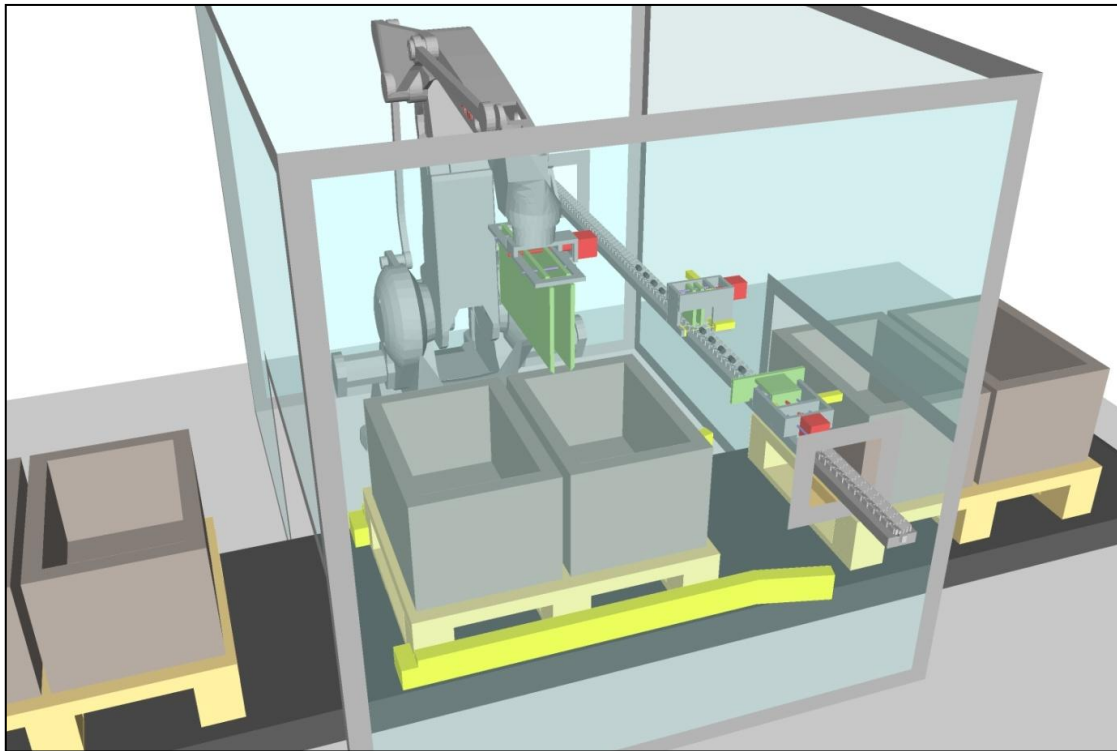


CHALMERS



Konstruktion av en specialmaskin som hanterar rullar Design of a special purpose machine that handle rolls

*Examensarbete för högskoleingenjörsexamen inom
Maskiningenjörsprogrammet*

**FILIP GUNNARSSON
PATRIK STRÖM**

Institutionen för Material- och tillverkningsteknik
Avdelningen för Avancerad oförstörande provning
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sweden, 2011
Examinator: Gert Persson
Examensarbete No. 53/2011

FÖRORD

Vi är två teknologer som läst maskiningenjörsprogrammet 180 hp med inriktning konstruktion vid Chalmers Tekniska Högskola. Examensarbetet är 15 hp/person och har skett under våren 2011. Det mesta av arbetet har gjorts på Consats kontor i Partille, vilket har gett stora möjligheter att ställa frågor till deras personal. Examensarbetet har varit intressant och lärorikt för oss båda med möjlighet att få kunskap inom teknikområdet specialmaskiner. Ett stort tack riktas till konsultbolaget Consat som givit oss möjlighet att skriva examensarbetet hos dem.

Ett stort tack riktas även till både handledare från Consat, Peter Karlsson och examinator från Chalmers, Gert Persson. Båda har visat ett stort intresse för arbetet och handlett oss i rätt riktning.

Vi vill även tacka Emil Brandt och Niklas Kjällström från Consat för deras stöd under examensarbetet.

Filip Gunnarsson

Patrik Ström

Göteborg 2011-05-16

SAMMANFATTNING

Examensarbetets syfte är att konstruera en specialmaskin för att plocka stålrullar. Rullarna kommer på en transportbana och ska placeras på pallar på ett transportband. Stålrullarnas längd och diameter varierar. Rullarnas dimensioner samt flödet av rullar har analyserats för att kunna ta fram en kravspecifikation. I kravspecifikationen finns krav och önskemål som bestämmer det fortsatta arbetet med att utveckla koncept.

Arbetet delades in i två huvuddelar. Den viktigaste delen är specialmaskinen som ska plocka rullar. Där har utvecklingen pågått från idéstadiet till färdig konstruktion. Den andra delen i arbetet har varit att hantera rullarna på transportbandet innan de plockas. Där har ett konceptförslag tagits fram.

Utvärdering av kravspecifikationens önskemål gjordes med en utvärderingsmatris. Utvärdering och viktning av koncept gjordes tillsammans med ingenjörer från Consat. Det valda konceptet vidareutvecklades till en färdig konstruktion. Specialmaskinens delar dimensionerades och komponenter valdes. Fortsatt arbete är prototyp tillverkning av specialmaskinen, där specialmaskinen testas för att se hur väl den uppfyller satta krav och önskemål.

ABSTRACT

The aim of the thesis is to construct a special purpose machine that picks rolls. The rolls come on a conveyor and shall be placed on pallets on another conveyer. Diameter and length of the rolls varies. The rolls dimensions together with the flow of rolls have been analyzed to be able to make a specification. In the specification are requirements and requests listed that determines the following work with development of concepts.

The work was divided into two major parts. The most important part of the special purpose machine is the part that picks rolls. The process lasted from idea stage to a finished construction. The second part in the work has been to handle rolls before they are being picked. A conceptual proposal has been developed.

Evaluation of the specifications requests was made with an evaluation matrix. Evaluation and weighting of concepts was made together with engineers from Consat. The selected concept was developed further to a finished construction. Part dimensions to the special purpose machine were determined and components were chosen. Further work is making a prototype of the special purpose machine. Then the machine is tested to see how well it meets up to set requirements and requests.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Beteckningar.....	1
1. Inledning.....	3
1.1 Bakgrund	3
1.2 Syfte	3
1.3 Avgränsningar	3
1.4 Precisering av frågeställningen	3
2. Metod	4
3. Kravspecifikation	5
3.1 Rullplock övergripande	5
3.2 Plockverktyg.....	6
3.3 Transportör	7
3.4 Lastzon	8
4. Konceptgenerering Plockverktyg	9
4.1 Koncept 1	9
4.2 Koncept 2	10
4.3 Koncept 3	11
4.4 Utvärdering av koncept	12
5. Konceptgenerering Transportör	14
5.1 Koncept 1	14
6. Övergripande layout rullplock	17
7. Vidareutveckling av valt koncept.....	18
7.1 Val av kraftkälla	18
7.2 Beskrivning av kraftöverföring	18
7.3 Beskrivning av griparmtoppar.....	19
7.4 Beskrivning av sensor	20
7.6 Basplatta	21
7.7 Skenor och åkvagnar	22
7.8 Val av komponenter	22
8. Slutsats	24
Referenser.....	25
Bilagor	

Nedan följer en förklaring över de begrepp som förekommer i rapporten. Figur I är en övergripande skiss över hela systemet som denna rapport behandlar.



Formatbyte = Storleken ändras på de rullar som hanteras.

Kötryck = Normalt kommer rullarna på V-banan med ett mellanrum från tidigare steg i tillverkningen. När transportören har stängt tillförseln bildas en kö av rullar som ligger mot varandra. Transportbandet går kontinuerligt, det bildas ett tryck mellan de stillastående rullarna.

Omställningstid = Tiden det tar för ett formatbyte.

Operatörsida = Den sida av palltransportbandet där personer kan vistas utan att riskera att vara inom robotens arbetsområde, se figur I.

Plocklängd = Den längd av rullar som plockas samtidigt, alltså plockverktygets längd minus eventuellt spill på grund av att rullarnas längd inte stämmer med plockverktygets längd.

Plockverktyg = Sitter monterat på roboten. Det ska plocka rullar från transportören och placera i pallar alternativt metallådor, se figur I.

Robotsida = Robotens sida av palltranssportbandet där den arbetar fritt, se figur I.

Rullplock = Samlingsnamn för systemet av plockverktyg, transportör och lastzon.

Transportör = Är placerad i anslutning till V-banan. Transportören ska se till att plockverktyget plockar rätt antal rullar samt att kötryck undviks på de rullar som ska lyftas, se figur I.

V-bana = Inkommande transportband med rullar. Bandet har formen av ett V vilket gör att rullarna ligger fixerade utan att kunna flytta sig, se figur I.

1. INLEDNING

I kapitlet presenteras problemet som skall lösas. Bakgrund, syfte beskrivs tillsammans med avgränsningar och precisering av frågeställningen.

1.1 Bakgrund

Consat Engineering har givit oss i uppdrag att konstruera en specialmaskin. Den är en delkonstruktion i en produktionslinje för stålrollar och uppgiften är att konstruera en plockfunktion av dessa rullar. Produktionslinjen består av flera stationer där rullarna bearbetas i maskiner. Arbetet är inriktat på att konstruera ett plockverktyg som är monterat på en robot.

1.2 Syfte

Ett plockverktyg skall konstrueras för att flytta cylindriska rullar från en transportör till pallar eller metallådor på ett transportband. Uppdraget är att konstruera plockverktyget, transportören och fixering av pall i lastzonen.

1.3 Avgränsningar

Val av robot och transportband är redan kända förutsättningar. Skyddsburen kring roboten tas endast med i den övergripande layouten av hela specialmaskinen. Fokus i arbetet skall ligga på konstruktionsdelen av plockverktyget. Programmering av roboten, transportören och låsning av pallar skall inte ingå i arbetet.

1.4 Precisering av frågeställningen

Första prioritet i arbetet är konstruktionen av plockverktyget. Därefter transportör och fixering av pall och metallådor. Roboten skall arbeta på en sida av transportbandet och operatören på den andra. Transportören skall klara av kötryck och köbildning vid skifte av pall/låda. Systemet skall klara ett flöde på 2311 rullar/h. Rullarnas diameter är 15-50,5 mm, har längden 18-66 mm och vikten 0,03-1,1 kg. För att minska cykeltiden skall roboten plocka flera rullar åt gången. Plockverktyget skall kunna stanna vid rätt höjd för att inte skada rullarna. Släpphöjden får maximalt vara lika med rullarnas diameter. Rullarna skall läggas i ordning i pallar med pallkragar eller metallådor. Rullarna läggs i ordning för att nästa steg i produktionen kräver detta. Rullarna är oljiga, alltså måste övrig utrustning tåla detta. Pallen har standardformatet halv europapall. På pallen står antingen en pallkrage eller två metallådor. Dimensionerna för pall, pallkrage och metallådor redovisas i tabell 1.1.

Tabell 1.1 Dimensioner för pall, metallåda och pallkrage.

	Yttre dimensioner [mm]			Inre dimensioner [mm]		
	L	B	H	L	B	H
Pall	800	600	160			
Pallkrage	813	613	355	753	553	186
Metallåda	520	370	300	440	290	240

2. METOD

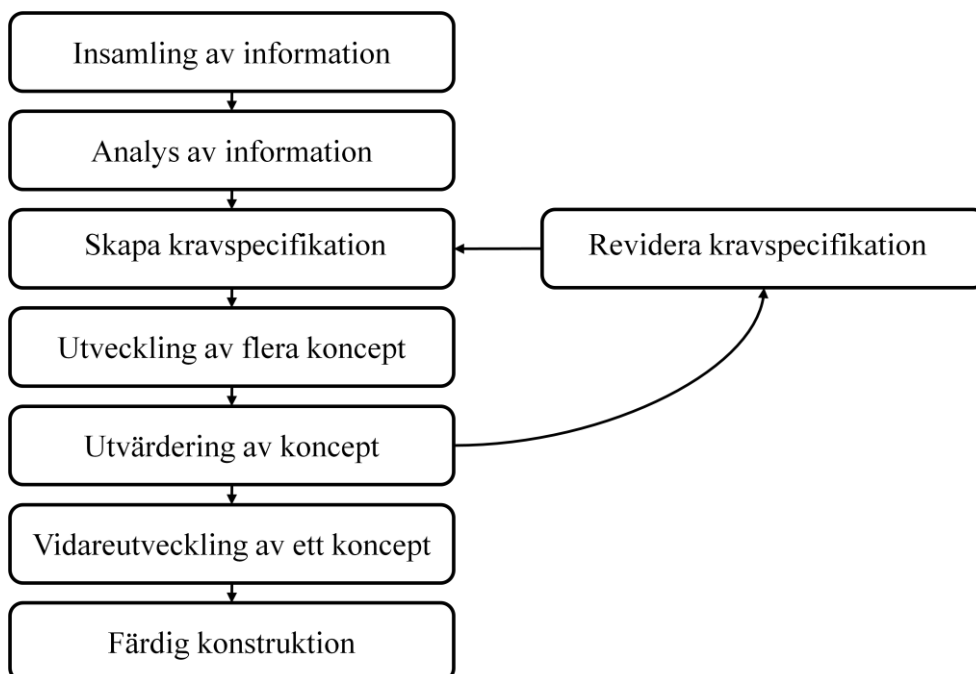
Figur 2.1 nedan beskriver grafiskt tillvägagångssättet i arbetet. Arbetet startade med att samla information till uppdraget. Informationen kommer från tekniska specifikationer, produktdatablad, simuleringar och möten [20], [21].

Ett viktigt moment i arbetet har varit att analysera flödet av rullarna. Informationen från produktdatabladet har sammanställts i ett excel-dokument, se bilaga 3. I dokumentet har cykeltider och rullar/plock beräknats i förhållande till plockverktygslängden.

Analysen av information resulterade i en kravspecifikation. Efter att kravspecifikation skrivits började konceptutvecklingen av plockverktyget. Kravspecifikationen reviderades kontinuerligt under konceptutvecklingen för att uppfylla ställda krav och önskemål.

Valet av plockverktyg gjordes med hjälp av en Kesselringsmatris där kravspecifikationens önskemål viktades och betygsatte de olika koncepten. Kesselringmatrisen är en utvärderingsmatris som används vid produktutveckling, se bilaga 2.

Det konceptet som valdes med utvärderingsmatrisen vidareutvecklades sedan till en färdig konstruktion. Plockverktygets dimensionerades med kravspecifikation och beräkningar, se bilaga 4.



