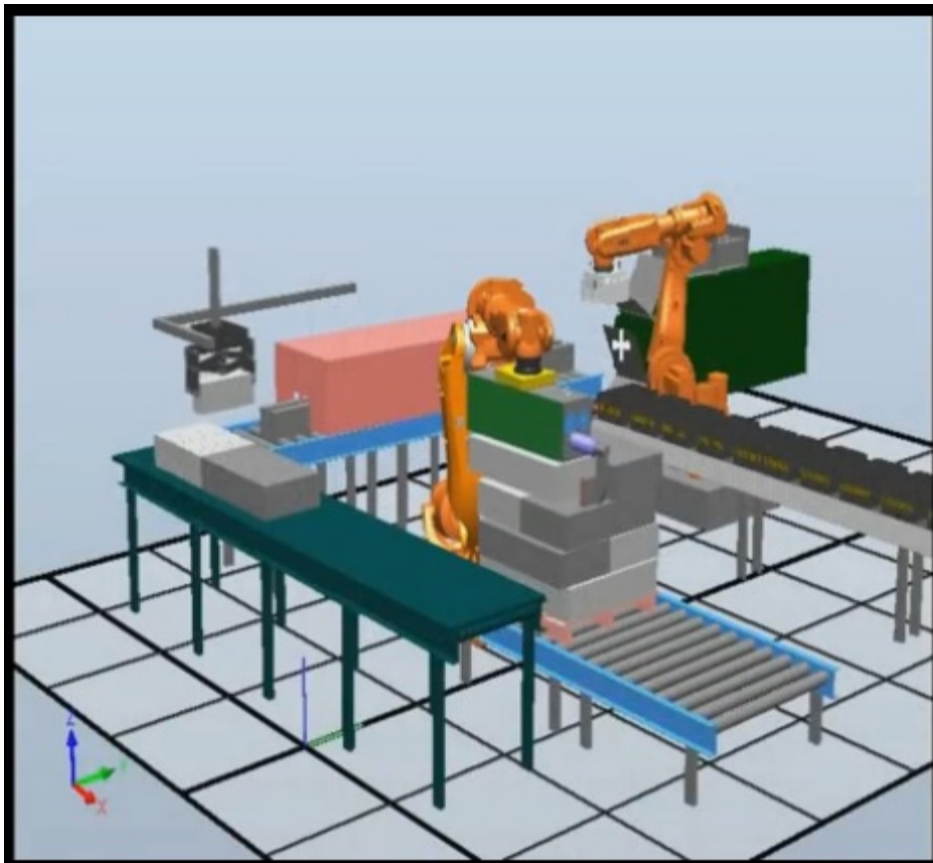


CHALMERS



Förstudie av en automatiserad materialflödeslösning Webers iso-Lecablockstillverkning

EMMA ANDERSSON, MEKATRONIK
PATRIK MYRESTAM, MASKIN

Institutionen för produkt- och produktionsutveckling
CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
Göteborg, Sverige 2013

Tryckortsida

- Automatiserad materialflödeslösning
- Emma Andersson, Patrik Myrestam
- ©Emma Andersson, Patrik Myrestam, 2013
- Göteborg, 2013
- Chalmers tekniska högskola, institution produkt- och produktutveckling.
- Bildtext: Illustration av materialflödeslösningen uppbyggd i ABBs RobotStudio.
- Alla illustrationer som används i rapporten har byggts upp antingen i ABBs RobotStudio eller Pro/ENGINEER bortsett från appendix I.

Förord

Denna förstudie har gjorts som ett examensarbete på Chalmers tekniska högskola av Emma Andersson (mekatronikingenjör 180hp) och Patrik Myrestam (maskiningenjör 180hp) med start i januari 2013. Examensarbetet omfattar 15 hp.

Tack till

Under arbetet har vi haft stöd från såväl vår handledare Sven Ekered som vår examinator Göran Brännare så vi vill passa på att ge dem ett stor tack för den tid som de har lagt ner för att göra detta arbete så bra som möjligt.

Vi vill också passa på att tacka de inblandade företagen som tog sig tid att sitta ner och diskutera lösningar med oss. Där bland Pari Plast AB som hjälpt oss i arbetet att utforma och materialbestämma fästet till iso-panelen och Corepixel AB som diskuterade möjliga lösningar på en termisk kontroll av Lecablocken.

Sammanfattning

Till följd av ökade miljökrav arbetar Weber med att förbättra isolationsförmågan hos sina iso-Lecablock. Detta skall eventuellt göras med hjälp av en isolationspanel. Om en isolationspanel blir aktuell för tillverkning av Iso-Lecablock måste materialflödet till tillverkningslinjen göras om samtidigt som ett fäste måste konstrueras för att hålla isolationspanelen på plats under tillverkningen. Dessa två frågeställningar har behandlats och lösningar till dessa presenteras i denna förstudie. Förstudien resulterade även i en simulering av materialflödet gjord i ABBs RobotStudio där man enkelt kan följa leveransen av iso-Lecablockens komponenter till tillverkningslinjen. Utöver en filmsekvens på materialflödet genererar även simuleringen en rapidkod som kan användas i de verkliga robotarna när lösningen byggts upp i fabriken. Rapporten är skriven på svenska.

Nyckelord: Iso-Lecablock, ABB, RobotStudio, Materialflöde, Isolationspanel

Summery

As a result of increasing environmental requirements Weber have started to work on improving the insulation capacity of their Iso-Lecablock. This may be done by using a insulation panel. If this insulation panel is to be used, the material flow to the production line must be redesigned. A bracket to hold the insulation panel in place during the manufacturing process also have to be designed. These two issues have been addressed and solutions to them are presented in this preliminary study. This study also resulted in a simulation of the flow of materials made in ABBs Robotstudio where you easily can follow the component supplies for the production line. Besides a film sequence in material flow the simulation also generates a rapid cod that can be used in the real ABB robots when the solution have been built up in the factory. This report is written in Swedish.

Keywords: Iso-Lecablock, ABB, RobotStudio, Material flow, Isolation panel

Innehållsförteckning

1.	INLEDNING.....	1
1.1.	Bakgrund	1
1.1.1.	Graniten Engineering AB.....	1
1.1.2.	Weber AB	1
1.1.3.	Pari Plast.....	1
1.1.4.	Corepixel	1
1.2.	Syfte	1
1.3.	Avgränsningar	2
1.4.	Precisering av frågeställning.....	2
2.	TEORETISK REFERENSRAM	3
2.1.	Robotstudio.....	3
2.2.	Iso-Lecablock.....	3
2.3.	Befintlig anläggning	3
3.	METOD.....	8
3.1.	Arbetsgång	8
4.	AUTOMATISERAD ANLÄGGNING	9
4.1.	Kravspecifikation.....	9
4.2.	Layout	11
4.3.	Tillverkningslinjens materialflöde	11
4.4.	Depalleteringsmodul	12
4.4.1.	Gränssnitt.....	12
4.4.2.	Depalleteringsrobot och robotverktyg	13
4.4.3.	Transportör till uppvärmningsmodul.....	13
4.5.	Uppvärmningsmodul	15
4.5.1.	Gränssnitt.....	15
4.5.2.	PickandPlace-modul	16
4.5.3.	Uppvärmningsanordning	16
4.6.	Materiallevereringsmodul för tillverkningslinjen.....	17
4.6.1.	Gränssnitt.....	17
4.6.2.	Transport av isolationspaneler	17
4.6.3.	Panelhiss	17
4.6.4.	Materiallevereringsrobot.....	18
4.6.5.	Parlyftsverktyg	18

5.	ISOLATIONSPANELFÄSTE	20
5.1.	Funktion.....	20
5.2.	Material	21
5.3.	Staplingsmöjligheter.....	21
6.	KONTROLL AV SLUTPRODUKT	22
6.1.	Funktion.....	22
6.2.	Värmeamera med värmekälla eller värmesänka	22
6.3.	Röntgen	22
6.4.	Högtalare och mikrofon	23
7.	MATERIALFLÖDESSIMULERING.....	24
7.1.	Visuell del i programmering av materialflödet	24
7.2.	Smarta komponenter	24
7.2.1.	Panelhiss	25
7.2.2.	PickandPlace-enhet.....	25
7.2.3.	Transportbandtillverkningsenheten	26
7.2.4.	Transportband ugnsenheten	26
7.3.	Rapidprogrammering för depalleteringsrobot och materiallevereringsrobot	27
8.	SLUTSATS/ DISKUSSION	28
8.1.	Depalleteringsmodul	28
8.2.	Uppvärmningsmodul	28
8.3.	Materiallevereringsmodul	28
8.3.1.	Parlyftsverktyg.....	28
8.4.	Isolationpanelsfäste	28
8.5.	Kontroll av slutprodukt	28
8.6.	Materialflödessimulering.....	28
9.	REFERENSLISTA	30

Appendix

- I. PICKANDPLACE-MODUL
- II. TRANSPORTBAND FÖR ISOLATIONSPANELER
- III. PANELHISS
- IV. PARLYFTSVERKTYG
- V. FÄSTE ISOLATIONSPANEL
- VI. SIMULERING, EVENTLISTA

- VII. SIMULERING, SIGNALLISTA
 - a. IRB6620_150KG_2.2M
 - b. IRB6640_180KG_2.55M
- VIII. SIMULERING, PANELHISS
- IX. SIMULERING, PICKANDPLACE
 - a. HUVUDPROGRAM
 - b. SIMULERING, PICKANDPLACE, UNDERPROGRAM 1
 - c. SIMULERING, PICKANDPLACE, UNDERPROGRAM 2
 - d. SIMULERING, PICKANDPLACE, UNDERPROGRAM 3
 - e. SIMULERING, PICKANDPLACE, UNDERPROGRAM 4
- X. SIMULERING TRANSPORTBAND UGN
- XI. RAPIDKOD, DEPALLETERINGSROBOT
- XII. RAPIDKOD, MATERIALLEVERERINGSROBOT

1. INLEDNING

1.1. Bakgrund

Till följd av ökade miljökrav vid nybyggnationer av byggnader har behovet av effektivare isolation uppkommit. I dagsläget tillverkar Weber ett block som består av två stycken Lecablock i lättbetong som sammanfogats med ett polyuretanskum (PUR-skum). För att öka isolationsvärdet på dessa ökar man mängden PUR-skum tills det att iso-Lecablocket når ett lägre värmegenomgångstal. Weber har nu påbörjat forskningsarbetet med att ersätta en stor del av detta PUR-skum med en isolationspanel, vilket gör att blocket blir mer volymeffektivt samt har lägre värmegenomgångstal och därför mer miljövänligt. PUR-skummet kommer även i fortsättningen att fungera som det bindemedel som binder samman de övriga komponenterna. För att kunna tillverka de nya iso-Lecablocken är man tvungen att bygga om tillverkningslinjen. Graniten Engineering AB har därför anlitas för att utföra en förstudie på hur man ska kunna bygga om tillverkningslinjen på bästa möjliga sätt.

1.1.1. Graniten Engineering AB

Graniten Engineering är ett personalägt maskinutvecklingsföretag som startades under tidigt 1990-tal. Deras affärsidé bygger på att erbjuda smarta maskinlösningar, där funktion och resultat ligger i fokus. Att de inte har valt att specificera sig på en viss bransch gör att de är väldigt mångsidiga och att företaget innehar en mycket stor kompetens.

1.1.2. Weber AB

Weber är ett franskt byggmaterials företag som har specialiserat sig på produkter vars huvudkomponent är cement eller betong. Det är i Webers fabrik i Fredrikstad, Norge, som lösningen för det automatiserade materialflödet av iso-Lecablock har undersökts.

1.1.3. Pari Plast AB

Tillverkar plastdetaljer via formsprutning där de erbjuder expertis inom allt från konstruktion till tillverkning av formverktyg.

1.1.4. Corepixel AB

Är en ledande distributör inom kameraövervakning och har mycket stor kunskap inom övervakning av värmeprocesser.

1.2. Syfte

Förstudiens syfte är att bevisa att ett automatiserat materialflöde för iso-Lecablockstillverkningen är möjlig med hjälp av ABB-robotar samt bevisa att isolationspanelen kan centreras mellan Lecablocken med hjälp av ett plastfäste fram till det att PUR-skummet har härdat.

1.3. Avgränsningar

Enbart de direkta flödena av Lecablock och isolationspaneler skall behandlas i förstudien. Inget ekonomiskt hänsynstagande av själva tillverkningen och ombyggnaden av materialflödet skall göras.

1.4. Precisering av frågeställning

- Hur kan Lecablocken flyttas från den inkommande pallen till tillverkningslinjen, utan att blocken skadas, med en cykeltid på 7 sekunder per Lecablockspar?
- Hur kan en uppvärmningsanordning som värmer blockens insida så att PUR-skummet fäster ordentligt se ut?
- Hur kan isolationspanelen levereras till tillverkningslinjen och placeras mellan två Lecablock med en cykeltid på 7 sekunder?
- Hur kan Lecablocken i set om 2 st levereras till tillverkningslinjen?
- Hur kan isolationspanelen hållas centrerad mellan Lecablocken till det att PUR-skummet har härdat?
- Hur kan en kontroll av slutprodukten utformas?

2. TEORETISK REFERENSRAM

2.1. Robotstudio

Robotstudio är ett program som har utvecklats av ABB för att simulera deras robotar tillsammans med eventuellt materialflöde eller annan sub- eller huvudprocess.

Rapidkoden som genereras via Robotstudios kompilator kan laddas ner direkt till robotarna, vilket gör att man enkelt kan minimera uppstartstiderna för ett system.

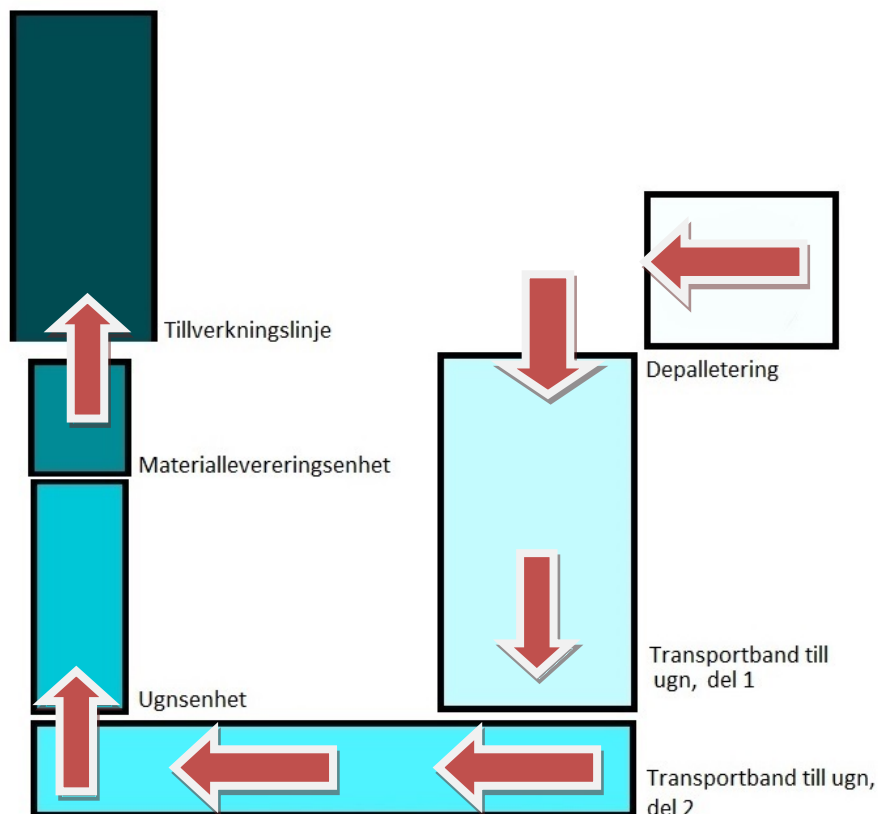
Tillvägagångssättet för arbete i Robotstudio finns att läsa under kapitel 7.

2.2. Iso-Lecablock

Iso-Lecablock består av två stycken Lecablock som har sammanfogats med ett PUR-skum (polyuretanskum). Blocken är gjutna i lättbetong och finns i olika dimensioner och används främst till att bygga husgrunder, där det finns krav på den isolerande förmågan. För att vinna marknadsandelar har Weber börjat utveckla ett iso-Lecablock som har högre värmeisoleringsförmåga utan att behöva bredda blocken, främst på grund av en isolationspanel som är under utveckling. För att sammanfoga denna isolationspanel med Lecablocken används även här PUR-skum.

2.3. Befintlig anläggning

Alla bilder i detta kapitel är tagna i Webers Fredrikstadsfabrik och beskriver det befintliga materialflödet till iso-Lecablockstillverkningen. Nedan finns en enkel översikt av materialflödet (fig. 2.2.1).



Figur 2.2.1: Översiktlig bild av layouten av den befintliga iso-Lecablockstillverkningen.

