



CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Produktutveckling av gripdon och palett för kollaborativa robotar vid medelstora produktionsvolymmer

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet i Maskiningenjör

Michael Lund

Viktor Chu

EXAMENSARBETE 2018

**Produktutveckling av gripdon och palett för
kollaborativa robotar vid medelstora
produktionsvolymer**

Michael Lund
Viktor Chu



CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Institutionen för Produkt- och Produktionsutveckling
Avdelning för Produktionssystem
CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
Gothenburg, Sweden 2018

Produktutveckling av gripdon och palett för kollaborativa robotar vid medelstora produktionsvolymmer
MICHAEL LUND
VIKTOR CHU

© MICHAEL LUND & VIKTOR CHU, 2018.

Handledare: Sandra Mattsson, Produktionssystem
Examinator: Åsa Fasth Berglund, Produktionssystem

Examensarbete 2018
Institutionen för Produkt- och Produktionsutveckling
Avdelning för Produktionssystem
Chalmers University of Technology
SE-412 96 Gothenburg
Telephone +46 31 772 1000

Förord

Här skulle vi vilja att tacka CM Hammar och vår kontaktperson Fredrik Gustavsson som har gjort detta arbetet möjligt.

Vi skulle vilja även tacka vår handledare Sandra Mattsson och Sven Ekered för deras engagemang och rådgivning.

Vi skulle även vilja tacka Åsa Fasth BergLund på Chalmers som har varit vår examinator under detta examensarbetet

Göteborg, 2018-06-11

Michael Lund, Viktor Chu

Produktutveckling av gripdon och palett för kollaborativa robotar vid medelstora produktionsvolymmer

MICHAEL LUND

VIKTOR CHU

Institutionen för Produkt- och Produktionsutveckling

Chalmers Tekniska Högskola

Sammandrag

Dagens industri har inte en tillräckligt flexibel infrastruktur för att möta framtiden behov. Den nuvarande infrastrukturen måste förbättras för att möta det ökande behovet av välanpassade produkter. Detta arbetet företas med företaget CM Hammar för att införa kollaborativa robot i deras fabrik för att möjliggöra en mer flexibel produktion.

För att införa kollaborativa robotar i en produktionslinje, måste de rätta verktygen som tillåter roboten att utföra uppgifterna införskaffas. I arbetet genomförs en traditionell produktutvecklingsprocess för att ta fram prototyper för ett gripdon och en palett till en testbana.

Att roboten kan utföra arbetsuppgifterna utan konstruktionsstörningar är en avgörande aspekt för att införa kollaborativa robotar. Orsaken till störningar i produktionen är att produkten har rörliga delar som blir okontrollerade vid förflyttning, inplockning samt utplockning.

Arbetet resulterade i framtagning av två prototyper, ett SawyerRobot-gripdon och en palett. Palettenprototypen lyckades eliminera alla störningar som den föregående konstruktionen hade. Prototypen till gripdonet lyckades gripa produkten men snörkontrollen lyckades inte genomföra sin uppgift helt.

Product development of end-effector and pallets for collaborative robots at medium production volumes

MICHAEL LUND

VIKTOR CHU

Department of Produkt and Produktion Development
Chalmers University of Technology

Abstract

Today's industry has a lack of flexibility that is unable to meet the demands of the future. Moreover, the increasing demand for well-customized products demand frequent reconfiguration of facilities and factories to produce new products has led to the introduction of collaborative robots to the industry. This project has been undertaken with CM Hammar to develop an end-effector for a Sawyer robot and a palette, to enable more flexibility in their manufactory.

In order to introduce collaborative robots into production lines, the right tools must first be acquire to perform the given tasks. In this project, a development process is carried out to produce prototypes for a gripper and a palette for a test track.

That robot should be able to perform the tasks without structural disturbances is a crucial aspect of this project. The reason for production disturbances is that the product that is of concern has moving parts that are uncontrolled when moving, putting in and picking out the product.

The work resulted in the production of two prototypes, a Sawyer Robot gripper and a palette. The palette prototype managed to eliminate all the disturbances that the previous construction had. The prototype of the gripper managed to seize the product, but the cord control failed to complete its task completely.

Acknowledgements

Michael lund & Viktor Chu, Gothenburg, Juni 2018



Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	2
1.3	Avgränsningar	2
1.4	Precisering av frågeställning	2
2	Teoretisk Referensram	3
2.1	Industri 4.0, samexisterande robotar och flexibilitet	3
2.2	Produktutveckling	4
2.3	Modellering av prototyper	4
2.4	Benämningar	5
3	Method	7
3.1	Förstudie	8
3.1.1	Ostrukturerad Intervju	8
3.1.2	Studiebesök	8
3.1.3	Informationssök	8
3.2	Problem Identifiering	9
3.2.1	Praktiska tester	9
3.2.2	Fiskbensdiagram	9
3.2.3	Kravspecification	10
3.3	Koncept-utformning	10
3.3.1	Funktionsanalys	10
3.3.2	Brainstorming	10
3.3.3	Morfologisk matris	10
3.3.4	Skiss	11
3.3.5	Pugh-matris	11
3.4	Prototyp-utformning	11
3.4.1	CAD-modellering	11
3.4.2	Prototypframtagning	11
3.4.3	Verifiering	12
4	Resultat	13
4.1	Frågeställning 1	13
4.1.1	Förstudie	13

4.1.2	Fiskbensdiagram	16
4.2	Frågeställning 2	17
4.2.1	Störningar vid inplockning	17
4.2.2	Störningar vid utplockning	17
4.2.3	Palettens geometri	19
4.2.4	Kravspecifikation	19
4.2.5	Funktionsanalys	20
4.2.6	Brainstorming	21
4.2.7	Morfologisk matris	21
4.2.8	Pugh matris	24
4.2.9	Val av koncept	25
4.2.10	Modellering	25
4.2.11	Prototyp	26
4.2.12	Verifiering	26
4.3	Frågeställning 3	27
4.3.1	Befintliga gripdon- patent och produkt studie	27
4.3.2	Kravspecifikation	28
4.3.3	Möjligheter för utvecklingen av gripdonet	29
4.3.4	Brainstorming	30
4.3.5	Morfologisk matris	30
4.3.6	Pugh matris	32
4.3.7	Snörkontroll	33
4.3.8	Val av koncept	33
4.3.9	Modellering	33
4.3.10	Prototyp	34
4.3.11	Verifiering	35
5	Diskussion	37
5.1	Frågeställning 1	37
5.2	Frågeställning 2	37
5.3	Frågeställning 3	37
6	Slutsats	39
	Bibliography	41
6.1	Bilaga 1	45
6.2	Bilaga 2	46
6.3	Bilaga 3	47
6.4	Bilaga 4	48
6.5	Bilaga 5	49

1

Inledning

Detta kapitel redogör för arbetets bakgrund, syfte, frågeställning samt avgränsningar.

1.1 Bakgrund

Industrin idag står inför ett paradigmskifte som begär en ny infrastruktur för att utjämna det behov som finns för välanpassade produkter på marknaden[20]. Med den nya teknologin kan industrin bli mer självgående och den mänskliga kontakten minimeras(ibid). Paradigmskiftet är en ny industriell revolution som kommer att koppla ihop fabriker som idag producerar avskilt från varandra[19]. Maskiner och produktionslinjer i fabriker kommer utrustas med sensorer och processorer som tillåter dem att uppfatta omvärlden och kommunicera med varandra(ibid).

Den nya tekniken kommer flytta tillverkningen tillbaka till europa [1]. Genom att introducera kollaborativa robotar i fabriker flyttas produktionen till kompetenskraftigare länder. Hög kompetens kommer vara den drivande kraften för tillväxt [13]. I både lab- och industri- miljö har kollaborativa robotar blivit allt vanligare, detta beror på att robotarna levererar en flexibel, dynamisk och smart automatiserad produktion [16]. Robotarna har många fördelar för medelstora produktionsvolym, exempelvis kan utlägningsutrymme, pengar och tid sparas (ibid).

CM Hammar är ett företag som producerar tillbehör för båtar och färjor [14]. Produktionen av produkten “Hammar Lifejacket Inflator MA1” är ihopsatt av montörer och testas i en testbana i deras fabrik, som utförs av personal. I detta arbete skall laddning av produkterna i testbanan bli automatiserad med hjälp av en Sawyer robot. Arbetet skall utveckla flexibiliteten av produktionen i fabriken.

Figur 1.1 presenterar en illustration av testbanan. Till vänster av figuren illustreras testbanan med en kollaborativ robot och alla teststationer. Till höger i figuren är en grafisk representation av produkten. Produkten hålls av en palett vid testning i testbanan.

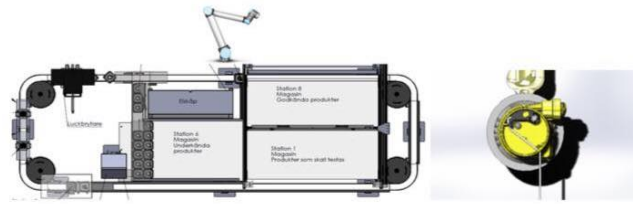


Figure 1.1: Produktionen hos CM Hammar[1]

1.2 Syfte

Syftet med arbetet är att inkludera kollaborativa robotar i produktion som ska lyfta produkten in och ur paletten för att förbättra flexibiliteten och skapa en mer automatisk process. Resultatet av arbetet ska leda till två prototyper, en för paletten och en för gripdonet.

1.3 Avgränsningar

Projektet avgränsas till att endast utveckla prototyper av gripdon och palett för in- och utplockning av produkten på testbanan. Materialval, belastningsanalys och tillverkningsprocesser av don och palett kommer ej behandlas i detta arbetet. Vidare avgränsas också produktionskostnadsberäkning för gripdonet och paletten.

1.4 Precisering av frågeställning

Under arbetets gång skall dessa frågor besvaras:

- Hur kan en kollaborativa robot användas på testbanan för att öka flexibiliteten för CM Hammar?
- Hur konstrueras en gripdon-prototyp som tillåter en smidig in- och urplockning av produkten?
- Hur konstrueras en palett-prototyp som tillåter en smidig in- och urplockning av produkten?

2

Teoretisk Referensram

Detta kapitel redovisar för bakgrund och teori, samt metoder i arbetet. Kapitlet kommer presentera

2.1 Industri 4.0, samexisterande robotar och flexibilitet

Enligt Larsson. A [1] betyder industri 4.0 den samlade term för en rad teknologier och koncept inom automation, processindustriell IT och tillverkningsteknik. Konceptet har sitt ursprung från Tyskland och begreppet innebär den fjärde industriella revolutionen efter ångmaskinen, elektriciteten och elektroniken. Paradigmskiftet lägger stort fokus på digitaliseringen och dess möjligheter inom industrin. Målet är att producera med kortare omställnings- och ledtider, färre fel, och mer flexibilitet(Ibid). Det finns ett flertal olika teknologier som nu introduceras till marknaden för nuvarande.

En av dem nya teknologierna är kollaborativa robotar. Dessa robotar kan samarbeta med människor i samma arbetsmiljö [17]. Robotarnas gripdon kan anpassas och enkelt bytas ut, robotarna kan därför användas till många olika typer av arbetssuppgifter. Robotarna kan tillverka flera varianter av en produkt med en flexibilitet som inte kunnat uppnås tidigare(ibid). Det ökande behovet av välanpassade produkter är en stor anledning till att fokus läggs på produktionens flexibilitet [21]. Kollaborativa robotar med kommunikationsförmågan kan producera produkter specialanpassade efter kundens behov (ibid). Industrier kommer inte bara kommunicera inom företaget utan kommunikation kommer ske genom hela försörjningskedjan för att tillmötesgå det ökande behovet[22].

En av de nyare robotarna är från Rethink robotics och kallas "Sawyer" [3]. Den är en enarmad robot som är försedd med kameror och sensorer längs robotens arm. Roboten kan uppfatta sin omgivning och har en anpassning förmåga som tillåter den att justera sig till stationen den är ställd på[15].

