

Optimering av palleteringscell

Palletizing cell optimization

Examensarbete inom mekatronikprogrammet

Nicklas Landström

Förord

Detta examensarbete gjordes som slutgiltig delmoment i utbildningen mekatronikprogrammet, 180-hp, på Chalmers tekniska högskola.

Detta arbete görs på uppdrag av och i samarbete med Consat Engineering AB. Arbetet riktar sig till att hjälpa Hedlunds Pappersindustri AB som är kund till Consat Engineering AB.

Hedlunds Pappersindustri AB

Hedlunds Pappersindustri AB är ett privatägt företag som etablerades 1961 av Stig Hedlund. Idag ligger Hedlunds Pappersindustri AB i industriområdet Sisjön, Mölndal, där de producerar inslagningspapper.

Consat AB

Consat AB startades 1986 och består idag av flera dotterbolag med kontor sprida över Sverige, Nord- och Sydamerika. Consat Engineering AB är ett av dotterbolagen som koncentrerat sig på industriteknik, elektronik och system vars huvudkontor ligger i Partille, Sverige.

Jag vill tacka följande personer för deras stöd under arbetets gång.

Andreas Svensson
Area Manager, industrial automation
Consat Engineering AB

Per Svensson
Robotics & Vision Specialist, industrial automation and engineering
Consat Engineering AB

Mats Jedefeldt
Produktionschef
Hedlunds Pappersindustri AB

Andreas Fhager
Docent och examinator, Signaler och system
Chalmers Tekniska högskola

Jag vill även tacka övriga personer på Consat AB och Hedlunds Pappersindustri AB som supporterat mig under detta projekt.

Nicklas Landström.

Sammanfattning

Detta arbete görs på begäran och i samarbete med Consat Engineering AB som är inriktat på produkt och produktionsutveckling för industriell automation. Projektet består av att kartlägga dagens system genom en systemanalys. Analysen ligger därefter som grund till framtagandet av en åtgärdsplan som ska ge möjlighet till att uppnå ett förbättrat och optimerat flöde i palleteringscellen.

Arbetet utförs åt Hedlunds Pappersindustri AB som idag ligger i industriområdet Sisjön, Mölndal. Hedlunds har investerat i en palleteringscell som är en robotcell med inbyggt pallmagasin för att öka sin produktions- och leveranskapacitet. Palleteringscellens uppgift är att stapla/lägga enheter på en pall som sedan skickas vidare till export. Idag är denna palleteringscellen flaskhalsen i en större produktionslinje som sorterar och förpackar kartonger med inslagningspapper.

Systemanalysen riktas mycket mot stopp och stopptider som uppkommer genom problem i och av cellen. Även hur operatören sköter maskinen och hanterade stopp studeras för att hitta eventuella brister eller förbättringsmöjligheter i operatörens arbetsgång. Till sist studerades systemets program och operatörsgränssnitt för att hitta ytterligare möjliga förbättringsområden.

Åtgärdsplanen tar upp varje problem som identifierats från systemanalysen och tre åtgärder utifrån åtgärdsplanen genomfördes även inom ramen för detta projekt. De åtgärder som utförts i detta projekt var:

Korrigerig av positionssensor i pallmagasin, som bestod av en mekanisk åtgärd på en av pallmagasinets sensorer.

Omprogrammering av stopptid, som bestod av en programförändring i robotens körsekvens.

Säkerställd låsning av låskolv, som bestod av en tillagd programsekvens i palleteringscellens mjukvara.

Resultatet av dessa åtgärder har bidragit till att den totala stopptiden i produktionslinjen som orsakats av palleteringscellen sänkts från nästan 80 h till strax över 4 h varje månad. Samtidigt har åtgärderna öppnat upp möjligheten till att öka processflöde i produktionslinjen med upp till 25 %, vilket kan leda till en högre export av varor för Hedlunds Pappersindustri AB.