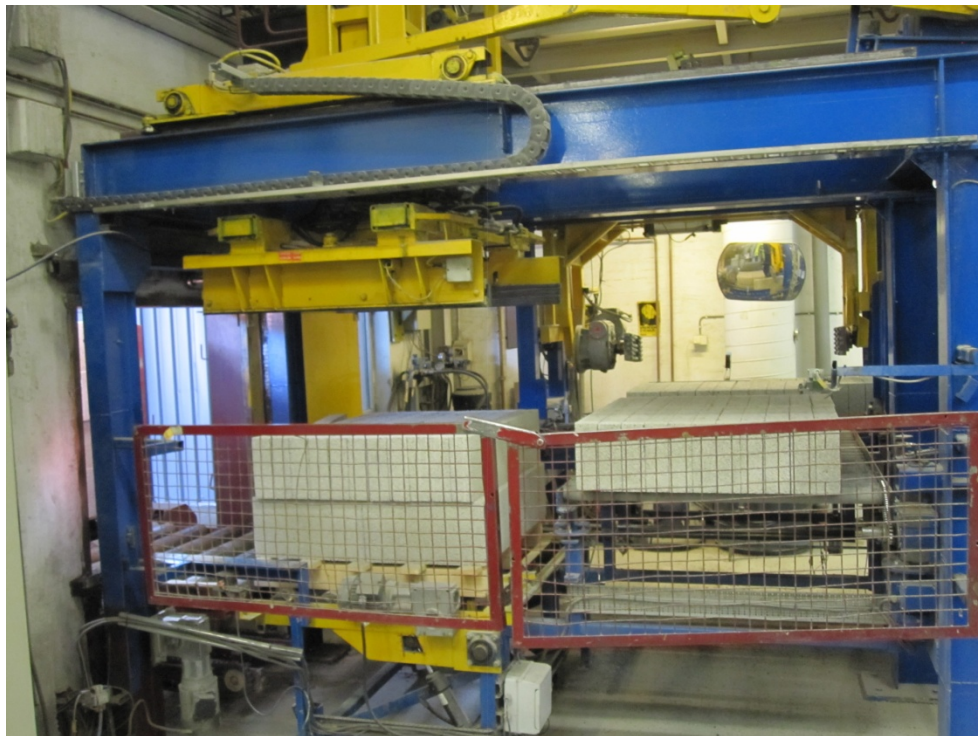
- **Depalletering**

Depalleteringen är den enhet som plockar Lecablocken i set om 11 stycken (en rad) och placerar dem på del 1 av transportbandet. Detta görs med hjälp av en anläggning specialbyggd för just denna tillverkning. Anläggningen kan inte på ett enkelt sätt ställas om vid produktionsändringar, om behovet skulle uppstå.

Anläggningen kräver även ett omfattande och kontinuerligt underhållsarbete. I figuren nedan (fig. 2.2.2) syns depalleteringsenheten tillsammans med transportbandet till ugnen. Där ser man att enheten plockar Lecablock och placerar dem på det första transportbandet till ugnen.

- **Transportband till ugn, del 1**

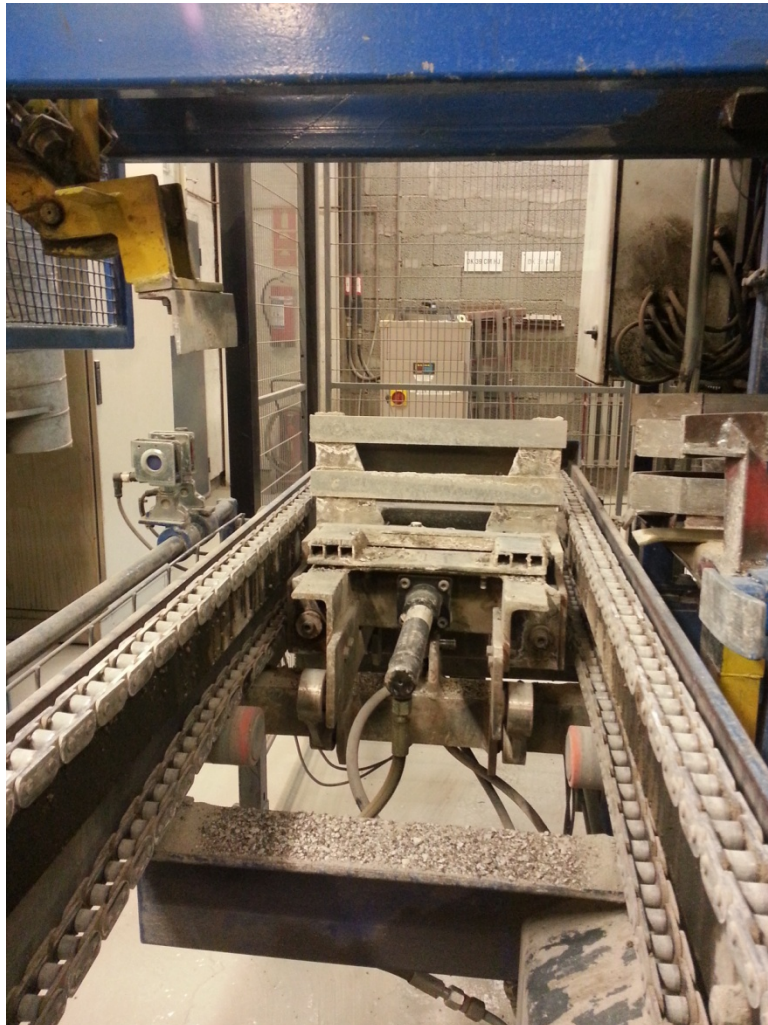
I del 1 av transportbandet till ugnen fraktas Lecablocken fram till en enhet som är konstruerad på ungefär samma sätt som depalleteringsmodulen. Den skiljer sig åt på så vis att den är konstruerad för att vända alla block upp och ned, detta för att Lecablocken ska bilda en bra gjutform. Risken för att Lecablocken har skadats på ett kritiskt ställe är större om man inte vänder på blocken. Genom att vända på blocken blir Lecablockens jämnaste sidor de sidor som bildar gjutformen. Enheten kan ses i figuren nedan (fig. 2.2.2) tillsammans med depalleteringsenheten. Även denna enhet är i behov av omfattande och kontinuerligt underhåll.



Figur 2.2.2: Depalleteringsrobot och transportband del 1.

- **Transportband till ugn, del 2**

I slutet på detta transportband, se figur 2.2.3 nedan, där syns den enhet som plockar blocken i set om två vidare till ugnen. Den gör detta genom att först separera blocken från varandra samt från de övriga blocken.



Figur 2.2.3: Slutet av transportbandet till ugnen del 2.

- **Ugnsenhet**

Ugnsenhetens huvuduppgift är att värma upp insidan på blocken så att PUR-skummet fäster på Lecablocken. Detta har lösts med hjälp av en värmespiral som förs upp mellan blocken som figur 2.2.4 visar. Operatörerna på Fredrikstadsfabriken kommenterade att denna lösning ej var optimal och efterfrågade en mer effektiv anläggning för värmning av Lecablocken.



Figur 2.2.4: Ugnsenheten.

- **Materiallevereringsenhet**

Blocken från ugnsenheten faller in i ett fack på ett roterande hjul, som kan ses i bild 2.2.5, som i sin tur lämnar av ett set Lecablock till tillverkningslinjen på motsatt sida. Dvs. blocken vänds under denna rörelse och läggs i gjutformen på tillverkningslinjen som även denna kan ses på bilden nedan.

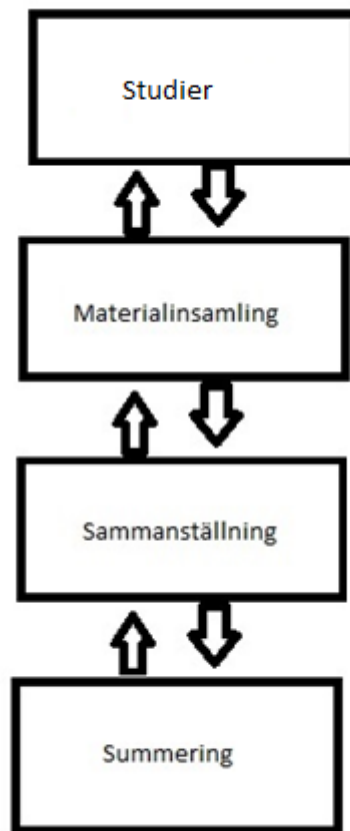


Figur 2.2.5: Materiallevereringsenheten och tillverkningslinjen.

- **Tillverkningslinjen**

Tillverkningslinjen består av ett stort antal L-formade plattor, dessa bildar tillsammans de gjutformar som iso-Lecablocken gjuts i. Tillverkningslinjen kan ses i bilden ovan (fig. 2.2.5) tillsammans med materiallevereringsenheten (överst i bild).

3. METOD



Figur 3.1: *Arbetsmetod.*

Metoden som använts sammanfattas med hjälp av figur 3.1. För att få tillräcklig kunskap inom berörda områden startades projektet med att samla in information om den nuvarande anläggningen samt grundläggande kunskap om vad iso-Lecablock är m.m. Information som presenterats i teoretiskreferensram. Detta material sammanställdes och strukturerades upp så att planeringen för arbetet kunde läggas upp. Slutligen sammanställdes allt material som arbetats fram. I summeringsfasen arbetades det även fram en simulering av materialflödet som tydligt visar hur materialet transporteras fram till tillverkningslinjen.

3.1. Arbetsgång

Arbetet har i huvudsak utförts i Chalmers tekniska högskolas lokaler där tillgång på expertis var stor. Arbetet omfattar 800 timmar fördelat på 10 veckor.

- I projektets start inriktades arbetet främst på att samla in kunskap om det befintliga materialflödet. Detta gjordes via kundbesök både hos Weber och Graniten.
- En kravspecifikation arbetades fram och verifierades av Graniten.
- Inläring av grunderna i Robotstudio.
- Olika layoutförslag för materialflödet togs fram med hjälp av RobotStudio, där många komponenter konstruerats i Pro/ENGINEER.
- De olika komponenterna i materialflödet programmeras i RobotStudio så att materialflödet kan simuleras.

- En prototyp av isolationpanelsfästet arbetas fram med hjälp av Pari Plast.
- Olika prototyper av en kontroll av slutprodukten arbetas fram med hjälp av expertis från Corepixel.

4. AUTOMATISERAD ANLÄGGNING

4.1. Kravspecifikation

- **Formella krav**

Arbetet skall utföras på svenska och omfatta 800 arbetstimmar. Arbetet är en förstudie och resulterar inte i en färdig anläggning.

- **Funktionskrav**

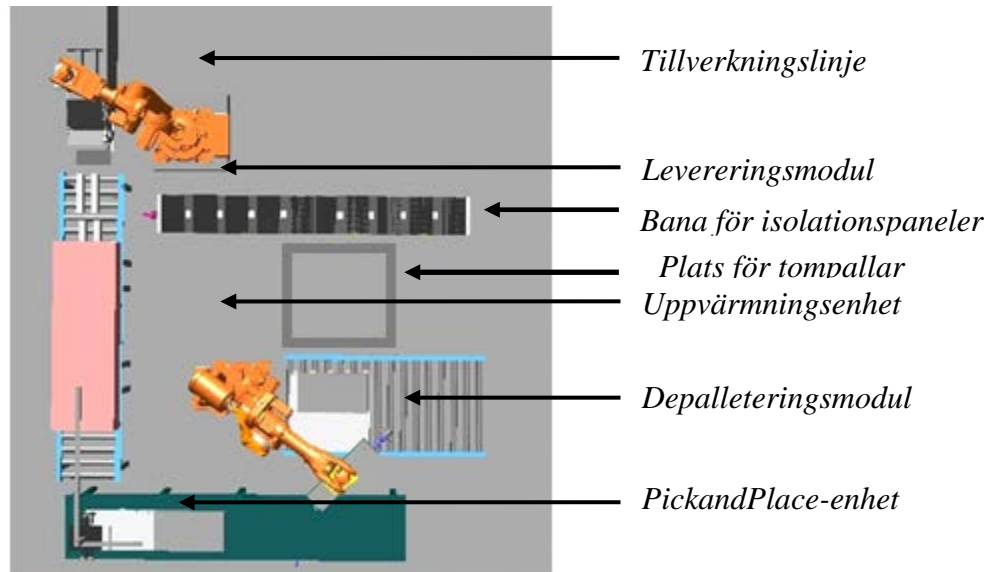
- Depalletering samt sammanfogande av iso-Lecablock
 - Förstudien skall erbjuda en lösning för depalletering. Roboten som används skall vara anpassad för att lyfta minst 155 kg, där verktyget beräknas väga ca. 100 kg.
 - Förslag på uppvärmning av Lecablock.
 - Det skall finnas en lösning för förflyttning av två parallella Lecablock från uppvärmningskomponenten till existerande löpande band.
 - En lösning för placering av isolationspanelen skall finnas med i förstudien.
- Fäste för isolationspanel
 - En lösning för placering av isolationspanelen skall redovisas i förstudien. Panelen måste hållas centrerad mellan blocken fram till det att PUR-skummet härdar.
 - Lösningen bör vara simpel för att minimera tillverkningskostnader.
 - Lösningen skall vara utformad så att PUR-skummet inte hindras av fästet.
 - Lämpligt tillverkningsmaterial skall anges.
 - Fästet skall utformas på ett sådant sätt att de är staplingsbara.
- Kontroll av slutprodukt
 - Det bör finnas ett förslag på hur en kontroll av slutprodukten skall genomföras.

- Gränssnitt
 - Lecablocken skall lastas av från pall till bana med hjälp av en ABB-robot. Pallarna fraktas till roboten med hjälp av externa truckar.
 - 88 stycken Lecablock per pall, vilket medför att det måste levereras en ny pall var 383:e sekund.
 - Lecablocken skall depalleteras 11 stycken (en rad) i taget och placeras så att de lätt kan transporteras in i uppvärmningsugnen med kortsidan först. Temperaturen på Lecablocken när de lämnar ugnen bör ligga över 15° C men inte överstiga 22° C.
 - Från ugnen måste Lecablocken parvis hämtas med en cykeltid på 7 sekunder.
 - Isolationspanelerna skall hämtas till tillverkningslinjen och placeras mellan Lecablocken med en cykeltid på 7 sekunder.
- **Övriga krav**
 - Användarvänlighet och underhållbarhet
 - Lösningen skall vara enkel att ställa om vid produktionsändringar då detta är vanligt förekommande.
 - Kapacitet
 - Det skall levereras ett set av två Lecablock till det löpande bandet var 7:e sekund för att överensstämja med det övriga produktionstempot.
 - Det skall placeras en isolationspanel mellan de två Lecablocken innan de når munstycket för PUR-skummet.
 - Kontroll av slutprodukt bör genomföras efter härdning.
 - Säkerhet för materialhanteringen
 - Isolationspanelerna får under inga omständigheter skadas.
 - Dokumentation
 - Förstudien skall dokumenteras i en teknisk rapport.
 - Det bör finnas en robotsimulering på lösningen (ABBs RobotStudio).
 - Det skall finnas en modell samt ritning på fästet för isolationspanelen (Pro/ENGINEER).
 - Tillverkningslinjen är den enda delen av den befintliga anläggningen som kommer att återstå när ett nytt materialflöde byggs upp.
- **Krav på sekretess**
 - Då denna produkt ännu inte nått marknaden är det ytterst viktigt att tredje man inte kan avläsa materialet på isolationskomponenten. Inte

heller får företagets namn nämnas i slutrapporten då de vill hålla projektet hemligt. Detta görs möjligt via publicering av en reducerad rapport. Originalrapporten kommer enbart finnas tillhanda för företaget samt berörda parter på skolan.

4.2. Tillverkningslinjens materialflöde

Tillverkningslinjens materialflöde kan delas upp i två stycken delflöden som sammansluts precis innan Lecablocken och isolationspanelen tillsammans placeras i tillverkningslinjens gjutformar. Detta kan ses i bild 4.2.1.



Figur 4.2.1: Översiktsbild av automationslösningen (ovanifrån) av materialflödet hos Webers iso-Lecablockstillverkning

Det första materialflödet levererar Lecablocken från pall till tillverkningslinjen. I detta flöde plockas Lecablock i sett om elva av från pallen och placeras på ett transportband som i sin tur flyttar blocken till PickandPlace-enheten. PickandPlace-enheten plockar sedan i sin tur ett set Lecablock var 7:e sekund och placerar dem på transportbandet som för blocken till ugnen. Blocken transporteras genom ugnen med en hastighet på 0,1 m/s.

Materialflödet för isolationspanelerna består av ett specialutformat transportband som flyttar isolationspanelerna i set om 20 stycken fram till panelhissen. Panelhissen lyfter upp isolationspanelerna så att materiallevereringsroboten enkelt och tidseffektivt kan plocka upp dem innan roboten plockar upp Lecablocken som finns på det utgående transportbandet vid ugnsenheten. När materiallevereringsroboten plockat upp såväl isolationspanelen som Lecablocksparet återstår bara själva leveransen till tillverkningslinjen. Denna sker med en cykeltid på sju sekunder där roboten börjar lägga in materialet redan innan gjutformarna nått sitt slutgiltiga horisontella läge. För att säkerställa att isolationspanelen inte flyttar på sig innan gjutformarna nått sitt slutläge följer roboten med tillverkningslinjens rörelse en kort stund till det att formen stängts.

4.3. Depalleteringsmodul

Depalleteringsmodulen är den modul som ansvarar för förflyttningen av Lecablocken från pall till transportbandet som leder till uppvärmningsenheten, samt förflyttning av tompallen som Lecablocken har fraktats på bort från det ingående transportbandet, se figur 4.4.1.



Figur 4.4.1: Depalleteringsrobot strax efter avlämning av Lecablock till transportandet som leder till PickandPlace-enheten.

4.3.1. Depalleteringsrobot och robotverktyg

En robot, ABB 6640-185-255, används för att plocka Lecablocken från en palltransportör och lasta av dessa på transportören som leder till uppvärmningsmodulen. Roboten, som har en räckvidd på 2,55 m och lyftkapacitet på 185 kg, arbetar med ett verktyg (fig. 4.4.2.1) som utvecklats i ett tidigare projekt av Graniten Engineering AB. Verktygets vikt uppskattas till 100 kg.

Roboten arbetar i 10 olika rutiner, varav åtta för att hämta och en för att lämna Lecablock samt en rutin för att flytta bort pallen från transportbandet så att nästkommande pall med Lecablock kan levereras utan inblandning av personal. Vägen mellan dessa punkter är fria från hinder. Vid start av roboten körs en hemkörningssekvens där roboten återgår till sin hemposition.