2.2 Produktutveckling

Enligt Hans Johannesson [18] omfattar produktutvecklingsprocessen både syntes (skapandet av nya produktlösningar) och analys (undersökning av produktlösningar). Syntes innebär då att nya tekniklösningar skapas från funktionskrav genom att kombinera teknologier, befintliga komponenter, erfarenhet och intuition. Analys innebär då de olika metoderna som används för att undersöka egenskaperna och beteende hos ett existerande system. Inom produktutveckling är produktlösningensprocessen av flera steg, som är intimt sammankopplade syntes- och analysmetoder. Processen startar med att identifiera och beskriva behoven. Sedan skapas och beskrivs möjliga lösningar och tillslut analyseras och utvärderas de för hur de möter behoven. Det bästa av de lösningarsalternativen som möter behoven bäst blir det valda alternativet (ibid).

2.3 Modellering av prototyper

CAD är en engelsk förkortning och står för “computer aided design” eller “computer assisted drafting” [8]. Det är en mjukvara som används inom konstruktion, design och arkitektur för att modellera och analysera komponenter. Mjukvaran kan rita tvådimensionella ritningar som sedan byggs till en tredimensionell modell.

För att utföra CAD modellering behövs en programvara. I detta arbetet användes CAD programmet CATIA V5. CATIA är en engelsk förkortning och står för “Computer Aided threedimensional interactive application” [9]. CATIA V5 används inom flera större företag i olika industrier för att skapa och simulera digitala modeller till komponenter(Ibid).

Färdigmodellerade modellerna skrivs ut genom 3D-skrivning [5]. 3D-skrivning är en ny prototypframtagningmetod som är både snabbare och effektivare [6]. 3D-skrivning utförs genom att skapa tunna lager som läggs på varandra ett material och på så sätt bygga upp en tredimensionell modell.(Ibid).

2.4 Benämningar

Under arbetetsgång används termer för att benämna olika delar av paletten och produkten. Termerna som användes förtydligas i figurer 2.1 och 2.2 nedan.

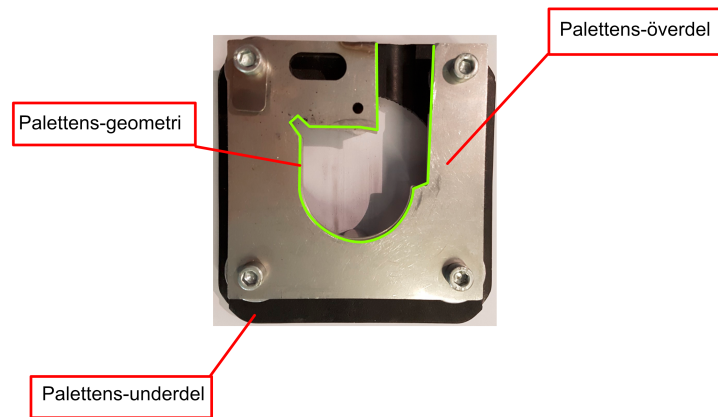


Figure 2.1: Benämning av palettkomponenter

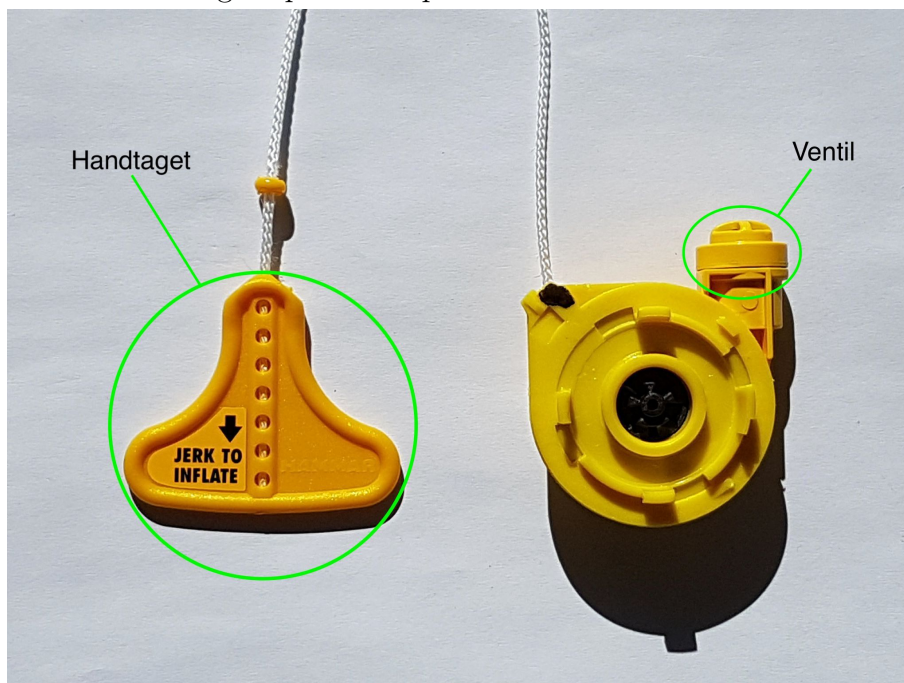


Figure 2.2: Benämning av produktkomponenter

3

Method

Detta kapitel redogör för arbetets metoder och genomförande. Genomförande är uppdelat i två delar, utefter dem två prototyperna som skall utvecklas. Metoder är introducerade med en kortfattad beskrivning när de används.

Metoden i detta arbetet kommer följa en traditionell produktutvecklingsprocess enligt Produktutveckling: effektiva metoder för konstruktion och design[18]. Stegen i metodiken som inte är inkluderade i detta arbete är: marknadsstudie, anpassningen till produktion, serieversion samt introduktionen till marknad. Figur 3.1 illustrerar genomförandet av arbetet i ett flödesschema. Figuren visar att arbetet har 4 faser som i sig innehåller delfaser. Delfaserna i figuren är kollektiva termer för aktiviteter och metoder i den delfasen. Cirklarna i figuren representerar frågeställningarna. De är placerade inom dem faser som behandlar dem. I slutändan kommer delfaserna sammanställas och resoneras i diskussionen.

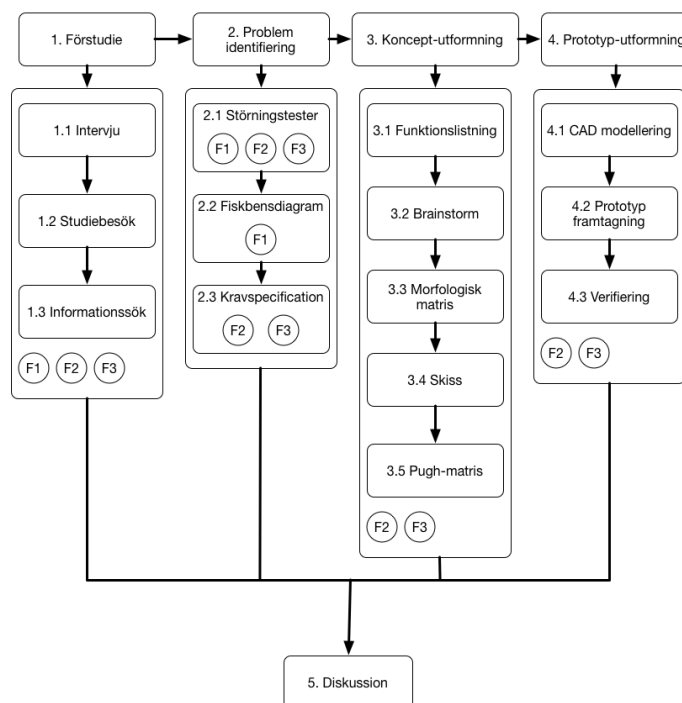


Figure 3.1: Projektets genomförande

3.1 Förstudie

I förstudien skall information och kunskap om den befintliga situationen samlas in. Syftet är att skapa en bred kunskapsbas att stå på när problemlösningen skall angripas. Förstudien är uppdelad i 3 delar:

- Ostrukturerad intervju
- Studiebesök
- Informationssökning

3.1.1 Ostrukturerad Intervju

En ostrukturerad intervju är en intervju utan några bestämda frågor. Personen som blir intervjuad styr intervjuens riktning och berättar det som personen själv tycker är väsentligt. Denna typen av intervju är bra att utföra tidigt i projektets genomförande, när projektet ännu inte formats. Metoden bör dock kompletteras med andra studier av andra former[11].

En ostrukturerad intervju som bestod av ett fåtal öppna frågor genomfördes med Fredrik Gustavsson, en av företagets ingenjörer. Syftet med intervjun var att få en överblickande uppfattning av det befintliga systemet. Frågorna som ställdes omfattade bland annat den graden av flexibelt de önskar att testbanan skall uppnå, vilka nuvarande brister som bör omkonstrueras och förbättras, vilken krav för paletten och gripdonet som skall uppfyllas samt vilka önskemål för paletten och gripdonet som begärs.

3.1.2 Studiebesök

Ett studiebesök bokades in hos företaget för att få en informativ genomgång av produktionen i deras fabrik. Besöket omfattade en övergripande genomgång av hela fabriken och sedan en mer utförlig genomgång av testbanan som roboten skall arbeta på. Avslutningsvis överlämnades material samt CAD-filer till arbetet. Besöket dokumenterades i efter hand.

3.1.3 Informationssök

Tanken med informationssökningen är att samla information i relevanta ämnen och tekniker som kommer vara stödjande i problemlösningen vidare i arbetet. En stor del av informationssökningen bestod av att läsa i relevanta publikationer, patent-databaser, och litteraturer.

3.2 Problem Identifiering

Efter förstudien genomförts, påbörjades problem identifieringen. Problemen identifieras genom att utföra två tester med paletten och produkten, där parametrarna som orsakar störningar tydliggörs. Problem identifieringen är uppdelad i 3 delar:

- Praktiska tester
- Fiskbensdiagram
- Kravspecifikation

3.2.1 Praktiska tester

Praktiska tester skall vidare tydliggöra de problemen som definierats vid förstudien. Testerna utformats på två olika sätt. Första testet utförs på paletten och andra med snöret av produkten. Genomförandet av testen beskrivs nedan:

Det första testet på paletten utförs för att undersöka vilken geometri för öppningen som är optimal för utplockning av handtaget. För att identifiera områden som begränsar handtaget vid utplockningen testas paletten för hand genom att föra in handtaget av produkten i paletten och sedan dra ut den.

Paletten markeras med tuschpennor, röd färg där handtaget fastnar och grön färg där den inte fastnar. Sedan demonteras paletten för att använda överdelen till att rita av geometrin på en bit kartongpapper. Den ritade geometrin klipps ut för att efterlikna originalet och de röda områden markeras sedan ut på kartongen och klipps ut som hål. Slutligen förs handtaget igenom det klippta kartongpappret för att ytterligare bestämma dimensionen av dem utklippta hålen.

Det andra testet utförs med snöret o paletten. Syftet med testet är att undersöka hur snöret till produkten kan vara en störning vid inplockning. Genom att ta produkten vid ventilen och föra ned den i paletten så att handtaget förs in i den studeras det hur snöret lägger sig runt eller i paletten. Införandet av produkten i paletten utförs också i flera olika riktningar för att testa om snöret kan läggas in på ett förutsägbart sätt.

3.2.2 Fiskbensdiagram

För att tydligare punktera de problem och orsaker som är betydligt i utförandet av problemlösningen ritas ett fiskbensdiagram. Fiskbensdiagrammet skall med hjälp av information som samlats in under förstudien tydliggöra rot-orsakerna till problemen som det befintliga systemet har. Ritandet av fiskbensdiagrammet börjar med att definiera huvudproblemet. Från den ritas en pil ut, som kallas för "ryggraden". Från ryggraden kan de olika huvudorsakerna benas ut och sedan från dessa kan mindre orsaker benas ut och till slut benas de olika influenserna ut. Diagrammet utförs enbart för den första frågeställningen och presenteras i resultatkapitlet under frågeställning 1.

