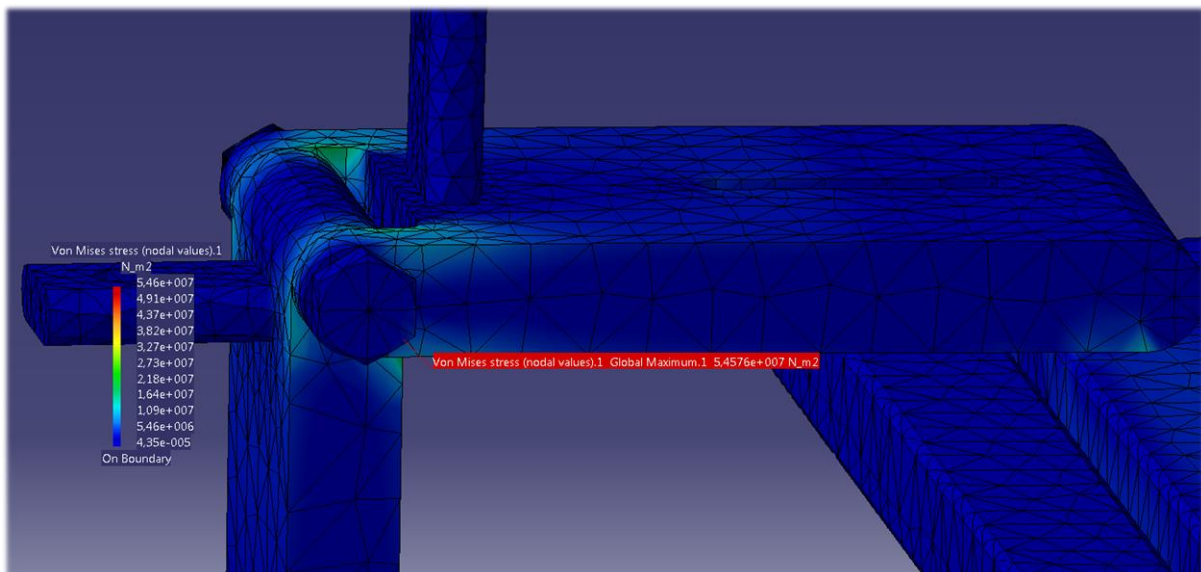
Förstorad bild på kontaktytan mellan de två olika ”benen”. CATIA visar att högst effektivspänning uppstår vid muttern vilket anses vara realistiskt.



Figur 5.5.2-Förskjutning längst ut på *Ben2*

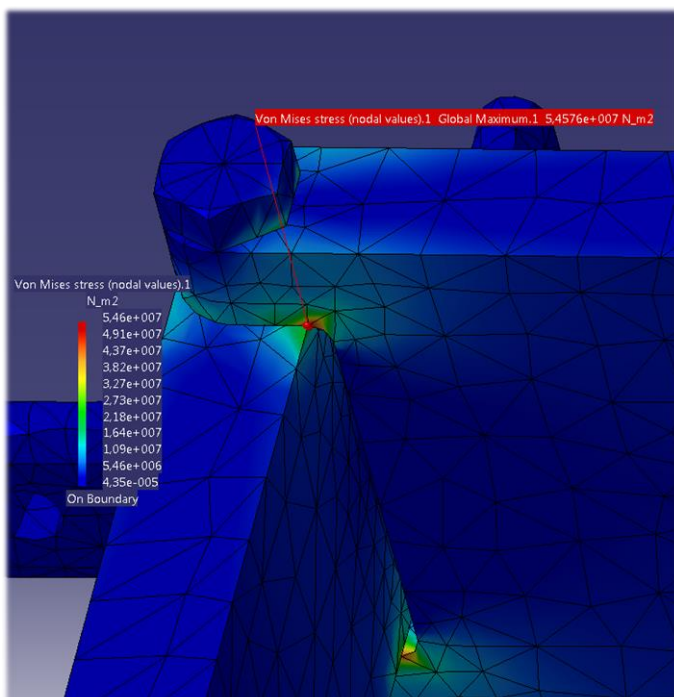
Största förskjutningen sker längst ut på *Ben2*. $\delta_{max} = 1.66 \text{ mm}$

Här i läge två genomfördes analysen för att studera spänningar och deformationer som uppstår vid lyft när *Ben2* är vikt.