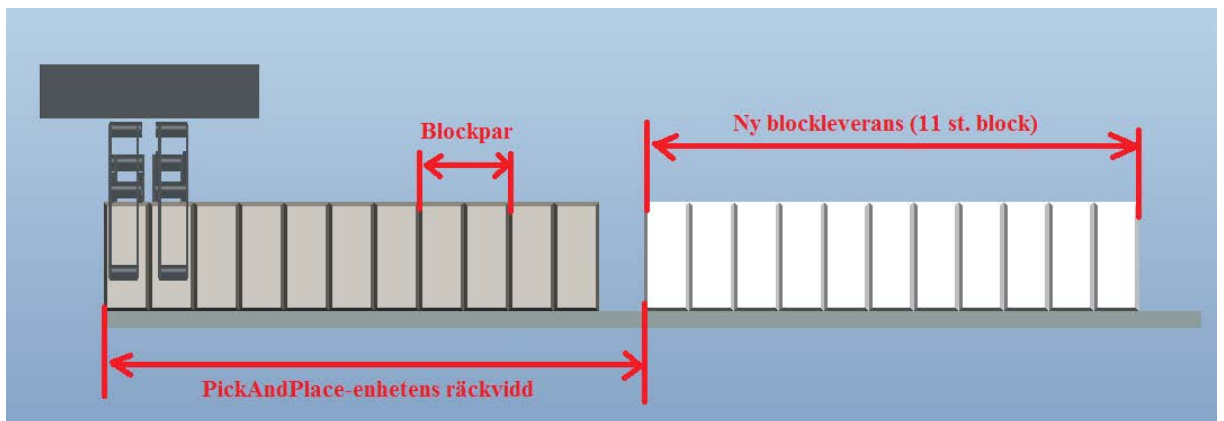


Figur 4.4.2.1: Depalleteringsverktyget.

Verktyget är utformat för att enkelt kunna plocka upp Lecablock från pall och placera dem i set om 11 st. på ett transportband. Verktyget kan också lyfta pallar, för att plocka bort tompallar från transportbanan.

4.3.2. Transportör till uppvärmningsmodul

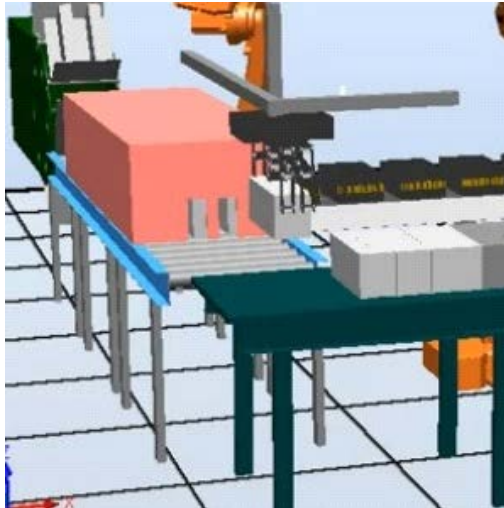
En transportör flyttar blocken i horisontalled så att de kommer inom räckhåll för PickandPlace- enheten. När enheten plockat de fem första blockparen kommer det att återstå ett block. Detta kommer att plockas upp av PickandPlace-enheten som sedan hämtar det första blocket i nästkommande blockleverans när det har nått slutposition för transportbandet. När det finns 12 stycken Lecablock inom räckhåll för PickandPlace-enheten plockas sex stycken blockpar innan nästa blockleverans sker. Till följd av det udda antalet block i leveranserna kommer cykeltiderna för roboten att skilja sig åt. Då det inte återstår något block inom räckhåll för PickandPlace-enheten kommer det att ske en ny leverans efter 35 sekunder. Vid de tillfällen som det återstår två block, dvs. varannan gång, sker nästa leverans först efter 42 sekunder. Nedan finns en illustration (fig. 4.4.3.1) som visar PickandPlace-enhetens räckvidd i förhållande till blockleveranserna.



Figur 4.4.3.1 : Överblick över PickandPlace-enhetens räckvidd.

4.4. Uppvärmningsmodul

Uppvärmningsmodulen är den modul som ansvarar för att leverera de uppvärmda Lecablocken till materiallevereringsroboten. PickandPlace-enheten plockar upp ett set av Lecablock från depalleteringens transportband och placerar dem på transportbandet som går igenom ugnsenheten, se figur 4.5.1. När Lecablocken nått slutet på ugnsenhetens transportband är de inom räckhåll för materiallevereringsenheten som där övertar ansvaret för leveransen till tillverkningslinjen.

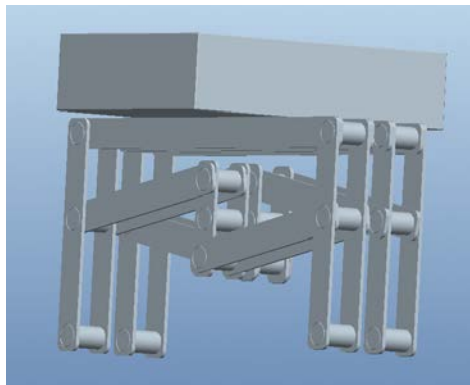


Figur 4.5.1: Uppvärmningsmodulen där PickandPlace-verktyget arbetar med att flytta Lecablock till ugnen.

4.4.1. PickandPlace-modul

Modulen hämtar ett blockpar från transportbandet och placerar det på uppvärmningsmodulens tillhörande transportband. Detta görs med en cykeltid på 7 sekunder. Verktøget arbetar med en hastighet på 0,5 m/sekund, vilket gör att väntetiden skiljer sig åt beroende på vilket blockpar som skall hämtas.

Verktøget i PickandPlace-modulen är utformat för Lecablock med dimensionerna 500x200x82 mm. Se figur 4.5.2.1 eller Webers ritning för deras redan existerande greppverktøg som PickandPlace-enheten har baserats på, Appendix I. Verktøget innehåller även en funktion som skapar en spalt mellan blocken innan de placeras på uppvärmningsmodulens transportband så att värmeelementet kan värma upp insidan av blocken. Avståndet mellan blocken kan enkelt justeras i programkoden till verktøget.



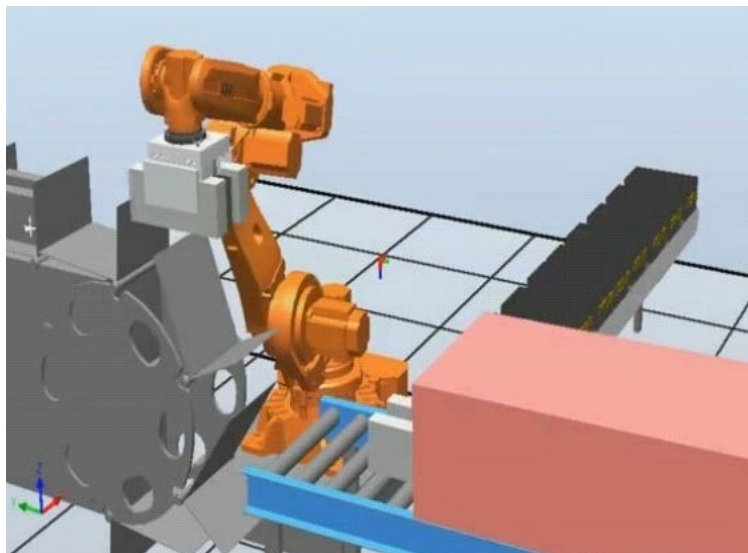
Figur 4.5.2.1: PickandPlace-verktøget.

4.4.2. Uppvärmningsanordning

Uppvärmningsmodulens yttermått är 2,4 m lång och 0,8 m bred, och med det tillhörande transportbandet som fraktar blocken genom modulen blir det totala längdmåttet 3,9 m. Hastighet på transportbandet har valts till 0,1 m/s för att klara av att möta upp mot produktionstakten, vilket leder till att blocken kommer att uppta värme från modulens värmekälla under ca 24 sekunder. Hastigheten har baserats på att blocken måste röra sig 700 mm var 7:e sekund. När blocken lämnat uppvärmningsenheten har den uppvärmda ytan en temperatur på mellan 16-21°C. För att uppvärmningen skall ske så effektivt och miljövänligt som möjligt finns 4 olika inställningar på enheten, där den högsta inställningen skall användas när temperaturen på de ingående blocken ligger under -10°C.

4.5. Materiallevereringsmodul för tillverkningslinjen

Materiallevereringsmodulen är den del som slutligen levererar isolationspanelen och Lecablocksetet till tillverkningslinjen, på illustrationen nedan (fig. 4.6.1) syns det hur materiallevereringsroboten håller allt material som skall levereras. Detta är möjligt till följd av den lösning av robotverktyg som har utformats för att kunna lyfta såväl isolationspanelen som Lecablocksetet samtidigt.



Figur 4.6.1: Materiallevereringsmodul, där roboten arbetar med att leverera materialet till tillverkningslinjen efter att ha plockat upp ett set Lecablock med mellanliggande isolationspanel..

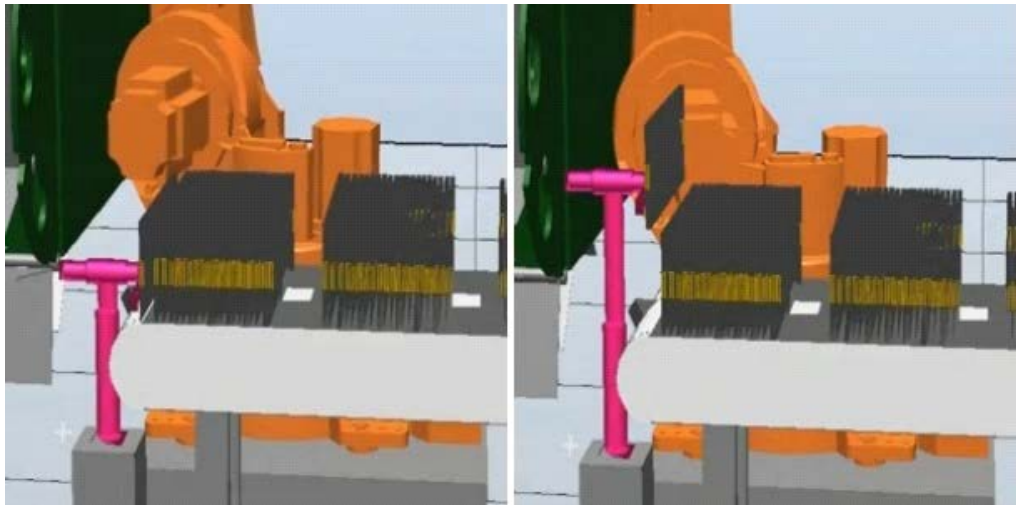
4.5.1. Transport av isolationspaneler

Transportbandet är uppdelat i olika sektioner där varje sektion är 348 mm lång, vilket gör att det finns plats för 20 stycken paneler med respektive fästen. Det finns sammanlagt 10 stycken sådana sektioner på transportbandet vilket gör att transportbandet kan fyllas på, antingen av personal eller också av en automatiserad maskinenhet, med en cykeltid på 23 minuter. Sektionerna delas upp av kilar som sitter fast på transportbandet som skall förhindra att panelerna välter eller flyttar sig i förhållande till transportbandet när det är i rörelse, se Appendix II.

4.5.2. Panelhiss

Panelhissen är placerad i slutet av transportbandet och står riktat mot dess kortsida, se ritning Appendix III och figur 4.6.3.1. Panelhissen skall leverera en panel till materiallevereringsroboten var 7:e sekund. När ett nytt set om 20 paneler med tillhörande fästen transporterats fram till transportbandets slut får panelhissen en signal som verifierar att den kan plocka panelen som står i läge 1, dvs. den som ligger närmast. Hissen kan plocka alla 20 panelerna som ligger i den från panelhissen sett närmsta sektionen av transportbandet, vilket gör att cykeltiden varierar beroende på vilken isolationspanel i ordningen som den ska hämta. När en panel hämtats höjer

panelhissen upp denna så att det är möjligt för materiallevereringsroboten att gripa den.



Figur 4.6.3.1: Illustration av isolationspanelsleverans via panelhissen.

4.5.3. Materiallevereringsrobot

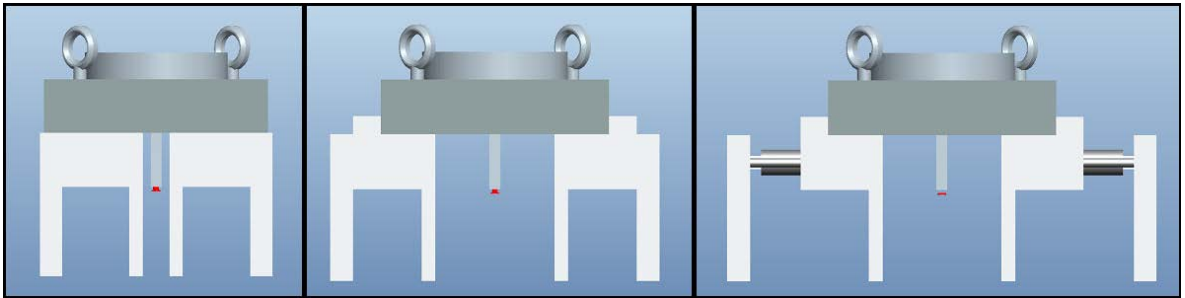
En robot, ABB IRB6640-150-220, används för att plocka och placera material i tillverkningslinjen. Roboten har en räckvidd på 2,20 m och en lyftkapacitet på 150 kg. Då tillverkningslinjen är i konstant rörelse har roboten en conveyor tracking-funktion som gör att roboten följer tillverkningslinjen tills det att gjutformen helt har slutit sig runt Lecablocken. Roboten jobbar i fyra olika rutiner, två för att hämta material och en för att lämna material, samt en hemkörningsrutin. Vägen mellan dessa är fria från hinder.

Robotens conveyor tracking-funktion gör att den följer med tillverkningslinjen med synkroniserad hastighet vid avlämning av material. Det sitter en pulsgivare som har koll på hur fort linjen går, denna är kopplad till roboten som därmed vet var positionen som den skall lägga ifrån sig produkterna befinner sig. I programvaran finns också en funktion för att kunna följa tillverkningslinjens rörelser.

4.5.4. Parlyftsverktyg

Parlyftsverktyget är utformat för att lyfta upp en isolationspanel tillsammans med ett set Lecablock, se ritning Appendix IV och figur 4.6.5.1. Verktyget har två stycken sugproppar som skall hålla isolationspanelen på plats fram till det att allt material levererats till tillverkningslinjen. För att hålla i Lecablocken finns det två cylinderdrivna gripklor med justerbart grepp, som även är justerbara i sidled via en servomotor, som plockar upp blocken synkroniserat. Blocken kan på så vis flyttas i sidled i förhållande till varandra vilket gör att man enkelt kan ställa om tillverkningen för att tillverka bredare respektive tunnare iso-Lecablock. Denna funktion används även för att inte skada blocken när man sätter ner dem i gjutformen. Blocken är till en början placerade med ett mindre c/c-mått än vad de har när robotverktyget till slut släpper dem. Detta för att inte kanterna på Lecablocken skall slå i några av

gjutformens kanter och på så vis bli skadade. På Lecablocken ovansida och undersida placeras en plastfilm. Denna plastfilm fungerar som ett skydd och tätning kring blocken och gjutformen för att skummet inte ska fästa på bandet. Se figur 4.6.5.1.



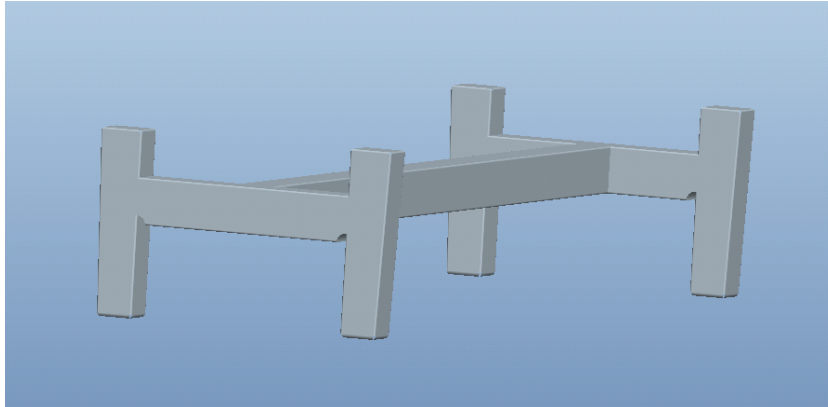
Figur 4.6.5.1: Parlyftsverktygets extremlägen där den första bilden (från vänster) visar verktyget helt stängt och där den andra bilden visar verktyget då Lecablocken skjutits ut maximalt i sidled samt där den tredje bilden visar de cylinderdrivna griplorna i öppet läge.

5. ISOLATIONSPANELFÄSTE

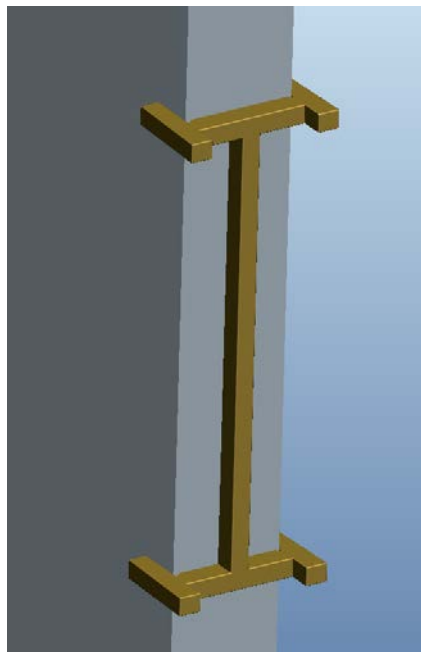
5.1. Funktion

Fästet har konstruerats för att sitta på vardera kortsida av panelen och hålla den på plats med hjälp av gjutformen på tillverkningslinjen fram till det att PUR-skummet har härdat. Detta gör att fästet kan användas oberoende av avståndet mellan Lecablocken.