I slutet av detta projekt presenterades och överlämnades en fullständig upplaga av åtgärdsplanen till Hedlunds Pappersindustri AB. Vilka av de återstående åtgärder som väljs att genomföras är upp till Hedlunds Pappersindustri AB och ingår inte i detta projekt.

Abstract

This project has been carried out on request of Consat Engineering AB that is a company focusing on production and product efficiency within automatization industry.

The project is carried out for Hedlunds Pappersindustri AB which is a company that manufactures wrapping and gift paper. The company have invested in a palletizing cell in order to improve and increase their production and distribution capabilities. The palletizing cells main function is to place units on a pallet which is then to be transported.

Today the palletizing cell is a weakness in a larger production line which sorts and packs units of wrapping paper in boxes, creating a bottle neck in the production line. The main objective of this project is to analyse the current system and find ways to enhance the cells performance and increase the stability and efficiency in the production process.

The focus in this project is to find the problems within the palletizing cell that generates a hold in the cell or the production line. Investigations are carried out on how the operator handles the machine in order to identify flaws in how the operator operated. User interface and the cell operating process is also studied in order to find areas which could be improved. All of the problems that are identified are then presented in an action plan that lists possible ways to improvements to the system. Three of the identified actions are also implemented within the scope of this project. The three implemented actions are:

Correction of a sensor within the pallets magazine. This was to correct a mechanical issue on one of the sensors in the pallet magazine.

Reprogramming of a stop time. This was to correct a problem in one of the programs sequences that generated a hold in the cell.

Assured lock by the bolt. This was to guarantee a lock of the bolt that pushes the unit in to place.

The results of the actions carried out contributed to a higher stability and a reduction of the total stop time in the production line. The stop timed caused by the palletizing cell were reduced from almost 80 hours down to just above 4 hours each month. Also the actions made it possible to increase the flow within the production line with up to 25% which in terms could lead to a greater export of wares for Hedlunds Pappersindustri AB.

The complete action plan is presented to Hedlunds Pappersindustri AB but it is left to the judgement of Hedlunds Pappersindustri AB to choose which of the additional actions presented in this study they want to carry out in order for the cell to be even further optimized.

Innehållsförteckning

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Inledning | 1 |
| 1.1 | Palleteringscellens områden och funktion | 2 |
| 1.2 | Syfte | 5 |
| 1.3 | Terminologi | 5 |
| 1.4 | Precisering av frågeställning | 5 |
| 1.5 | Avgränsningar | 5 |
| 1.6 | Rapportens disposition | 6 |
| 2 | Metod | 7 |
| 2.1 | Projektstruktur | 7 |
| 2.2 | Beskrivning, FMEA..... | 8 |
| 2.3 | Riskanalys..... | 9 |
| 3 | Systemanalys & åtgärdsplan | 11 |
| 3.1 | Dagens system | 11 |
| 3.2 | Intervjuer | 11 |
| 3.3 | Observationer..... | 12 |
| 3.4 | Loggbok..... | 14 |
| 3.5 | Mätningar..... | 14 |
| 3.6 | Övergripande resultat av systemanalysen..... | 14 |
| 3.7 | Åtgärdsplan..... | 16 |
| 4 | Åtgärd | 17 |
| 4.1 | Korrigerig av sensor i pallmagasinet | 17 |
| 4.2 | Omprogrammering av stopptid..... | 17 |
| 5 | Resultat | 19 |
| 5.1 | Resultat av utförda åtgärder – justering av fotocell..... | 19 |
| 5.2 | Resultat av utförda åtgärder – Omprogrammering av stopptid | 21 |
| 5.3 | Resultat av utförda åtgärder – Låskolv | 22 |
| 6 | Slutsats | 23 |
| 7 | Framtida arbeten | 25 |
| | Referenser..... | 27 |
| | Bilagor..... | 27 |
| | Appendix A | 27 |
| | Appendix B | 27 |
| | Appendix C | 27 |
| | Appendix D | 27 |
| | Appendix E..... | 27 |

1 Inledning

Hedlunds Pappersindustri AB är ett företag som tillverkar och säljer inslagingspapper i olika storlekar och längder. Hedlunds Pappersindustri AB har investerat i en palleteringscell som en del till en större produktionslinje. Denna produktionslinje sorterar och förpackar kartonger innehållande inslagingspapper som sedan skickas till palleteringscellen. Cellen staplar de inkommande kartonger på pall och skickar sedan ut pallen för export.