Figur 5.5.3- Effektivspänning läge 2

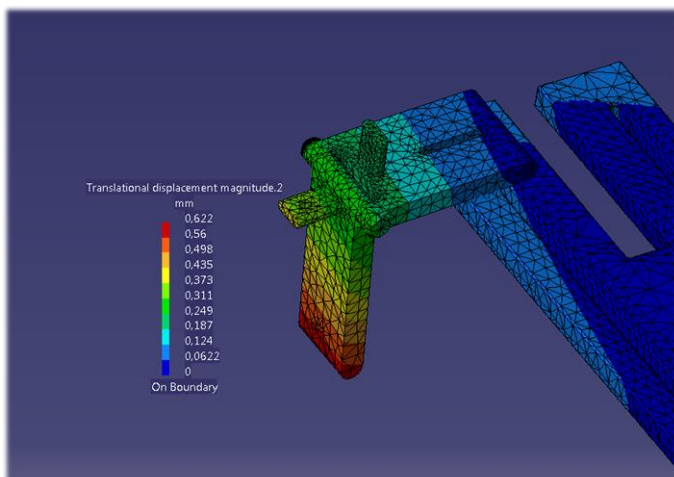
Högsta $\sigma^{v:M}$ som uppstår här på ca 54.6 MPa vilket ligger inom gränsen för vad materialet klarar av.



Figur 5.5.4- Effektivspänning lokalt

Lokalbild där största $\sigma^{v:M}$ som uppstår visas i läge 2.

$$\sigma^{v:M} = 54 \text{ MPa}$$



Figur 5.5.5- Förskjutning globalt läge 2

Största förskjutningen som uppstår vid läge 2.

$$\delta_{max} = 0.622 \text{ mm}$$

6. DISKUSSION

Vi insåg ganska tidigt under projektets gång att ett flexibelt vakuumbgripdon behövde konstrueras för att kunna klara av alla kundens krav. Vi bestämdes oss således för att lägga största vikten vid framtagning av ett sådant koncept. Eftersom vi tillverkar endast ett exemplar bestämde vi att prioritera god hållfasthet istället för vikt och kostnad. Den tanken gjorde att vi modellerade fram ett robust koncept med en aluminiumlegering med hög sträckgräns, allt för att klara av de spänningar som gripdonet kommer att utsättas för.

Eftersom det redan finns bra lösningar på lyftsystem och lyft-ok på marknaden valde vi att leta bland befintliga produkter. Med hjälp av kravspecifikationen och arbetsplatsbegränsningarna visades störst intresse för lyftkranen Mobicrane.

Vid R12 stationen finns det inga säkra fästningspunkter för ett skensystem eller en väggmonterad kran. Väggarna utgörs mest av gips vilket gör det omöjligt. Takhöjden vid arbetsplatsen är hög vilket även gör en takmonterad lösning inte lämplig.

På grund av tidsbristen valde vi att avgränsa oss från att göra en CE-märkning för produkten. Istället har vi i samråd med företaget Pronomic bestämt att de kommer att göra det.

Eftersom vi valde att inte fokusera på detaljkonstruktion bestämde vi att inte lägga någon vikt på vakuumslangens fäste i gripdonet och vid respektive sugkopp.

Under konceptvalet insåg vi att konceptet fria sugkoppar hade väldigt stor potential. Det är uppenbart att konceptet fria sugkoppar har en riktigt stor fördel jämfört med det valda konceptet när det kommer till att klara av och hantera så många artiklar som möjligt men eftersom den inte är realiserbar så blir det svårt att jobba vidare med ett sådant koncept. Vi tror dock att med mer tid så kan det vara möjligt och tillämpa en lösning som bygger på den idén.

FEM analys har varit en väldigt avgörande del i projektet. Utan FEM har det endast varit spekulationer om produkten klarar av belastningar på utsatta områden. Konstruktionens underdimensionerade områden har åskadligörts och åtgärdats vid flera olika tillfällen. FEM har även varit till stor hjälp vid analyser av olika lyft lägen. Vi har kunnat hitta två extremvärden och verifiera att konstruktionen klarar av att lyfta vid dessa två lägen. Med vetskapen att konstruktionen klarar av belastningar vid dessa två extremlägen kan vi konstatera att den även klarar av alla andra lägen. Detta ledde till att vi kunde spara väldigt mycket tid eftersom FEM är väldigt tidskrävande.