3.2.3 Kravspecifikation

En kravspecifikation specificerar kraven som produkten måste uppnå, samt önskemålen som produkten bör uppfylla. Det slutliga konceptet bör uppnå alla kraven som specificeras i den men önskemålen får gärna uppfyllas så mycket som möjligt[10].

Kravspecifikationen i detta projektet utformas av kraven och önskemålen från företaget samt studien som tidigare utförts (förstudie). Senare i processen kommer kravspecifikationen användas för att generera och utvärdera koncepten.

3.3 Koncept-utformning

Denna fas kommer utföras med kravspecifikationen i åtanke. Informationen som samlats in under förstudien och resultaten från de praktiska testerna kommer olika koncept att utformas. Syftet med denna fas är att sammanställa flera koncept för att sedan utvärdera dem till ett slut koncept. Fasen är uppdelad i 5 delar:

- Funktionsanalys
- Brainstorming
- Morfologisk matris
- Skiss
- Pugh-matris

3.3.1 Funktionsanalys

Funktionsanalysen skall skapa en funktionslista som redogör vilka funktioner som gripdonet och paletten skall kunna utföra. Funktionerna identifieras av insamlad information från intervju, studiebesök och befintliga produkter [10].

3.3.2 Brainstorming

Brainstorming är en form av idégenereringsmetod. Genom att använda kreativitet skapas många idéer under en kort period. Alla ideer dokumenteras genom text eller skiss [10]. Denna metod användes för att generera dellösningar på paletter och gripdon. Metoden baserades på den tidigare kravspecifikationen och funktionsanalysen. Ett antal dellösningar och idéer kommer genereras som senare användas i en morfologisk-matris.

3.3.3 Morfologisk matris

Metoden används när det finns flera olika dellösningar på flera delfunktioner[10]. En morfologisk matris byggs i en tabell där varje rad står för en delfunktion för produkten, varje ruta står en dellösning för en delfunktion (Ibid). Med kombinationen av flera dellösningar fås olika helhetslösningar på produkten (ibid).

Med hjälp av kravspecifikationen, funktionsanalys samt brainstorming, utvecklades en morfologisk matris där olika delfunktioner fick olika dellösningar. Vidare kombineras olika delfunktioner till olika helhetslösningar, vilka är koncepten för detta arbetet.

3.3.4 Skiss

I denna delfas skall koncepten från morfologiska matrisen ritas upp tydligare. Då den morfologiska matrisen endast erhåller funktioner av koncepten skall de i denna delfas tänkas till och formas om till fungerande koncept.

3.3.5 Pugh-matris

Funktionen av en Pugh-matris är att utvärdera hur väl koncepten uppfyller krav och önskemål på koncepten mot den befintliga produkten [10]. Med en referensprodukt eller en befintlig produkt utvärderas koncepten som "bättre", "likvärdig" eller "sämre". Koncepten som får "sämre" sorteras bort (ibid).

Koncepten som skapats i den morfologiska matrisen skall ställas mot varandra i en pugh-matris. I pugh-matrisen utvärderas koncepten utefter hur väl de uppfyller kraven och önskemålen som specificerats i kravspecifikationen.

3.4 Prototyp-utformning

I denna fas utvecklas det valda konceptet vidare. Prototyputformningen är uppdelad i 3 delar:

- CAD-modellering
- Prototypframtagning
- Verifiering

3.4.1 CAD-modellering

Innan CAD-modelleringen genomfördes två enklare geometri-beräkningar för att bestämma måttet för de nya konstruktionerna. För paletten beräknas lutningen på de lutande ytorna och för gripdonet beräknades varvtalet som kommer behövas för snörkontroll systemet. När de slutgiltiga koncepten bestämts, påbörjas CAD modelleringen för både den nya paletten och komponenterna för det nya gripdonet. För detta används Catia V5.

3.4.2 Prototypframtagning

När CAD-modellerna är färdig modellerade i Catia V5, togs prototyperna fram med hjälp av 3D-skrivning. I denna delfas justerings de parametrar som behövs för att komponenterna skall fungera ordentligt med varandra.

3.4.3 Verifiering

Verifieringen är uppdelad i två delar, en för varje prototyp. Verifieringen utförs med frågeställning 2 och 3 i åtanke.

Verifiering av palett:

Verifiering av paletten skall verifiera om prototypen klarar av en smidig in- och utplockning av produkten och om den har en tillräckligt stabil konstruktion för testningar. Utförandet av verifieringen sker i tre test:

1. Inplockningstest - Inplockningen testade möjliga inplockningspositioner av handtaget till paletten.
2. Stabilitetstest - Geometrin hos palettens testas för stabilitet genom att tillföra moment på produkten, och observerar om positionen av produkten ändras.
3. Utplockningstest - utplockning testas genom att dra ut handtaget från paletten i olika riktningar.

Verifiering av gripdon:

Verifieringen av gripdonet skall verifiera om prototypen kan gripa produkten och utförandet av snörkontrollmekanismen. Utförandet av verifieringen sker i tre steg:

1. gripdonet plockar upp produkten vid ventilen.
2. Sekvensen för snörkontroll utförs.
3. Gripdonet släpper av produkten i palettens prototyp.

I steg 1 verifieras gripdonets gripförmåga och i steg 2 och 3 verifierar snörkontrollmekanismen.

4

Resultat

I detta kapitel presenterar resultaten från det föregående kapitel. Kapitlet är indelat i 3 delar, en för varje frågeställning för att tydligare redovisa de sammanställda resultaten. Indelningen av delfaserna i kapitlet erhålls från figur 3.1

4.1 Frågeställning 1

Resultaten till en första frågeställningen presenteras i detta delkapitel. För tydlighetens skull har frågan upprepats: “Hur kan en kollaborativa robot användas på testbanan för att öka flexibiliteten för CM Hammar?”

4.1.1 Förstudie

Från intervjun hos företaget förklarade Gustavsson att paletten har en för stängd geometri och måste konstrueras om för att tillföra en smidig in- och utplockning. Vid utplockning av produkten från paletten har handtaget en stor sannolikhet att fastna i paletten. Detta sker även vid handutplockning och ansågs som en störning som måste elimineras. Vid inplockning hamnar snöret utanför paletten och kan vara en störning vid teststationerna när produkten testas i testbanan. Gustavsson berättade också att i nuläget har företaget en egen gripklo som kombineras med en ClickSmart Large griper för att förflytta produkten.

Studiebesök Vid studiebesöket hos företagens fabrik samlades denna information under. Produkten är en aktiveringsanordning som monteras på en livväst. Den aktiverar automatiskt när ventilen befinner sig under vattenytan eller manuellt när handtaget är draget. I figur 4.1 presenteras alla varianter av produkten som är inkluderade i arbetet.

4. Resultat



Figure 4.1: Olika snörlängd på produkten och en utan handtag och längre snöre

Paletten Den nuvarande paletten presenteras i figur 4.2. Paletten är utformad för att hålla produkten och tillföra stabilitet för att klara av testningen i testbanan. Handtaget läggs in i utrymmet i paletten tillsammans med snöret och produkten placeras på. Det som ansågs vara problematiskt för att införa en Sawyer robot är att palettens öppningsgeometri är inte lämplig för handtaget, vilken orsakar handtaget fastnar i paletten vid utplockning.



Figure 4.2: Paletten som används i produktionslinjen

Testbanan Testbanan testar alla de varianter av produkten som presenterats innan. De testar ventilerna med lufttryck för att kontrollera att aktiverings. I figur 4.5 nedan presenteras testbanan hos företaget. I bilden ser man personal som fyller produkten i rad på paletter som beskrivits ovan. Ett rullande band transporterar alla paletter igenom dem tre test stationerna.



Figure 4.3: Testbanan hos företaget

Efter studiebesöket skapades en punktlista som sammanfattade besöket. Dokumentationen följer:

- **Gamla paletten har funktionstvång som den nya paletten måste ärva.**
Den nya paletten skall användas i testbanan hos företaget. Detta medför att funktioner på den gamla paletten måste ärvas. Funktionerna som den nya paletten skall ärva redovisas i kravspecifikationen.
- **Paletten måste ge stabil stöd för produkten vid ventil-testerna.**
Vid ventil-testerna kommer produkten belastas i både horisontell- och vertikal led, för att ventil-testerna ska genomföras utan störningar, ska produkten vara stabil.
- **Företaget önskar att inte behöva justera testbanan.**
På grund av befintliga testbanan fungerar väl för produkten, så önskar företaget inte att genomföra stora förändringar på den. Den enda justeringsmöjlighet är teststationernas höjd-placering. Men skall fortfarande undvikas om möjligt.
- **Gripdonet skall gripa vid produktens ventil för in- och utplockning.**
I slutet av testbanan kräver att produkten vändas upp och ned, sedan placeras i en lasermarkeringsstation. Den optimala gripytan är ventilen, där den möjliggör för gripdonet att vända och förflytta produkten utan behöva att byta grepp.

Tilldelning av resurser

Tillgängliga resurser från företaget under projektet är befintliga paletten, ClickSmart Large griper , FG- donet, produkten, 3D-printer samt CAD-modeller för paletten och ClickSmart griper, enligt Fredrik Gustavsson.

Gustavsson har också gett godkännande att utvecklingen för gripdonet kan byggas vidare på det befintliga donet av företaget. Vilken betyder att använda den befintliga donet för att gripa produkten, och byggas på en stödfunktion som kan kontrollera rörliga delen av produkten är en alternativ för arbetet.

Enligt företagets underhållspersonal ändringar på den befintliga testbanan önskas så små som möjligt, helst inga ändringar på den, på grund av det kan leda till stora kostnader. Teknikern gav också godkännande att komponenterna för gripdon som finns hos företaget får lånas till arbetet.

4.1.2 Fiskbensdiagram

Fiskbensdiagrammet används för att organisera och kategorisera problemen och orsaker som hindrar företaget att använda en kollaborativa robot på testbanan och öka flexibiliteten. Utifrån den kan följande resoneras:

- Palettens geometri är olämplig för handtaget vid utplockningen och måste om dimensioneras för att säkerställa en obehindrad utplockning.
- För att snöret av produkten inte skall orsaka störningar under testningen, bör den kontrolleras innan den läggs in i paletten.
- Företaget önskar inte ombyggnad av befintliga testbanan.

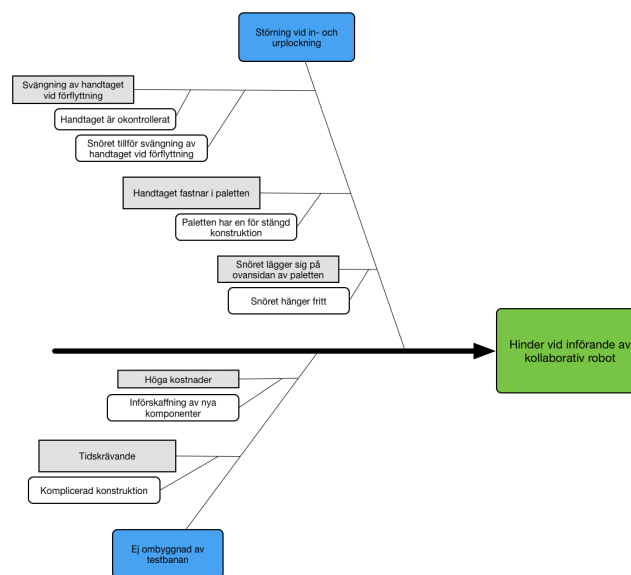


Figure 4.4: Fiskbensdiagram

4.2 Frågeställning 2

Nedan redovisas resultaten till frågeställning 2. Resultaten är organiserade efter metodkapitlet. För tydlighetens skull har frågan upprepats: "Hur konstrueras en palett-prototyp som tillåter en smidig in- och utplockning av produkten?"