Utformningen av fästet gör det möjligt att placera fästet på panelen utan att använda sig av någon sammanfogningsmetod. Se Appendix V, figur 5.1.1 och figur 5.1.2.



Figur 5.1.1: Isolationpanelsfäste.



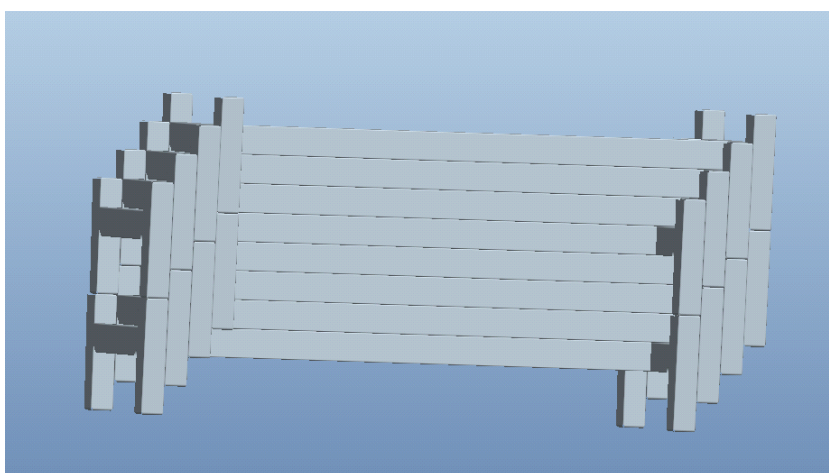
Figur 5.1.2: Fästet monterat på isolationspanelens kortsida.

5.2. Material

Fästet kan tillverkas av plasterna polypropen eller polyeten (hög densitet) och den uppskattade kostnaden av ett fäste ligger mellan 20-30 öre om man väljer att använda sig av återvunnet material. Verktuget för att tillverka fästena beräknas kosta mellan 70 000-80 000 kronor. Prisuppgifterna är baserade på ett möte med Pari Plast, där konceptet presenterades och formsprutning bestämdes som mest lämpliga tillverkningsmetod.

5.3. Staplingsmöjligheter

Fästena kan staplas i set om fyra och bygger då en höjd på 17,5 mm. Varje set utöver det första bygger sedan på 10 mm. Vilket gör att en stapel på 12 st. har dimensionerna 16,7x56,0x37,5 mm. På illustrationen nedan, fig. 7.2, syns två staplar i set om fyra staplade på varandra.



Figur 5.3.1: Stapel med 8 stycken isolationspanelsfästen.

6. KONTROLL AV SLUTPRODUKT

6.1. Funktion

För att säkerställa att funktionen hos slutprodukten verkligen finns, dvs. att det färdiga blocket har det låga värmegenomgångstal som det skall möta upp mot, krävs att isolationspanelen är hel. Därför är en kontroll av den färdiga slutprodukten nödvändig. Nedan följer några förslag på eventuella kontrollmetoder.

6.2. Värmekamera med värmekälla eller värmesänka

En värmekamera känner av olika temperatursignaturer (temperaturskillnader) som finns naturligt i rummet. Dessa signaturer varierar i intensitet beroende på yttemperatur, inte materialets medeltemperatur. Detta gör att det kan bli problematiskt att kontrollera isolationspanelen i sidled då det är mycket material som måste värmas upp eller kylas ner innan blockets utsida ändrar temperatur. Om man då istället kontrollerar blocken i höjdlängd så elimineras isolationspåverkan, vilket leder till att en uppvärmning eller avkylning sker effektivare. Om värmegenomföringstalet är för högt på blocken så kommer yttemperaturen på skummet att vara högre än normalt vilket indikerar på att isolationspanelen har skadats. Kameran skickar då en signal till ett larmsystem som informerar operatören att blocket skall kasseras. Möjligheten att koppla upp kameran till en automatiserad anläggning finns också.

Detta är ett system som fungerar i teorin. Det måste alltså testas innan man kan säga med all säkerhet att det fungerar. Faktorer som påverkar är hur effektivt PUR-skummet värms upp samt hur stor skillnaden blir mellan en hel och en trasig isolationspanel.

En annan tänkbar lösning är att kontrollera enbart panelerna innan de gjuts in i blocken, men även här måste tester utföras för att verifiera om temperaturskillnaderna blir märkbara på tillräckligt kort tid (sju sekunder). Risken att panelerna skadats efter denna kontroll kvarstår oavsett vilket leder till att man aldrig med 100 % säkerhet kan lita på att alla paneler är intakta i slutprodukten.

Priset på kameran som skulle vara aktuell ligger på ca 55 000 kr och finns hos bland annat hos Corepixel.

6.3. Röntgen

Möjligheten att röntga blocken finns. Det som man i teorin skall upptäcka är skador i det skyddande materialet som omsluter panelen. För att en panel skall vara defekt räcker det med en ytterst liten skada vilket gör att man måste använda sig av en mycket högupplöst röntgenapparat. Även om man investerar i en mycket avancerad röntgenapparat finns det inga garantier för att man upptäcker skador som till exempel uppstår i svetsfogarna vid tillverkning av panelerna.

Röntgenapparaten avger en strålning som i förlängningen är skadlig för människorna som arbetar i dess närhet vilket gör att anläggningen måste byggas in.

6.4. Högtalare och mikrofon

En högtalare eller en hammare placeras på ena sidan om iso-Lecablocket och en mottagare på den andra sidan. Om högtalaren avger en ton kommer den att förändras när ljudet färdas igenom de olika materialen. I teorin kommer ljudet som passerar en intakt panel att vara dovre än om panelen är skadad. I teorin skulle det även fungera att använda sig av en hammare som slår ett slag i blocken för att en ljudvibration skall uppstå. Då skillnaden i ljud uppskattas till att vara mycket låg måste ljudnivån i lokalen vara mycket låg. Detta leder till att ett ljudisolerat rum måste byggas.

Även denna lösning är en teori och skall testas innan större investering görs.

7. MATERIALFLÖDESSIMULERING

Till följd av RobotStudios upplägg har simuleringen delats upp i tre olika huvuddelar, en visuell del, en del med programkod för vardera robot och en del där alla ”smarta komponenter” definierats. De ”smarta komponenterna” hör egentligen till den visuella delen men är en så pass stor undergrupp att de behandlas som en egen. Dessa olika grupper kommer att behandlas var för sig för att det skall vara enkelt att följa. Det är dessa tre delar som tillsammans bildar den fullständiga simuleringen där de olika delarna kan röra sig var för sig men också i förhållande till varandra.

Resultatet av simuleringen är filmen `weber_materialflöde.wmv`

7.1. Visuell del i programmering av materialflödet

För att simulera de händelser som skall ske i verkligheten när man kör robotarna behöver man tala om för programmet vad som skall sitta ihop med vad och var saker och ting skall vara när programmet startar. Detta görs med hjälp av olika event. I Bilaga VI finns en lista på de event som skapats för att simuleringen skall bli någorlunda trovärdig. Dessa event aktiveras eller deaktiveras i rapidkoden, det vill säga den kod som även styr robotarna. För att trigga de olika eventen som har skapats måste man använda sig av olika signaler i form av olika variabler. Alla de signaler som definierats finns specificerade i en lista i Appendix VII.

De event som används kan delas in i tre olika grupper, en återställningsgrupp, en grupp som handhåller de event som hör till depalleteringsroboten samt en grupp som handhar allting som rör materiallevereringsroboten.

DoResetAll-eventet är det event som nollställer alla andra triggersignaler, det vill säga att när denna är aktiv så finns det inga andra aktiva event, medan doResetAllBlock-eventet återställer alla flyttade komponenter till respektive ursprungsläge. Dessa två är de event som tillsammans bildar återställningsgruppen.

De event som rör depalleteringsroboten är alla event som fäster samt lossar Lecablocken och pallen med robotverktyget. Det finns ett event för att lossa och ett event för att fästa varje block samt även för pallen.

Den grupp som återstår är de som rör materiallevereringsroboten och fäster samt lossar ett Lecablockset samt en isolationspanel med robotverktyget.

7.2. Smarta komponenter

Vissa komponenter har i simuleringen valts att illustreras som en ”Smart Komponent” vilket innebär att man kopplar de grafiska delarna till ett programmerat händelseförlopp. Detta är ett sätt att kunna skapa större och mer komplicerade program än vad som hade varit möjligt med enbart eventhanteringen.

7.2.1. Panelhiss

Panelhissen är, som tidigare nämnts i rapporten, den komponent som står i slutet av isolationspanelernas transportband. Den går fram till den isolationspanel som står närmast och greppar denna. När isolationspanelen plockats återgår panelhissen till sitt horisontella ursprungsläge för att sedan lyfta upp isolationspanelen vertikalt så att materiallevereringsroboten enkelt och tidseffektivt kan plocka den. Denna rörelse görs med hjälp av en cylinder.

Simuleringen är begränsad till att enbart hämta en isolationspanel, man skulle enkelt kunna utveckla detta på olika sätt genom att kopiera komponenten och skriva in nya distansvärden eller genom att bygga vidare i själva komponenten.

I programkoden, Appendix VIII, syns det tydligt att det finns två stycken delprogram som kan uppfattas som oberoende av varandra, så är inte fallet utan de är i högsta grad beroende av varandra. Den första händelsen i programkoden är att *Panel1_MovePickPanel* aktiveras, det är detta block som flyttar fram gripdon till isolationspanelens läge. Under tiden som denna rörelse utförs så är *Panel1_DetachVagratkolv* aktiv vilket gör det möjligt att flytta den vågräta kolven oberoende av de andra delarna i komponenten. När panelhissen står i det läget där den kan hämta upp en panel aktiveras *Panel1_MoveHome* som ansvarar för den vågräta förflyttningen tillbaka till panelhissens startläge. Rörelsen som sker efter att komponenten har hämtat sin isolationspanel och återgått till sitt startläge är rörelsen i vertikalled och för att isolationspanelen skall följa med greppdon i dessa rörelsen måste *Panel1_AttachPanel* aktiveras. Under tiden som dessa två förflyttningar sker är *Panel1_AttachVagratkolv* aktiv. Detta är en försäkring på att panelhissens alla delar rör sig på önskvärd sätt, i teorin är inte detta block nödvändigt. När hissen står i sitt uppställda läge ”släpper” den panelen så att materiallevereringsroboten kan hämta upp den utan att det blir några konflikter. I verkligheten kommer inte panelhissen att släppa panelen förrän det att materiallevereringsroboten har ett fast grepp om panelen. Det är först nu som det andra delprogrammet kopplas in. När roboten kommer och skall hämta isolationspanelen så finns det en så kallad ”Plane Sensor”, detta är ett plan som har lagts till för att känna av när det är någonting som passerar dessa koordinater. När roboten kommer reagerar blocket genom att skicka ut en positivsignal till SR-vippan som i sin tur håller en aktiv signal fram till det att panelhissen återigen är i sitt startläge.

7.2.2. PickandPlace-enhet

Den smarta komponenten PickandPlace är den komponent som flyttar ett set av Lecablock i taget från ett transportband till uppvärmningsenheten, det vill säga att den placerar ut setet av Lecablock med ett avstånd från varandra på transportbandet som går igenom ugnen.

För att kunna få en översiktlig bild av programkoden har underprogram tagits fram, detta är också ett sätt för att slippa programmera samma sekvens flera gånger . Huvudprogrammet finns bifogat längst bak i rapporten som IXa.

Till följd av användning av underprogram får huvudprogrammet en mycket enkel struktur. Det gör att man tydligt kan se vilken panel som programmet håller på att arbeta med för tillfället. Simuleringen är dock begränsad till att enbart plocka 6 stycken blockset. Anledningen till detta var att begränsa arbetet i projektet, dock utan att tappa allt för mycket logik i simuleringen. Trots dess begränsning visar simuleringen alla svårigheter som komponenten ställs inför.

De olika blocken som finns med i huvudprogrammet är alla upplagda på samma sätt. Det enda som skiljer är de olika parametrarna som bestämmer avstånd samt vilka komponenter som berörs. I *PickandPlace2*-programmet, bilaga IXb, ser man tydligt att det första som sker är förflyttning för att nå det blockparet som skall plockas. När enheten har nått en position precis ovanför ett blockset aktiveras *MoveParlyftUpAndDownPick*, bilaga IXc. Gripdonet går då ner och sluter sig runt de två Leckablocken för att sedan flytta dem vidare till ugnsenheten. *PickandPlace*-enheten återgår nu till sin startposition för att sedan gå vidare till avlämningsstationen som är samma för alla. I denna position aktiveras *MoveParlyftUpAndDownLeave*, bilaga IXd, som flyttar ner parlyften och lämnar blocken på transportbandet. Nu återstår det bara för *PickandPlace*-enheten att återvända till sin startposition samtidigt som samma ansvarar för att Lecablockens rörelse genom ugnen aktiveras, se Appendix IXe.

7.2.3. Transportbandtillverkningsenheten

Detta är den enda delen som kommer vara kvar från den föregående materialflödeslösningen. Transportbandet är i konstantrörelse där det ”bildas” en ny gjutform var 7:e sekund. Huvudprincipen bakom den simulerade komponenten är att det stora hjulet driver fram formarna som i sin tur fortsätter framåt i horisontell riktning och på så vis bildar ett transportband. Formarna är från början fastsatta i det roterande hjulet som börjar sin rotation så fort insignalen för att aktivera komponenten kommer. Utöver denna rotationsdel så finns det fem stycken separata program som alla är fristående från varandra. Dessa är uppbyggda med hjälp av olika tidsgivare som är inställda på olika tider för att på så vis släppa formarna i ett horisontellt läge. När formarna lämnat det roterande hjulet fortsätter formarna fram till det att man stänger av funktionen. Programkoden finns bifogad som Appendix X.

7.2.4. Transportband ugnsenheten

Detta är den smarta komponenten som flyttar Lecablockset ut från ugnen och placerar dem inom räckhåll för materiallevereringsroboten. Programkoden säger att så länge som ”Plane Sensor” inte skickar ut en aktiv signal så skall blocken röra sig framåt, se Appendix XI.

7.3. Rapidprogrammering för depalleteringsrobot och materiallevereringsrobot

Depalleteringsroboten är den robot som flyttar alla Lecablock från pallen till transportbandet som leder fram till PickandPlace-enheten, samt flyttar bort pallen från det ingående transportbandet så att nästkommande pall kan flyttas fram utan utomstående part. Materiallevereringsroboten är den robot som plockar upp material och levererar det till tillverkningslinjen. I respektive programkod finns även den kod som anropar eventen men dessa kommer inte att laddas ner till en robot om man använder sig av RobotStudios funktion för detta, vilket gör det möjligt att direkt ladda ner programkoden till respektive robot när man vet att simuleringen fungerar. Detta underlättar omställningen och gör uppstarten av ett nytt system betydligt effektivare.

Programmen är skrivna i kronologisk ordning och är mycket enkla att följa. Vid sidan av programkoden finns även kommentarer för att göra programmet ännu tydligare. Mycket av programkoden kan hämta direkt från det virtuella rummet genom att lägga in olika arbetsobjekt, som i sin tur består av olika robotpunkter. Av dessa robotpunkter skapar man en väg för roboten att gå. Det är dessa vägar som i sin tur bildar de olika subrutinerna som anropas i Main-programmet. Det ”skelett” som byggts upp i det virtuella rummet förs över till rapidkod med hjälp av RobotStudio där man sedan lägger till och förfinar koden tills programmet fungerar som de

Programkoden för depalleteringsroboten finns i Appendix XII. Koden är kommenterad för att läsaren enkelt skall kunna följa programmet.

Programkoden för materiallevereringsroboten finns i Appendix XIII och även denna kod är kommenterad.

8. SLUTSATS/ DISKUSSION

8.1. Depalleteringsmodul

Den slutgiltiga depalleteringslösningen fungerar precis enligt de krav som ställdes upp i kravspecifikationen. Den plockar upp Lecablocken och placerar dem på transportbandet för vidare förflyttning.

8.2. Uppvärmningsmodul

Uppvärmningsanordningens uppgift har specificerats i kravspecifikationen och utifrån den har modulens huvudsakliga funktion presenterats i ett lösningsförslag. Detta lösningsförslag är dock inte fullständigt vilket innebär att uppgiften inte löstes fullt ut. Anledningen till detta är brist på tidsplanering. Man hade via bättre planering kunnat gjort en djupare studie i hur modulen skulle kunna fungera.

8.3. Materiallevereringsmodul

Syftet med materiallevereringsmodulen var att visa att det rent tidsmässigt är möjligt att plocka allt material och placera det i gjutformarna på tillverkningslinjen innan dessa står i helt uppfällt läge. Detta är någonting som bevisades mycket tydligt med hjälp av den simulering som togs fram med hjälp av Robotstudio.

8.3.1. Parlyftsverktyg

Beskrivningen som finns för parlyftsverktyget specificerar verktygets funktion vilket var den huvudsakliga uppgiften i arbetet.

8.4. Isolationpanelsfäste

Funktionen för isolationspanelsfästet är att hålla isolationspanelen centrerad mellan Lecablocken. Den prototyp som togs fram presenterades i rapporten har inte testats ännu, men bör via några eventuella justeringar efter testning klara av ändamålet. Utformningen av fästet gör det möjligt att montera det på isolationspanelen utan en sammanbindande komponent vilket är mycket bra i miljösynpunkt men också i tillverkningskostnad. Fästet är staplingsbart vilket var ett av de krav som ställdes i kravspecifikationen.

8.5. Kontroll av slutprodukt

Arbetet med kontroll av slutprodukt resulterade i förväntat resultat. Det togs fram flera förslag på eventuella lösningar, men eftersom det ännu inte finns möjlighet att testa ifall dessa kontroller fungerar har dessa inte kunnat verifieras.