Hur mäter vi effektiviteten och eventuell förbättrad ergonomi när vår lösning tillämpas jämfört med tidigare?

Eftersom vi inte har möjlighet att bygga vårt verktyg blir det svårt att säkerställa eventuella förbättringar i produktiviteten och ergonomin.

Vi vet att vår lösning med ganska stor säkerhet kommer leda till bättre produktivitet eftersom verktyget hanteras av endast en person. I dagens läge vid lyft av större och klumpiga artiklar tillkallar operatören hjälp från en annan station vilket leder till produktionsstopp på den andra stationen. Detta undviks med vårt verktyg.

Det är också svårt att bedöma eventuell förbättring i ergonomi utan en verklig modell. Vi kan dock konstatera att även med hjälp av vårt verktyg så kommer operatören precis som tidigare

utsättas för böjningar men i mycket mindre utsträckning tack vare det justerbara handtaget. Personalen kommer aldrig behöva böja sig ner i den grad som i dagens manuella arbetsmetod, vilket är en klar förbättring. Det finns ytterligare en stor skillnad att poängtera och det är när operatören idag böjer sig måste hen även lyfta artiklar som väger upp till 25 kg. Med vår lösning behöver inte personalen stå för lyftkraften för det klarar verktyget av.

Klarar vår produkt att hantera 70-80 % av artiklarna vid R12 stationen?

Av de artiklar som vi fick tillgång till klarar vår produkt hanteringen men det blev inte en stor studie av artiklar. Företaget har cirka 2000 artiklar i löpande produktion fördelat på 12 fräsar. Att titta igenom alla artiklar som går igenom R12 är extremt tidskrävande.

7. SLUTSATS

Med en slutgiltig lösning som har minskat de ergonomiska påfrestningarna kan vi i gruppen inte vara något annat än nöjda. Målet från början var att ta fram ett lyfthjälpmedel som eliminerar belastningen vilket har uppnåtts samtidigt som produktiviteten förbättrats.

Mobicrane var det självklara alternativet till en fungerande lyftanordning. Den uppfyller de flesta satta önskemålen och kraven. Det framtagna vakuumbgripdonet kan lätt monteras ihop med Mobicrane vilket ytterligare ger fördelar med detta lyftverktyg.

Det framtagna vakuumbgripdonet är en vidareutveckling av det bästa konceptet som har erhållits efter konceptutvärderingen i PUGH-och Kesselringmatris. Vakuumbgripdonet är väldigt anpassningsbart och har konstruerats för att kunna hantera de artiklarna som är utav mest behov av ett lyfthjälpmedel på stationen. Det har även gjorts justeringar som gör att gripdonet kan monteras på den valda lyftanordningen, Mobicrane. Tillsammans utgör de ett komplett lyfthjälpmedel som är mer ergonomisk och mer effektiv än dagens arbetsmetod.

REFERENSER

Anna-lisa Osvalder, L. r. (2010). Metoder. i G. Lagerström, *Arbete och teknik på människans villkor* (ss. 542-552). Stockholm: Prevent Arbetsmiljö i samverkan Svenskt Näringsliv, LO & PTK.

Anna-Lisa Osvalder, L. R. (2010). Metoder. i G. Lagerström, *Arbete och Teknik på människans villkor* (ss. 479-493). Stockholm: Prevent Arbetsmiljö i samverkan Svenskt Näringsliv, LO & PTK.

Bergman, B., & Studentlitteratur, B. k. (1990). Extern kundtillfredsställelse. i B. bergman, & B. Klefsjö, *Kvalitet från behov till användning* (ss. 319-326). Lund: Studentlitteratur.


Dahlberg, T. (2012). *Teknisk Hållfasthetslära*. Lund: Studentlitteratur AB.

Johannesson, H., Persson, J.-G., & Petersson, D. (2013). Produktutvecklingsprocess inom industrin. i P. Rajan, *Produktutveckling* (ss. 189-191). Stockholm: Liber AB.

BILAGOR

Bilaga 1- Sugkopp från VMECA

SMART CUPS




VBF Series

Features and Strengths

- ✓ Enhancing the adhesion to the surface
- ✓ Good lifting force can be achieved with this cup in the vertical plane
- ✓ Prevent transformation when lifting metal thin plate

Suitable for Handling

- . Veneer sheet . Sheet metal
- . Automotive panels and door . Glass



Order No.