4.2.1 Störningar vid inplockning

Vid inmatning av produkten var snöret till handtaget okontrollerad. Vid testningar måste hela snöret befinna sig inuti paletten, annars kan det orsaka störning för testningar. En undersökning genomfördes för att undersöka huruvida snöret lägger sig kring paletten, när det inte är kontrollerade. Figur 7.5 -7.6 visar två vanliga lägen som snöret kan hamna. Snöret lyckades inte att hamna helt inuti plattan vid undersökningen.

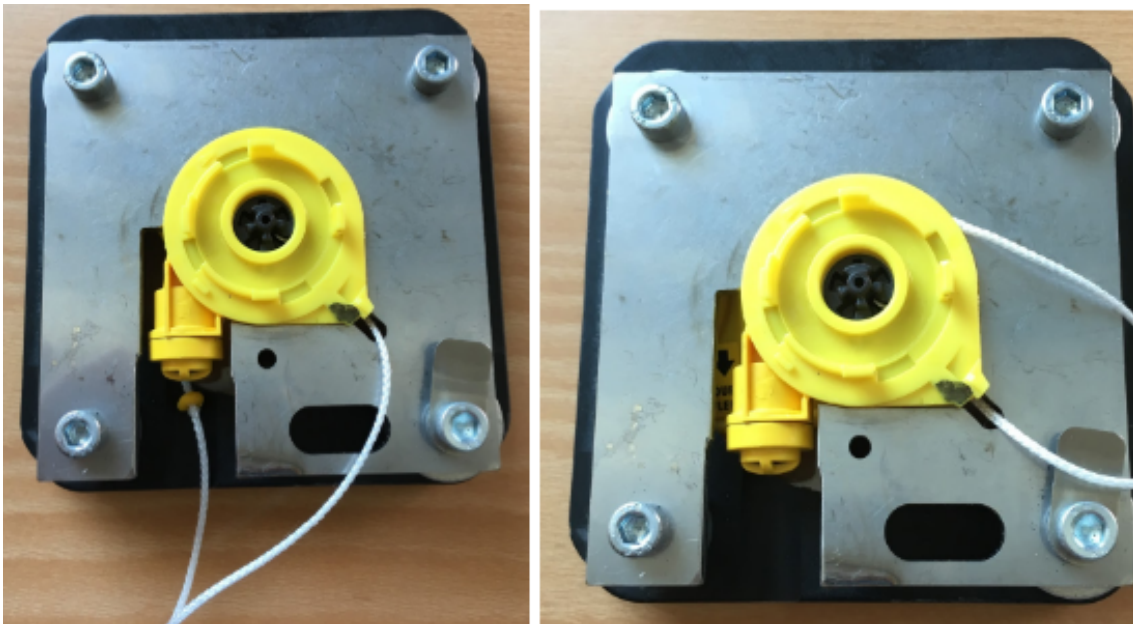


Figure 4.5: Vanliga lägen av snöret vid inplockning

CAD-modellerna från företaget studerades vidare i detta moment av arbetet. En sprängskiss skapades för att överblicka alla beståndsdelar av paletten. CAD-modellen bestod av sammanlagt 10 delar. Geometrin av öppningen ritas och måttsätts för att sedan användas i problemlösningen och konceptgenereringen. Bilder för palettens CAD modell finns i Bilaga .

4.2.2 Störningar vid utplockning

Utrymmet i paletten utnyttjas som förvaring till handtaget och snöret. På grund av öppningens geometri av paletten är inte lämplig för handtaget, så det kan fastna i paletten vid utplockning, om handtaget inte passerar öppningen på rätt sätt (ser figur 7.3 samt 7.4). Om handtaget passerar öppningen på rätt sätt, så fastnar det inte (Ser figur 7.5 samt 7.6).

4. Resultat

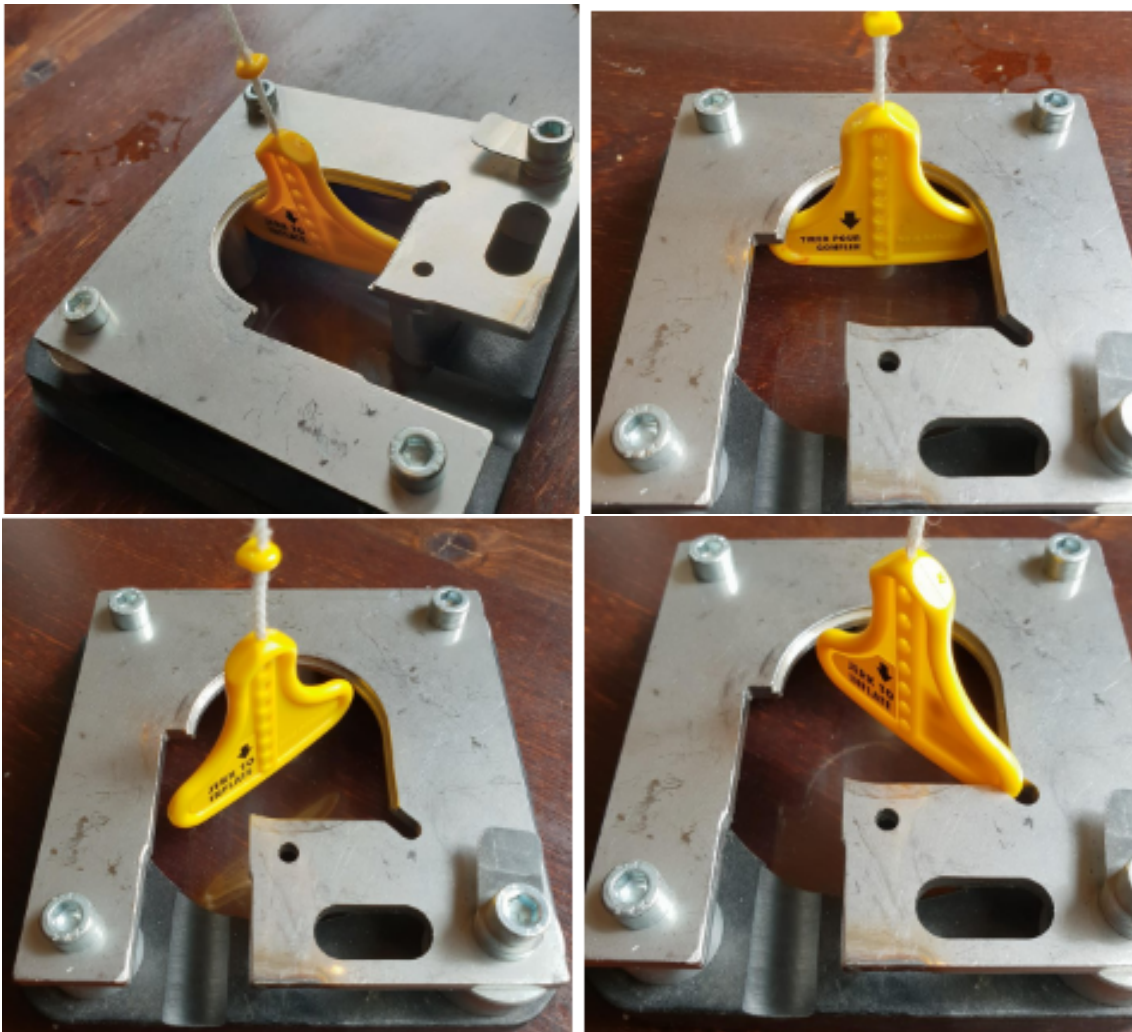


Figure 4.6: Handtagets utplockningspositioner

4.2.3 Palettens geometri

Experimentet resulterade med två diagram som presenteras nedan. Figur 4.7 visar paletten som blivit markerade med röda och gröna tuschpennor. Figur 4.8 visar kartongpapperet som klipptes ut under experimentet för att testa hur mycket det kräver att klippa bort för att eliminera den fastnade fenomen, samtidigt testades också hur stabilitet är det för att hålla produkten. Utefter undersökningen har geometrin omkonstrueras och tillför en lämpligare geometri för handtaget, vilken ger också tillräckligt stabilitet för att hålla produkten vid testningar.

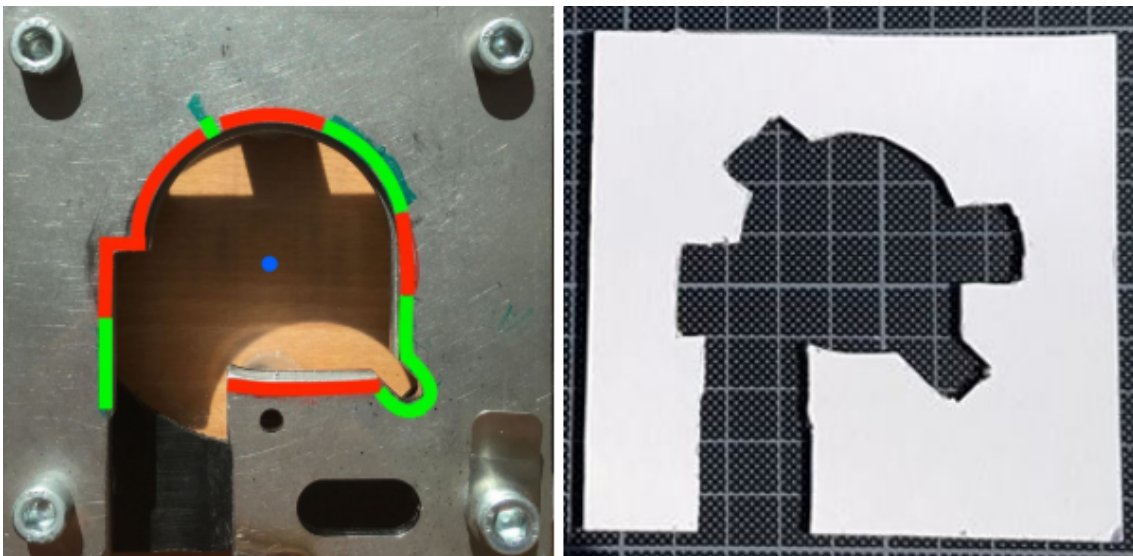


Figure 4.7: Markeringar på paletten

4.2.4 Kravspecifikation

Krav

1. **Utrymmet för produkten** Palettens huvudfunktion är att hålla produkten och transportera den på testbanan. Verifieras av test.
2. **Längden och bredden** Både palettens längden och bredden är bestämd till 120 mm. Verifieras av mätning.
3. **Produkten skall ej fastna i paletten** Den geometriska konstruktionen på paletten skall inte förhindra utplockning. Verifieras av användartest.
4. **Tillräckligt stabil för montering och testning** Paletten skall vara tillräckligt stabil för att genomgå testbanan hos företaget och montering av låsring. Verifieras av användartest.
5. **Maximal förhöjning 50mm** Den maximala förhöjningen är begränsad till 50 mm. Verifieras av mätning.

6. **Konstruktionstvång** Figur 4.8 redogör för de konstruktionstvång som paletten måste ärva från befintliga paletten. Figuren hänvisar med tre färgkodade pilar: Lila pilar: Fixering av palett vid stationer. Röda pilar: Hål för lyft av palett Gula pilar: Metallisk cylinder som ger utslag på induktiva givare.

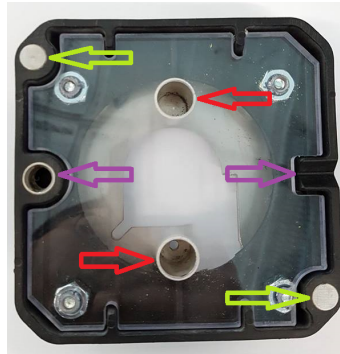


Figure 4.8: Konstruktionstvång hos paletten

Önskemål

1. **Ingen ändring på befintliga testbanan**
Paletten har som önskemål att behålla den nuvarande anläggningens system för att minimera kostnaden av omkonstruktion av testbanan hos företaget.
2. **Ingen förhöjning av paletten**
Paletten har som önskemål att behålla den nuvarande höjden för att minimera kostnaden av omkonstruktion av testbanan hos företaget.
3. **Enkel in- och utplockning (Minimal steg för att lägga in produkten)**
Under testningen vill man att det ska genomföras så snabbt som möjligt, för att öka produktionens volym.