Figur 2.1 Tillvägagångssätt vid konstruktion av plockverktyg

3. KRAVSPECIFIKATION

Efter att informationen analyserats bildades förståelse för vilka krav som konstruktionen måste uppfylla. Konstruktionen delades upp i tre huvuddelar bestående av plockverktyg, transportör och lastzon. Samt en övergripande del som gäller hela systemet. I kapitlet särskrivs önskemålen eftersom utvärderingen bygger på viktning och rangordning av dessa.

3.1 Rullplock övergripande

Tabell 3.1 Kravspecifikation Rullplock övergripande

Rullplock övergripande	Krav/Önskemål
Operatörsida skild från robotsida	K
Robotbur	K
Hantera oljiga rullar	K
Klara produktionstakten inkl. pallbytestid	K
Omställningstid under 2 min	K
Underhållsvänlig vid driftstopp	Ö
Ej användning av pneumatik	Ö
Lång livslängd	Ö
Material i kontakt med rullar maximal hårdhet: 59 Hrc	K
Användning av standardkomponenter	Ö
Max fallhöjd: Rullens diameter	K
Ökning av produktionstakten *	Ö
Tillverkningsvänlig *	Ö
CE-märkning	K
Minimala vibrationer	K

(*) Reviderat 2011-03-25

Krav

Vid planering av rullplocken skall roboten arbeta på en sida av transportbandet utan risk att den kommer i kontakt med operatören. Runt roboten monteras en bur, detta för att undvika personskador. Rullarna från transportören har sedan tidigare en oljig kortsida, detta medför att oljan hamnar över hela rullen och dess omgivning. Därför måste rullplocken tåla oljiga rullar. Hela rullplocksystemet måste vara optimerat för att klara av rullflödet och pallbyte skall ske utan att produktionen stoppas. Vid formatbyte på produktionslinan skall rullplockens inställningar på transportör eller plockverktyg kunna modifieras under 2 min. Materialet i kontakt med rullarna får maximalt ha en hårdhet på 59 Hrc för att ytan på rullarna inte skall skadas när rullarna hanteras. Rullarnas fallhöjd får maximalt vara rullens diameter för att rullarna inte skall skadas. För att rullplocken skall kunna bli CE-märkt måste den uppfylla krav inom hälsa, säkerhet, funktion och miljö [8]. Hela rullplocken skall vibrera minimalt för att undvika att rullar tappas eller att omkringliggande maskiner störs.

Önskemål

Underhållsvänlig vid driftstopp

Vid driftstopp skall det vara smidigt samt gå fort att genomföra förebyggande underhåll av utrustningens olika kraftkällor och mekaniska delar. Vid byte av format skall det undvikas att detaljer måste bytas eller justeras manuellt.

Ej användning av pneumatik

Eftersom slitaget på pneumatiska komponenter är stort och det är dyrt att tillverka arbetsluft skall användandet av dessa komponenter minimeras. Det är svårt att få två kolvar att arbeta samordnat i plockverktyget. Slanglängder måste vara lika samtidigt som slitaget på kolvarna inte får skilja.

Lång livslängd

Rullplocken skall ha en robust konstruktion för att inte belastas fullt ut vid normaldrift. Vid driftstopp ska slitdelar gå snabbt och smidigt att byta ut.

Användning av standardkomponenter

För att minimera kostnader vid tillverkning och underhåll av rullplocken skall standardkomponenter användas där det finns möjlighet. Det är bra att minimera antalet dimensioner av skruv för att minska reservdelslagret.

Ökning av produktionstakten

Det skall finnas överkapacitet så att plockverktyget och transportören skall kunna klara en produktionsökning i framtiden. Systemets kapacitet skall kunna öka 10 % från dagens produktionstakt. Det skall även kunna trimmas och optimeras när produktionskapaciteten ökar.

Tillverkningsvänlig

Rullplocken skall konstrueras på ett kostnadseffektivt sätt. Detta medför att leveranstiden på reservdelar minskar.

3.2 Plockverktyg

Tabell 3.2 Kravspecifikation Plockverktyg

Plockverktyg	Krav/Önskemål
Hantera diametrar: 15 -50,5 mm	K
Totalvikt inkl. rullar: 30 kg	K
Lyftkapacitet 5,64 kg **	K
Plockhastighet 0,5 s	K
Packa rullar i ordning	K
Precision i plockningen *	Ö
Kort omställningstid *	Ö
Kompakt konstruktion, för vridning 90° i lådorna *	Ö
Kompakt konstruktion, för åtkomst nära lådan eller pallens kant**	Ö

(*) Reviderat 2011-03-25 (**) Reviderat 2011-04-04

Krav

Verktyget skall kunna hantera rullar inom diameterintervallet 15-50,5 mm utan att något ska behöva justeras manuellt alternativt bytas vid formatbyte. Roboten som används är en ABB IRB 260 [38] som har en total lyftkapacitet på 30 kg. Enligt diskussion med ingenjörer från Consat måste plockverktyget ha en griphastighet under 0,5 sekunder [21]. Om detta krav inte uppfylls begränsar plockverktyget produktionstakten. Plockverktygets konstruktion måste vara utformad för att släppa rullarna i oordning.

Önskemål

Precision i plockningen

Plockverktyget ska ha en god precision samt repeterbarhet för att inte rullarna skall kunna missas eller tappas i plockningen.

Kort omställningstid

Det skall vara lätt att byta plockverktyg och modifiera transportören vid formatbyte. Det är fördelaktigt om inga mekaniska delar behöver bytas.

Kompakt konstruktion, för vridning 90° i lådorna

Plockverktyget skall vara anpassat så att det kan placera rullarna med stor variation. Maximal variation uppnås genom att plockverktyget har god åtkomlighet i metallåda alternativt pall. En kompakt konstruktion av plockverktyg möjliggör 90° vridning i metallådorna och därmed stor oordning.

Kompakt konstruktion, för lossning nära innervägg

För att få en jämn nivåfördelning i lådor och pall skall plockverktyget lossa rullarna tillräckligt nära innerväggarna. Hur nära innerväggen plockverktyget behöver komma sker genom tester.

3.3 Transportör

Tabell 3.3 Kravspecifikation Transportör

Transportör	Krav/Önskemål
Lagringskapacitet vid pallbyte	K
Inom räckhåll för robot	K
Hantera kötryck	K

Krav

Vid pallbyte skall transportören ha möjlighet att lagra rullar utan att produktionen påverkas. Transportören måste ligga inom robotens arbetsområde. För att minimera robotens cykeltid ska transportören vara placerad nära pallen. Rullar som plockas i transportören ska inte vara påverkade av kötryck för att undvika felplacerade rullar. Transportören skall kunna sortera rätt antal rullar till plockverktyget oberoende av rullformat.

3.4 Lastzon

Tabell 3.4 Kravspecifikation Lastzon

Lastzon	Krav/Önskemål
Hantera både pallkrage och metallådor	K
Maxvikt: 250 kg/pall	K
Positionera både pallkrage och metallådor	K

Krav

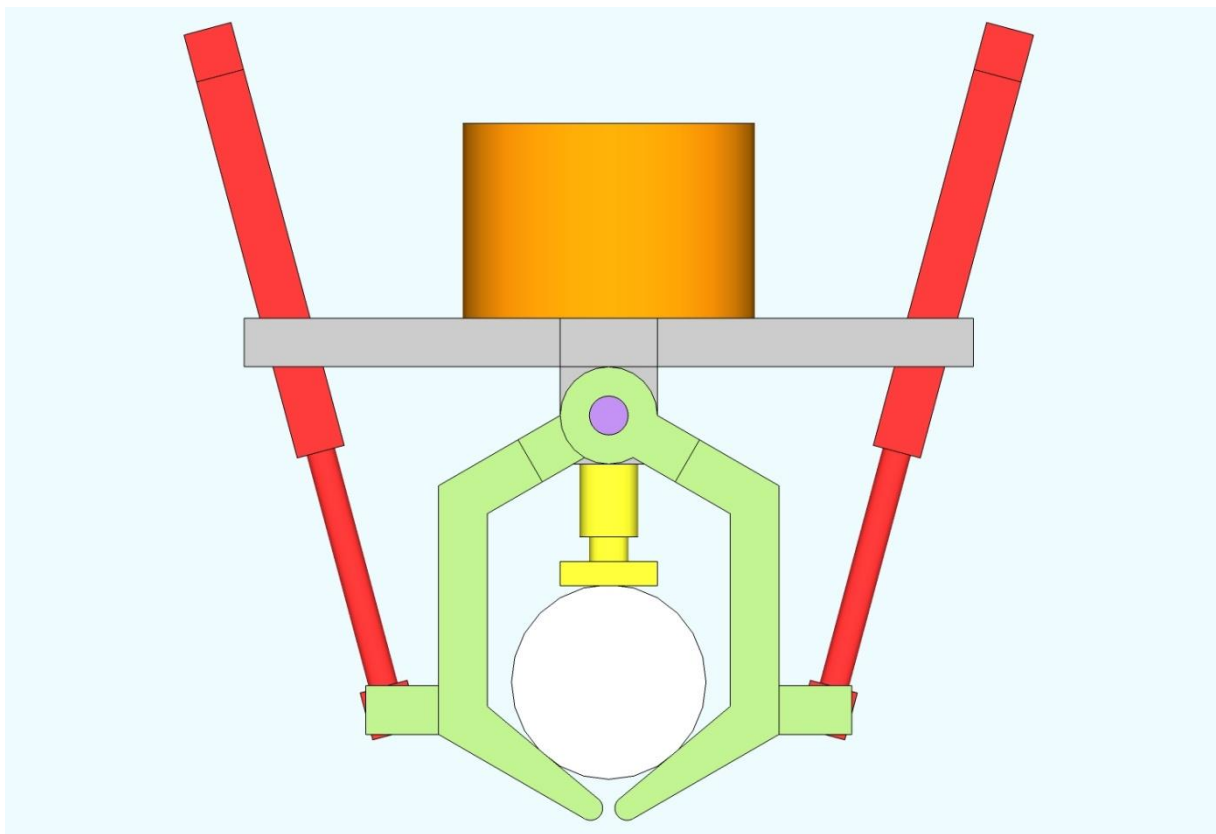
Lastzonen skall vara konstruerad för att fixera både pallkrage eller metallådor. Lastzonen där rullarna skall släppas ur plockverktyget skall kunna positionera en pallkrage eller två metallådor. Att positionera pallkragen och metallådorna är viktigt för att inte plockverktyget skall komma i kontakt med dessa. Totalvikten för pall med innehåll där pallkragen eller metallådorna ingår är 250kg och därefter skall pallen bytas.

4. KONCEPTGENERERING PLOCKVERKTYG

Processen med att ta fram koncept av både plockverktyg och transportör har pågått parallellt för att kunna anpassas till varandra. Plockverktyget som är det centrala i uppdraget skall bestämmas först och därefter transportören. Konceptförslagen skall ses som mekaniska lösningar där olika geometrier redogörs. De kan anpassas för att styras med flera olika sorters kraftkällor.

4.1 Koncept 1

Plockverktyget se figur 4.1 har en omslutande rörelse där en klo griper om hela raden med rullar genom en cirkelformad rörelse. Klons armar sitter i samma axel, pressas samman och får tag under rullarna. Rullarna fixeras när klorna kommit under rullarna mot en fjäderupphängd skena, genom att klorna pressar rullarna uppåt. Skenan är placerad på linjen mellan rullarnas centrumlinje och armarnas rotationspunkt. Axeln som armarna roterar kring är parallell med rullarnas centrumaxel. Figur 4.1 beskriver hur griprörelsen kan styras med pneumatik eller hydraulik. Koncept 1 kan även använda elektriska motorer som kraftkälla.

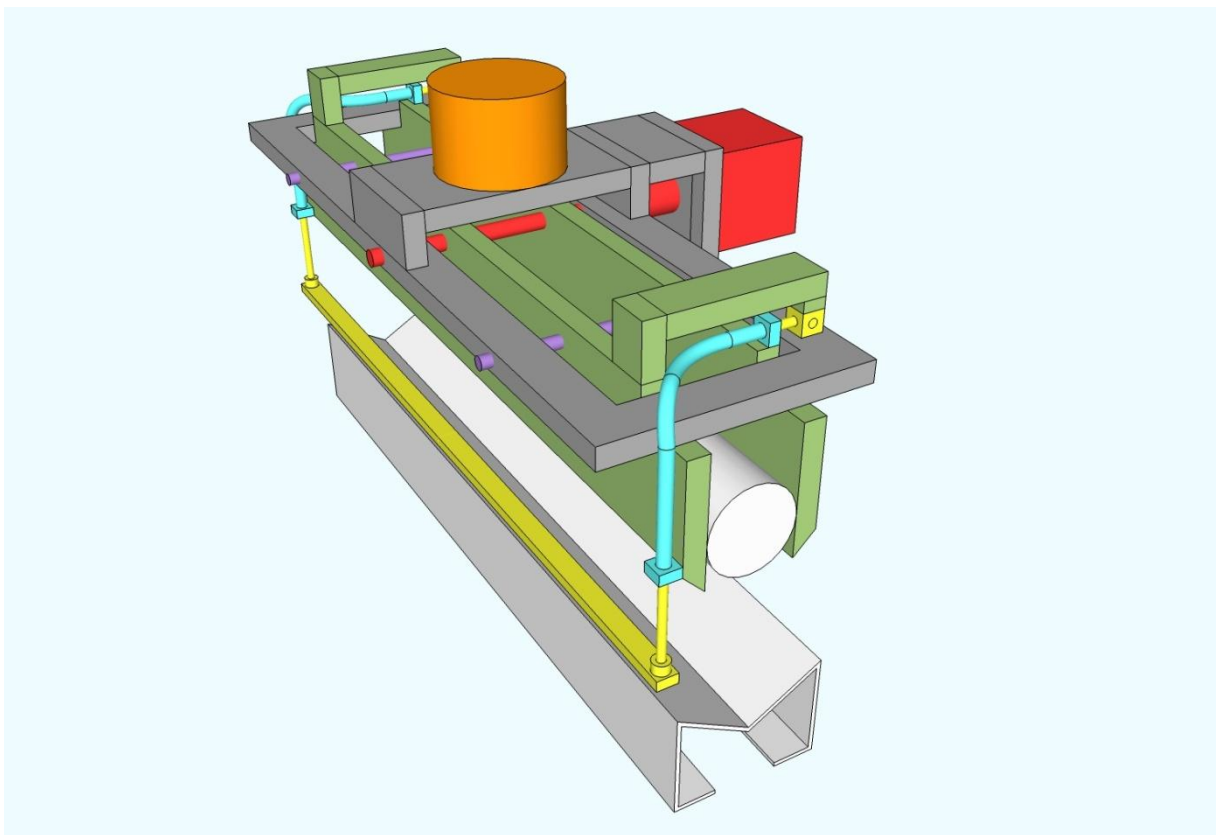


Figur 4.1 Plockverktyg med klor kring en centrerad axel.