VBF80 - BJ - PU - L20 - 18F



① ② ③ ④ ⑤

① Diameter	② Ball Joint	⑤ Thread size
<input type="checkbox"/> VBF50 - ø50	<input checked="" type="checkbox"/> BJ - Ball Joint	<input checked="" type="checkbox"/> 18F - G1/8" female
<input type="checkbox"/> VBF60 - ø60	<input type="checkbox"/> No mark - Fixed	<input type="checkbox"/> 14F - G1/4" female
<input checked="" type="checkbox"/> VBF80 - ø80		<input type="checkbox"/> 38F - G3/8" female
<input type="checkbox"/> VBF100 - ø100		<input type="checkbox"/> 12F - G1/2" female
	③ Material	<input type="checkbox"/> N18F - NPSF1/8" female
	<input checked="" type="checkbox"/> PU - Poly Urethane	<input type="checkbox"/> N14F - NPSF1/4" female
		<input type="checkbox"/> N38F - NPSF3/8" female
	④ Level spring	<input type="checkbox"/> 18M - G1/8" male
	<input checked="" type="checkbox"/> L20 - 20mm	<input type="checkbox"/> 14M - G1/4" male
		<input type="checkbox"/> 38M - G3/8" male
		<input type="checkbox"/> M10M - M10XP1.5 male

Specifications subject to change without notice www.vmecca.com

Sugkopparna som vi valde att användas kommer från företaget Vmecca. Dessa sugkoppar passar väldigt bra för välvda ytor då varje enskild kopp har en inbyggd kulle och bälg som tar upp krökta ytor.

Recommended (max.) lifting force

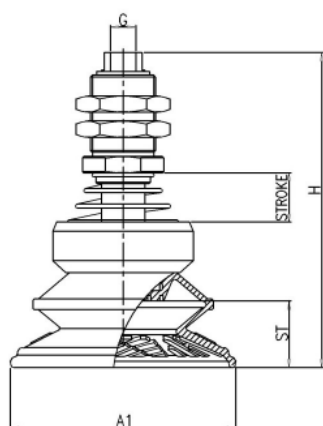
Model	Volume (cm ³)	Perpendicular Lifting Force (Kg) at vacuum level 			Parallel Lifting Force (Kg) at vacuum level 		
		-20 kPa	-60 kPa	-90 kPa	-20 kPa	-60 kPa	-90 kPa
VBF50	16.3	4.18	13.2	16.28	2.09	9.6	14.7
VBF60	28.3	8.94	16.26	18.54	6.84	12.84	16.92
VBF80	74	11.92	21.68	24.72	9.12	17.12	22.56
VBF100	123.9	14.9	27.1	30.9	11.4	21.4	28.2

Fördelen med att ha en kopp med en så stor diameter som 80 mm är lyftkraften. Den lyfter med måttligt vakuum 21.68 kg i horisontell position och 17.12 kg i vertikal position. Detta är beräknad lyftkraft per kopp.

Eftersom den maximala tyngden på artiklarna inte blir mycket mer än 25 kilogram blir det cirka 6.5 kilogram, per sugkopp. VBF80 sugkoppen skulle även klara av att lyfta vid vakuumnivå -20kpa. Nackdelen med en så stor kopp är att den kommer vara för stor för vissa artiklar. Artikelns fästytta kommer vara för liten för att kunna sugas fast med den utvalda koppen vilket kommer bidra till att luft pyser ut.

VBF60 sugkoppen skulle också klara av att lyfta utan några större problem. Med denna kopp skulle sannolikt fler artiklar kunna hanteras med tanke på att den är mindre. Skulle man vilja använda bara två koppar, istället för fyra så fungerar VBF60 sugkoppen lika bra som VBF80.

Dimension (Level spring + Ball joint type)



Model	A1	ST	H	STROKE	G
VBF50...18M	51.5	12.3	102.4	20	G1/8"
VBF60...18M	63	14.3	104.2	20	
VBF80...18M	83	24.5	115.8	20	
VBF100...18M	102	26	119.5	20	

Sugkopparna kan även beställas i olika slaglängder. På bilden ovan är slaglängden endast 20 mm men för att kunna komma åt de krökta artiklarna bättre skulle en större slaglängd rekommenderas.