4.2.5 Funktionsanalys

Funktionen som paletten ska ha listade ut nedan.

Palett:

- Hålla produkten
- Håller produkten stabilt under testningen och monteringen
- Oförhindrade inplockning av produktens handtag
- Oförhindrade utplockning av produktens handtag
- Kontroll över produktens snöre

4.2.6 Brainstorming

Nedan redovisas alla skisser som resulterades från brainstormingen.

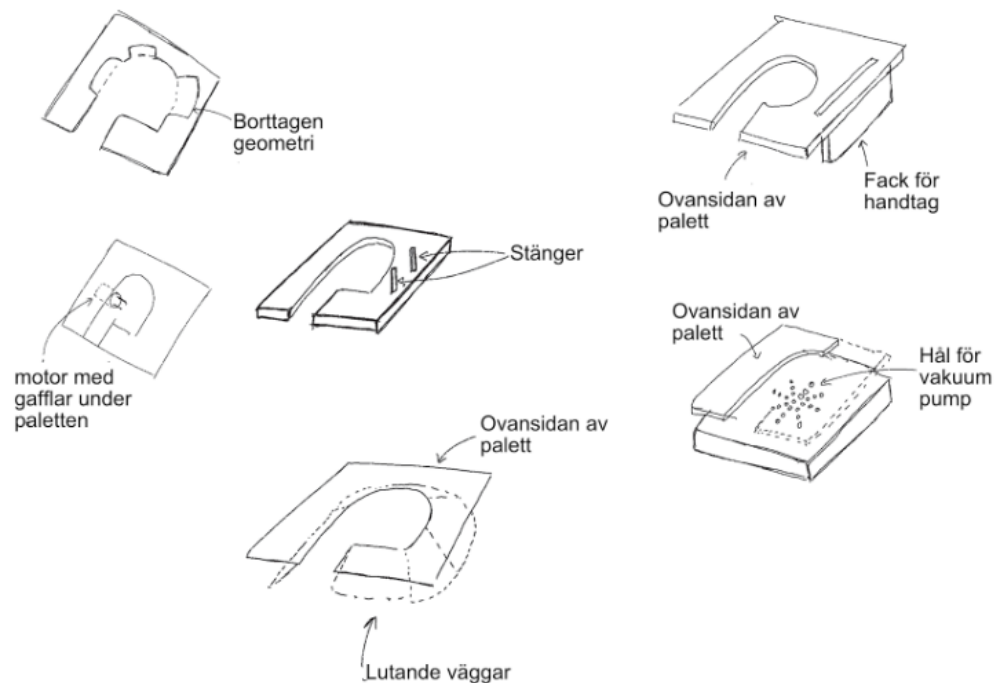


Figure 4.9: Palettens brainstorming

4.2.7 Morfologisk matris

Med hjälp av den morfologiska matrisen genererades koncepten.

Funktion	Alt	Alt	Alt
Behålla produkten	Ihåliga utrymet		
Håller produkten stabilt under testningen och monteringen	Palettens geometri		
Oförhindrade in- och utplockning av produktens handtag	Ledande-väg	Extra öppningar	Extra fack för handtaget
Tillåter produktens snöre lämnas in kontrollerande	Luft undertryck	Extra öppningar	Gaffel ovanför paletten

Figure 4.10: Morfologisk matris till paletten

De tre koncepten som genererades med hjälp av morfologiska matrisen redogörs nedan.

Koncept 1

Palettens ovansida omkonstrueras för att skapa en mer öppen geometri för att ge mer utrymme för produktens handtaget att gå in och ur paletten obehindrat. En lutande vägg läggs på för att leda handtaget från begränsande områdena till öppnade områden. Koncept 1 tydliggör i figur 4.11 nedan.

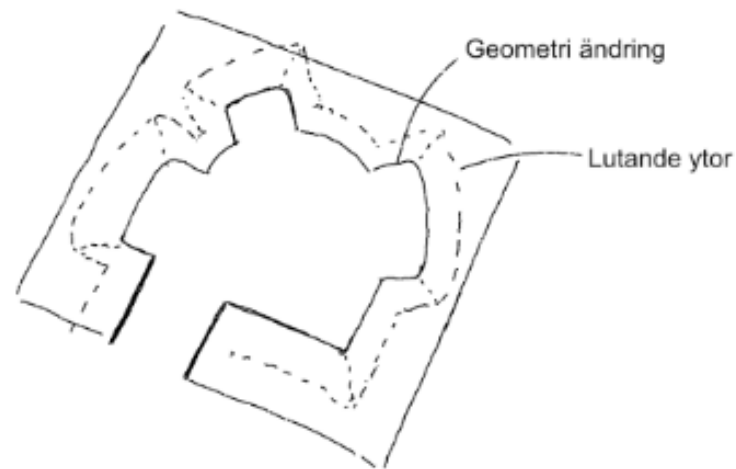


Figure 4.11: Konzept 1

Koncept 2

Palettens ovansida omkonstrueras för att skapa en mer öppen geometri för att ge mer utrymme för handtaget gå in och ur paletten obehindrat. I underdelen av paletten finns det hål som skall kopplas till en vakuumpump vid inmatningen av produkten. Vakuumpumpen skall vara som en snörekontroll med hjälp av lufttryck. Den behöver monteras på befintliga testbanan. Koncept 2 tydliggörs i figur 4.12 nedan.

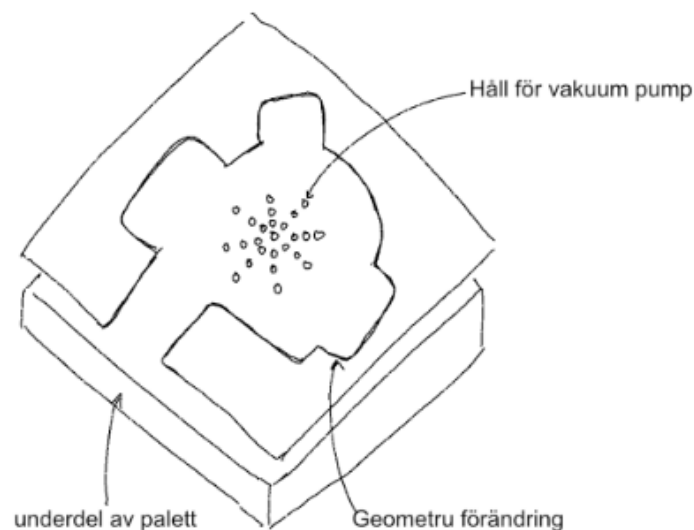


Figure 4.12: Konzept 2

Koncept 3

Detta koncept av paletten har ett fack för handtaget. Facket placeras på palettens sida för och två stänger skall användas för snöret av produkten lindas på. Tanken

är att robotarmen lindar snöret kring stängerna innan den lastar in produkten och vice versa vid utmatning. Koncept 3 tydliggörs i figur 4.13 nedan.

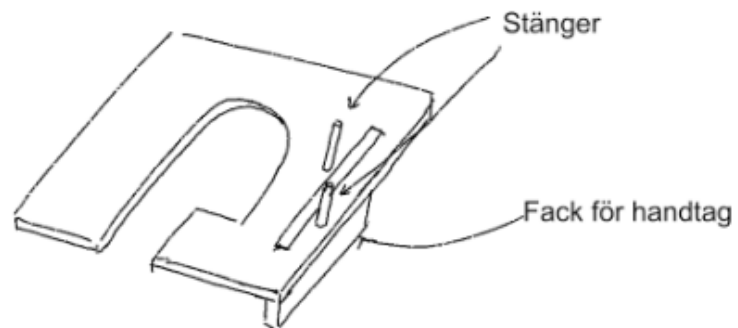


Figure 4.13: Koncept 3

4.2.8 Pugh matrix

Under detta kapitlet presenteras jämförelsen av hur väl koncepten uppfyller kraven och önskemålen. Resultatet av Pugh Matrisen visade att koncept 1 och koncept 2 uppfyller kraven och önskemålen nästan lika bra. Men koncept 2 uppfyller inte önskemål 1, på grund koncept 2 kräver monteringen av vakuumpumpen på den befintliga testbanan, vilken betyder det kommer leda till ändringar på det befintliga systemet. Därför koncept 1 går vidare som slutgiltiga koncept för paletten.

Kriterium	Alternativ		
	1	2	3
Krav	1	2	3
1. Utrymmet för produkten	0	0	0
2. Längden och bredden	0	0	0
3. produkten skall ej fastna i paletten	+	+	+
4. Tillräckligt stabil för montering och testning	0	0	0
5. Maximal förhöjning 50mm	0	0	0
6. Konstruktionstvång	0	0	0
Önskemål			
1. Ingen ändring på befintliga testbanan	0	-	-
2. Ingen förhöjning av paletten	0	0	-
3. Enkel in- och utplockning	+	+	-
Summa +	2	2	1
Summa 0	7	6	4
Summa -	0	1	4
Nettovärde	2	1	-3
Rangordning	1	2	3

Figure 4.14: Pugh matis till palettens koncept

4.2.9 Val av koncept

Det slutgiltiga palett konceptet som vann urvalsprocessen presenteras i sin helhet nedan i figur .

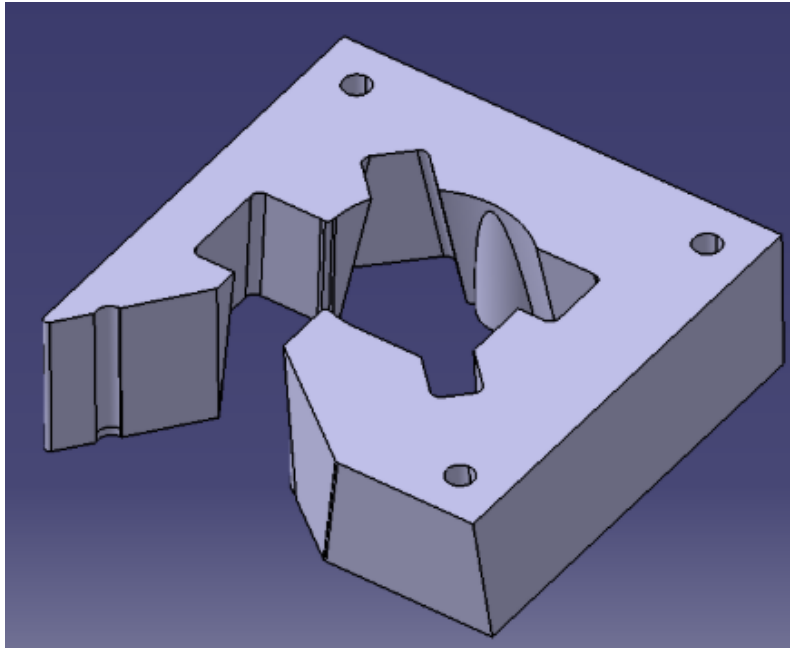


Figure 4.15: CAD modell av det valda konceptet

Den lutande väggen kommer dimensioneras med en lutning för 10.6 grader från ovansidan till botten i vertikalt led, på det viset ökar arean på botten och handtaget kan läggas platt in i paletten. För att paletten ska kunna passa ihop med gripdonet, ökades öppningen för ventilen.

4.2.10 Modellering

Modelleringen skapades med programvaran Catia V5. Modellen presenteras i figur . Modellens geometri där produkten placeras är utformad efter de CAD-filer som tilldelats av företaget, för att dimensionerna skall stämma överens med produkten. Lutande väggarna utskjuts och vinklas utåt med 10.6° i vertikalt led. De två cylindrarna som sticker ut från paletten är funktionstvång som den nya paletten måste ärva från den gamla.

4.2.11 Prototyp

Efter CAD modellering skrevs en prototyp ut med en 3D skrivare från CM. I figur presenteras bilder på den utskrivna prototypen.