4.2 Koncept 2

Detta koncept bygger på att verktygets griparmar förflyttas parallellt mot varandra, se figur 4.2. Detta skapar ett grepp på rullarnas mantelyta. För att förflytta verktyget i vertikalled ner i V-banan används roboten. Själva plockfunktionen kan konstrueras genom att använda trapetsgängad axel kopplad till en servomotor. För att få griparmarna att röra sig mot varandra är en del av gängstången hörgängad och en del vänstergängad.

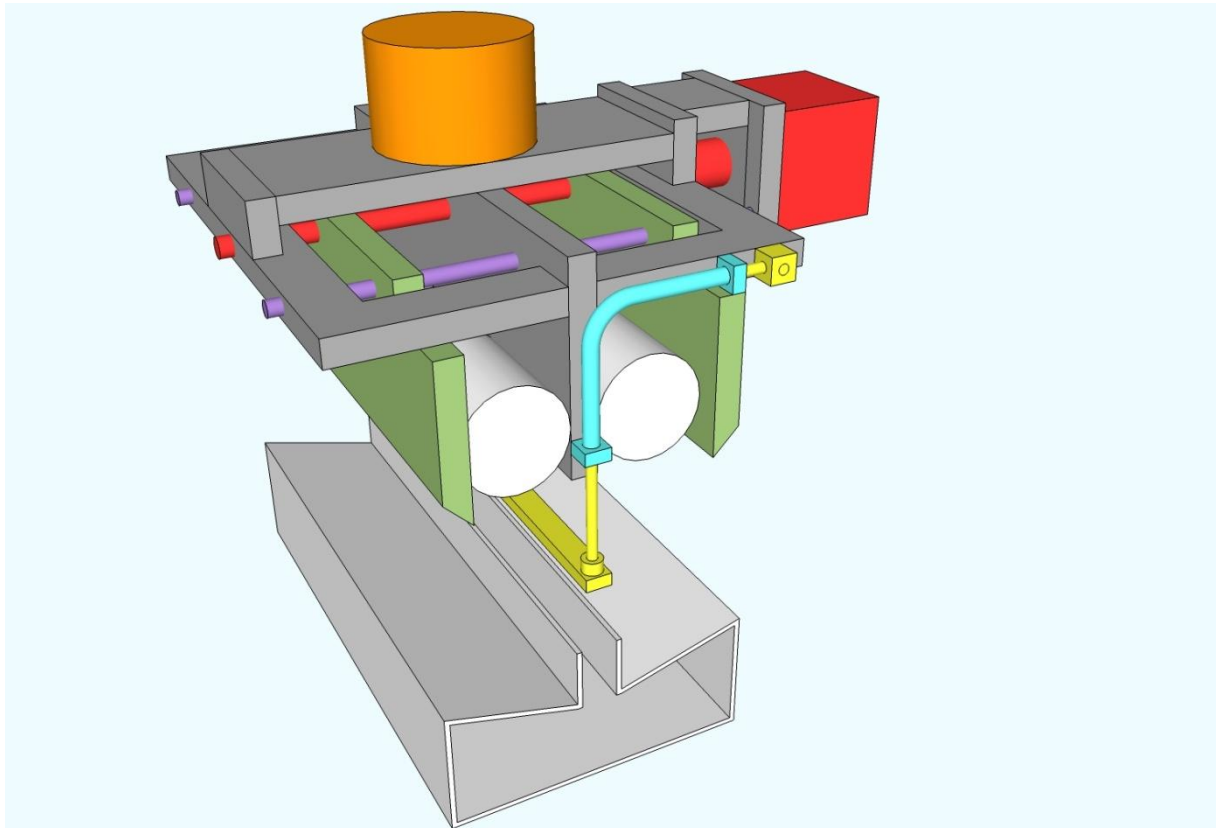
Parallellt med rullarna är en skena monterad vars höjdläge varierar beroende på rullarnas diameter. Denna funktion är möjlig genom att en wire fästs så att fallhöjden varierar med griparmarnas position. Skenan och wiren är färgad gul i figur 4.2 och wirehylsan blå. Vid skenan sitter en givare som ger signal till roboten då skenan kommit i kontakt med andra rullar. Vid signal från givaren stannar roboten och griparmarna öppnas.



Figur 4.2 Plockverktyg med två parallellt flyttbara griparmar som plockar en rad åt gången.

4.3 Koncept 3

Koncept 3 är en variant av koncept 2. Figur 4.3 beskriver hur verktyget hanterar två parallella rader med rullar som plockas samtidigt. Då har även en fast mellanvägg som rullarna trycks mot. Wiren som är kopplad till givaren och känner av fallhöjden har en bra placering i mitten av verktyget. Konceptet ger mer rotationsmöjligheter i metallådorna eftersom verktygets plocklängd nästan kan halveras utan att produktiviteten på verktyget minskar. Verktyget ställer större krav på transportören än de övriga koncepten. Detta eftersom rullarna måste delas upp på två V-banor.



Figur 4.3 Plockverktyg med två parallellt flyttbara griparmar som griper två rader med rullar åt gången.

4.4 Utvärdering av koncept

För att utvärdera koncepten användes en Kesselringmatris för att ta reda på vilket koncept som uppfyller önskemålen bäst. Teorin för hur Kesselringmatrisen är uppbyggd redovisas i bilaga 2. Noterbart är att det finns övergripande önskemål för hela rullplockkonceptet som är uppdelat i transportör, plockverktyg och lastzon. Samtliga koncept skall viktas mot de övergripande önskemålen och varje önskemål i sin egen kravspecifikation. W talar om hur önskvärt varje kriterium är och V är hur varje koncept uppfyller kriteriet. T är summan av W multiplicerat med V.

Kriterium

- A. Underhållsvänlig vid driftstopp
- B. Ej användning av pneumatik
- C. Lång livslängd
- D. Användning av standardkomponenter
- E. Ökning av produktionstakten
- F. Tillverkningsvänlig
- G. Precision i plockningen
- H. Kort kvalitetsbytestid
- I. Kompakt konstruktion, för vridning 90° i lådorna
- J. Kompakt konstruktion, för åtkomst nära lådan eller pallens kant

Tillvägagångssätt

Utvärderingen [22] av koncept gjordes tillsammans med Patrick Nilsson och Lars Arell på avdelningen Projekt & Koncept. Innan utvärderingen fick de beskrivning av koncepten samt hur utvärderingen skulle genomföras. Under mötet fick de var sin kravspecifikation och utvärderingsmatris. Först diskuterades och viktades varje önskemål. Därefter diskuterades gemensamt fram hur väl varje koncept uppfyllde önskemålen. Resultatet redovisas i tabell 4.1.

Kriterielista

W=4 - Mycket önskvärt

W=3 - Önskvärt

W=2 - Mindre önskvärt

W=1 - Ej önskvärt

Uppfyllelseskala

V=4 - Uppfyller helt

V=3 - Uppfyller bra

V=2 - Uppfyller delvis

V=1 - Uppfyller mindre bra

V=0 - Uppfyller inte alls

Tabell 4.1 Kesselringmatrix

Kriterium	Koncept								
		Ideal		1		2		3	
	W	V	T	V	T	V	T	V	T
Ej användning av pneumatik A	4	4	16	4	16	4	16	4	16
Underhållsvänlig vid driftstopp B	4	4	16	3	12	4	16	3	12
Lång livslängd C	3	4	12	4	12	4	12	4	12
Användning av standardkomponenter D	3	4	12	3	9	3	9	3	9
Ökning av produktionstakten E	3	4	12	3	9	3	9	4	12
Tillverkningsvänlig F	2	4	8	2	4	3	6	3	6
Precision i plockningen G	4	4	16	2	8	4	16	2	8
Kort kvalitetsbytestid H	4	4	16	4	16	4	16	4	16
Kompakt konstruktion, för vridning 90° i lådorna I	2	4	8	2	4	3	6	4	8
Kompakt konstruktion, för åtkomst nära lådan eller pallens kant J	4	4	16	2	8	4	16	4	16
$T = \sum t_j$		$T_{max}=132$		98		122		115	
T/T_{max}		1		0,74		0,92		0,87	
Rangordning		-		3		1		2	

Valt koncept

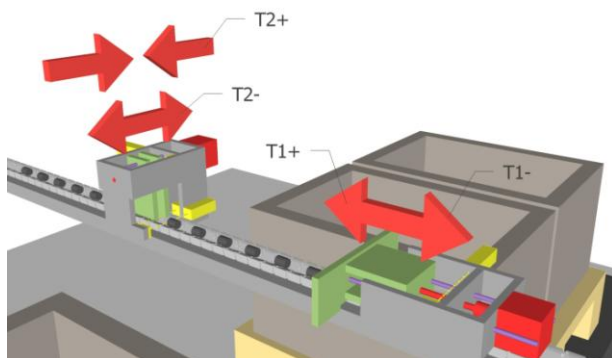
Det vinnande konceptet blev koncept 2, med 92 % uppfyllelse av önskemålen. Konceptet kommer att vidareutvecklas i kapitel 7.

5. KONCEPTGENERERING TRANSPORTÖR

När plockverktyget har bestämts kan konceptgenereringen för transportören gå vidare. Orsaken till att det endast finns med ett transportörkoncept är att det är ett beprövat system samt att fokus i arbetet ligger på plockverktyget.

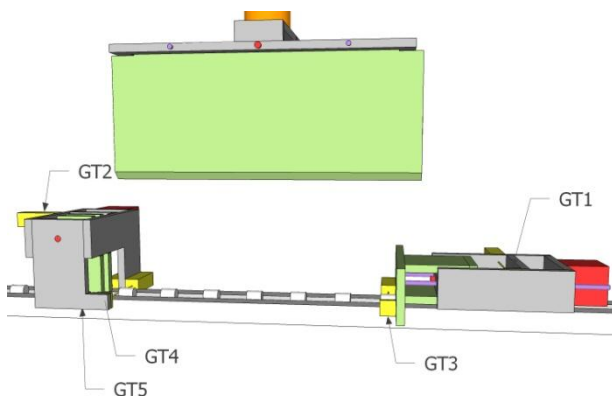
5.1 Koncept 1

Från tidigare maskiner i produktionslinjen förs rullarna fram liggande på en V-bana. Rullarna kommer åkande på V-banan liggande med ett mellanrum. Transportörens positioner beskrivs övergripande i figur 5.1.



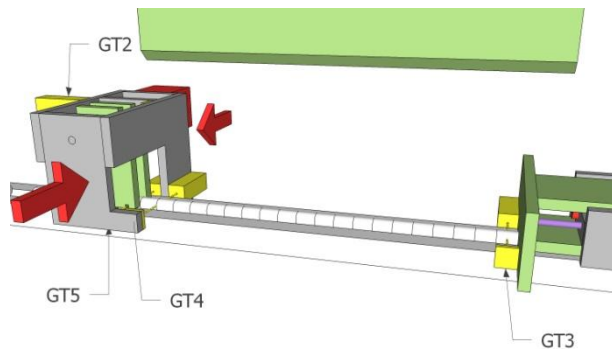
Figur 5.1 Transportörens positioner.

Den högra delen av transportören utgörs av ett backstopp där en servomotor reglerar plocklängden beroende på typen av rullar. När backstoppet är på väg till sitt bakre läge stoppas den vid referenslägesgivaren GT1, se figur 5.2. Härifrån kan backstoppet ställas in till olika format av rullar. Givare GT3 känner av när någon rulle är i kontakt med backstoppet. Den vänstra delen av transportören består av griparmar som håller fast rullarna som ligger utanför plocklängden. Vid uppstart öppnas gripararna och använder givare GT2 som referenspunkt för att hitta rätt position. Där är även givare GT4 och GT5 monterade för att registrera flödet av rullar. GT4 är placerad strax utanför plocklängden och GT5 strax innanför.



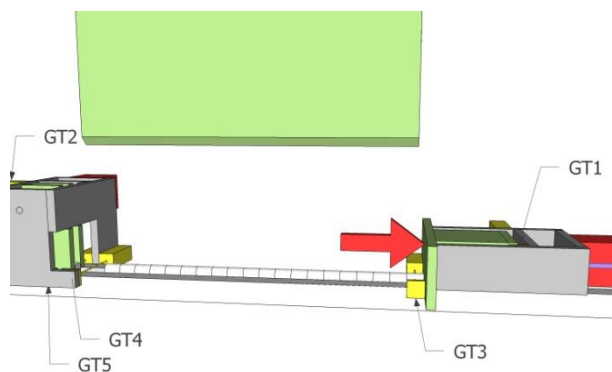
Figur 5.2. Transportör steg 1.

När GT3, GT4 och GT5 är aktiverade samtidigt stänger griparmarna, se figur 5.3. Då den sista rullen utanför plocklängden hålls fast bildas en kö av rullar på V-banan. För att få hela plockverktyget fullt med rullar utan glapp har GT4 en tidsfördröjning innan den aktiveras. Fördröjningen beror av formatet på rullar och varierar i intervallet 2-5 s.



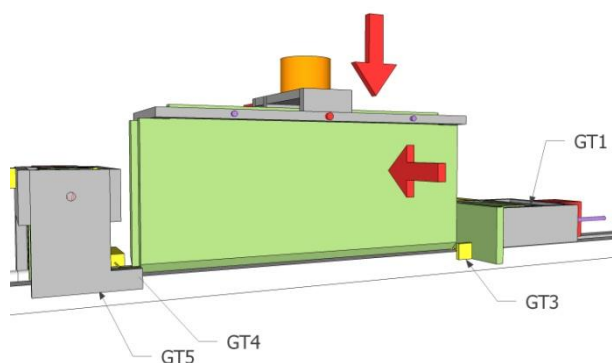
Figur 5.3. Transportör steg 2.

När griparmarna håller fast kön av rullar flyttas backstoppet till referensläget, se figur 5.4. Detta medför att rullarna som ska plockas inte kommer påverkas av kötrycket. Förflyttningen ger också mer plats för plockverktyget.



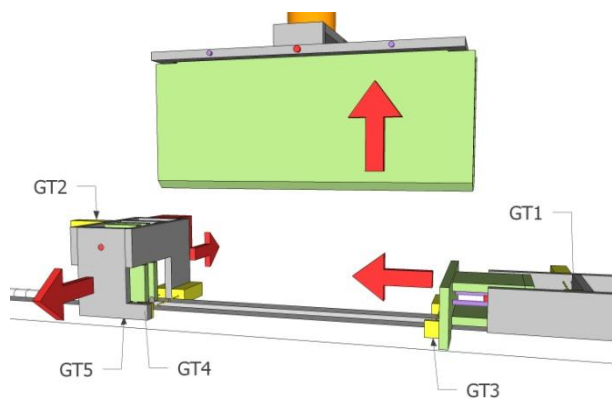
Figur 5.4. Transportör steg 3.