Bilaga 2- Reba analys

REBA Employee Assessment Worksheet

Task Name: _____

Date: 2/16-15

A. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 1: Locate Neck Position

Step 1a: Adjust...
If neck is twisted: +1
If neck is side bending: +1

2

Neck Score

Table A

		Neck		
		1	2	3
Legs	1	2	3	4
	2	3	4	5
Trunk	1	2	3	4
	2	3	4	5
Posture	3	4	5	6
	4	5	6	7
Score	4	3	5	6
	5	4	6	7

Step 2: Locate Trunk Position

Step 2a: Adjust...
If trunk is twisted: +1
If trunk is side bending: +1

3

Trunk Score

Table B

		Lower Arm	
		1	2
Wrist	1	2	3
	2	1	2
Upper Arm	3	4	5
	4	5	6
Score	5	6	7
	6	7	8

Step 3: Legs

Adjust: 30-60° Add +1, >60° Add +2

3

Leg Score

Step 4: Look-up Posture Score in Table A

Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A

6

Posture Score A

Step 5: Add Force/Load Score

If load < 11 lbs.: +0
If load 11 to 22 lbs.: +1
If load > 22 lbs.: +2
Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

3

Force / Load Score

Step 6: Score A, Find Row in Table C

Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A. Find Row in Table C.

9

Score A

Scoring

1 = Negligible Risk
2-3 = Low Risk. Change may be needed.
4-7 = Medium Risk. Further Investigate. Change Soon.
8-10 = High Risk. Investigate and Implement Change
11+ = Very High Risk. Implement Change

B. Arm and Wrist Analysis

Step 7: Locate Upper Arm Position:

Step 7a: Adjust...
If shoulder is raised: +1
If upper arm is abducted: +1
If arm is supported or person is leaning: -1

2

Upper Arm Score

Step 8: Locate Lower Arm Position:

Step 8a: Adjust...
If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

2

Lower Arm Score

Step 9: Locate Wrist Position:

Step 9a: Adjust...
If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

2

Wrist Score

Step 10: Look-up Posture Score in Table B

Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

3

Posture Score B

Step 11: Add Coupling Score

Well fitting Handle and mid rang power grip: **good: +0**
Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part: **fair: +1**
Hand hold not acceptable but possible: **poor: +2**
No handles, awkward, unsafe with any body part, **Unacceptable: +3**

2

Coupling Score

Step 12: Score B, Find Column in Table C

Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

5

Score B

Step 13: Activity Score

+1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)
+1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)
+1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

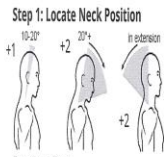
10 + 0 = 10

Table C Score Activity Score REBA Score

REBA-analys, operatören till höger i figur 3.2

2/6/03

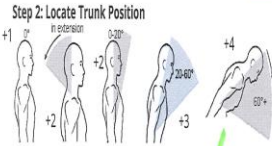
A. Neck, Trunk and Leg Analysis



Step 1a: Adjust...
If neck is twisted: +1
If neck is side bending: +1

Neck Score: 1

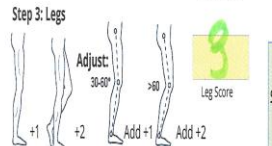
Table A		Neck											
		1				2				3			
Legs		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Trunk		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Posture		2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
Score		3	2	4	5	6	7	8	6	7	8	6	7
		4	3	5	6	7	8	6	7	8	6	7	8
		5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9



Step 2a: Adjust...
If trunk is twisted: +1
If trunk is side bending: +1

Trunk Score: 4

Table B		Lower Arm					
		1			2		
Wrist		1	2	3	1	2	3
Upper Arm		1	2	2	1	2	3
Score		2	1	2	3	2	3
		3	4	5	4	5	5
		4	4	5	5	6	7
		5	6	7	8	7	8
		6	7	8	8	9	9



Step 4: Look-up Posture Score in Table A
Using values from steps 1-3 above,
Locate score in Table A

Posture Score A: 6

Step 5: Add Force/Load Score
If load < 11 lbs.: +0
If load 11 to 22 lbs.: +1
If load > 22 lbs.: +2
Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

Force / Load Score: 3

Step 6: Score A, Find Row in Table C
Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A.
Find Row in Table C.