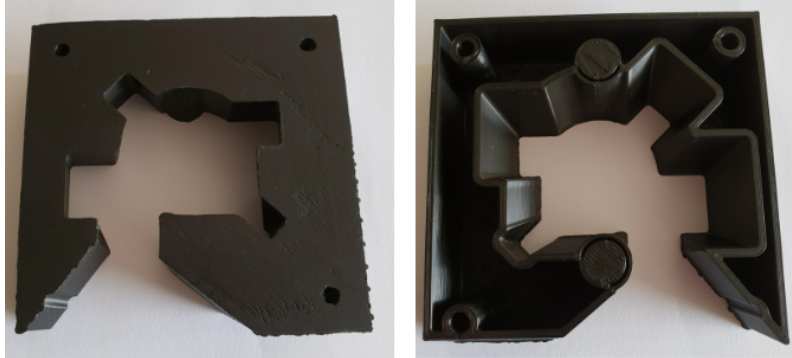


Figure 4.16: Palettprototypen, ovasidan till vänster och undersidan till höger

4.2.12 Verifiering

Resultaten till verifieringen är indelade efter testerna som utfördes. De olika positionerna som utfördes under inplockningstestet presenteras närmare i figur 4.17. Följande kan betonas efter verifieringen av paletten.

- Handtaget utsätts inte för någon störning vid inplockning och tillför en smidig inplockning.
- Prototypen erhåller ett stabilt grepp runt produkten. Vid tillförande av moment till produkten kan ingen positionsändring betraktas.
- Ingen störning vid utplockning av handtaget från paletten. Paletten tillför en smidig utplockning.

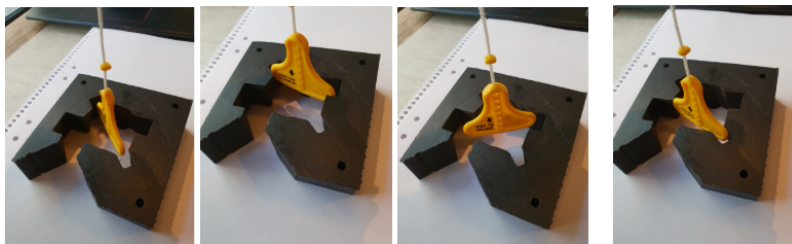


Figure 4.17

4.3 Frågeställning 3

I detta delkapitel presenteras dem resultaten som är relevanta till den tredje frågeställningen. För tydlighetens skull har frågan upprepats: Hur konstrueras en gripdon-prototyp som tillåter en smidig in- och utplockning av produkten?

4.3.1 Befintliga gripdon- patent och produkt studie

Ett antal olika gripdon studerades på google patent samt olika robotillverkare, gripdonen som ansågs relevanta till arbetet presenteras nedan.

Vakuump gripare

Google patent KR101784780B1 är ett gripdon som använder sig av en sugkopp för att fasthålla ett objekt. Det har en tryckkammare som kan suga ut luften och skapa ett undertryck i sugkoppen när den fästs vid en platt yta. Denna patent ansågs intressant då det använder sig av en enkel luftkammare för att skapa undertryck. (KR101784780B1, 2016)

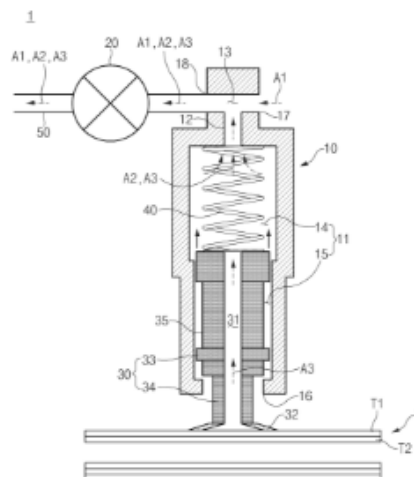


Figure 4.18: gripdon patent 1

High-force robotic gripper

Detta gripdonet är konstruerad med två gripklor. Det som är intressant i denna patent är drivmekanismen som styr gripklorna. Som det visar i figur är gripklorna kopplade till varsitt kugghjul. Kugghjulen är sedan kopplade till en skruv som drivs av en motor. När skruven roteras går kugghjulen åt motsatt håll och på så sätt öppnas och stängs gripklorna. (US8534729B2, 2011)

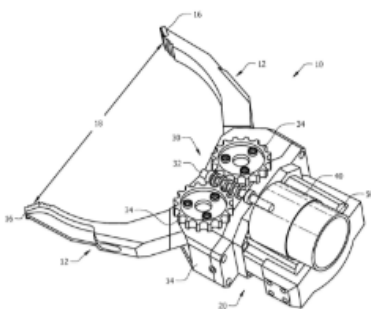


Figure 4.19: gripdon patent 2

High-force robotic gripper Detta gripdonet är konstruerad med två gripklor. Det som är intressant i denna patent är drivmekanismen som styr gripklorna. Som det visar i figur är gripklorna kopplade till varsitt kugghjul. Kugghjulen är sedan kopplade till en skruv som drivs av en motor. När skruven roteras går kugghjulen åt motsatt håll och på så sätt öppnas och stängs gripklorna. (US8534729B2, 2011)

Fredrik Gustafssons gripklor Fredrik Gustafsson, ingenjör på CM Hammar, har konstruerat ett par gripklor som är anpassat just för produkten. Gripklorna är 3D printat och fästs med skruvar på ett ClickSmart gripdon. De är konstruerade att gripa produkten via ventilen, vilken underlättar senare process i produktionen. I rapporten kommer den nämnas FG-gripdon. FG-gripklorna illustreras i bilaga

4.3.2 Kravspecifikation

I detta kapitel presenteras krav och önskemål med korta beskrivningar.

Krav

- 1. Anpassade till den nyutvecklade paletten**
Gripdonet måste vara anpassade till den nyutvecklade paletten för att kunna plocka produkten. Verifieras av användartest.
- 2. Maximal vikt 4kg**
För att Sawyer robot ska arbeta effektivt får belastningen på roboten inte överstiga 4 kg. Verifieras av våg.
- 3. In- och utplockning av produkten**
Ett av Donets grundfunktion är att plocka in och ur produkten. Verifieras av användartest.

4. Kontroll på produktens snöre

Produktens snöre skall kontrolleras vid förflyttningen. I annat fall kan det orsaka störningar vid testningen. Verifieras av användartest.

5. Sawyer robot kompatibilitet

Företaget använder en Sawyer robot på sin testbana, gripdonet skall konstrueras efter Sawyer roboten, så att det kan användas av roboten. Verifieras av monterings-test.

Önskemål**1. Kan 3D-printas**

Företaget önskas att komponenterna för gripdonet ska kunna 3D-printas, så vid underhåll och reparationer skulle det gå att ersättas gamla komponenterna med de nyutskrivna.

2. Pneumatic

Pneumatic drivsystem önskas företaget.

3. Utnyttja robotarms rörelse för kontroll över snöret

Om verktyget skulle ha egen rörelse, behöver det drivas av motor. För att underlätta konstruktionen av gripdonet, önskas det att rörelse av verktyget kan drivas av robotarm.

4.3.3 Möjligheter för utvecklingen av gripdonet

Inför utvecklingen av gripdonet finns det tre möjligheter som skulle kunna väljas. Ett nytt gripdon kan införskaffas, omkonstrueras eller utvecklas helt nytt. Att utveckla ett helt nytt gripdon kräver tid och kompetens som inte skulle kunna levereras. Att införskaffa ett nytt don betyder ingen utvecklingsprocess, utan mer tid kommer ägnas till att hitta rätt gripdon. Ett annat alternativ är att utnyttja det befintliga gripdonet och omkonstrueras det till ett nytt gripdon som skulle kunna klara uppdraget på testbanan. På grund av omständigheter av arbetet, att omkonstruera befintliga gripdonet är alternativet som är mer lämpligt för arbetet.

4.3.4 Brainstorming

I figur 4.20 presenteras skissen av olika idéer till gripdonet. Eftersom det befintliga gripdonet skall användas, har brainstormingen fokuserat på hur det skall byggas vidare på det.

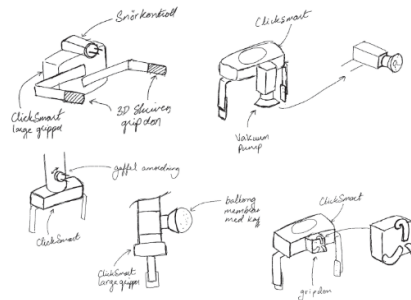


Figure 4.20: pugh matris till gripdonet

4.3.5 Morfologisk matris

Med hjälp av den morfologiska matrisen genererade tre olika koncept.

Funktion	Alt	Alt	Alt	Alt
Gripa produkten	ClickSmart och FG-gripklor	ClickSmart och FG-gripklor	ClickSmart och FG-gripklor	ClickSmart och FG-gripklor
Kontroll över produktens snöre	Vacuum "Sugar"	ClickSmart och FG-gripklor	Vacuum "Kaffepåse"	Rotterande sidocarm
Kontroll över produktens handtag	Vacuum "Sugar"	Vacuum "Kaffepåse"	Trycks arftekanskt	Vacuum gripper
Kontrollerande evlamning för snöret	Släppa i vacuum trucket	Rotterande sidocarm	Trycks arftekanskt	Vacuum gripper

Figure 4.21: morfologisk matris till gripdonet

Koncept A

Detta koncept har en gummisäck som är fylld med små partiklar, exempelvis kaffe. Gummisäcken är som ett amorft gripdon, när luften sugts ut med luftpumpen kommer gummisäcken stelna och formas efter objekten som placerade i den. Det släppas genom att frige luften tillbaka in i gummisäcken. Den kan fasthålla handtaget av produkten och placera det in i paletten. Resten av konceptet är en ClickSmart Large Gripper med FG gripklor som är formade efter produktens ventildel. Koncept A tydliggörs i figur nedan.

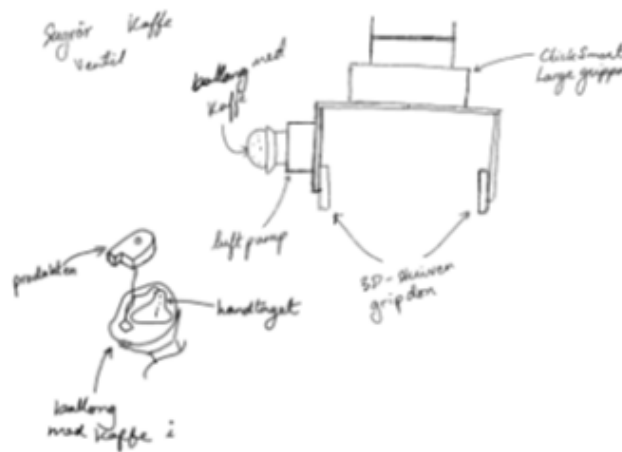


Figure 4.22: Skiss av koncept A

Koncept B

Koncept B använder sig av en mekanism som består av två stänger och en platta. Snöret till produkten lindas rund stängerna. Eftersom snöret är lindade, även handtaget hänger fritt orsakar det inte störningar vid förflyttningen. Sedan placeras handtaget in i paletten, och snöret trycks från stängerna till paletten med hjälp av plattan, på så sätt säkerställa den att hela snöret hamnar i paletten. Resten av konceptet är en ClickSmart Large Gripper med FG gripklor som är formade efter produktens ventildel. Koncept B tydliggörs i figur nedan.

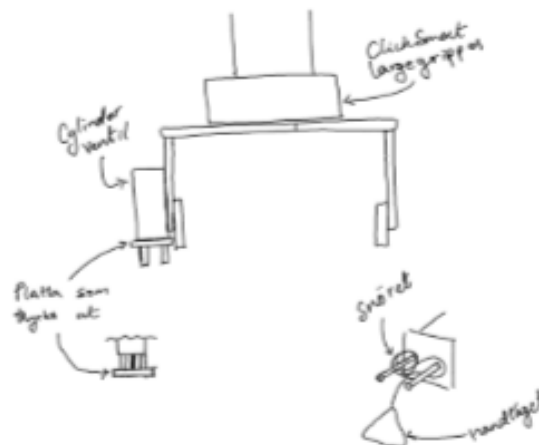


Figure 4.23: Skiss av koncept B

Koncept C

Koncept C använder sig av en sugkopp-mekanism vid sidan av ClickSmart gripdonet. Den plockar upp handtaget för att sedan föra in den i paletten. Resten av konceptet är en ClickSmart Large Gripper med FG gripklor som är formade efter produktens ventildel. Koncept C tydliggörs i figur nedan.