Plockverket kommer ner från hämtläget och plockar en rad med rullar, se figur 5.5.



Figur 5.5. Transportör steg 4.

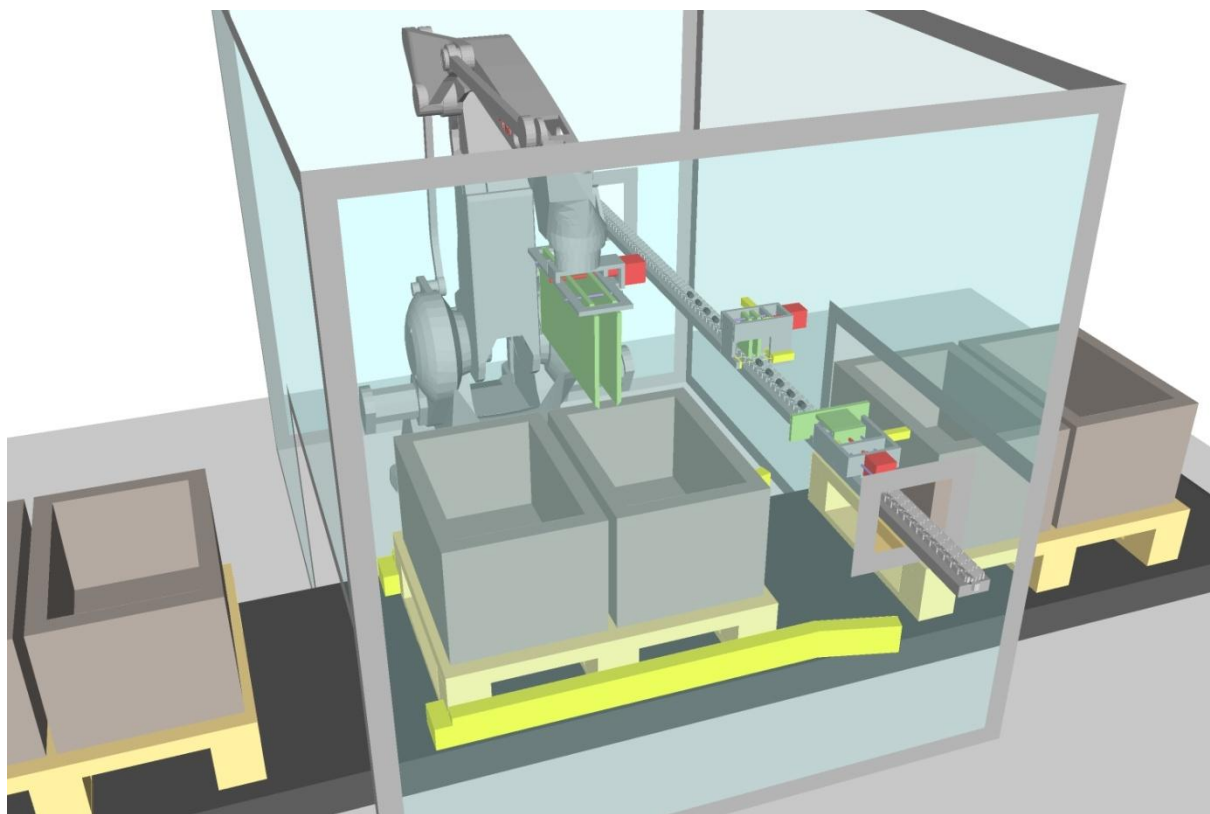
Efter att plockverket har lämnat transportören körs backstoppet fram igen, se figur 5.6. När backstoppet är framme öppnas griparmarna för att släppa fram nya rullar.



Figur 5.6. Transportör steg 5.

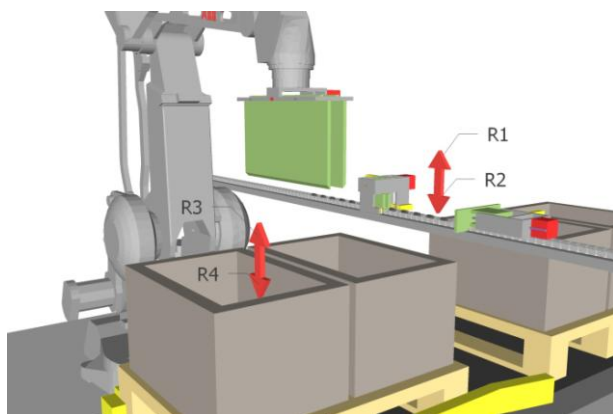
6. ÖVERGRIPANDE LAYOUT RULLPLOCK

Figur 6.1 visar rullplockens övergripande layout. Rullplockens arbetsområde omgärdas av en robotbur där roboten kan arbeta obehindrat. De gula skenorna i figur 6.1 illustrerar hur pallen fixeras, givare ger signal när pallen är i rätt position.



Figur 6.1 Övergripande layout rullplock

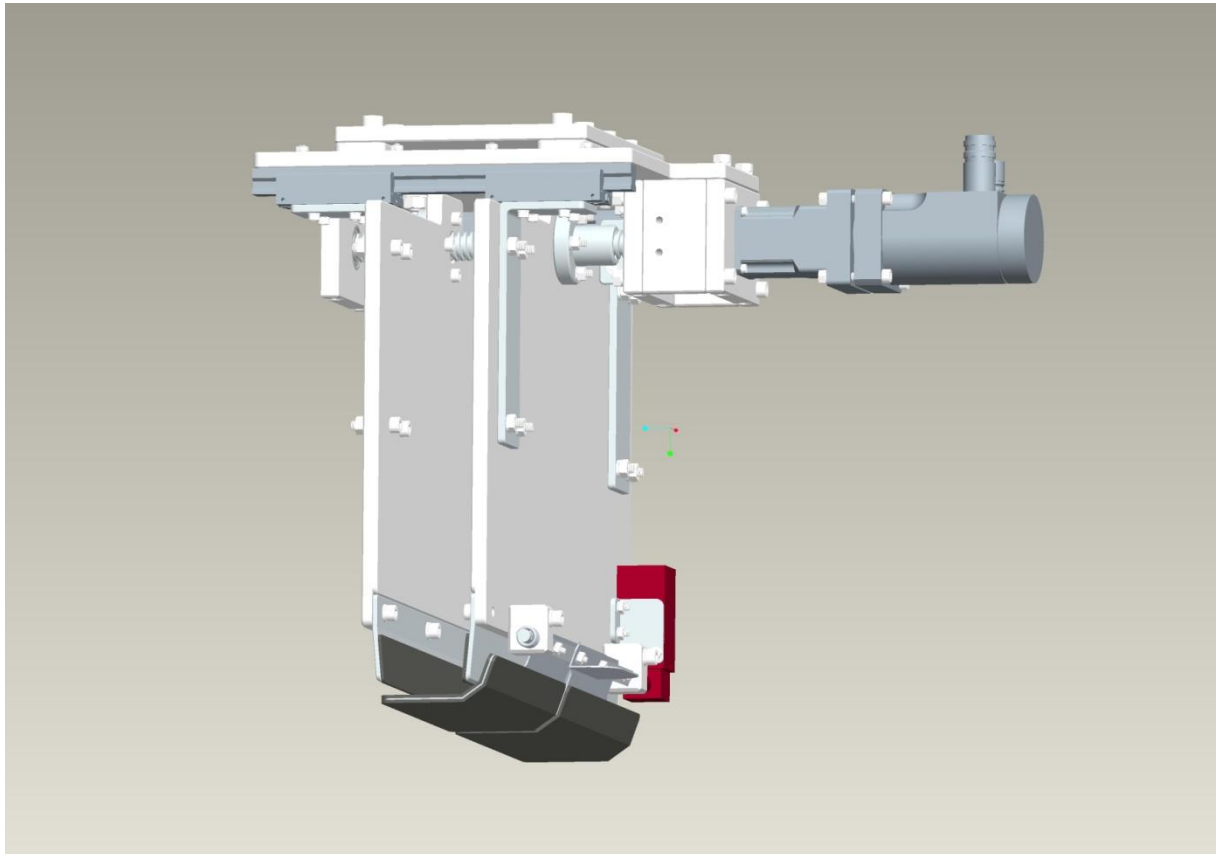
Roboten har fyra grundpositioner. Positionerna är R1 = väntposition, R2 = plockposition, R3 = lossningsposition och R4 = varierbar släppposition, se figur 6.2. Släpppositionen varierar med vinkel och position för att placera rullarna i ordning och få en jämn nivåfördelning. Vid programmering av rullplocken går roboten via dessa positioner i varje cykel. Rullplockens principiella funktion beskrivs i en funktionsbeskrivning, se bilaga 5.



Figur 6.2 Robotpositioner

7. VIDAREUTVECKLING AV VALT KONCEPT

Koncept 2 som fick högst poäng i utvärderingen skall nu slutgiltigt bestämmas. Den slutgiltiga lösningen i figur 7.1 kan delas upp i delar där de viktigaste delarna beskrivs mer ingående. Huvuddelen av verktyget är gjort av aluminium för att minimera vikten. I delar med högre hållfasthetskrav har stål använts. Dimensionerande beräkningar av plockverktyget redovisas i bilaga 4. Det valda konceptet beskrivs med sammanställningsritningar samt detaljritningar på utvalda delar, se bilaga 6.



Figur 7.1 Plockverktyg

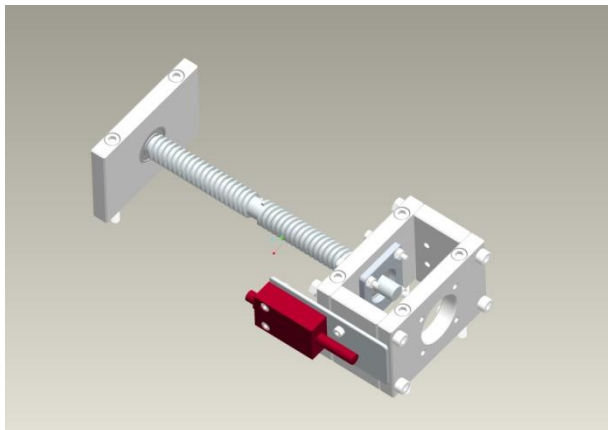
7.1 Val av kraftkälla

Vid val av kraftkälla ställs krav på att verktyget skall plocka rullarna med god precision. De alternativ som har utvärderats i arbetet är servoteknik, pneumatik och hydraulik, se bilaga 1. En servomotor valdes på grund av precision och noggrannhet. Tillsammans med leverantören Nordela [33] valdes ett förslag på servomotor och planetväxellåda. Faktorer som bedömdes då var kontinuerligt vridmoment kontra nödvändigt varvtal, se bilaga 4.

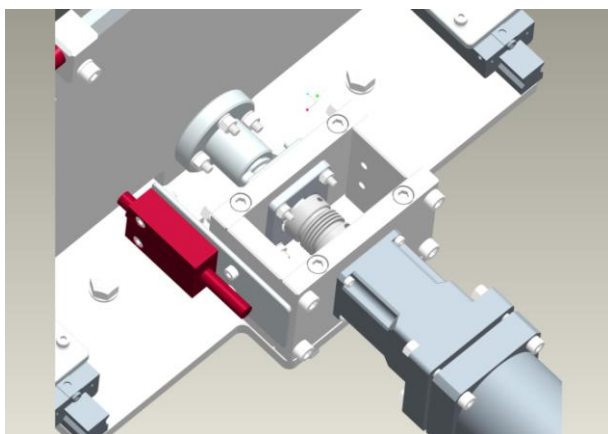
7.2 Beskrivning av kraftöverföring

På växellådans utgående axel är en trapetsgängad axel fäst via en axelkoppling [34]. Axeln har en höger- och vänstergängad del. Trapetsaxeln är lagrad i två kullager [32] där lagret närmast motorn är styrande och det andra är frigående, se figur 7.2 och 7.3. Vid rotation av

trapetsaxeln överförs kraft via de icke roterande trapetsmuttrarna [36]. Eftersom de är höger- och vänstergängade så uppstår en motsatt parallell rörelse av griparmarna. Vid uppstart öppnas verktuget så långt att griparmen närmast motorn kommer i kontakt med en givare [38]. Detta används som referensläge vid positionering av griparmarna. När griparmarna rör sig inåt och kommer i kontakt med rullarna ökar servomotorns vridmoment och därmed också strömförbrukning. Genom provning kan ett samband mellan ström och moment bestämmas. För dimensionering av trapetsaxel och kullager, se bilaga 4.



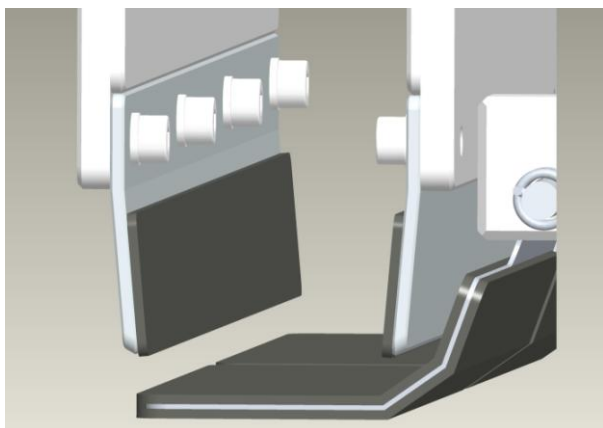
Figur 7.2 Kraftöverföring plockverktyg



Figur 7.3 Kraftöverföring plockverktyg

7.3 Beskrivning av griparmtoppar

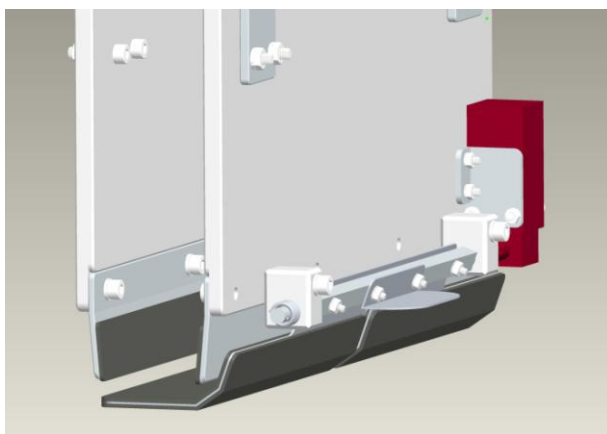
Griparmarnas toppar är gjorda av stål med en gummibeläggning [37] på den yta som skall gripa runt rullarna. Topparna tillverkas av stål för att minimera utböjning vid fixering av rullarna. Gummibeläggningen ökar friktionen mellan rullarna och griparmarna samt att förhindra skador på rullarna. När gummibeläggningen är utnött demonteras griparmtoppen som är lätt utbytbar. Gummibeläggningen är limmad på topparna. För att få ett säkert grepp kring rullarna vid plockning har griparmtopparna bockats 5° , se figur 7.4. Geometrin beskrivs fullständigt i ritningar, se bilaga 6. Vid plockning behöver även topparna nå enda ner i V-banan, därför har nedre kanten fasats 30° .