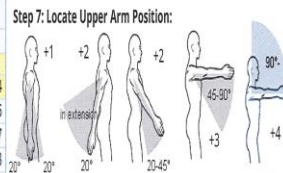
Score A: 9

Scoring
1 = Negligible Risk
2-3 = Low Risk. Change may be needed.
4-7 = Medium Risk. Further Investigate. Change Soon.
8-10 = High Risk. Investigate and Implement Change
11+ = Very High Risk. Implement Change

Table C		Score B														
Score A																
1	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	1	2	2	3	4	4	5	6	7	8	7	7	8	8	9	10
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8	9	9	10	
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	10	10	11	
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	10	10	10	11	11	
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10	11	11	11	
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	10	11	11	11	11	11	
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	
9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	

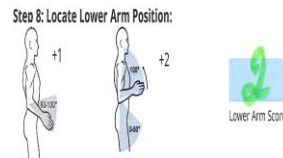
Table C Score: 10 + Activity Score: 0 = REBA Score: 10

B. Arm and Wrist Analysis



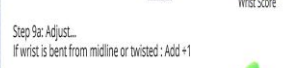
Step 7a: Adjust...
If shoulder is raised: +1
If upper arm is abducted: +1
If arm is supported or person is leaning: -1

Upper Arm Score: 2



Step 8a: Adjust...
If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

Lower Arm Score: 2



Step 9a: Adjust...
If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

Wrist Score: 2

Step 10: Look-up Posture Score in Table B
Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

Posture Score B: 3

Step 11: Add Coupling Score
Well fitting Handle and mid range power grip: **good: +0**
Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part: **fair: +1**
Hand hold not acceptable but possible: **poor: +2**
No handles, awkward, unsafe with any body part, **Unacceptable: +3**

Coupling Score: 2

Step 12: Score B, Find Column in Table C
Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

Score B: 5

Step 13: Activity Score
+1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)
+1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)
+1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

REBA-analys, operatören till vänster i figur 3.2

Bilaga 3- Offert specifikation, Mobicrane



Mobicrane

A	Total höjd 2540 mm
B	Total längd 3000 mm
C	Lyfthöjd 2126 mm
	Till verktygets underdel
D	Maxlast 85kg
F	Diameter 6000 mm
G	Diameter 3000 mm

64214	Fix pelare, Längd spec. i beställning, MCIII
64311	Innerarm 1500mm med 3 lager, MCIII
64411	Ytterarm 1500mm med 1 lager, MCIII
64510	Motorpaket 400W 50:1, 55A, MCIII
64602	Power Pack - MCIII - Markplacerat, AC to DC
68610	Vakuumhuvud HF450, Vakuum switch, Display R/G
64712	Lina 5,8m för 3000mm arm, kompl. med linskydd
64420	Komplett set av linhjul MCIII
64812	Komplett slangpaket för 3000mm arm
64912	Kompl. signalkabel med kopplingsplåt. 3,0m arm
64920	Batterikabel för normalt torn, MCIII

Priset är 99 363 SEK för kran med arm, bultat torn, motor och vakuumenhet.

Sedan tillkommer ca 20000 kronor för tillverkning av gripdonet och ytterligare dryga 10000 för koppar.
Totalpriset för alla delar landar på ca 130000 kronor.

Bilaga 4- Snabblås för sadelklämma



Snabblås

Beskrivning:

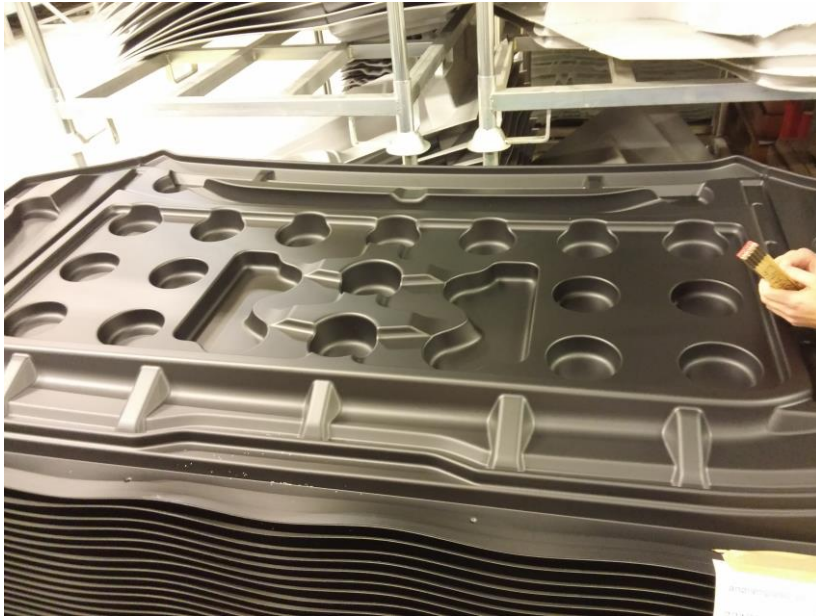
- Standard storlek vilket betyder att den kan tillämpas på flertalet olika produkter.
- Lätt att använda