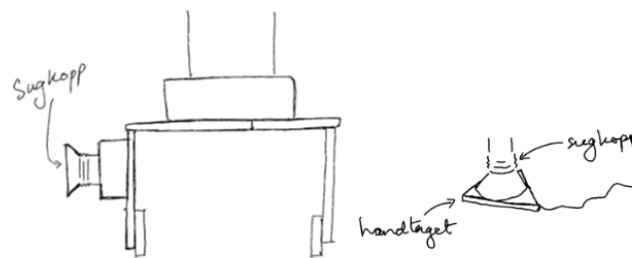


Figure 4.24: Skiss av koncept C

4.3.6 Pugh matrix

I detta kapitlet presenteras resultaten från pugh matrix. I pugh-matrisen fick koncept B bättre resultat. Alla koncepten uppfyller den kraven i kravspecifikationen, eftersom önskemålen inte är väldigt avvikande, så står koncepten väldigt nära i poäng.

Kriterium	Alternativ		
	A	B	C
Krav			
1. Kunna arbeta med den nytvecklade paletten	+	+	+
2. Maximal vikt 4 kg	0	0	0
3. In- och utplockning av produkten	0	0	0
4. Kontroll på produktens snöre	+	+	+
5. Sawyer robot kompatibilitet	0	0	0
Önskemål			
1. Kan 3D-printas	-	0	-
2. Pneumatic	0	0	0
3. Kan utnyttja robotarms rörelse för kontroll över snöret	-	+	-
Summa +	2	3	2
Summa 0	4	5	4
Summa -	2	0	2
Nettovärde	0	3	0
Rangordning	2	1	2

Figure 4.25: Pugh matrix till paletten

4.3.7 Snörkontroll

Experimentet visade att använda två armar kan effektivt rulla ihop snöret. På det viset kan produkten förflyttas på ett kontrollerat sätt utan att snöret orsakar störningar under förflyttningen. Figurer för Experimentet finns bilaga

4.3.8 Val av koncept

Det slutgiltiga konceptet som vann i urvalsprocessen presenteras i sin helhet nedan i figur .

Komponent

För att snöret ska knuffas ut från stängerna, kräver en drivmekanism som kan erbjuda denna rörelse. Luftcylinder Festo Ventil ADVU-16-10-A-P hittades i företagets komponent lager. Denna pneumatiska module från Festo är en cylinder ventil som kan förskjutas 10mm utåt och tillbaka. Modulen är försedd med t-spår som kan utnyttjas till att fästa modellen till önskad position på ClickSmart gripdon. CAD filer och ritningar till denna modul kan hittas på Festos hemsida [7].

4.3.9 Modellering

I detta kapitlet redogörs resultatet av CAD modelleringen för slutgiltiga gripdonkonceptet.

Stänger

Stängerna för linda ihop snöret modellerades enligt figur nedan. En ihålig cylinder som kan anslutas till Festo Ventil med hjälp av en skruv. Stängerna berör inte av Festo ventilens rörelse.

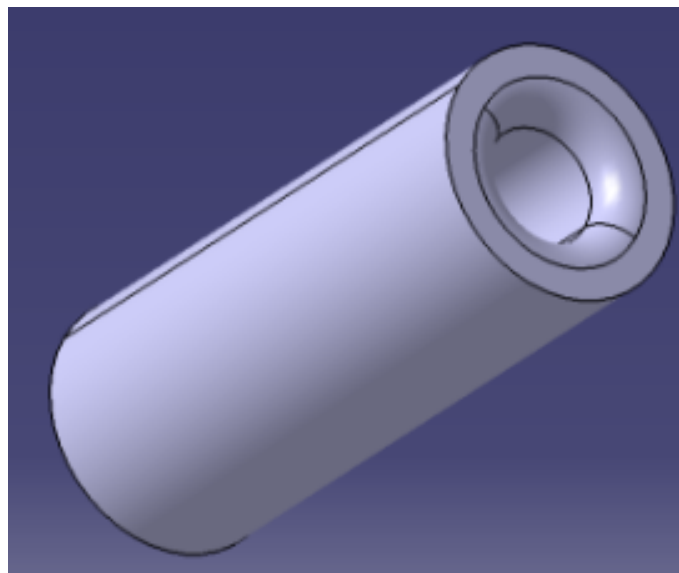


Figure 4.26: 3D-modellen till stänger

Platta

Plattan som knuffar snöret från stängerna ansluter till Festo Ventilen. Den mod-

ellerade med fyra hål som tillåter stängerna vara oberörda av ventilens rörelse. Fästningen mellan plattan och ventilen används av en skruv som placeras i mitten av plattan.

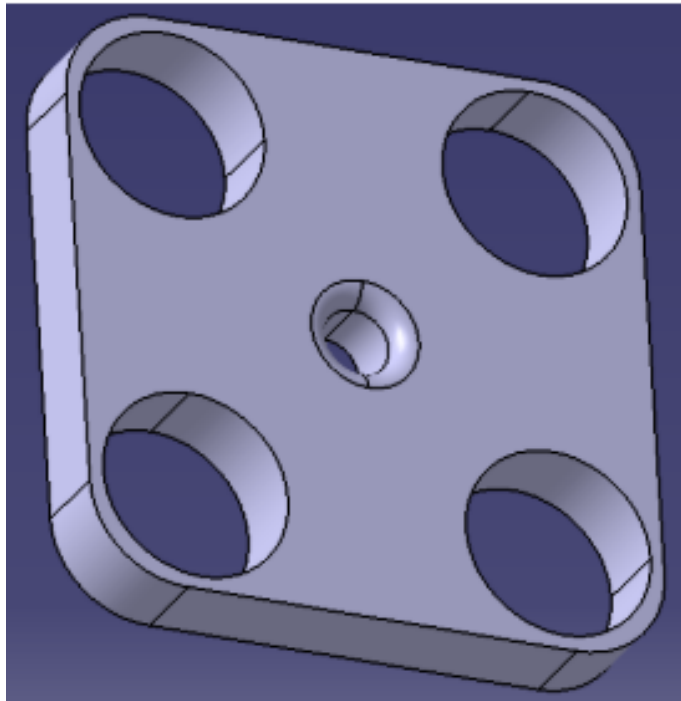


Figure 4.27: 3D-modellen till plattan

4.3.10 Prototyp

Prototypen för gripdonet består av två 3D-skrivna stänger, en 3D-skriven platta, Luftcylinder Festo Ventil ADVU-16-10-A-P, ClickSmart gripdon, GF-gripdon samt två skruvar som är tillför fästningen mellan stängerna och luftcylindern.

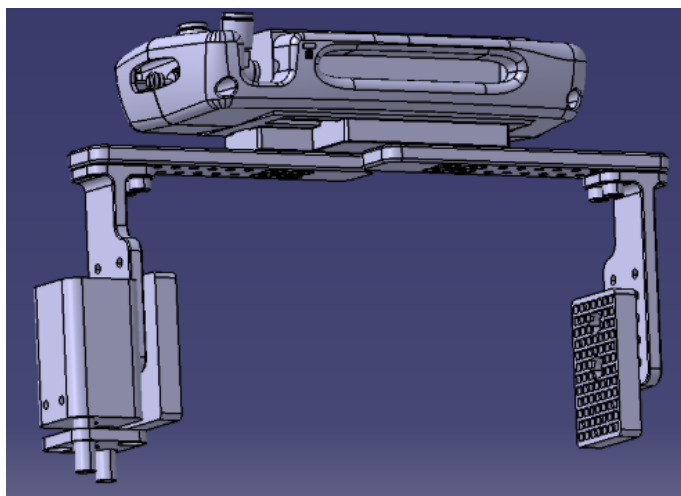


Figure 4.28: 3D-modellen till gripdon-prototypen

4.3.11 Verifiering

Steg 1: Gripdonet plockar upp produkten utan störningar.

Steg 2: Kablarna som är ansluten till gripdonet hindrar robotarmens rotation, speciellt för produkterna som har längre snöre och kräver rotationen som är mer än 360 grader. det resulterade till att snörekrollmekanism inte kan utföras ordentligt.

Steg 3: På grund av snöret inte är kontrollerade, det skapade störning vid inplockningen, snöret befinner sig utanför palettens prototyp.

Prototypen av gripdonet klarade inte verifieringen, störningarna kvarstår vid inplockningen.

5

Diskussion

5.1 Frågeställning 1

Arbetet utgick ifrån hur robot verktyget ska anpassas efter företagets befintliga system för att roboten ska kunna användas på testbanan och öka flexibiliteten. Det finns andra möjligheter som företaget skulle kunna genomföras för att uppnå samma resultat. Företaget kan omkonstruera produktens aktiveringsmekanism från rörliga delarna (snöret och handtaget) till exempelvis en tryckknapp som kan tryckas på för att aktivera produkten, eller en vridknapp som kan vridas för att utföra liknande aktiveringen. Gripdonen som kan hantera fasta komponenter finns i mängder på dagens marknad, företaget skulle kunna införskaffa ett existerande gripdon på marknaden betydligt enklare.

Företaget kan också ändra på produktens monteringsordning för att enklare införa roboten på testbanan. Att montera produktens rörliga delar efter testningen i testbanan kan också leda till en betydligt enklare införskaffning av ett existerande gripdon på marknaden.

5.2 Frågeställning 2

Prototypen av paletten har mött de målen som företaget formulerat. Möjligheter till olika förbättringsområden finns fortfarande. Det finns behov för mer preciserade lutningsberäkningar, eftersom vid lutningsberäkning approximeras handtagets area till en cirkulär yta.

5.3 Frågeställning 3

Verifieringen visar att det kräver en bättre gripdonkonstruktion för att det ska vara möjligt att utnyttja robotarmens rotation. Framförallt kablarna som är anslutna till gripdonet behöver anslutas på ett annat sätt som inte begränsar rotationen. I framtiden när robotarmens rörelse är mer utvecklade kan det också vara en möjlighet som kan få den slutgiltiga konceptet fungera.

Att införa en stegmotor i gripdonet är ett koncept som anses bör vidareutvecklas i framtiden. En snörekontrollmekanism monteras vid sida av den befintliga gripdonet, och den drivs av en stegmotor, vilken gör att den kan ha egen rotation för att rulla ihop snöret. Kablarna till gripdonet begränsar inte rotationen som stegmotorn genererade.

5. Diskussion

Under arbetet hade gruppen inte mycket kontakt med den roboten som gripdonet konstruerades för, det är en av de viktigaste anledningarna att gruppen missbedömde hur gripdonet skulle kunna utnyttja robotarmens rotation.

6

Slutsats

Företaget kan införskaffa eller konstruera ett nytt gripdon och en ny palett som kan tillåta Sawyer roboten utföra arbetet i deras testbana, för att öka flexibiliteten i produktionen. Det innebär också en starkare konkurrenskraft för företaget på den internationella marknaden.

Koncepten för gripdonet och paletten utvecklades enligt företaget önskade riktning, vilken är riktade mot en robotverktyg som skulle kunna tillåta kollaborativ robot Sawyer utföra arbete i testbanan och öka flexibilitet i produktionen. Prototypen för paletten möter de framtagna kraven och önskemålen. Den nya konstruktionen tillåter handtaget plockas in och ut utan störningar. I ett fortsatt arbete skulle en mer detaljerad modell kunna skapas, samt lutningen för lutande ytorna kan beräknas mer exakt.