Figur 7.4 Griparmtoppar

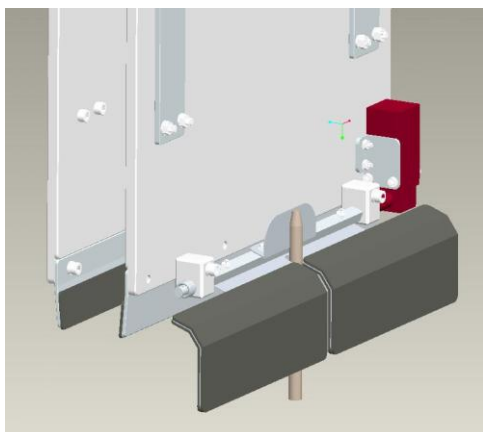
7.4 Beskrivning av sensor

Eftersom rullarna ska placeras i ordning går det inte att programmera roboten att ställa rullarna i ett känt mönster. Vid nedsänkning i pall/låda måste roboten få en stoppsignal vid rätt släpphöjd. Längst ner på griparmen som är monterad på motorsidan sitter en sensor som ger signal. Det är en gummibeklädd platta fastsatt i en axel som vrider sig när plattan möter motstånd. På axeln som plattan är fäst på sitter en givare LS31P76D11-S [38] som påverkas när axeln vrider sig. När givaren påverkas stannar roboten, griparmarna öppnar sig och rullarna ramlar ner på plattan och sen ner i pallkragen/metallådorna. Plattan är fjäderbelastad med en vridfjäder SF-VFR 7195 [39], se figur 7.5. Detta för att släppa ut rullar, hålla uppe plattan och motverka skador på de rullar som redan ligger i pallen/lådan. För dimensionerande beräkningar av sensorn, se bilaga 4.



Figur 7.5 Sensor plockverktyget i normalläge

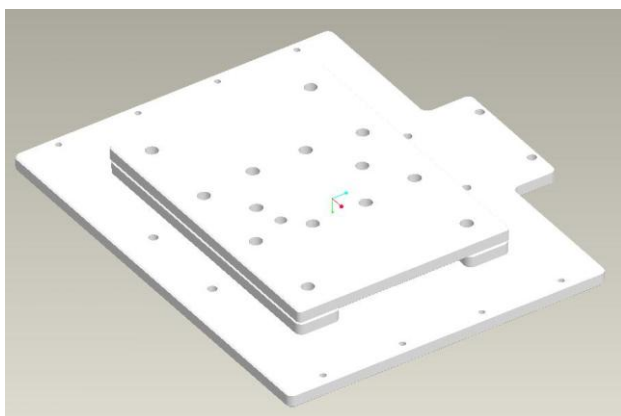
När plockverktyget ska plocka rullar från transportören behöver sensorn roteras. På sensorns utsida sitter en liten stålplatta som stöter mot en fast inspänd axel vid nedsänkning av plockverktyget. Sensorn roterar 90° och fjädrar tillbaka automatiskt när plockverktyget lämnar transportören. I figur 7.6 beskrivs sensorn i uppfällt läge.



Figur 7.6 Sensor plockverktyget i uppfällt läge (plockläge)

7.6 Basplatta

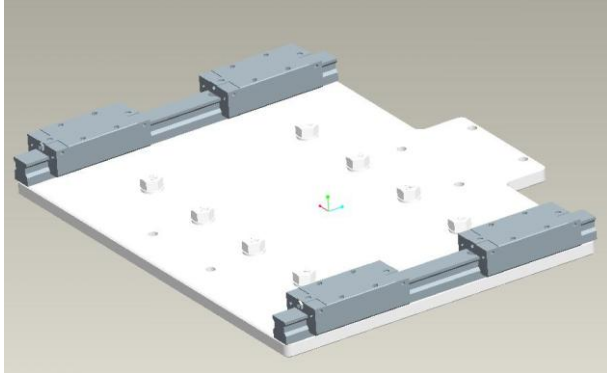
Plockverktyget har en basplatta där servomotor och skenor är monterade. Via en adapterplatta är basplattan monterad på roboten, se figur 7.7. Vid montering av plockverktyget skruvas samtliga delar utom adapterplattan ihop. Adapterplattan monteras på roboten och därefter monteras plockverktyget på adapterplattan.



Figur 7.7 Basplatta

7.7 Skenor och åkvagnar

På basplattan är två skenor och fyra åkvagnar [31] monterade, se figur 7.8. Åkvagnarna är monterade parvis för att ge en jämn kraftöverföring vid plockning. För dimensionerande beräkningar av skenor och åkvagnar, se bilaga 4.



Figur 7.8 Skenor och åkvagnar

7.8 Val av komponenter

Plockverktyget behöver vara robust utformat ifall programfel, givarfel eller positioneringsfel uppstår. Skruvar [35] som används är kraftigt överdimensionerade och antalet skruvdimensioner har minimerats. Det minskar även risken för att skruvar dras sönder vid montering. Tabell 7.1 visar vikten för varje komponent, summering ger plockverktygets vikt till 19 kg. Roboten maximala lyftkapacitet på 30 kg klaras då tyngsta plocklängden väger 5,64 kg.

Tabell 7.1 Komponentlista

Komponent	Antal	Fabrikat	Modell	Vikt [kg]	Totalvikt [kg]
Släde	4	SKF	LLRHS 15 LU_CAR	0,2kg	0,8kg
Glidskena	2	SKF	LLRHS 15 LU_RAIL	0,4kg	0,8kg
Kullager	2	SKF	630012RS1	0,05kg	0,1kg
Servomotor	1	Engel	HLR 2625- 24V-R2	1,4kg	1,4kg
Axelkoppling	1	Bengtssons Maskin	EC2	0,1kg	0,1kg
Planetväxel	1	Engel	AF 042-P1	0,6kg	0,6kg
Låsring	1	Mattssons	SGA 12 DIN 471 FZB		
Gränslägesgivare	1	ABB	LS31P76D11- S	0,1kg	0,1kg
Gränslägesgivare	1	ABB	LS21P11B11- P01	0,2kg	0,2kg
Fjäder	1	Lesjöfors	SF-VFR 7195		
Trapetsmutter	1	Ramström	FTN18AR	0,2kg	0,2kg
Trapetsmutter	1	Ramström	FTN18AL	0,2kg	0,2kg
Gummibeläggning	3	Rubber Co	NBR 5423	0,1kg	0,3kg
Trapetsaxel	1	Special		0,2kg	0,2kg
Griparmar	2	Special		3kg	6kg
Griparmarstoppar	2	Special		0,5kg	1kg
Sensor	1	Special		0,5kg	0,5kg
Vinkelkonsol	4	Special		0,3kg	1,2kg
Basplatta	1	Special		3,5kg	3,5kg
Lagerhus	2	Special		0,2kg	0,4kg
Lagerlock	2	Special		0,05kg	0,1kg
Motorfäste	1	Special		0,4kg	0,4kg
Skruv/Bricka/Mutter	104/104/88	Mattssons			1,0kg

8. SLUTSATS

Arbetets centrala del är plockverktyget. Det har konstruerats från ett valt koncept. Konstruktionen indelas i grupperna basplatta, griparmar, griparmstoppar, kraftöverföring, kraftkälla och sensor. Grupperna redovisas i en sammanställningsritning samt utvalda detaljritningar, se bilaga 6.

Griparmarnas parallella rörelsemönster tillsammans med robotens vertiklrörelse möjliggör plockning av samtliga rullformat inom intervallet 15-50 mm. Plocklängden på verktyget är anpassad för att plocka 5-21 rullar åt gången beroende på format. Detta gör att kravet på snabb cykeltid minskar. Robotens kortaste cykeltid behöver vara 15,6 s för att klara rullflödet, se bilaga 3. Plocklängden 400 mm gav en maximal plockvikt på 5,64 kg som dimensioneringen utgår från i bilaga 3 och 4. Rullarna placeras i oordning genom att roboten varierar position och vinkel på plockverktyget. En sensor ger signal till roboten att stanna då den kommer i kontakt med rullar alternativt botten. Plockverktyget uppfyller kravet om att tåla olja.

Ett konceptförslag på transportör har arbetats fram. Det uppfyller kraven på kötryck samt lagringskapacitet genom köbildning. Transportören är placerad ovanför palltransportbandet för att minimera cykeltiden. Konceptet bygger på en etablerad teknik för att dela flödet av föremål på ett transportband. Kölängden på V-banan blir maximalt 0,46 m vid ett pallbyte på 20 s enligt bilaga 3.

Vidare arbete i projektet bör innefatta en prototyp tillverkning av plockverktyget. Prototypen ger svar på hur plockfunktionen fungerar i verkligheten. Det intressanta är gripförmågan och fixering av rullar utan att glidning uppstår på grund av oljan. Genom tester kan mått och vinklar förbättras. Materialval kan utvärderas tillsammans med konstruktionens hållfasthet.

REFERENSER

Litteraturreferenser

1. Evensen, K. Ruud, J. Grundläggande Pneumatik, Liber, Stockholm 1995.
2. Haugnes, S. Hydraulik 1, Mecman, Stockholm 1987.
3. Osbeck, M. Jacobson, S. Kompendium Styrteknik, Institutionen för Signaler och System vid Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg 2010.
4. Widen, L. Osbeck, M. Givare och Don, Institutionen för Signaler och System vid Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg 2010.
5. Johannesson, H. Persson, J. Petersson, D. Produktutveckling, effektiva metoder för konstruktion och design, Liber, Stockholm, 2004.
6. Mägi, M. Melkersson, K. Lärobok i Maskinelement, Kompendiet, Göteborg, 2009.
7. Björk, K. Elementär Mekanik, Karl Björks Förlag HB, Spånga.
8. Odbratt-Wester, Anette. CE-märkning av maskiner-två praktikfall, IVF, Mölndal. 1997.

Muntliga referenser

20. Emil Brandt, Niklas Kjällström, Peter Karlsson (Consat Engineering AB), Gert Persson (Examinator Chalmers) Uppstartsmöte 17 februari 2011.
21. Patrick Nilsson (Projekt & Koncept, Consat) intervjuad av författarna den 24 mars 2011.
22. Lars Arell, Patrik Nilsson (Projekt & Koncept, Consat) intervjuad av författarna den 4 april 2011.

Webbsidor

31. SKF Linear Motion
<http://www.linearmotion.skf.com> (2011-05-13)
32. SKF Lager och lagerenheter
http://www.skf.com/portal/skf_se/home (2011-05-13)
33. Nordela AB
www.nordela.se (2011-05-13)
34. Bengtssons Maskin AB
<http://www.bengtssons-maskin.se/> (2011-05-13)
35. Mattsons i Anderstorp AB
<http://www.mattssons.com/> (2011-05-13)
36. Fr Ramström AB
<http://www.ramstrom.se/> (2011-05-13)
37. Rubber Company AB
<http://www.rubberco.se/> (2011-05-13)
38. ABB AB
<http://www.abb.com/> (2011-05-13)
39. Lesjöfors AB
<http://www.lesjoforsab.com/> (2011-05-13)

Bilaga 1

Servoteknik

Ett allmänt servosystem består av följande delar:

- Servomotor
- Ärvärdesgivare
- Drivelektronik
- Styrelektronik

Drivelektroniken kallas ofta för servoförstärkare. Den har till uppgift att tillsammans med styrelektroniken se till att skillnaden mellan börvärde och ärvärde minimeras.

Ärvärdesgivaren kan ofta mäta både varvtal och position. Servosystemet består av två eller tre styrkretsar:

1. Strömloopen är styrströmmen till motorlindningarna, det är en mycket snabb krets. Kopplingen till motorlindningarna ger en direkt relation till motorns vridmoment. Genom att mäta styrström och vridmoment samtidigt ges ett samband mellan de båda. Detta kan användas vid styrning av motorn om den till exempel skall stanna vid ett bestämt vridmoment.
2. Hastighetsloopen är överordnad strömloopen. I hastighetsloopen ingår en givare vars ärvärde jämförs med önskat börvärde. Responsen i hastighetsloopen är långsammare än strömloopens.
3. Positionsloopen är överordnad de övriga looparna och är även den långsammaste loopen. Det beror på att positionsloopen måste avvakta och se vilka värden de övriga looparna närmar sig. Vid positionering från punkt till punkt är servomotorn bra då inte hastigheten behöver vara konstant. När högre krav ställs, t.ex. när en maskin ska följa en definierad kurva kan det hända att hastigheten måste minskas för att erhålla önskad precision.

Allmänna för- och nackdelar med borstlösa AC-servosystem

Fördelar

- Ingen mekanisk kontakt i motorn ger en tyst, underhållsfri, lättkyld motor.
- Liten diameter ger ett högt vridmoment i förhållande till tröghetsmomentet.
- Servomotorer lämpar sig väldigt bra för höga varvtal och snabba start/stopp förlopp.
- Kan placeras inom speciella områden som vakuum och explosiva miljöer.

Nackdelar

- Dyra magnetmaterial måste användas för att få rätt prestanda. Kobolt-samarium eller järn-neodyn är vanligast.
- Liten diameter ger en långsmal motor där lindningarna blir svåra att montera på statorn.
- Drivelektroniken är relativt avancerad och kostsam [4].

Pneumatik

Med pneumatik menas styrning och kraftöverföring med tryckluft som drivkälla. Renad luft används där en liten andel smörjmedel kan tillsättas vid komprimering. Vid automatisering är det vanligt med pneumatiska komponenter.

Fördelar med pneumatik är att tryckluften kan lagras under obegränsad tid och att den är lätt att transportera utan stora förluster. Investeringskostnaden är relativt låg vilket är bra vid prototyp tillverkning.

Nackdelar med pneumatik är tillverkningskostnaden av arbetsluften samt svårigheter att samordna komponenter med god precision [1].

Hydraulik

Med hydraulik menas att en vätska används som medium för att överföra krafter och rörelser. Hydraulik är ett slutet vätskesystem där en hydraulpump tillförs energi från en extern drivkälla. Hydraulpumpen driver en cylinder eller en hydraulmotor genom att vätska trycks från en tank som utför mekaniskt arbete. Efter att det mekaniska arbetet är uträttat åker vätskan tillbaka till tanken. Generellt kan sägas att hydraulik används i tyngre sammanhang där stora krav ställs på kraftöverföring. Tryckkraften är svår att reglera med god precision [2].