Investeringen gjordes för att automatisera förpackningsprocessen som tidigare gjordes för hand och öka för att leveranskapaciteten i produktionslinjen. Hedlunds befinner sig i en situation där palleteringscellen idag är flaskhalsen i deras produktionslinje. I cellen uppstår det flera olika problem och fel som leder till oönskade stopp i produktionslinjen eller att material tar skada. Man ville därför se över cellen för att hitta eventuella åtgärder som kan bidra till en optimering i produktionslinjen. Den berörda cellen kan ses i Figur 1.1

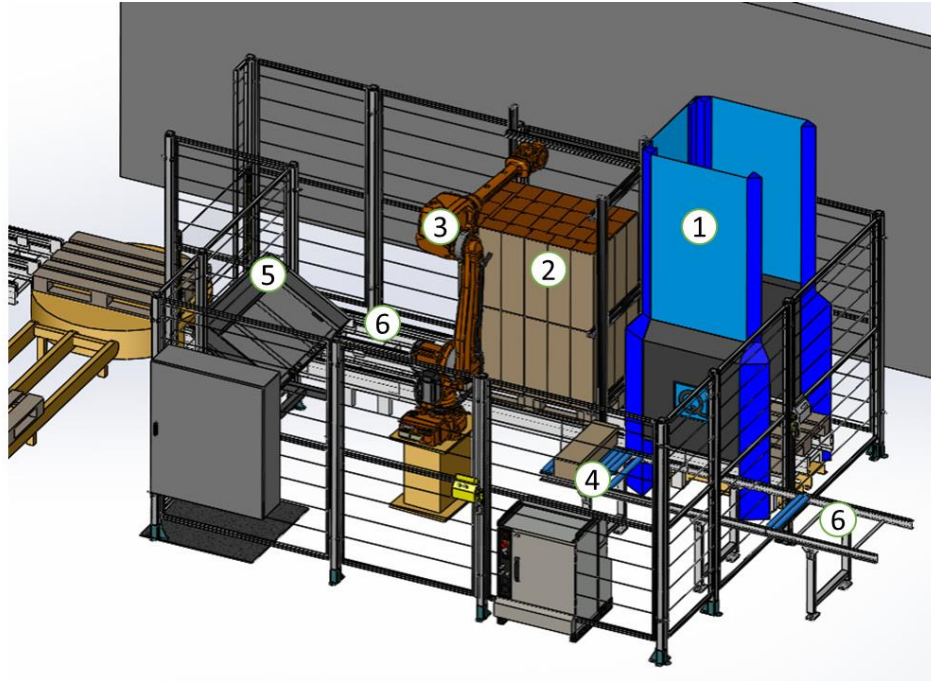
I kapitel 1 ges allmän information gällande rapporten och dess uppbyggnad, samt ge en introduktion till projektets bakgrund, syfte och avgränsningar.



Figur 1.1, Foto över den berörda palleteringscellen

1.1 Palleteringscellens områden och funktion

Den ideala palleteringscellens uppgift är att på ett automatiserat tillvägagångssätt, stapla enheter på pall som sedan ska skickas ut till kund/försäljning eller till en annan arbetsstation. I detta kapitel beskrivs palleteringscellens olika områden och arbetsgång.



Figur 1.2 Palleteringscellens utseende

Palleteringscellens områden kan ses i Figur 1.2 och består av:

1. Pallmagasin



Pallmagasinet område består av ett magasin som innehåller samt sorterar fram pallar. Den fram sorterade pallan, den undre, skickas sedan ut från pallmagasinet med en rullbana.