8.6. Materialflödessimulering

Simuleringen är den del av arbetet som resulterade i den film som visar hur materialflödet är tänkt att fungera. Filmen i sig gör detta på ett tydligt sätt vilket gör det lätt för berörda parter att förstå vad som händer. Simuleringen kan på så vis ses som en mycket lyckad del i arbetet. Det finns dock en stor nackdel i simuleringen och det är att man inte kan få alla komponenter att röra sig i förhållande till varandra. Till exempel så kan man inte köra transportbandet samtidigt som man kör depalleteringsroboten mer än en kort stund. Det här är självfallet någonting som man skulle kunna justera, men arbetet som krävs är alldeles för omfattande för att arbetsinsatsen skall kunna kvittas med resultatet.

Simuleringen av isolationspanelhissen var förhållandevis enkel att utföra. Det hade dock varit önskvärt om simuleringen visade hur den plockar alla 20 isolationspanelerna, för att visa att den faktiskt har räckvidd för att komma åt alla isolationspanelerna från respektive plats. Man skulle kunna tänka sig två versioner av program för detta där det ena verkligen simulerar hur alla paneler plockas, medan det andra hoppar över plockningen av de paneler som inte står i start eller slutläge. Detta är möjligt med hjälp av ”visa/dölj”-funktionen som enkelt kan infogas i en smart komponent. Version två av lösningarna är den bästa tänkbara om simuleringen skall resultera i en kort och koncis informationsfilm. Vill man däremot ha en fullständig simulering där alla enheter jobbar i förhållande till varandra så är det det första alternativet som gäller. Isolationspanelerna står uppradade på ett transportband som är specialutvecklat för just dessa. Även detta transportband hade man kunnat göra om som en smart komponent, dock utan att det tillför någon ny kunskap då det är högst troligt att berörda parter förstår att det rör sig som vilket transportband som helst.

PickandPlace-enheten har simulerats på ett sådant vis att griplorna inte rör sig i förhållande till varandra, utan det flyttar sig bara i olika led och då som en enhet. Den här PickandPlace-enheten hade kunnat simuleras mer i detalj så att man får en överblick av exakt hur det är tänkt att den skall fungera. Som det är nu syns det inte hur griplorna greppar blocken och inte heller hur de separerar blocken innan de ställs ner på transportbandet. Men som nämnts tidigare så syns den huvudsakliga funktionen vilket kan ses som tillfredsställande, speciellt med tanke på det arbete som hade behövts lägga på att få simuleringen att bli exakt.

Rapidkoden i övrigt var förhållandevis enkel att skriva då den bygger mycket på tidigare kunskaper inom programmering. Det som tog tid var att få robotarna att röra sig utan att kollidera med de övriga komponenterna i rummet, detta löstes med hjälp av olika avståndspunkter som robotarna måste passera innan de kan röra sig vidare till objektet som skall hämtas eller lämnas. Man hade kunnat skriva en kortare programkod för depalleteringsroboten, där man använder sig av en subrutin för avlämning av Lecablocken som är samma för alla. Detta var någonting som testades men ratades efter ett tag främst på grund av förlorad kod vid synkronisering. Så istället för att göra det mesta arbetet i rapidkod utfördes det i det virtuella rummet genom att lägga upp alla robotpunkter där då detta uppfattades som ett säkrare sätt att arbeta. Koden för materiallevereringsroboten är mycket kort där man använder sig av avståndspunkter för att få den att följa med tillverkningslinjens transportband. Detta är inte en optimal lösningen, utan här skulle man istället använda sig av en "Conveyor tracking"-funktion som gör att roboten automatiskt följer med rörelsen hos tillverkningslinjens transportband. Problemet var att kunskapen om denna funktion var mycket bristfällig vilket gjorde att det förstnämnda alternativet valdes. Som alltid kan man skriva programkod på flera olika sätt och oftast brukar koden växa fram allt eftersom och det är mycket sällan som det är denna första kod som är den bäst lämpade. Så är det även i det här fallet men man skall ha i baktanken att det fungerar som det är tänkt och bör därför vara nöjd med resultatet samtidigt som man tar med sig erfarenhet till nästkommande projekt.

9. REFERENSLISTA

- **Corepixel AB**, <http://www.corepixel.se/startside-c-623-1.aspx> (2013-03-01)
Johan Rosdahl VD/CEO
Email: johan.rosdahl@cpriapixel.se
Tel: +46 (0) 10-33 00 140
- **Pari Plast AB**, <http://pariplast.se/> (2013-03-05)
Mikael Pari
Email: mikael.pari@pariplast.se
Tel: +46 (0) 736-940031
- **Weber iso-Lecablocks**specifikation,
<http://www.weber.se/lecareg-produkter/produkter/produkter-lecakulor-lecablock/lecareg-block/lecareg-isoblock.html>
(2013-03-28)
- **ABB RobotStudio**,
<http://www.abb.us/product/seitp327/78fb236cae7e605dc1256f1e002a892c.aspx> (2013-04-20)

I. PICKANDPLACE-MODUL

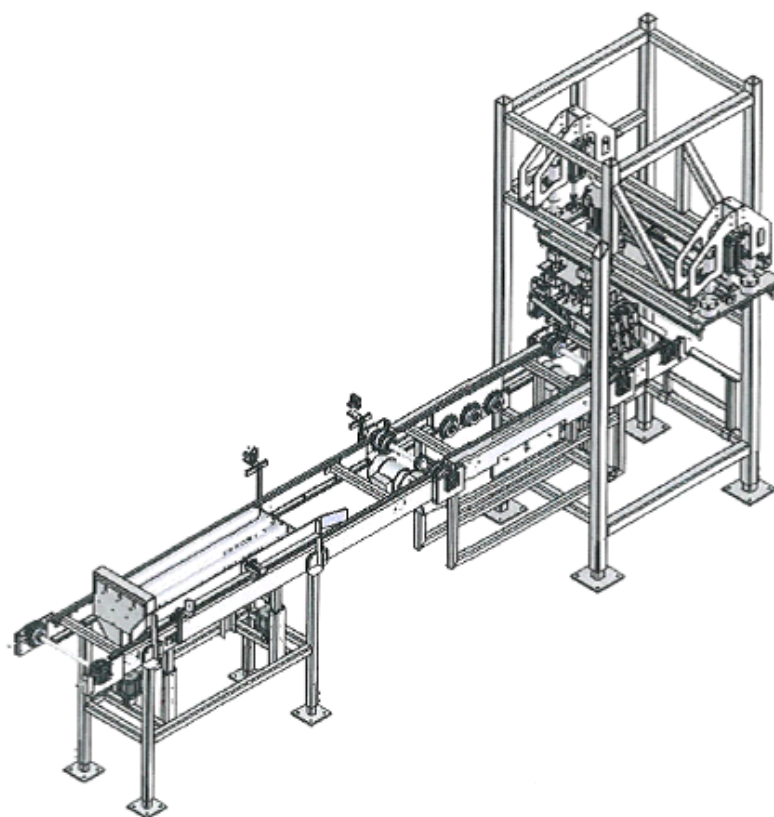


fibo intercon

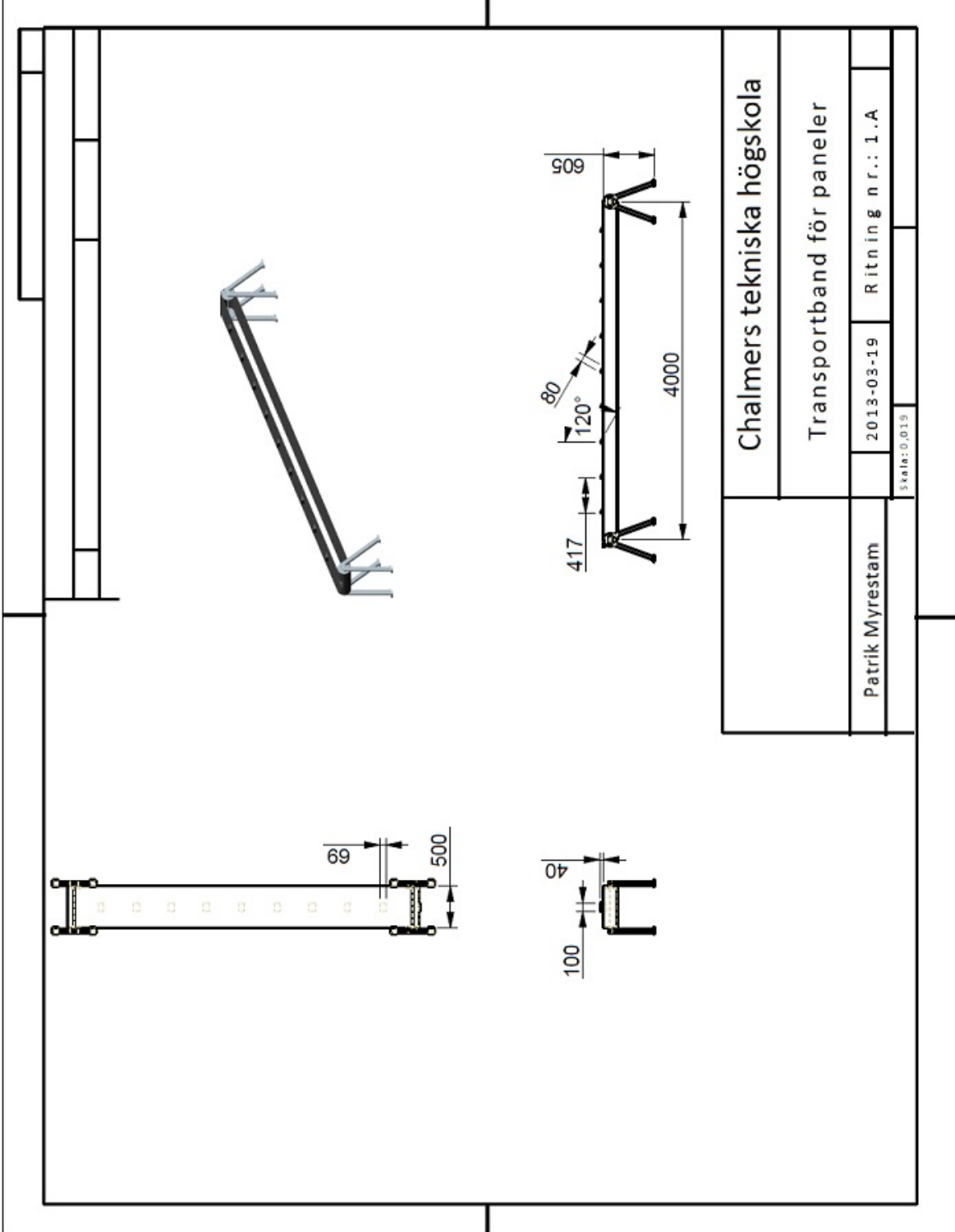
Herningvej 4
DK-6920 Videbæk
+45 9717 1666

Driftvejledning Fødebånd

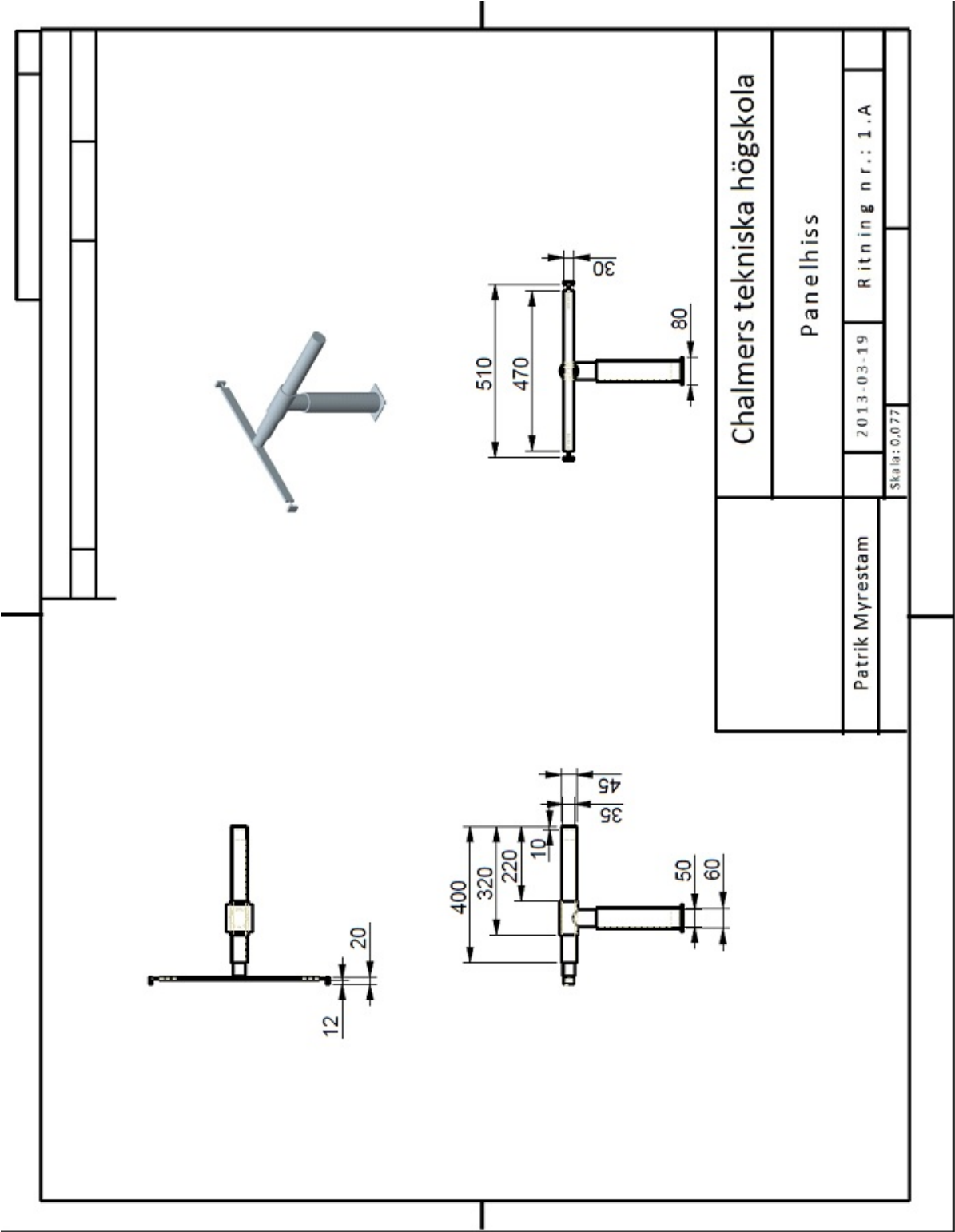
Sag 402803
Kunde Maxit as Leca
Borge
Dato 18-06-2009
Rev
Side 1 af 12



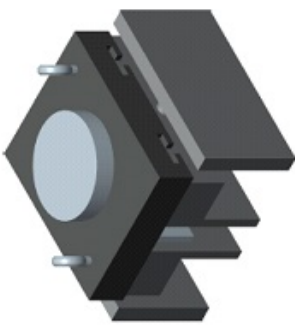
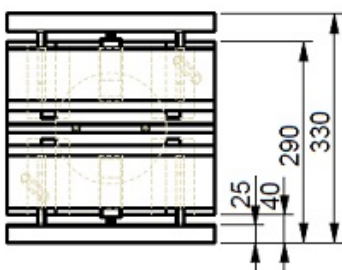
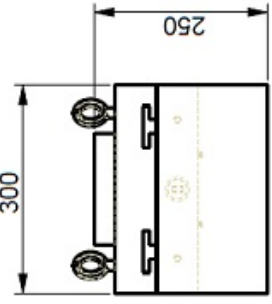
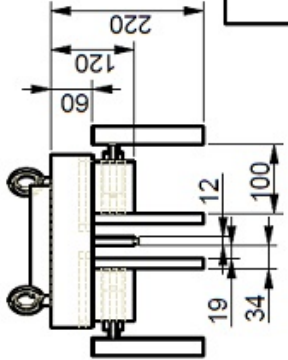
II. TRANSPORTBAND FÖR ISOLATIONSPANELER