Gripdonets prototyp klarade inte kraven som ställdes. Att utnyttja Sawyer Robots rotation för att kontrollera snöret av produkten är inte lämpligt i den nuvarande robotmodell. I fortsatt utveckling kan exempelvis införa en stegmotor för att snöret skulle kunna kontrolleras av rotationen som drivs av den.

Referenser

- [1] Larsson, Arena. "Industri 4.0 – en tillväxtmotor för Sverige?". 2017-10-04.
<https://www.nyteknik.se/sponsrad/industri-4-0-en-tillvaxtmotor-for-sverige-6874>
- [2] Sveriges Verkstadsindustrier. Ishikawadiagram. Stockholm. 1985.
<http://skola.uppsala.se/PageFiles/51381/Planera/fiskbensdiagram.pdf?epslang>
- [3] RBR insider. Rethink Robotics' Baxter Gets a Little Brother in Sawyer. 2018-05-22.
https://www.roboticsbusinessreview.com/manufacturing/rethink_robotics_baxter_gets_a_little_brother_in_sawyer/
- [4] Rethink Robotics. ClickSmart Pneumatic Large Gripper Kit. 2018-05-22.
<https://www.rethinkrobotics.com/accessories/>
- [5] Rethink Robotics. ClickSmart Pneumatic Large Gripper Kit. 2018-05-22.
<https://www.rethinkrobotics.com/accessories/>
- [6] Autodesk. CAD software. 2018-05-23.
<https://www.autodesk.com/solutions/cad-software>
- [7] Larsson J. Så fungerar 3d-skrivaren. 2018-05-21.
<https://internetworld.idg.se/2.22802/1.502643/sa-fungerar-3d-skrivaren>
- [8] Festo. ADVU-16-10-A-P. 2018-05-11.
https://www.festo.com/cat/sv_se/products_ADVU_AEVU?CurrentIDCode1=advu-16-10-p-a&CurrentPartNo=156508
- [9] Utbildning.se. Mer om Lär dig CAD AutoCAD. 2018-05-23. <https://www.utbildning.se/kurs/cad#moreAboutSearch>
- [10] Utbildning.se. CATIA V5. 2018-05-23. <https://www.utbildning.se/kurs/catia-v5>
- [11] Bligård, L.-O. (2011). Utvecklingsprocessen ur ett människa-maskinperspektiv. Göteborg: Chalmers Tekniska Högskola.

- [12] Academic Work. 3 INTERVJUTEKNIKER – VILKEN VÄLJER DU?. 2018-05-24.
<https://www.academicwork.se/insights/3-intervjutekniker-vilken-valjer-du>
- [13] Göteborgs Stad. Träddiagram. 2018-05-24.
http://www.kvalitet.goteborg.se/startside/utbildning/LATHUND_Tr%E4ddiagram.pdf
- [14] Regeringen. “Smart industri - en nyindustrialiseringsstrategi för Sverige.” 2016-01-21.
<https://www.regeringen.se/informationsmaterial/2016/01/smart-industri---en-nyindustrialiseringsstrategi-for-sverige/>
- [15] CM Hammar. About Hammar. 2018-05-24.
<https://www.cmhammar.com/us/>
- [16] Rethink Robotics. Sawyer User Guide for intera 3.3 software. 2016-03-25.
http://mfg.rethinkrobotics.com/mfg-mediawiki-1.22.2/images/1/1a/Sawyer_User_Guide_3.3.pdf
- [17] Berglund-Fasth, Å. Ekered, S. Palmkvist, F. Åkerman, M. Evaluating Cobots For Final Assembly. *Procedia CIRP* 44 (2016) PP: 174-180. 2016
- [18] Backman, B. Grahn, S. Johansen, K. och Langbeck, B. Potential advantages using large anthropomorphic robots in human-robot collaborative, hand guided assembly. 6th CIRP Conference on Assembly Technologies and Systems (CATS). 2016
- [19] Hans Johannesson, Jan-Gunnar Persson, Dennis Pettersson (2013): *Produktutveckling: effektiva metoder för konstruktion och design*. Andra upplagan. Stockholm: Liber AB
- [20] Rußmann. M, M. Lorenz, P. Gerbert, M. Waldner, J. Justus, P. Engel, and Michael Harnisch, “Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries” Apr. 09, 2015. [Online].
https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx [Hämtad May. 26, 2018]
- [21] Dr. Heiner Lasi, Dr. Peter Fettke, Thomas Feld, Michael Hoffmann, “Industry 4.0” Jun. 19, 2014. [Online]. Tillgänglig:
<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s12599-014-0334-4.pdf> [Hämtad May. 26, 2018]
- [22] Brettel. M, Friederichsen. N, Keller. M, Rosenberg. M, How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape:An Industry 4.0 Perspective. 2014.

<http://waset.org/publications/9997144>.

- [23] Lee. J, Kao. H, Yang. S, Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment. 2014.
https://ac.els-cdn.com/S2212827114000857/1-s2.0-S2212827114000857-main.pdf?_tid=339c90f1-2d34-44e3-89b3-b1ad8e7254a4&acdnat=1527668272_62896e0a701aa75b62f8b93aca05dd0e.

Bilagor

6.1 Bilaga 1



Figure 6.1: Testbanan

6.2 Bilaga 2



Figure 6.2: Festo Ventil ADVU-16-10-A-P

6.3 Bilaga 3

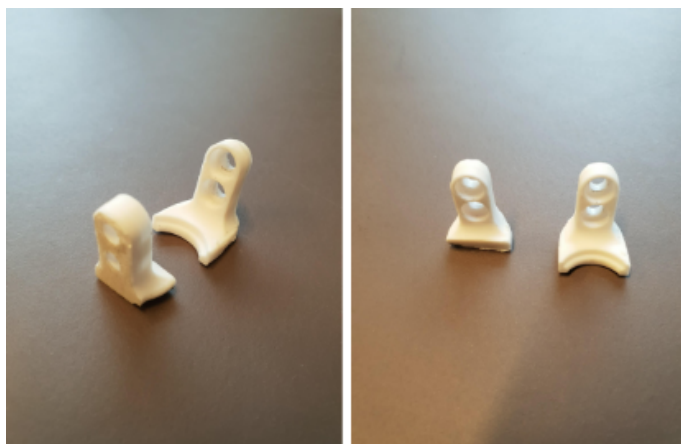


Figure 6.3: Fredrik Gustafssons griplor

6.4 Bilaga 4

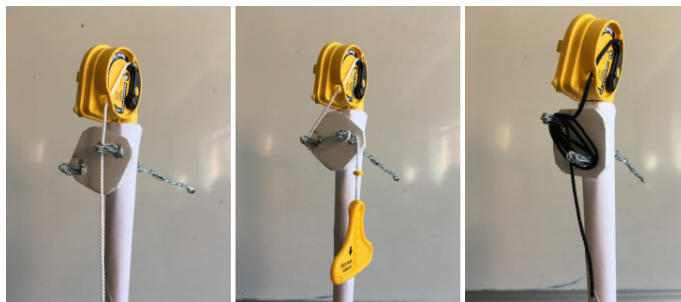


Figure 6.4: Snörkontroll testet

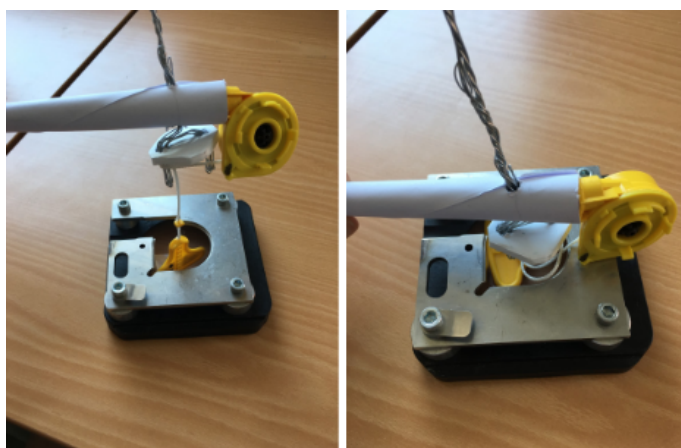


Figure 6.5: Snörkontroll testet

6.5 Bilaga 5

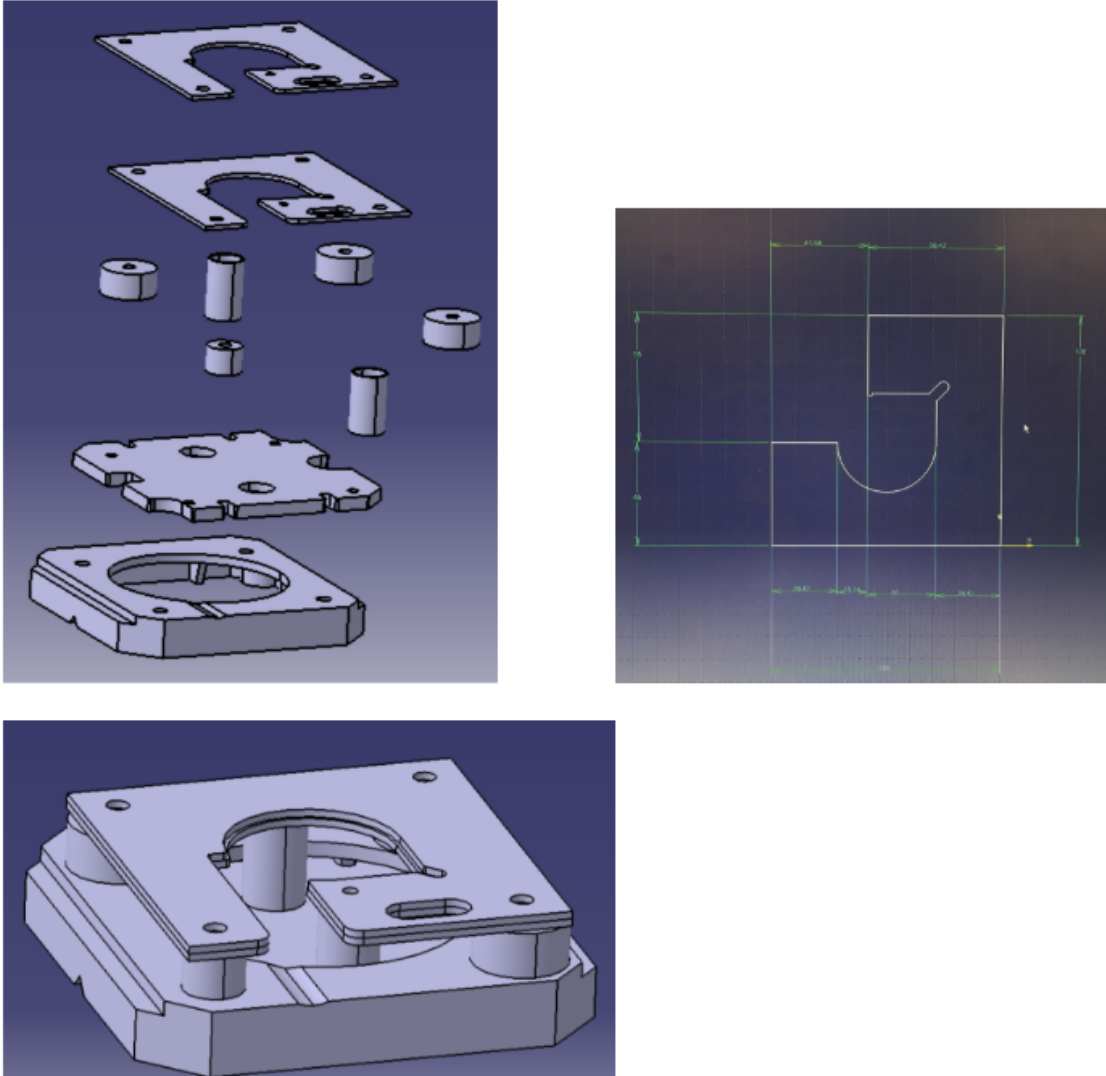


Figure 6.6: Palettens CAD modell