Bilaga 2

Kesselring utvärderingsmatris

Kesselringmatris är en kriterieviktmatrix med fastlagda viktfaktorer och definierade betygsskalor för varje kriterium gör den slutgiltiga utvärderingen av olika koncept. Koncepten läggs in i kolumner på en matrix tillsammans med viktningen som hamnar på matrixens rader. Tillsammans med de konceptförslag som finns kvar till eliminering i kriterieviktmatrixen finns det en teoretisk ideallösning som alltid uppfyller kriterierna och får högsta betyg. Varje koncept betygsätts efter hur det uppfyller varje kriterium och multipliceras med kriteriets viktfaktor. Varje kriterium ger ett delbetyg till varje koncept som adderas med konceptets samtliga delbetyg och koncepten får ett totalt meritvärde. Det som kan ifrågasättas med kriterieviktmatrixer är om skillnaden mellan det valda konceptet och det som kommer efteråt är tillräckligt stor för att kunna avgöra om koncept 1 är bättre än koncept 2. Andra faktorer som kan ifrågasättas med metoden är om det är bättre att ha jämna delbetyg rakt igenom en kolumn än att ha höga delbetyg kombinerat med låga delbetyg genom en kolumn. Det kan även finnas osäkerhetsfaktorer i viktfaktorerna, betygsskalor och satta betyg [5].

Bilaga 3

Flödesberäkningar

För beräkningar av rullarnas flöden är ett antal parametrar redan kända:

$$Rullarnas\ diameter = X\ [mm] \quad (B3.1)$$

$$Rullarnas\ längd = Y\ [mm] \quad (B3.2)$$

$$Rullarnas\ vikt = m_{rulle}\ [kg] \quad (B3.3)$$

$$Rullarnas\ flöde = C\ \left[\frac{Rullar}{h}\right] \quad (B3.4)$$

$$\left[\frac{Maxvikt}{Pall}\right] = m_{pall} = 250\ [kg] \quad (B3.5)$$

För att kunna simulera och få en uppfattning om hur verktyg och transportör skulle konstrueras bestämdes följande:

$$Pallbytestiden = t_{pall} = 20\ [s] \quad (B3.6)$$

$$Verktygslängden = A = 400\ [mm] \quad (B3.7)$$

För att beräkna rullarnas hastighet vid olika format användes följande ekvation:

$$(B3.2, B3.4) \Rightarrow \frac{Y \cdot C}{3600} = v\ \left[\frac{mm}{s}\right] \quad (B3.8)$$

För att beräkna antalet rullar som fick plats i plockverktyget under varje plock användes följande ekvation:

$$(B3.7, B3.2) \Rightarrow \frac{A}{Y} = r_{plock}\ \left[\frac{Rullar}{Plock}\right] \quad (B3.9)$$

För att beräkna rullarnas vikt i plockverktyget användes följande ekvation:

$$(B3.9, B3.3) \Rightarrow r_{plock} \cdot m_{rulle} = m_{plock}\ [kg] \quad (B3.10)$$

För att beräkna antalet rullar som fick plats på en pall användes följande ekvation:

$$(B3.5, B3.3) \Rightarrow \frac{m_{pall}}{m_{rulle}} = r_{pall}\ \left[\frac{Rullar}{Pall}\right] \quad (B3.11)$$

För att beräkna hur lång tid det tar mellan varje pallbyte användes följande ekvation:

$$(B3.11, B3.4) \Rightarrow \frac{r_{pall} \cdot 60}{C} = t_{pallbyte}\ \left[\frac{min}{Pall}\right] \quad (B3.12)$$

För att beräkna hur lång tid plockverktyget har på sig för att hålla produktionstakten användes följande ekvation:

$$(B3.12, B3.6, B3.9, B3.11) \Rightarrow \frac{(t_{pallbyte} \cdot 60 - t_{pall}) \cdot r_{plock}}{r_{pall}} = t_{cykel}\ [s] \quad (B3.13)$$

För att beräkna hur många rullar som matas fram på transportbandet per sekund användes följande ekvation:

$$(B3.4) \Rightarrow \frac{C}{3600} = r_s \left[\frac{\text{Rullar}}{s} \right] \quad (B3.14)$$

För att beräkna hur lång kölängd som byggs upp vid transportören under ett pallbyte användes följande ekvation:

$$(B3.14, B3.6, B3.2) \Rightarrow r_s * t_{pall} * Y = k_l [mm] \quad (B3.15)$$

Med ovan beskrivna ekvationer räknades extremvärdena i produktionen ut. Dessa blir de parametrar som sätter begränsningarna för rullplocken och de presenteras i tabell B3.1.

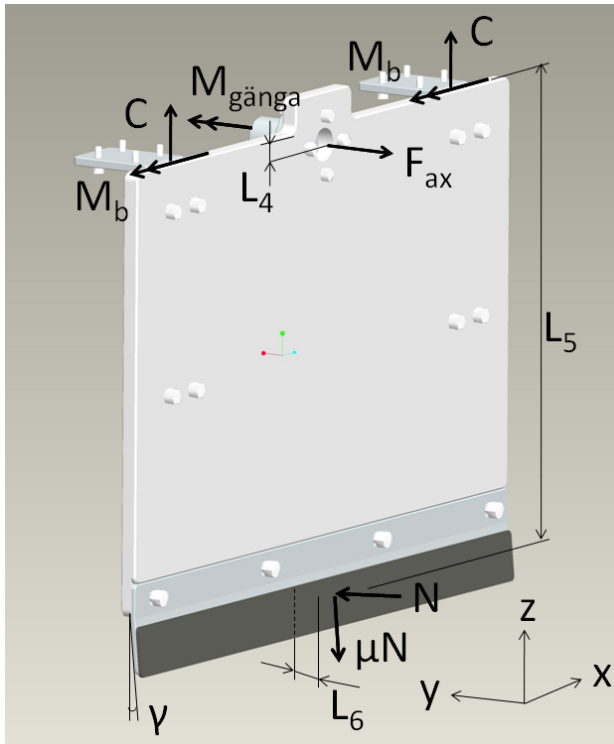
Tabell B3.1 Flödesberäkningar

			Max	Min
Diameter	d	[mm]	-	-
Längd	L	[mm]	-	-
Rullvikt	m _{rulle}	[kg]	-	-
Rullflöde	C	[Rullar/h]	2311	840
Hastighet	v	[mm/s]	23,14	10,8
Rullar/plock	r _{plock}	[Rullar/plock]	21	5
Plockvikt	m _{plock}	[kg]	5,64	0,48
Rullar/pall	r _{pall}	[Rullar/pall]	8333	266
Min/pall	t _{pallbyte}	[min/pall]	222,4	17,2
Robotcykeltid	t _{cykel}	[s]	33,9	15,6
Rullar/s	r _s	[Rullar/s]	0,642	0,233
Kölängd	k _l	[mm]	462,9	216

Bilaga 4

Beräkningar plockverktyg

Krafter och moment som verkar på en griparm framgår i figur B4.1.



Figur B4.1 Friläggning av griparm

Data:

$$L_4 = 12 \text{ mm}$$

$$L_5 = 300 \text{ mm}$$

$$L_6 = 10 \text{ mm}$$

$$\mu = 0,2 \text{ Friktion mellan smord metall och gummi [7]}$$

$$\mu_3 = \mu/3 = 0,2/3 \Rightarrow 3 \text{ ggr säkerhet mot glidning}$$

$$\gamma = 5^\circ$$

$$m = 5,64 \text{ kg (tyngsta rullraden)}$$

Kraftjämvikt, rullrad

$$\downarrow: mg - 2\mu_3 N \cos \gamma - 2N \sin \gamma = 0$$

$$\Rightarrow N = \frac{mg}{2(\mu_3 \cos \gamma + \sin \gamma)} = \frac{5,64 \cdot 9,81}{2(\frac{0,2}{3} \cdot \cos(5^\circ) + \sin(5^\circ))} = 180,1 \text{ N} \quad (\text{B4.1})$$

Kraftjämvikt, griparm

$$\rightarrow: F_{ax} - N \cos \gamma + \mu_3 N \sin \gamma = 0 \quad (\text{B4.2})$$

$$(\text{B4.1, B4.2}) \Rightarrow F_{ax} = N(\cos \gamma - \mu_3 \sin \gamma) = 180,1 \left(\cos(5^\circ) - \frac{0,2}{3} * \sin(5^\circ) \right) = 178,4 \text{ N} \quad (\text{B4.3})$$

Dimensionering av skenor och åkvagnar

Momentjämvikt kring x-axeln vid vinkelkonsolernas inspänning i skenorna.

$$\sum M_x = 0 \Rightarrow -2M_b - F_{ax}L_4 + N(L_5 \cos \gamma + L_6 \sin \gamma) + \mu_3 N(L_6 \cos \gamma - L_5 \sin \gamma) = 0 \quad (\text{B4.4})$$

$$(\text{B4.1, B4.3, B4.4}) \Rightarrow M_b = \frac{N}{2}(L_5 \cos \gamma + L_6 \sin \gamma) + \frac{\mu_3 N}{2}(L_6 \cos \gamma - L_5 \sin \gamma) - \frac{F_{ax}L_4}{2} = \frac{180,1}{2}(0,3 * \cos(5^\circ) + 0,010 * \sin(5^\circ)) + \frac{\frac{0,2}{3} * 180,1}{2}(0,010 * \cos(5^\circ) - 0,3 * \sin(5^\circ)) - \frac{178,4 * 0,012}{2} = 25,8 \text{ Nm} \quad (\text{B4.5})$$

Vald glidskena SKF LLRHS 15 LU_RAIL ger $M_{b, \text{vald}} = 150 \text{ Nm}$

$$\text{Säkerhetsfaktor (B4.5)} \Rightarrow R_{skena} = \frac{M_{b, \text{vald}}}{M_b} = \frac{150}{25,8} = 5,8 \quad (\text{B4.6})$$

Dimensionering av trapetsaxel

Vald trapetsgänga	TR18x4
Diameter	$d_{\text{trapets}} = 18 \text{ mm}$
Min. skruv diameter	$d_{\text{min}} = 13,074 \text{ mm}$
Stigning	$P = 4 \text{ mm}$
Stigningsvinkel	$\varphi = 4,33^\circ$
Halv profilvinkel	$\alpha = 15^\circ$
Gängfriktion	$\mu_{\text{gänga}} = 0,4$
Tillåten axiell belastning	$F_{\text{ax, vald}} = 42 \text{ kN}$

$$\text{Säkerhetsfaktor (B4.3)} \Rightarrow R_{axel} = \frac{F_{\text{ax, vald}}}{F_{\text{ax}}} = \frac{42000}{178,4} = 235 \quad (\text{B4.7})$$

Dimensionering av servomotor

$$M_{\text{gänga}} = F_{ax} * \frac{P}{2\pi} * \frac{\tan(\varphi + \rho')}{\tan \varphi} [6]$$

$$\text{där } \rho' = \arctan\left(\frac{\mu_{\text{gänga}}}{\cos \alpha}\right) = \arctan\left(\frac{0,4}{\cos(15^\circ)}\right) = 22,50^\circ$$

$$M_{\text{gänga}} = 178,4 * \frac{0,004}{2\pi} * \frac{\tan(4,33^\circ + 22,5^\circ)}{\tan(4,33^\circ)} = 0,759 \text{ Nm} \quad (\text{B4.8})$$

Nödvändigt hållmoment (B4. 8) $\Rightarrow M_{motor} = 2M_{g\ddot{a}nga} = 2 * 0,759 = 1,52 \text{ Nm}$ (B4.9)

Vald servomotor HLR 2625-24V-R2 med planetväxellåda AF 042-P1 [33]

Verkningsgrad pl.vxl. $\eta = 0,97$

Utväxling pl.vxl. $u = 10$

Max hållmoment servomotor $M_{motor, vald} = 0,48 \text{ Nm}$

$$M_{ut \text{ motor}, vald} = M_{motor, vald} * u * \eta = 0,48 * 10 * 0,97 = 4,66 \text{ Nm} \quad (\text{B4.10})$$

$$\text{Säkerhetsfaktor (B4.9, B4.10)} \Rightarrow R_{motor} = \frac{M_{ut \text{ motor}, vald}}{M_{motor}} = \frac{4,66}{1,52} = 3,1 \quad (\text{B4.11})$$

Genom test fås sambandet mellan servomotorns vridmoment och strömförbrukning. Den valda servomotorn programmeras att stanna vid strömmen som motsvarar momentet:

$$(\text{B4. 10}) \Rightarrow M_{motor, stopp} = \frac{M_{motor}}{u * \eta} = \frac{1,52}{10 * 0,97} = 0,157 \text{ Nm} \quad (\text{B4.12})$$

Dimensionering av lager

Valt lager SKF 63001-2RS1 [32]

Inner diameter $d = 12 \text{ mm}$

Ytter diameter $D = 28 \text{ mm}$

Bredd $B = 12 \text{ mm}$

Bärighetstal $C_0 = 2360 \text{ N}$

$$\text{Tillåten axialkraft } C_{ax} = \frac{C_0}{2} = \frac{2360}{2} = 1180 \text{ N} \quad (\text{B4.13})$$

Maximal axialkraft som kan uppkomma i styrande lagret är C_{max} .

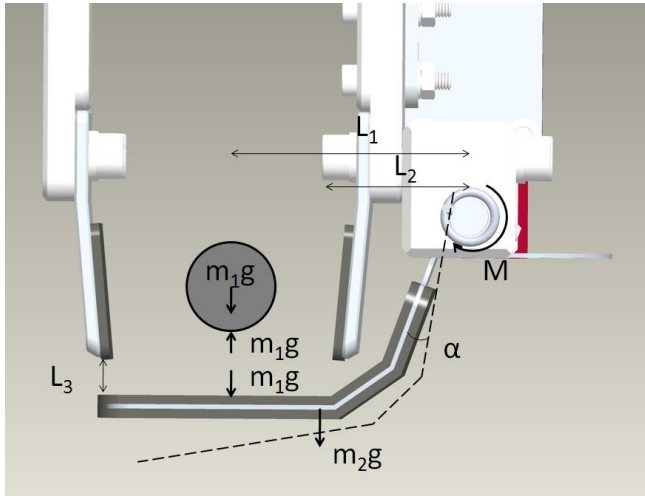
Plockverktygets maximalt tillåtna massa enligt krav är $m_{max} = 30 \text{ kg}$.

$$C_{max} = m_{max}g = 30 * 9,81 = 294,3 \text{ N} \quad (\text{B4.14})$$

$$\text{Säkerhetsfaktor (B4. 13, B4. 14)} \Rightarrow R_{lager} = \frac{C_{ax}}{C_{max}} = \frac{1180}{294,3} = 4,0 \quad (\text{B4.15})$$

Dimensionering av vridfjäder

Krafter och moment som verkar på vridfjädern framgår i figur B4.2.