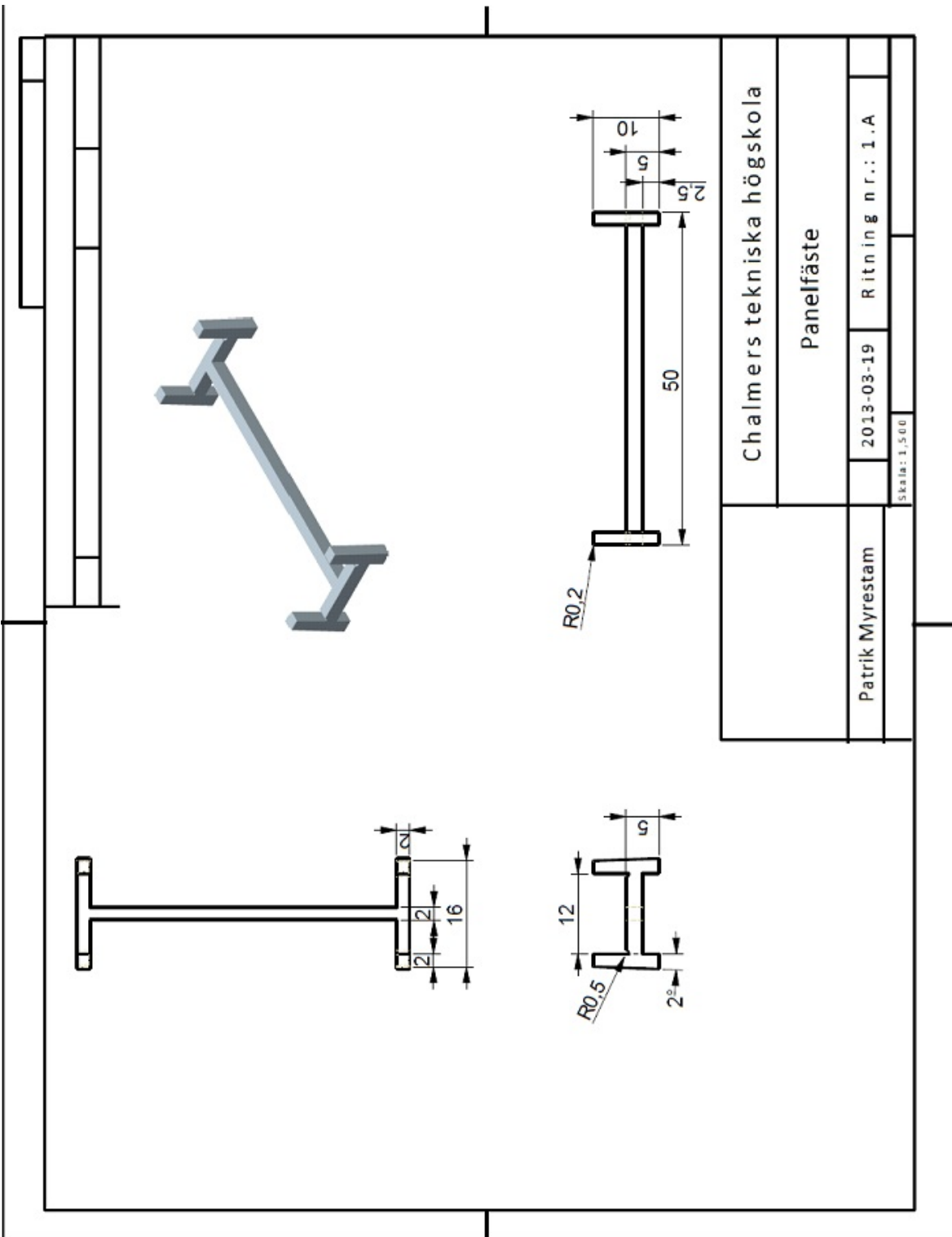
III. PANELHISS



IV. PARLYFTSVERKTYG

										
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2" data-bbox="1093 996 1252 1153">Chalmers tekniska högskola</td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="1093 1153 1252 1310">Parlyftsverktyg</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1093 1310 1252 1467">Patrik Myrestam</td> <td data-bbox="1093 1467 1252 1624">2013-03-19</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1093 1624 1252 1780">Skala: 0.125</td> <td data-bbox="1093 1780 1252 1948">Ritning n.r.: 1.A</td> </tr> </table>		Chalmers tekniska högskola		Parlyftsverktyg		Patrik Myrestam	2013-03-19	Skala: 0.125	Ritning n.r.: 1.A
Chalmers tekniska högskola										
Parlyftsverktyg										
Patrik Myrestam	2013-03-19									
Skala: 0.125	Ritning n.r.: 1.A									

V. FÄSTE ISOLATIONSPANEL



Chalmers tekniska högskola	
Panelfäste	
2013-03-19	Ritning nr.: 1.A
Skala: 1:5.00	
Patrik Myrestam	

VI. SIMULERING, EVENTLISTA

Events		Activation	Trigger Type	Trigger System	Trigger Name	Trigger Parameter	Action Type	Action System	Action Name	Action Parameter
<input type="button" value="Add..."/>		On	I/O	IRB6640_180k...	doResetAll	1	Multiple			Multiple
<input type="button" value="Delete"/>		On	I/O	IRB6640_180k...	doResetAllBlock	1	Multiple			Multiple
<input type="button" value="Copy"/>		On	I/O	IRB6640_180k...	doAttachPall	1	Attach Object		Attach Object	IRB6640_180_255_04 -> pall.prt
<input type="button" value="Refresh"/>		On	I/O	IRB6640_180k...	doAttachPall	0	Detach Obj...		Detach Object	IRB6640_180_255_04 <- pall.prt
<input type="button" value="Export..."/>		On	I/O	IRB6640_180k...	doAttach41	1	Attach Object		Attach Object	IRB6640_180_255_04 -> Blockrad_41
<input type="button" value="Import..."/>		On	I/O	IRB6640_180k...	doAttach41	0	Detach Obj...		Detach Object	IRB6640_180_255_04 <- Blockrad_41
		On	I/O	IRB6640_180k...	doAttach42	1	Attach Object		Attach Object	IRB6640_180_255_04 -> Blockrad_42
		On	I/O	IRB6640_180k...	doAttach42	0	Detach Obj...		Detach Object	IRB6640_180_255_04 <- Blockrad_42
		On	I/O	IRB6640_180k...	doAttach21	1	Attach Object		Attach Object	IRB6640_180_255_04 -> Blockrad_21
		On	I/O	IRB6640_180k...	doAttach21	0	Detach Obj...		Detach Object	IRB6640_180_255_04 <- Blockrad_21
		On	I/O	IRB6640_180k...	doAttach22	1	Attach Object		Attach Object	IRB6640_180_255_04 -> Blockrad_22
		On	I/O	IRB6640_180k...	doAttach22	0	Detach Obj...		Detach Object	IRB6640_180_255_04 <- Blockrad_22
		On	I/O	IRB6640_180k...	doAttach31	1	Attach Object		Attach Object	IRB6640_180_255_04 -> Blockrad_31
		On	I/O	IRB6640_180k...	doAttach31	0	Detach Obj...		Detach Object	IRB6640_180_255_04 <- Blockrad_31
		On	I/O	IRB6640_180k...	doAttach32	1	Attach Object		Attach Object	IRB6640_180_255_04 -> Blockrad_32
		On	I/O	IRB6640_180k...	doAttach32	0	Detach Obj...		Detach Object	IRB6640_180_255_04 <- Blockrad_32
		On	I/O	IRB6640_180k...	doAttach11	1	Attach Object		Attach Object	IRB6640_180_255_04 -> Blockrad_11
		On	I/O	IRB6640_180k...	doAttach11	0	Detach Obj...		Detach Object	IRB6640_180_255_04 <- Blockrad_11
		On	I/O	IRB6640_180k...	doAttach12	1	Attach Object		Attach Object	IRB6640_180_255_04 -> Blockrad_12
		On	I/O	IRB6640_180k...	doAttach12	0	Detach Obj...		Detach Object	IRB6640_180_255_04 <- Blockrad_12
		On	I/O	IRB6620_150k...	doAttachBlockset	1	Attach Object		Attach Object	IRB6620_150_220_01 -> SetBlock1FromOven
		On	I/O	IRB6620_150k...	doAttachBlockset	0	Detach Obj...		Detach Object	IRB6620_150_220_01 <- SetBlock1FromOven
		On	I/O	IRB6620_150k...	doAttachPanel	1	Attach Object		Attach Object	IRB6620_150_220_01 -> panel_o_faste_c_asm
		On	I/O	IRB6620_150k...	doAttachPanel	0	Detach Obj...		Detach Object	IRB6620_150_220_01 <- panel_o_faste_c_asm

VII. SIMULERING, SIGNALLISTA

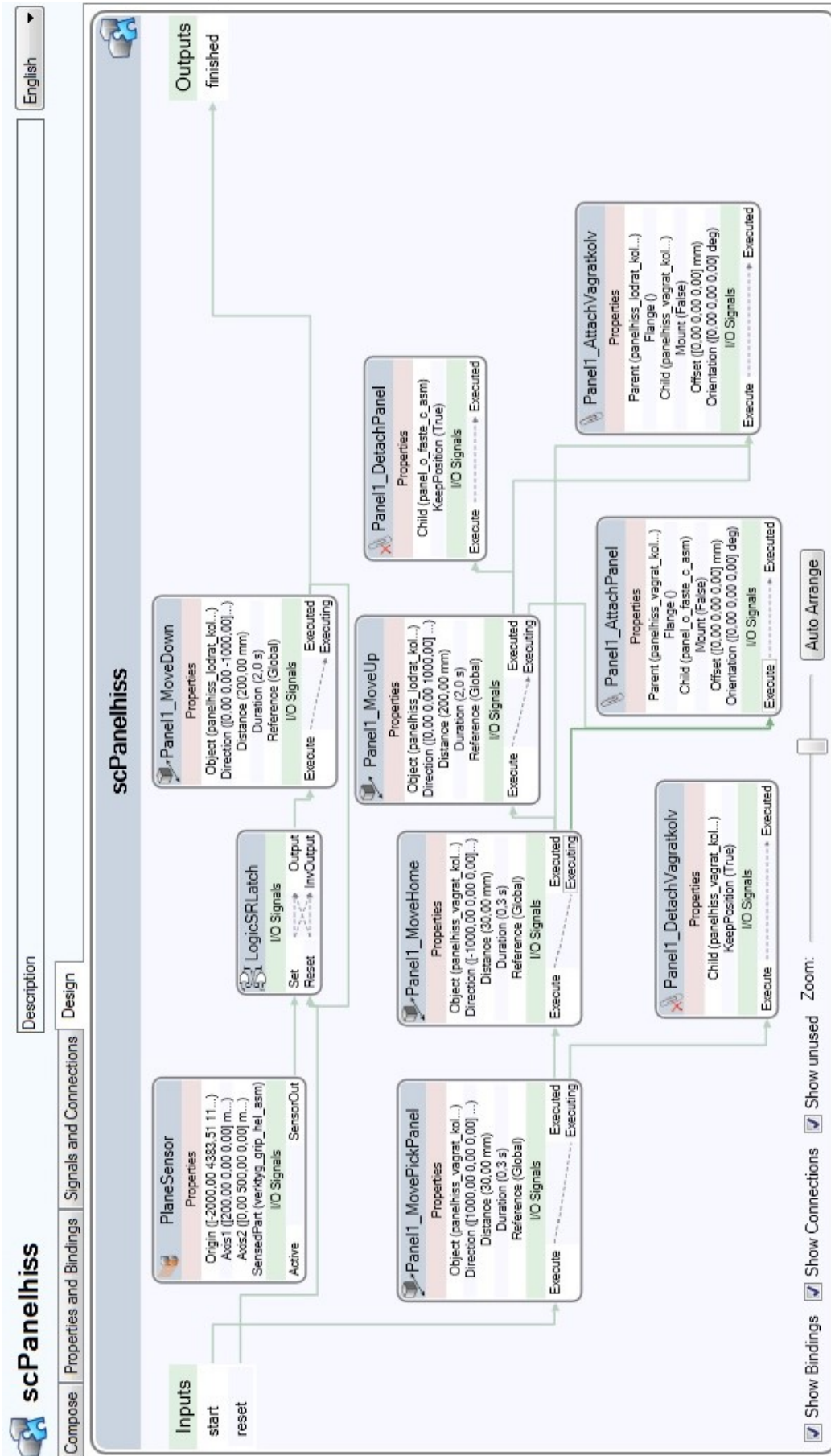
a. IRB6620_150KG_2.2M

Newstation6b:View1 /CONFIG/EIO X		IRB6620_150kg_2.2m (Station) X						
Type	Name	Type of Signal	Assigned to Unit	Signal Identification Label	Unit Mapping	Category	Access Level	Default Value
Access Level	AS1	Digital Input	PANEL	Automatic Stop chain(X5:11 to X5:6) and (X5:9 to X5:1)	13	safety	INTERNAL	0
Bus	AS2	Digital Input	PANEL	Automatic Stop chain backup(X5:5 to X5:6) and (X5:3 to X5:1)	14	safety	INTERNAL	0
Cross Connection	AUTO1	Digital Input	PANEL	Automatic Mode(X9:6)	5	safety	INTERNAL	0
Fieldbus Command	AUTO2	Digital Input	PANEL	Automatic Mode backup(X9:2)	6	safety	INTERNAL	0
Fieldbus Command Type	CH1	Digital Input	PANEL	Run Chain 1	22	safety	INTERNAL	0
Route	CH2	Digital Input	PANEL	Run Chain 2	23	safety	INTERNAL	0
Signal	doAttachBlockset	Digital Output	Move Material	Attach Blockset to robot	N/A	All	All	0
System Input	doAttachBlocksetForm	Digital Output	Move Material	Attach material to form	N/A	All	All	0
System Output	doAttachPanel	Digital Output	Move Material	Attach panel to robot	N/A	All	All	0
Unit	DRV1BRAKE	Digital Output	DRV_1	Brake-release coil	2	safety	INTERNAL	0
Unit Type	DRV1BRAKEFB	Digital Input	DRV_1	Brake Feedback(X3:6) at Contactor Board	11	safety	INTERNAL	0
	DRV1BRAKEOK	Digital Input	DRV_1	Brake Voltage OK	15	safety	INTERNAL	0
	DRV1CHAIN1	Digital Output	DRV_1	Chain 1 Interlocking Circuit	0	safety	INTERNAL	0
	DRV1CHAIN2	Digital Output	DRV_1	Chain 2 Interlocking Circuit	1	safety	INTERNAL	0
	DRV1TEXTCONT	Digital Input	DRV_1	External customer contactor (X2d) at Contactor Board	4	safety	INTERNAL	0
	DRV1FAN1	Digital Input	DRV_1	Drive Unit FAN1(X10:3 to X10:4) at Contactor Board	9	safety	INTERNAL	0
	DRV1FAN2	Digital Input	DRV_1	Drive Unit FAN2(X11:3 to X11:4) at Contactor Board	10	safety	INTERNAL	0
	DRV1K1	Digital Input	DRV_1	Contact K1 Read Back chain 1	2	safety	INTERNAL	0
	DRV1K2	Digital Input	DRV_1	Contact K2 Read Back chain 2	3	safety	INTERNAL	0
	DRV1LIM1	Digital Input	DRV_1	Limit Switch 1 (X2a) at Contactor Board	0	safety	INTERNAL	0
	DRV1LIM2	Digital Input	DRV_1	Limit Switch 2 (X2b) at Contactor Board	1	safety	INTERNAL	0
	DRV1PANCH1	Digital Input	DRV_1	Drive Voltage contactor coil 1	5	safety	INTERNAL	0
	DRV1PANCH2	Digital Input	DRV_1	Drive Voltage contactor coil 2	6	safety	INTERNAL	0
	DRV1PTCEXT	Digital Input	DRV_1	External Motor temperature(X2d:1 to X2d:2)	8	safety	INTERNAL	0
	DRV1PTCINT	Digital Input	DRV_1	Motor temperature warning(X5:1 to X5:3) at Contactor Board	7	safety	INTERNAL	0
	DRV1SPEED	Digital Input	DRV_1	Speed Signal(X1:7) at Contactor Board	12	safety	INTERNAL	0
	DRV1TEST1	Digital Input	DRV_1	Run chain 1 glitch test	13	safety	INTERNAL	0
	DRV1TEST2	Digital Input	DRV_1	Run chain 2 glitch test	14	safety	INTERNAL	0
	DRV1TESTE2	Digital Output	DRV_1	Activate ENABLE2 glitch test at Contactor Board	3	safety	INTERNAL	0
	DRVOVLD	Digital Input	PANEL	Overload Drive Modules	31	safety	INTERNAL	0
	EN1	Digital Input	PANEL	Teachpendant Enable(X10:3)	3	safety	INTERNAL	0
	EN2	Digital Input	PANEL	Teachpendant Enable backup(X10:4)	4	safety	INTERNAL	0
	ENABLE1	Digital Input	PANEL	Logical Enable signal at Panel board	24	safety	INTERNAL	0
	ENABLE2_1	Digital Input	PANEL	ENABLE2 from Contactor board 1(X7:7 to X7:8)	25	safety	INTERNAL	0
	ENABLE2_2	Digital Input	PANEL	ENABLE2 from Contactor board 2(X8:7 to X8:8)	26	safety	INTERNAL	0