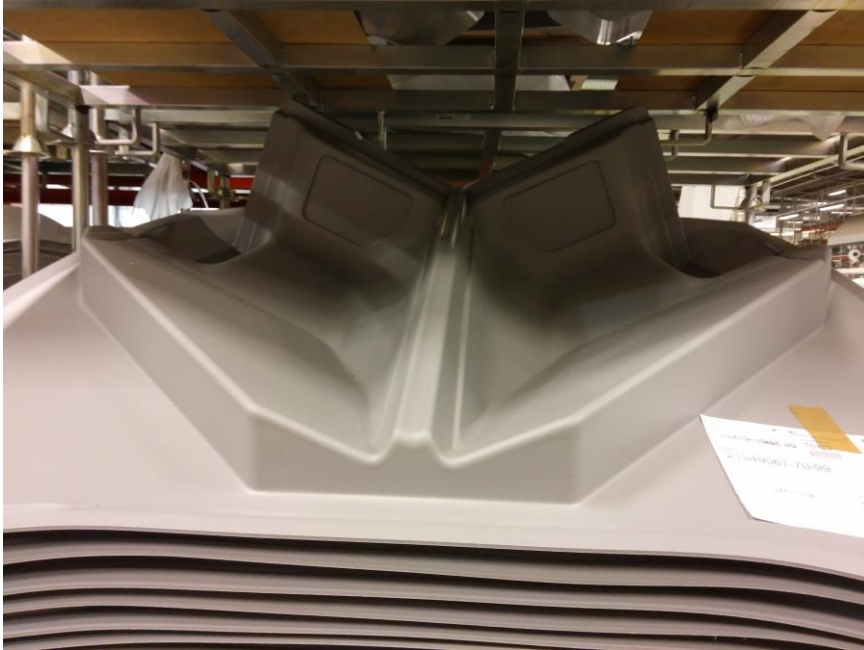
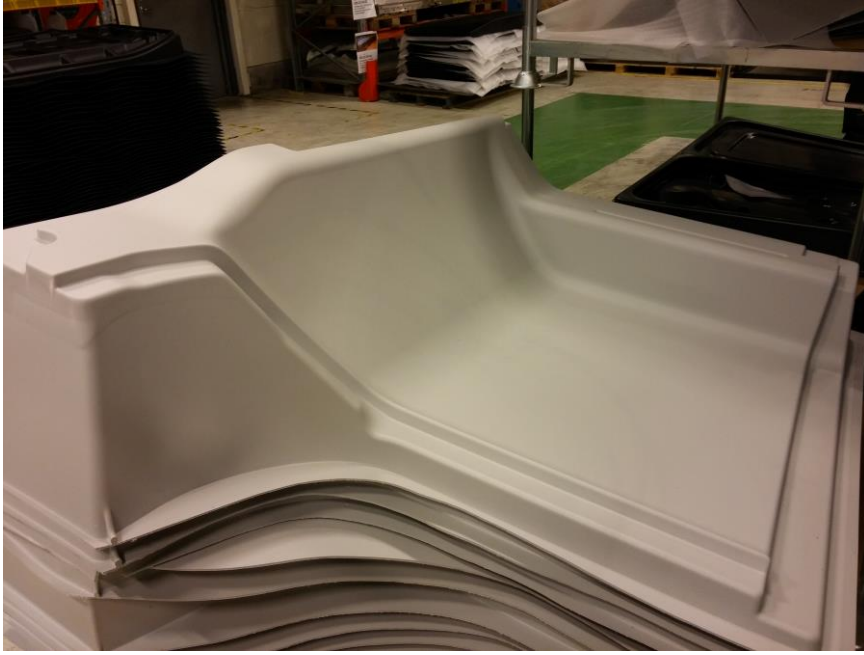
Specifikation:

- Material: Aluminium legering plus rostfritt stål
- Längd: 13 cm
- Axeldiameter: 0.8 cm/ 80 mm

Pris för 2 par, cirka 25 kr.

Bilaga 5- Bilder på artiklar





Bilaga 6- Ritningar