Figur B4.2 Friläggning av sensorplatta

Vridmoment till fjäderupphängda sensorplattan: M

Maxöppningsvinkel av sensorn: $\alpha_{max} = 90^\circ$

Minimal rullvikt/rad: $m_1 = 0,555\text{kg}$

Sensorplattans massa: $m_2 = 0,367\text{kg}$

Rullarnas hävarm: $L_1 = 0,05\text{ m}$

Plattans hävarm: $L_2 = 0,04\text{ m}$

Maxmoment

Plattan vinklas inte ner tillräckligt när raden med rullar släpps ner på plattan. För att minsta formatet på rullar ska få plats i öppningen L_3 krävs $\alpha=10^\circ$.

$$c_{vridmax} = \frac{m_1 g L_1 + m_2 g L_2}{\alpha} = \frac{(0,555 \cdot 9,81 \cdot 0,05 + 0,367 \cdot 9,81 \cdot 0,04) \cdot 180^\circ}{\pi \cdot 10^\circ} = 2,356 \text{ Nm/rad} \quad (\text{B4.16})$$

$$(\text{B4.16}) \Rightarrow M_{nmax} = \alpha_{max} * c_{vridmax} = \frac{\pi}{2} * 2,356 = 3,70 \text{ Nm} \quad (\text{B4.17})$$

Minmoment

Fjädern måste kunna hålla uppe plattans egentynghet m_2g , men tillåts en viss vinkling $\alpha=6^\circ$. Vinklingen kan kompenseras genom att fjädern monteras något förspänd.

$$c_{vridmin} = \frac{m_2 g L_2}{\alpha} = \frac{(0,367 * 9,81 * 0,04) * 180^\circ}{\pi * 6^\circ} = 1,375 \text{ Nm/rad} \quad (\text{B4.18})$$

$$(\text{B4.18}) \Rightarrow M_{nmin} = \alpha_{max} * c_{vridmin} = \frac{\pi}{2} * 1,375 = 2,16 \text{ Nm} \quad (\text{B4.19})$$

Valt vridfjäder Lesjöfors AB, SF-VFR 7195

Max tillåtet vridmoment $M_n=2,914 \text{ Nm}$

Vridningsvinkel vid M_n $\varphi=101^\circ$

Fjäderkonstant $c_{vrid}=1,65 \text{ Nm/rad}$

$$(\text{B4.17}, \text{B4.19}) \Rightarrow M_{nmin} < M_n < M_{nmax} \Rightarrow OK!$$

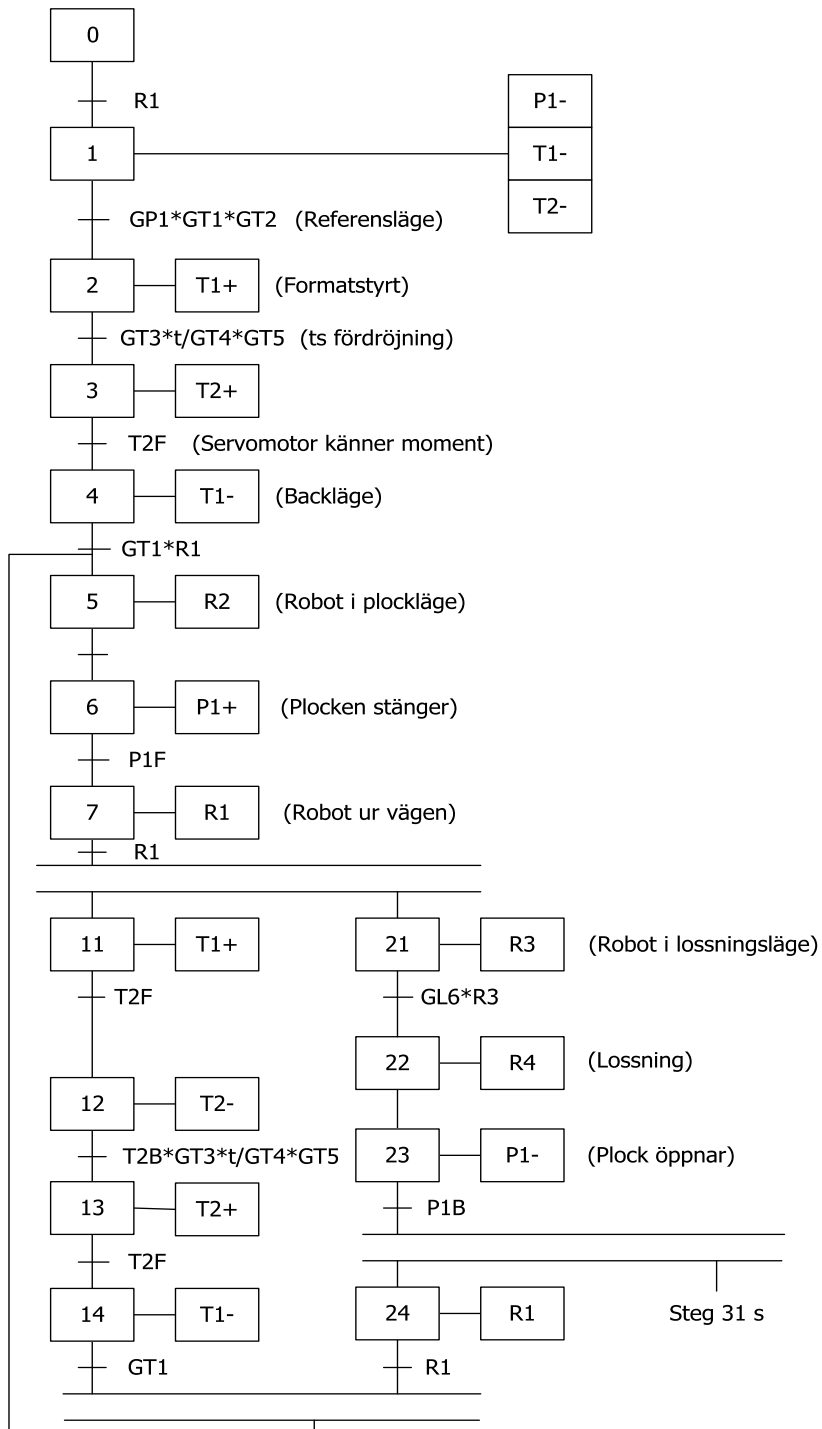
$$\alpha_{max} < \varphi \Rightarrow OK!$$

$$(\text{B4.16}, \text{B4.18}) \Rightarrow c_{vridmin} < c_{vrid} < c_{vridmax} \Rightarrow OK!$$

Bilaga 5

Funktionsdiagram

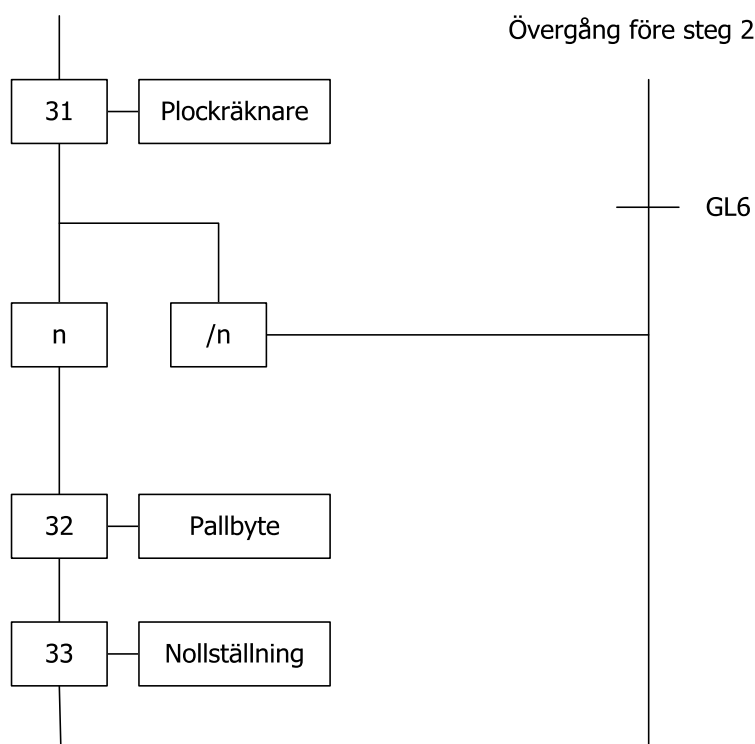
Rullplockens funktions beskrivs i figur B5.1 och B5.2 med ett funktionsdiagram. För teorin bakom funktionsdiagram se [3].



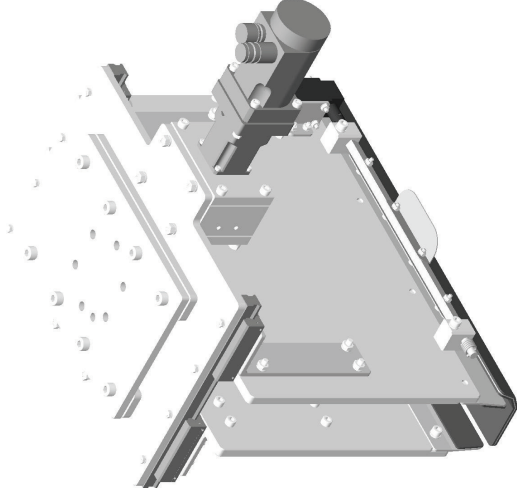
Figur B5.1 Funktionsbeskrivning del 1

Övergång efter steg 22 s

Övergång före steg 22 s



Figur B5.2 Funktionsbeskrivning del 2





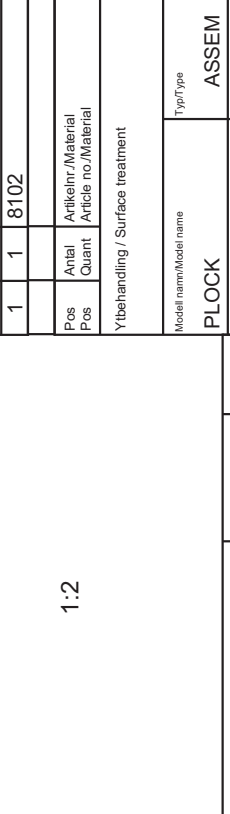
1:2

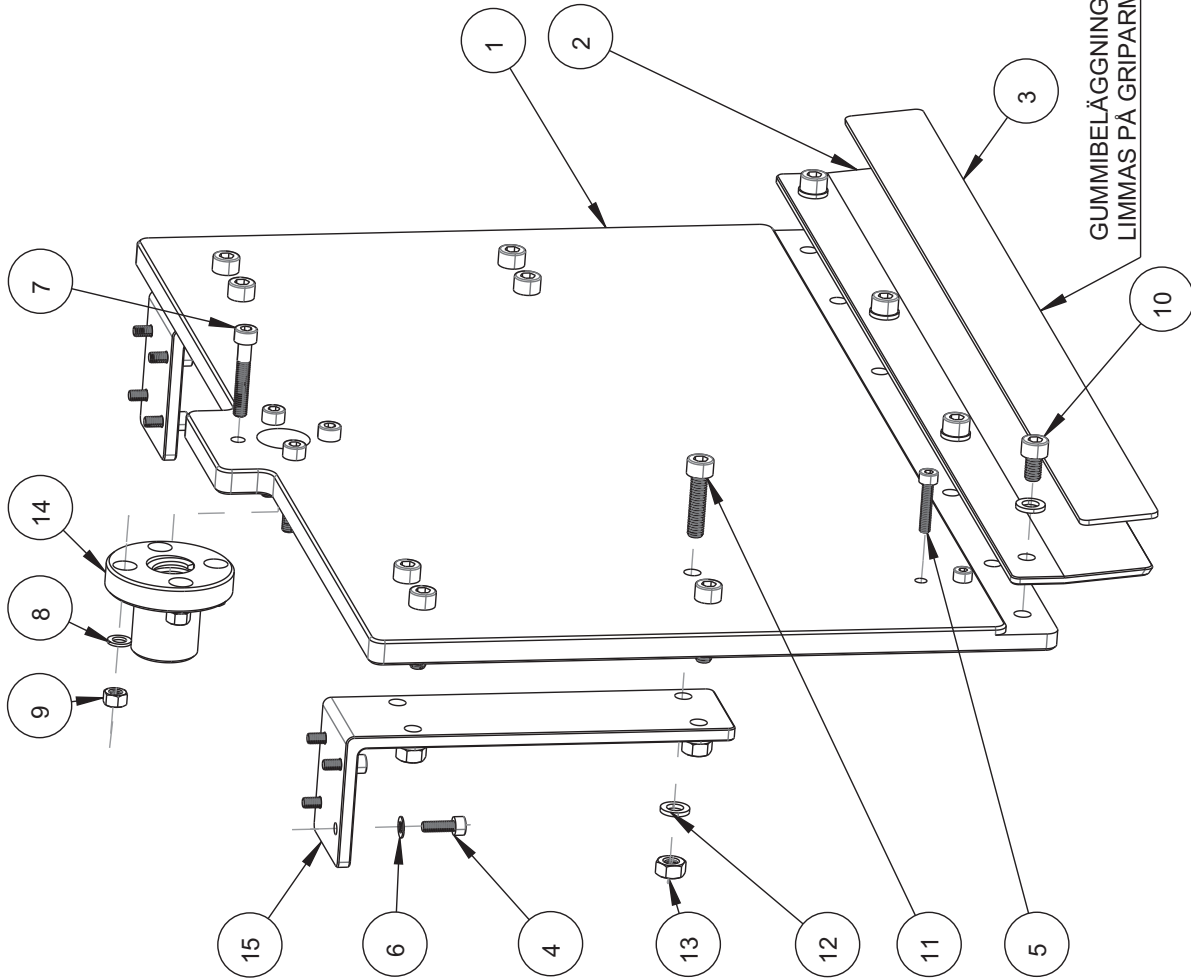
Nr.	Ändring	Datum	Godk.						
Denna ritning är Consat Engineering AB egendom och skyddad enligt gällande lag samt får ej utan vårt medgivande kopieras, delgivas annan eller obehörigen användas. Överträdelse beivras med gällande lag. Consat Engineering AB									
This document is the property of Consat Engineering AB. It must not be copied and its contents must not be imparted to third person without our permission. Infringement of the above will be prosecuted Consat Engineering AB									

7	1	8108	SENSOR	ASSEMBLY
6	1	8107	KRAFTÖVERFÖRING	ASSEMBLY
5	1	8106	KRAFTKÄLLA	ASSEMBLY
4	1	8105	GRIPARM 2	ASSEMBLY
3	1	8104	GRIPARM 1	ASSEMBLY
2	2	8103	GLIDSKENA	ASSEMBLY
1	1	8102	BASPLATTA	ASSEMBLY