b. IRB6640_180KG_2.55M

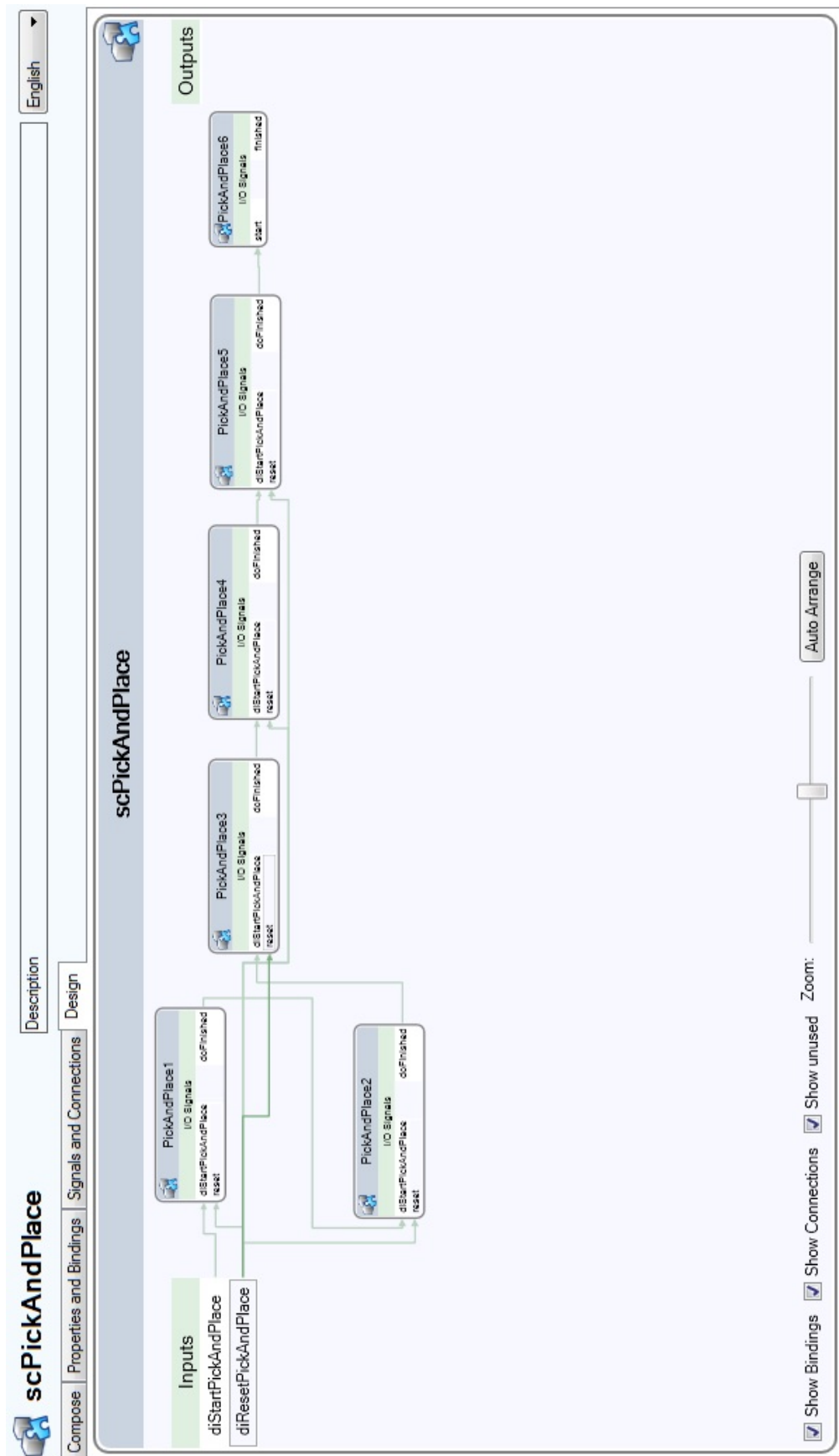
Newstation6b:View1		IRB6640_180kg_2.55m (Station) X		/CONFIG/EIO X				
Type	Name	Type of Signal	Assigned to Unit	Signal Identification Label	Unit Mapping	Category	Access Level	Default Value
Access Level	AS1	Digital Input	PANEL	Automatic Stop chain(X5:11 to X5:6) and (X5:9 to X5:1)	13	safety	INTERNAL	0
Bus	AS2	Digital Input	PANEL	Automatic Stop chain backup(X5:5 to X5:6) and (X5:3 to X5:1)	14	safety	INTERNAL	0
Cross Connection	AUTO1	Digital Input	PANEL	Automatic Mode(X9:6)	5	safety	INTERNAL	0
Fieldbus Command	AUTO2	Digital Input	PANEL	Automatic Mode backup(X9:2)	6	safety	INTERNAL	0
Fieldbus Command Type	CH1	Digital Input	PANEL	Run Chain 1	22	safety	INTERNAL	0
Route	CH2	Digital Input	PANEL	Run Chain 2	23	safety	INTERNAL	0
Signal	doAttach11	Digital Output	Depal1etera	Move Block 11	N/A		All	0
System Input	doAttach12	Digital Output	Depal1etera	Move Block 12	N/A		All	0
System Output	doAttach21	Digital Output	Depal1etera	Move Block 21	N/A		All	0
Unit	doAttach22	Digital Output	Depal1etera	Move Block 22	N/A		All	0
Unit Type	doAttach31	Digital Output	Depal1etera	Move Block 31	N/A		All	0
	doAttach32	Digital Output	Depal1etera	Move Block 32	N/A		All	0
	doAttach41	Digital Output	Depal1etera	Move Block 41	N/A		All	0
	doAttach42	Digital Output	Depal1etera	Move Block 42	N/A		All	0
	doAttachPall	Digital Output	Depal1etera	Pall i startlage	N/A		All	0
	doResetAll	Digital Output	Depal1etera	No11stall alla signaler	N/A		All	0
	doResetAllBlock	Digital Output	Depal1etera	Alla block i startlage	N/A		All	0
	DRV1BRAKE	Digital Output	DRV_1	Brake-release coil	2	safety	INTERNAL	0
	DRV1BRAKEFB	Digital Input	DRV_1	Brake Feedback(X3:6) at Contactor Board	11	safety	INTERNAL	0
	DRV1BRAKEOK	Digital Input	DRV_1	Brake Voltage OK	15	safety	INTERNAL	0
	DRV1CHAIN1	Digital Output	DRV_1	Chain 1 Interlocking Circuit	0	safety	INTERNAL	0
	DRV1CHAIN2	Digital Output	DRV_1	Chain 2 Interlocking Circuit	1	safety	INTERNAL	0
	DRV1TEXTCONT	Digital Input	DRV_1	External customer contactor (X2d) at Contactor Board	4	safety	INTERNAL	0
	DRV1FAN1	Digital Input	DRV_1	Drive Unit FAN1(X10:3 to X10:4) at Contactor Board	9	safety	INTERNAL	0
	DRV1FAN2	Digital Input	DRV_1	Drive Unit FAN2(X11:3 to X11:4) at Contactor Board	10	safety	INTERNAL	0
	DRV1K1	Digital Input	DRV_1	Contactor K1 Read Back chain 1	2	safety	INTERNAL	0
	DRV1K2	Digital Input	DRV_1	Contactor K2 Read Back chain 2	3	safety	INTERNAL	0
	DRV1LIM1	Digital Input	DRV_1	Limit Switch 1 (X2a) at Contactor Board	0	safety	INTERNAL	0
	DRV1LIM2	Digital Input	DRV_1	Limit Switch 2 (X2b) at Contactor Board	1	safety	INTERNAL	0
	DRV1PANCH1	Digital Input	DRV_1	Drive Voltage contactor coil 1	5	safety	INTERNAL	0
	DRV1PANCH2	Digital Input	DRV_1	Drive Voltage contactor coil 2	6	safety	INTERNAL	0
	DRV1PTCEXT	Digital Input	DRV_1	External Motor temperature(X2d:1 to X2d:2)	8	safety	INTERNAL	0
	DRV1PTCINT	Digital Input	DRV_1	Motor temperature warning(X5:1 to X5:3) at Contactor Board	7	safety	INTERNAL	0
	DRV1SPEED	Digital Input	DRV_1	Speed Signal(X1:7) at Contactor Board	12	safety	INTERNAL	0
	DRV1TEST1	Digital Input	DRV_1	Run chain 1 glitch test	13	safety	INTERNAL	0
	DRV1TEST2	Digital Input	DRV_1	Run chain 2 glitch test	14	safety	INTERNAL	0
	DRV1TESTE2	Digital Output	DRV_1	Activate ENABLE2 glitch test at Contactor Board	3	safety	INTERNAL	0
	DRVOVLD	Digital Input	PANEL	Overload Drive Modules	31	safety	INTERNAL	0

VIII. SIMULERING, PANELHISS

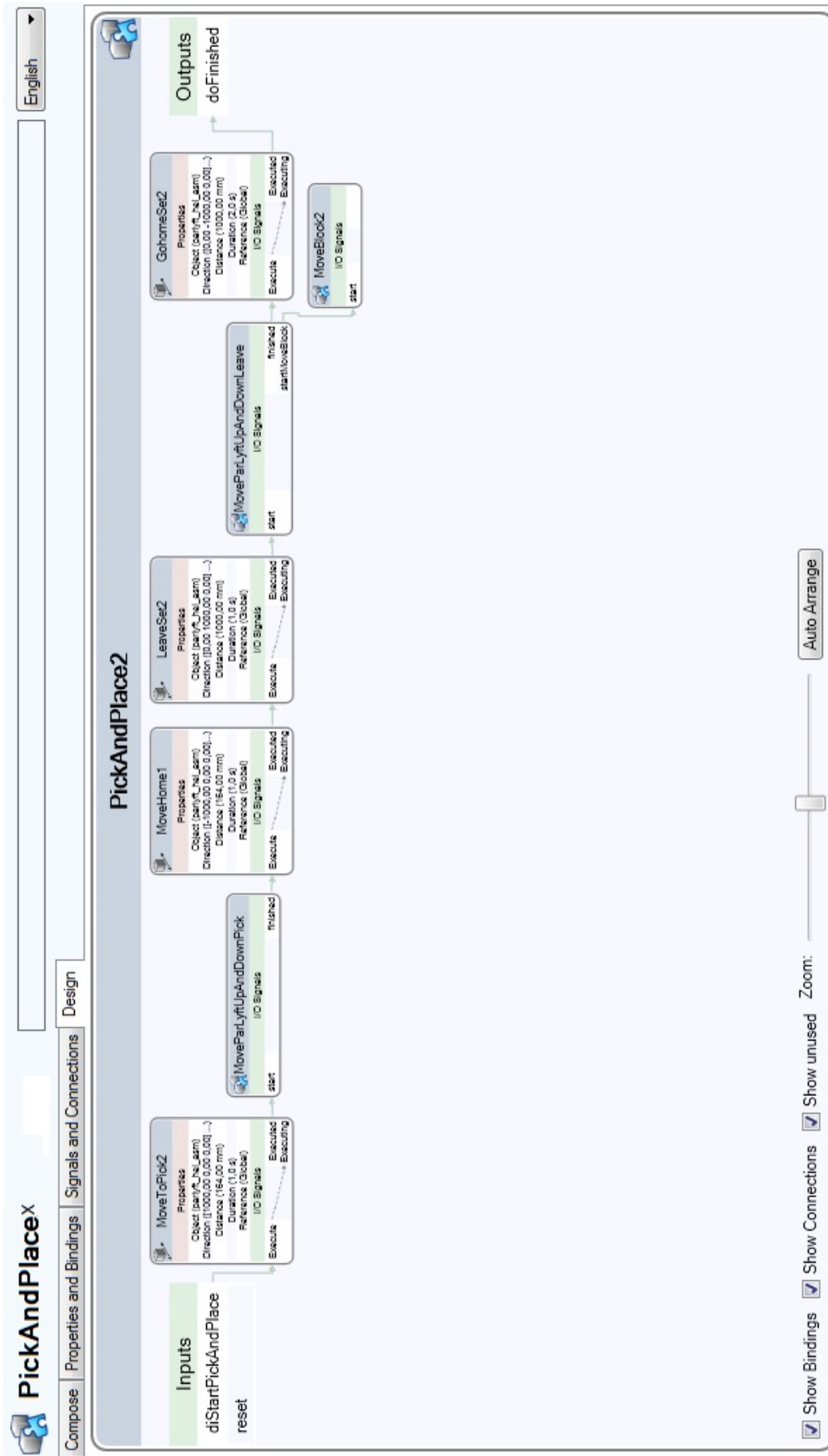


IX. SIMULERING, PICKANDPLACE

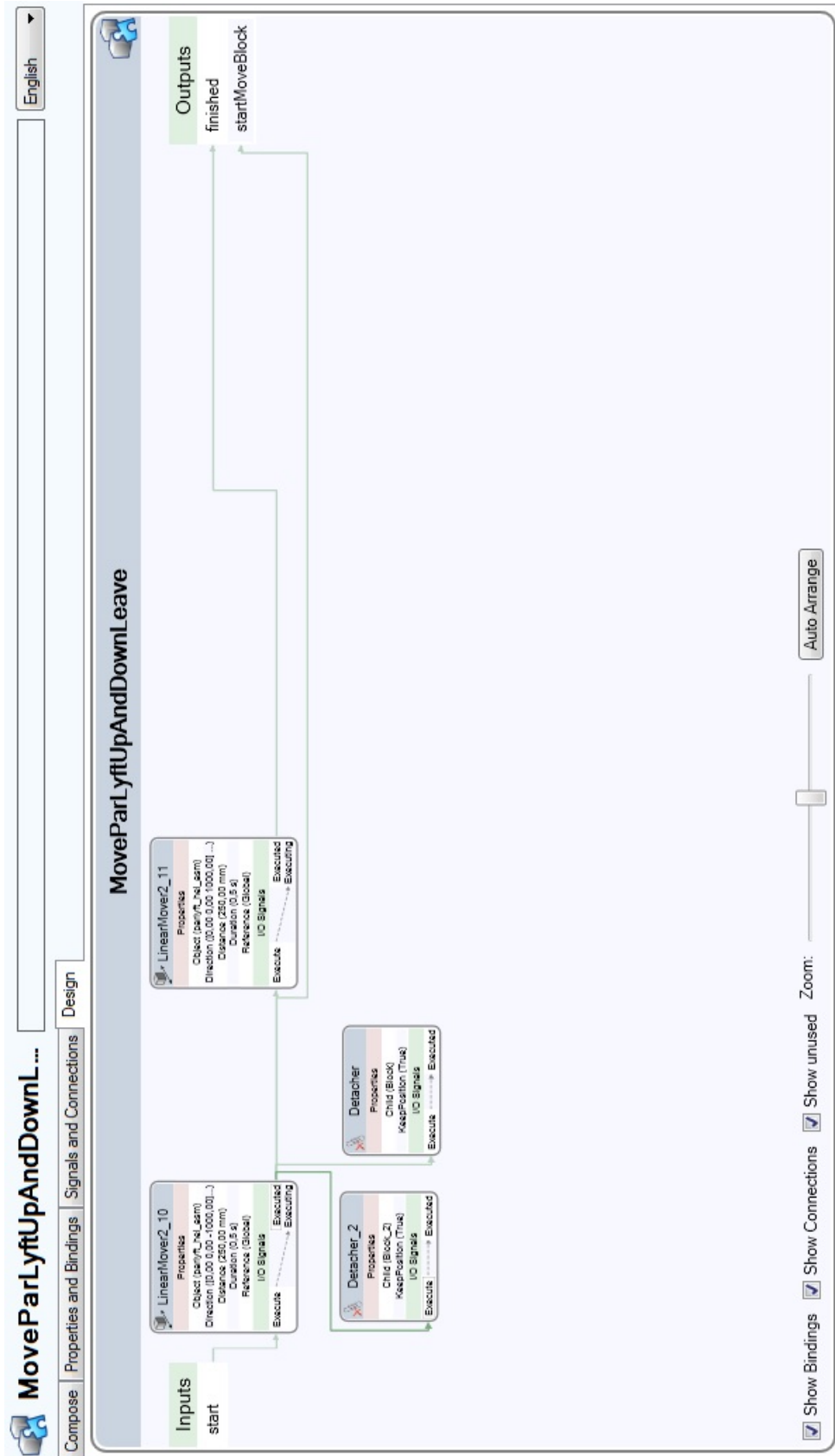
a. HUVUDPROGRAM



b. SIMULERING, PICKANDPLACE, UNDERPROGRAM 1



d. SIMULERING, PICKANDPLACE, UNDERPROGRAM 3



e. SIMULERING, PICKANDPLACE, UNDERPROGRAM 4

MoveBlock

English

Compose | Properties and Bindings | Signals and Connections | Design

Inputs
startMove

Outputs

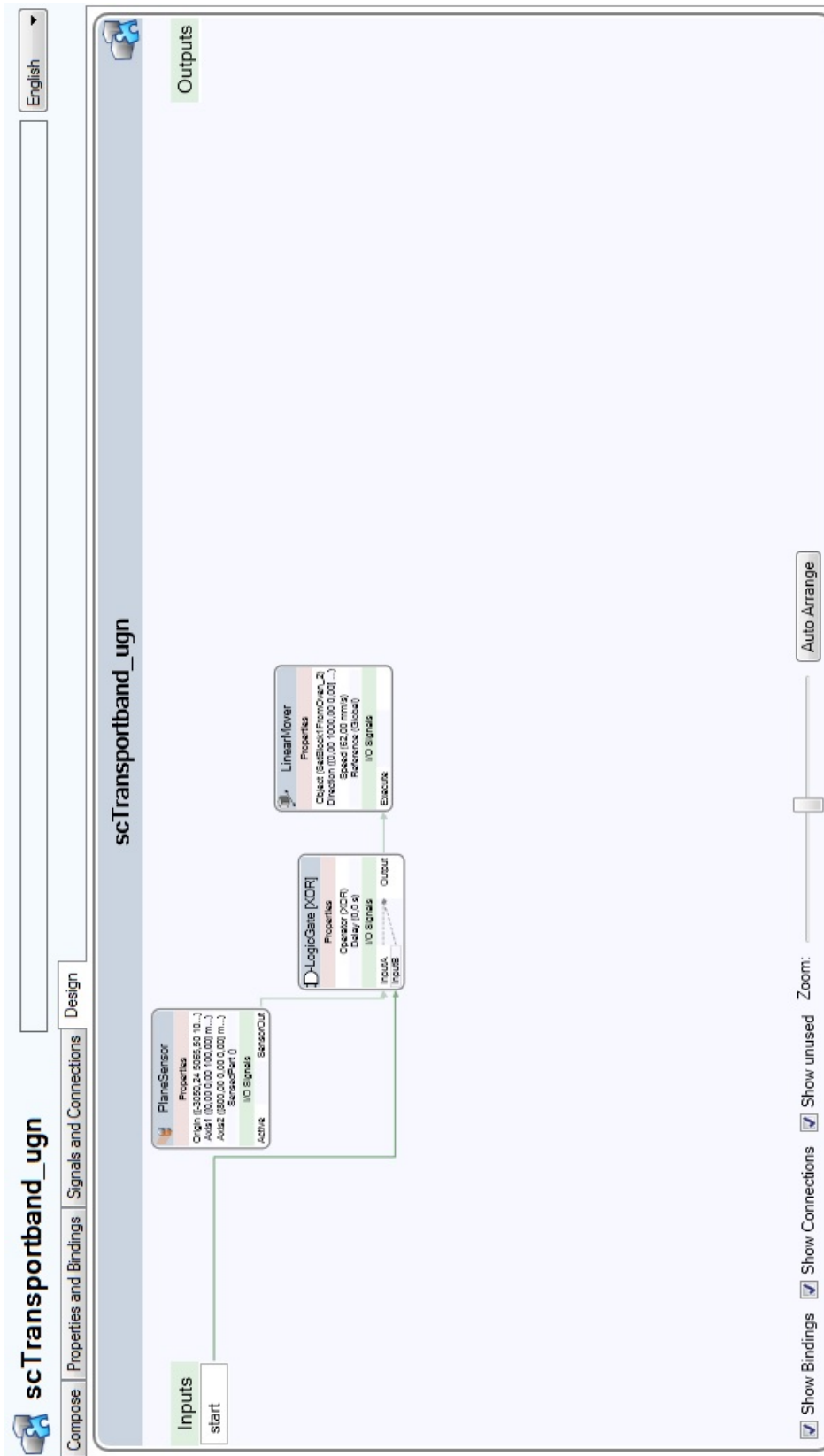
SplitBlock
Properties
Object (Block)
Direction (0;1000,00 0,00 0,00;...)
Distance (100,00 mm)
Duration (10,0 s)
Reference (Global)
IO Signals
Execute → Executed
Executing