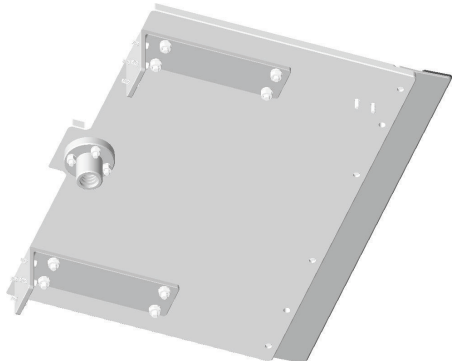
Pos	Antal Quant	Artikelnr./Material Article no./Material	Ytbehandling / Surface treatment	Benämning/Dimension Designation/Dimension	Type
			Ra	Om ej annat anges gäller If nothing else stated	
			✓		

Modell namn/Model name	Type/Type	Blad/Sheet	Gick/Apr.	Ritad av Drawn by
PLOCK	ASSEM	1 / 1		PS
Projekt nr./Project no.		Skala/Scale	Datum	
11-4541		1:2	18-May-11	

 ENGINEERING AB	Benämning/Designation PLOCKVERKTYG BILAGA 6A
Ritn. nr./Draw no. 8101	
Revision	

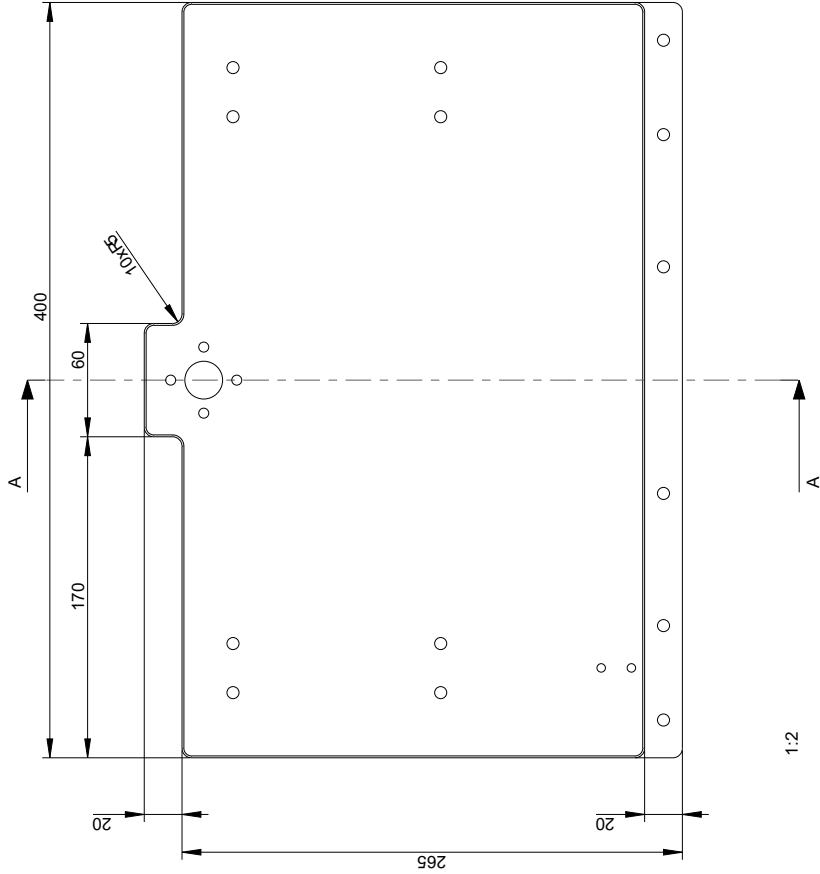


1:2



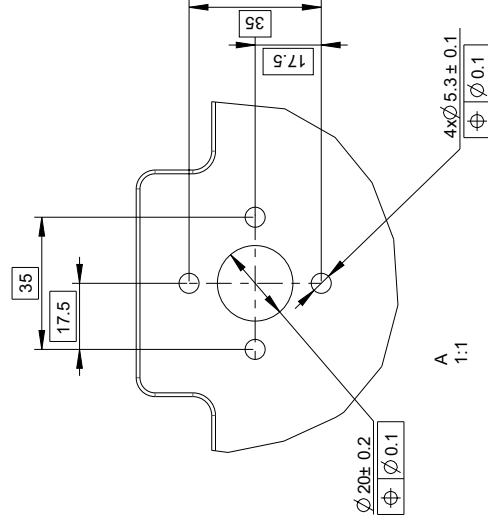
1:5

15	2	STÅL	VINKELKONSOL	PART
14	1	FTN18AL	TR18X4 MUTTER L	PART
13	8		M6 MUTTER	PART
12	12		M6 BRICKA	PART
11	8		M6X25	PART
10	4		M6X10	PART
9	4		M5 MUTTER	PART
8	4		M5 BRICKA	PART
7	4		M5X30	PART
6	8		M4 BRICKA	PART
5	2		M4X20	PART
4	8		M4X12	PART
3	1	NBR 5423	GUMMIBELÄGGNING	PART
2	1	STÅL	GRIPARMTOPP	PART
1	1		GRIPARMPLATTA	PART
Pos	Antal	Artikelnr./Material	Benämning/Dimension	Typ
Pos	Quant	Article no./Material	Designation/Dimension	Type
Ytbehandling / Surface treatment			Om ej annat anges gäller If nothing else stated	
			Ra	
Modell namn/Model name			Om ej annat anges gäller If nothing else stated	
GRIPARM_MOTORSIDA ASSEM			SS-ISO 2768-1 MEDIUM	
Projekt nr./Project no.			EN ISO 13920-AE	
11-4541			SKARPA KANTER BRYTES SHARP EDGES BROKEN	
Ändring			Blad/Sheet	Blad av Drawn by
			1 / 1	PS
			Skala/Scale	Datum
			1:2	18-May-11
Denna ritning är Consat Engineering AB egendom och skyddad enligt gällande lag samt får ej utan vårt medgivande kopieras, delgas eller annan eller oberoigen användas. Överträdelse beivras med gällande lag.			Benämning/Designation	Revision
			GRIPARM 1	
			BILAGA 6B	
			8104	

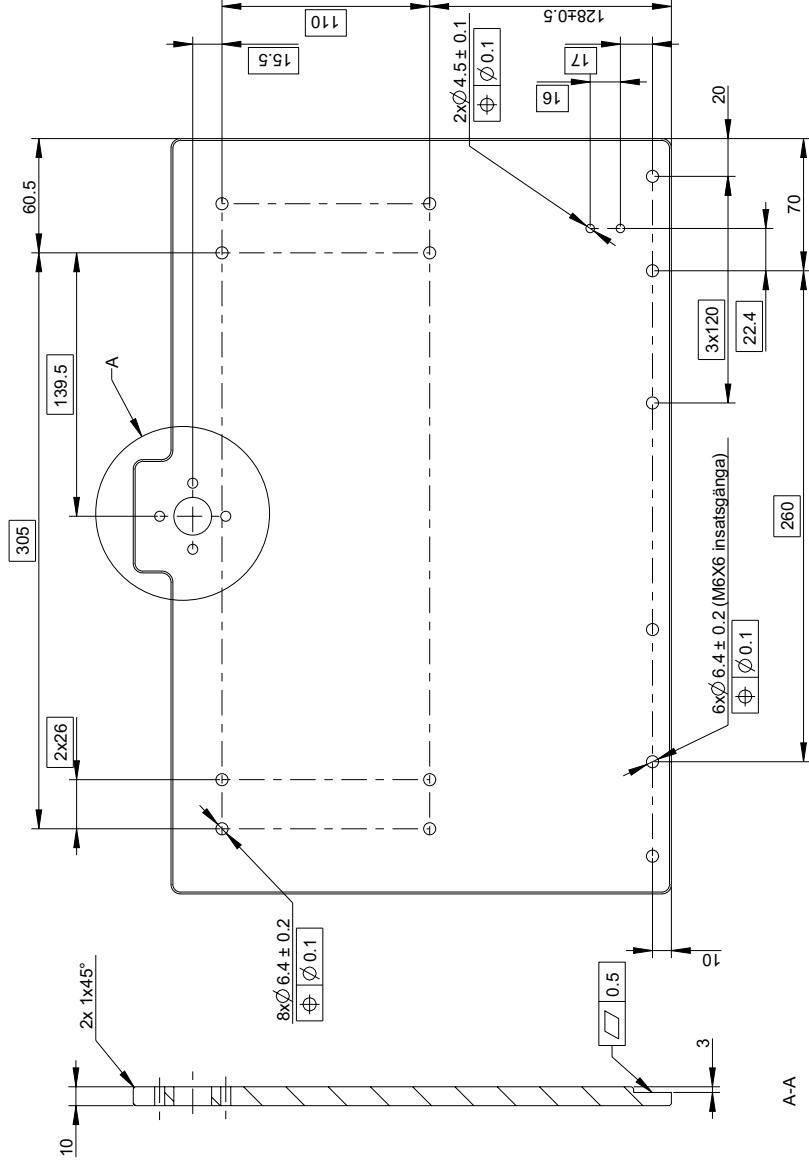


1:2

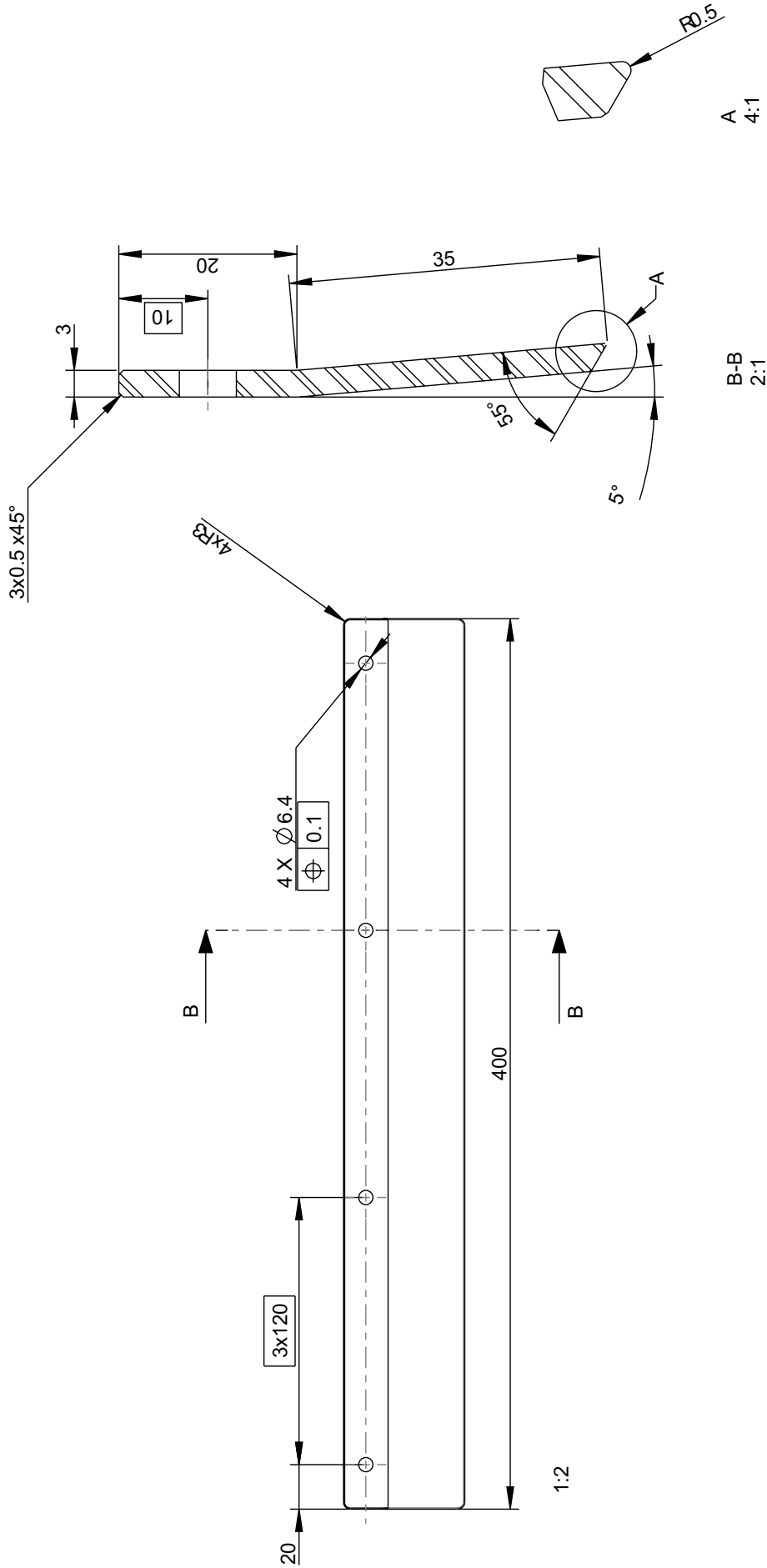
A-A



A
1:1



Pos	AW-5754	Benlning/Dimension Artikelnr/Material Pos Quant Article no/Material	Benlning/Dimension Artikelnr/Material Pos Quant Article no/Material	Typ Type
Ytbehandling / Surface treatment		Om 60 gradig galler Ra 3.2	Om 60 gradig galler Ra 3.2	PS
Slipning		✓	✓	PS
GRIPARM_MOTORSIDA PART	GRIPARM_MOTORSIDA PART	SS-ISO 2768-1 MEDIUM	SS-ISO 2768-1 MEDIUM	PS
Project nr / Projekt nr.	11-4541	SKARPA KANTER BRYTES SHARP EDGES BROKEN	SKARPA KANTER BRYTES SHARP EDGES BROKEN	25-May-11
GRIPARMPLATTA ENGINEERING AB		GRIPARMPLATTA BILAGA 6C	GRIPARMPLATTA BILAGA 6C	8109
Revision		Rev. nr / Rev. nr.	Rev. nr / Rev. nr.	Revision



S235JR		Benämning/Dimension Designation/Dimension		Typ Type	
Pos Pos	Artikl Quant	Artikelnr./Material Article no./Material		Blad/Sheet 1 / 1	
Ytbehandling / Surface treatment Slipning ISO4042/2081: A4E		Om ej annat anges gäller If nothing else stated Ra 3,2		Godk./Appr. 1 / 1	
Modell namn/Model name GRIPARMAR_TOPP		Om ej annat anges gäller If nothing else stated SS-ISO 2768-1 MEDIUM		Ritad av Drawn by FG	
Projekt nr./Project no. 11-4541		PART		Datum 25-May-11	
Ändring		Datum		Godk.	
Nr.		Ändring		Godk.	
Denna ritning är Consat Engineering AB egendom och skyddad enligt gällande lag samt får ej utan vårt medgivande kopieras, delvis eller helt, användas. Överträdelse beivras med gällande lag.		This document is the property of Consat Engineering AB. It must not be copied and its contents must not be imparted to third person without our permission. Infringement of the above will be prosecuted Consat Engineering AB		Revision	
8110		GRIPARMTOPP BILAGA 6D		8110	