-MoveBlockToOven1
Properties
Object (Block)
Direction (0;0,00 1000,00 0,00;...)
Distance (150,00 mm)
Duration (15,0 s)
Reference (Block)
IO Signals
Execute → Executed
Executing

-MoveBlockToOven2
Properties
Object (Block_2)
Direction (0;0,00 1000,00 0,00;...)
Distance (1500,00 mm)
Duration (15,0 s)
Reference (Global)
IO Signals
Execute → Executed
Executing

Show Bindings Show Connections Show unused Zoom: Auto Arrange

X. SIMULERING TRANSPORTBAND UGN



XI. RAPIDKOD, DEPALLETERINGSROBOT

```
1 ! Automatiserat materialflöde Weber
2 ! IRB6640_100kg_2.55m
3 ! Författare: Emma Andersson
4 !
5 !-----Deklarationer start-----!
6 ! Deklarerar läget på alla punkter som används i programkoden- Punkterna är direkt hämtade ur det virtuella rummet och kan direkt
7 ! laddas ner i roboten om det verkliga rummet är byggt efter det virtuella upplägget.
8 !
9
10 MODULE Module1
11 CONST robtargt pPick11=[[-819.076222742,491.444200656,628.714839201],[0.00529912,0.02969713,0.999544884,-0.000157237],[-1,0,-1,0],[9E9,9E9,9E9,9E9,9E9,9E9]];
12 CONST robtargt pPick12=[[-266.124185551,491.444203427,628.714858573],[0.005299123,0.029697129,0.999544884,-0.000157238],[-1,0,-1,0],[9E9,9E9,9E9,9E9,9E9,9E9]];
13 CONST robtargt pPick21=[[-512.728042831,776.620047075,840.124783209],[0.003796641,0.697961276,0.716115878,-0.003700103],[0,-1,1,0],[9E9,9E9,9E9,9E9,9E9,9E9]];
14 CONST robtargt pPick22=[[-512.72803233,273.593526623,840.124784208],[0.003796668,0.697961254,0.7161159,-0.003700087],[-1,-1,0,0],[9E9,9E9,9E9,9E9,9E9,9E9]];
15 CONST robtargt pPick31=[[-266.12417693,491.44420265,1032.250794448],[0.005299152,0.029697117,0.999544884,-0.00015724],[1,0,-1,0],[9E9,9E9,9E9,9E9,9E9,9E9]];
16 CONST robtargt pPick32=[[-724.773075924,491.444201337,1032.250790149],[0.00529912,0.029697111,0.999544885,-0.000157237],[-1,0,-1,0],[9E9,9E9,9E9,9E9,9E9,9E9]];
17 CONST robtargt pPick41=[[-512.728046641,251.034943345,1231.794754396],[0.003796625,0.697961287,0.716115868,-0.003700096],[-1,-1,0,0],[9E9,9E9,9E9,9E9,9E9,9E9]];
18 CONST robtargt pPick42=[[-512.728056369,776.620049203,1231.794754396],[0.003796616,0.697961256,0.716115899,-0.003700107],[0,-1,1,0],[9E9,9E9,9E9,9E9,9E9,9E9]];
19 CONST robtargt pLeave=[[-967.312410698,-461.495300293,600.65563188],[0.003796654,0.697961251,0.716115903,-0.003700063],[-1,-1,0,0],[9E9,9E9,9E9,9E9,9E9,9E9]];
20 CONST robtargt pPickPall=[[-593.648127356,432.317828445,531.130817869],[0.005299122,0.029697113,0.999544884,-0.000157238],[-1,0,-1,0],[9E9,9E9,9E9,9E9,9E9,9E9]];
21 CONST robtargt pLeavePall=[[-593.648135883,1917.647224619,90.643458256],[0.005299114,0.029697112,0.999544885,-0.000157238],[0,-1,0,0],[9E9,9E9,9E9,9E9,9E9,9E9]];
22 !
23 !-----Deklarationer end-----!
24 !
25 !-----Main Program Start-----!
26 PROC Main ()
27     PulseDO \PLength:= 0.5, doResetAll; ! Nollställ alla signaler.
28     PulseDO \PLength:=0.5, doResetAllBlock; ! Placera alla virtuella komponenter i respektive startläget
29
30     WHILE TRUE DO
31         MoveBlock;
32         LeavePall;
33     ENDWHILE
34
35 ENDPROC
36
37 !-----Main Program End-----!
38 !
39 !-----Subrutin start-----!
40 !
41
42 PROC MoveBlock()
43
44 !-----PickBlock41----- !
45
46 MoveJ Offs (pPick41, 0,0,100),v1000,z100,tool0\WObj:=woPallIn; ! Gå till blockset 41, först med en offset.
47 MoveJ pPick41,v1000,z100,tool0\WObj:=woPallIn;
48 WaitTime 1; ! Vänta en sekund så att verktyget hinner plocka blocksetet.
49 Set doAttach41; ! Fäst blocksetet virtuellt med verktyget.
50 MoveJ Offs (pPick41, 0,0,100),v1000,z100,tool0\WObj:=woPallIn; ! Återgå till offsetläget för upphämtning av blocksetet.
51
52 MoveJ Offs (pLeave, 0,0,100),v1000,z100,tool0\WObj:=woToOven; ! Gå till avlämningspunkten, först med en offset.
53 MoveJ pLeave,v1000,z100,tool0\WObj:=woToOven;
54 WaitTime 1; ! Vänta en sekund så att verktyget hinner släppa blocksetet.
55 Reset doAttach41; ! Lossa blocksetet från blocken virtuellt.
56 MoveJ Offs (pLeave, 0,0,100),v1000,z100,tool0\WObj:=woToOven; ! Gå tillbaka till punktens offsetläge.
57
58
59 !-----PickBlock42----- !
60 MoveJ Offs (pPick42, 0,0,300),v1000,z100,tool0\WObj:=woPallIn; ! Analogt med ovan
61 WaitTime 30;
62 MoveJ pPick42,v1000,z100,tool0\WObj:=woPallIn;
63 WaitTime 1;
64 Set doAttach42;
65 MoveJ Offs (pPick42, 0,0,300),v1000,z100,tool0\WObj:=woPallIn;
66
67 MoveJ Offs (pLeave, 0,0,100),v1000,z100,tool0\WObj:=woToOven;
68 MoveJ pLeave,v1000,z100,tool0\WObj:=woToOven;
69 WaitTime 1;
70 Reset doAttach42;
71 MoveJ Offs (pLeave, 0,0,100),v1000,z100,tool0\WObj:=woToOven;
72
73
74
75 !-----PickBlock32----- ! Analogt med ovan
76 WaitTime 30;
77 MoveJ Offs (pPick32, 0,0,500),v1000,z100,tool0\WObj:=woPallIn;
78 MoveJ pPick32,v1000,z100,tool0\WObj:=woPallIn;
79 WaitTime 1;
80 Set doAttach32;
81 MoveJ Offs (pPick32, 0,0,500),v1000,z100,tool0\WObj:=woPallIn;
82
83 MoveJ Offs (pLeave, 0,0,100),v1000,z100,tool0\WObj:=woToOven;
84 MoveJ pLeave,v1000,z100,tool0\WObj:=woToOven;
85 WaitTime 1;
86 Reset doAttach32;
87 MoveJ Offs (pLeave, 0,0,100),v1000,z100,tool0\WObj:=woToOven;
88
89 !-----PickBlock31----- ! Analogt med ovan
90 WaitTime 30;
91 MoveJ Offs (pPick31, 0,0,500),v1000,z100,tool0\WObj:=woPallIn;
92 MoveJ pPick31,v1000,z100,tool0\WObj:=woPallIn;
93 WaitTime 1;
94 Set doAttach31;
95 MoveJ Offs (pPick31, 0,0,500),v1000,z100,tool0\WObj:=woPallIn;
96
97 MoveJ Offs (pLeave, 0,0,100),v1000,z100,tool0\WObj:=woToOven;
98 MoveJ pLeave,v1000,z100,tool0\WObj:=woToOven;
99 WaitTime 1;
100 Reset doAttach31;
101 MoveJ Offs (pLeave, 0,0,100),v1000,z100,tool0\WObj:=woToOven;
102
```

```

103 |-----PickBlock22----- ! ! Analogt med ovan
104 | WaitTime 30;
105 | MoveJ Offs (pPick22, 0,0,700),v1000,z100,tool0\WObj:=woPallIn;
106 | MoveL pPick22,v1000,z100,tool0\WObj:=woPallIn;
107 | WaitTime 1;
108 | Set doAttach22;
109 | MoveL Offs (pPick22, 0,0,700),v1000,z100,tool0\WObj:=woPallIn;
110 |
111 | MoveJ Offs (pLeave, 0,0,100),v1000,z100,tool0\WObj:=woToOven;
112 | MoveL pLeave,v1000,z100,tool0\WObj:=woToOven;
113 | WaitTime 1;
114 | Reset doAttach22;
115 | MoveL Offs (pLeave, 0,0,100),v1000,z100,tool0\WObj:=woToOven;
116 |
117 |-----PickBlock21----- ! ! Analogt med ovan
118 | WaitTime 30;
119 |
120 | MoveJ Offs (pPick21, 0,0,700),v1000,z100,tool0\WObj:=woPallIn;
121 | MoveL pPick21,v1000,z100,tool0\WObj:=woPallIn;
122 | WaitTime 1;
123 | Set doAttach21;
124 | MoveL Offs (pPick21, 0,0,700),v1000,z100,tool0\WObj:=woPallIn;
125 |
126 | MoveJ Offs (pLeave, 0,0,100),v1000,z100,tool0\WObj:=woToOven;
127 | MoveL pLeave,v1000,z100,tool0\WObj:=woToOven;
128 | WaitTime 1;
129 | Reset doAttach21;
130 | MoveL Offs (pLeave, 0,0,100),v1000,z100,tool0\WObj:=woToOven;
131 |
132 |
133 |
134 |-----PickBlock11----- ! ! Analogt med ovan
135 | WaitTime 30;
136 |
137 | MoveJ Offs (pPick11, 0,0,1000),v1000,z100,tool0\WObj:=woPallIn;
138 | MoveL pPick11,v1000,z100,tool0\WObj:=woPallIn;
139 | WaitTime 1;
140 | Set doAttach11;
141 | MoveL Offs (pPick11, 0,0,1000),v1000,z100,tool0\WObj:=woPallIn;
142 |
143 | MoveJ Offs (pLeave, 0,0,100),v1000,z100,tool0\WObj:=woToOven;
144 | MoveL pLeave,v1000,z100,tool0\WObj:=woToOven;
145 | WaitTime 1;
146 | Reset doAttach11;
147 |
148 |
149 | MoveL Offs (pLeave, 0,0,100),v1000,z100,tool0\WObj:=woToOven;
150 |
151 |
152 |-----PickBlock12----- ! ! Analogt med ovan
153 | WaitTime 30;
154 |
155 | MoveJ Offs (pPick12, 0,0,1000),v1000,z100,tool0\WObj:=woPallIn;
156 | MoveL pPick12,v1000,z100,tool0\WObj:=woPallIn;
157 | WaitTime 1;
158 | Set doAttach12;
159 | MoveL Offs (pPick12, 0,0,1000),v1000,z100,tool0\WObj:=woPallIn;
160 |
161 | MoveJ Offs (pLeave, 0,0,100),v1000,z100,tool0\WObj:=woToOven;
162 | MoveL pLeave,v1000,z100,tool0\WObj:=woToOven;
163 | WaitTime 1;
164 | Reset doAttach12;
165 | MoveL Offs (pLeave, 0,0,100),v1000,z100,tool0\WObj:=woToOven;
166 |
167 | ENDPROC
168 |
169 | PROC LeavePall() ! Analogt med ovan
170 |
171 | WaitTime 30;
172 |
173 | MoveJ Offs (pPickPall, 0,0,1000),v1000,z100,tool0\WObj:=woPallIn;
174 | MoveL pPickPall,v1000,z100,tool0\WObj:=woPallIn;
175 | WaitTime 1;
176 | Set doAttachPall;
177 | MoveL Offs (pPickPall, 0,0,1000),v1000,z100,tool0\WObj:=woPallIn;
178 |
179 | MoveJ Offs (pLeavePall, 0,0,1000),v1000,z100,tool0\WObj:=woPallIn;
180 | MoveL pLeavePall,v1000,z100,tool0\WObj:=woPallIn;
181 | WaitTime 1;
182 | Reset doAttachPall;
183 |
184 | MoveL Offs (pLeavePall, 0,0,1000),v1000,z100,tool0\WObj:=woPallIn;
185 |
186 |
187 | ENDPROC
188 |
189 |-----Subrutin end----- !
190 |
191 |
192 | ENDMODULE

```

XII. RAPIDKOD, MATERIALLEVERERINGSROBOT

```
T_ROB1/Module1* X|
1 | Automatiserat materialflöde Weber
2 | Materiallevereringsrobot IRB6620_150kg_2.2m
3 | Författare: Emma Andersson
4 |
5 |-----Deklarationer start-----!
6 | Deklarerar läget på alla punkter som används i programkoden. Punkterna är direkt hämtade ur det virtuella rummet och kan direkt
7 | laddas ner i roboten om det verkliga rummet är byggt efter det virtuella upplägget.
8 |
9 |MODULE Module1
10 |
11 |CONST robtargert tPickPanel=[31.867155404,-357.455537483,516.602873467],[0.010626948,0.000681538,-0.9999433,0.000000825],[0,0,0],[9E9,9E9,9E9,9E9,9E9];
12 |CONST robtargert tPickBlockset=[[-349.592340421,251.840191255,315.653214209],[0.010626952,0.000681537,-0.9999433,0.000000832],[0,0,0],[9E9,9E9,9E9,9E9,9E9]];
13 |CONST robtargert tLeaveMaterial=[[-227.378400001,443.893459595,349.537355108],[0.005555298,-0.000000107,-0.999984569,0.000000037],[-1,-1,-1,0],[9E9,9E9,9E9,9E9,9E9]
14 |
15 |-----Deklarationer end-----!
16 |
17 |-----Main Program start-----!
18 |
19 |PROC Main ()
20 |   Reset doAttachBlockset;                                !Nollställ alla signaler varje gång programmet startar upp.
21 |   Reset doAttachPanel;
22 |
23 |   WHILE TRUE do
24 |
25 |       PickMaterial;
26 |       WaitTime 1;
27 |       LeaveMaterial;
28 |       MoveJ Offs (tLeaveMaterial, 0,-100,300),v1000,z100,tool0\WObj:=woLeaveMaterial; !Gå till startläge.
29 |
30 |   endwhile
31 |
32 |ENDPROC
33 |
34 |-----Main Program end-----!
35 |
36 |-----Subrutiner start-----!
37 |PROC PickMaterial()
38 |
39 |   MoveJ Offs (tPickPanel, 0,0,100),v1000,z100,tool0\WObj:=woPickPanel; ! Gå till panelen, förs med en offset på 100 mm.
40 |   MoveL tPickPanel,v1000,fine,tool0\WObj:=woPickPanel;
41 |   WaitTime 1; ! Vänta så att verktyget hinner greppa panelen.
42 |   Set doAttachPanel; ! Fäst panelen virtuellt med verktyget.
43 |   MoveJ Offs (tPickPanel, 0,0,100),v1000,z100,tool0\WObj:=woPickPanel; ! Återgå till offset läget för att inte skada panelhissen.
44 |
45 |   MoveJ Offs (tPickBlockset, 0,0,400),v1000,z100,tool0\WObj:=woPickBlockset; ! Gå till blocksetet på transportbandet från ugen, först med
46 |   MoveL tPickBlockset,v1000,fine,tool0\WObj:=woPickBlockset; ! en offset på 400 mm för att inte panelen skall slå i blocken och skadas.
47 |   WaitTime 1; ! Vänta så att verktyget hinner greppa blocken.
48 |   Set doAttachBlockset; ! Fäst blocken virtuellt.
49 |   MoveJ Offs (tPickBlockset, 0,0,800),v1000,z100,tool0\WObj:=woPickBlockset; ! Lyft upp blocken 800 mm för att komma närmare samma höjdnivå som
50 |   ! tillverkningslinjen.
51 |
52 |ENDPROC
53 |
54 |PROC LeaveMaterial()
55 |
56 |   MoveJ Offs (tLeaveMaterial, 0,10,300),v1000,z100,tool0\WObj:=woLeaveMaterial; ! Sänk ner materialet i gjutformen, innan de står i helt upprät läge
57 |   MoveJ Offs (tLeaveMaterial, 0,10,-30),v1000,z100,tool0\WObj:=woLeaveMaterial; ! och följ med i sidled.
58 |
59 |   Reset doAttachBlockset; ! Lossa materialet virtuellt från roboten och fäst det i formen.
60 |   Reset doAttachPanel;
61 |
62 |   Set doAttachBlocksetForm;
63 |
64 |   MoveJ Offs (tLeaveMaterial, 0,-100,-30),v50,z100,tool0\WObj:=woLeaveMaterial; ! Fortsätt följa med transportbandet samtidigt som förflyttning i
65 |   MoveJ Offs (tLeaveMaterial, 0,-100,300),v1000,z100,tool0\WObj:=woLeaveMaterial; ! höjdlar sker.
66 |
67 |ENDPROC
68 |
69 |-----Subrutiner end-----!
70 |
71 |
72 |ENDMODULE
```