Pallmagasinet fylls på manuellt av operatören då pallarna är slut. Operatören begär tillträde till magasinet, öppnar grinden och fyller på nya pallar med truck. Därefter stänger operatören grinden och kvitterar begäran av tillträde.

2. Pallstation



Pallstationens område består av en inramad area där roboten kan placera enheterna på en pall efter bestämt mönster. Enheterna kommer in till roboten via ett separat rullband, se område 6, In och ut bana.

3. Robot



Robotens räckvidd sträcker sig över samtliga områden i systemet förutom pallmagasinet. Roboten flyttar enheter från avhämtningsstationen och placerar dessa på en pall i pallstationen. Roboten hämtar också kartongskivor från mellanlägsstationen och lägger dessa över varje lager av enheter. På robotens slutled sitter ett greppverktyg som skapar ett vakuumtryck i 16 stycken sugkoppar för att kunna greppa ett objekt.

4. Avhämtningsstation



Avhämtningsstationens område består av två delar. Första delen är en separationsbom som håller isär och sorterar bufferten av de inkommande enheterna. Andra delen är en låskolv som trycker enheterna på plats och låser den så att roboten därefter kan gå ner och hämta enheten.

5. Mellanlägsstation



Mellanlägsstationen består av en behållare som innehåller kartongskivor. Roboten kan gå ner och plocka en kartongskiva som sedan flyttas och läggs över enheterna på pallstationen.

6. In- och ut-bana.

Till cellen går det en rullbana, se punkt 6 till höger, där inkommande enheter kommer in till avhämtningsstationen. Från cellen går det ytterligare en rullbana från pallstationen där pallarna som är klara rullas ut till lagret, se punkt 6 till vänster.

Palleteringscellens funktion består av att enheter skickas in till cellen genom en bana, se område 6, In- och ut-bana, som sedan stoppas upp vid en separationsbom vid avhämtningsstationen, se område 4, Avhämtningsstation. Bommen separerar enheterna som fortsätter till slutet av banan i avhämtningsstationen. I slutet av stationen låser en låskolv fast enheterna till position som gör det möjligt för roboten att plocka upp enheten.

Roboten, se område 3, Robot, går ner och plockar enheten från avhämtningsstationen med sugkoppar monterade på robotens greppverktyg då en enhet är i position. Roboten lyfter sedan enheten och går över till pallstationen. Vid pallstationen, se område 2, går roboten ner med enheten till pallen och staplar denna efter ett förbestämt mönster. Efter att roboten placerat enheten korrekt släpper greppverktyget taget om enheten och roboten går tillbaka till avhämtningsstationen för att hämta nästa enhet. Då ett lager av enheter är klart på pallen går roboten över till mellanlagerstationen istället för till avhämtningsstationen.

Vid mellanlagerstationen, se område 5, går roboten ner med greppverktyget tills att den stöter på och greppat tag i en kartongskiva. Roboten lyfter upp kartongskivan ut från mellanlagerstationen och går tillbaka till pallstationen där den placerar skivan över enheterna. Då kartongskivan är på plats över enheterna på pallstationen går roboten tillbaka till avhämtningsstationen. Därefter påbörjar roboten att stapla enheter på nästa lager.

Då en pall är klar skickas denna ut från cellen på en bana, se område 6. Samtidigt som den färdiga pallen går ut från systemet skickar rullbanan från pallmagasinet in en ny tom pall till pallstationen. Då den nya pallen har kommit i position i pallstationen påbörjar roboten att hämta enheter från avhämtningsstationen och stapla dessa på nytt på den tomma pallen.

Palleteringscellen funktion är idag lång från det ideala och i cellen finns det problem och brister som medför instabilitet i palleteringscellen och produktionslinjen. Många av problemen uppstår mellan och i de olika områdena som orsakar stopp i cellen som kan leda till att produktionslinjen stannar. Detta arbete syftar till att identifiera och angripa dessa problem som uppstår i palleteringscellen. Mer om detta behandlas i Kapitel 1.3, Syfte.

1.2 Syfte

Uppdragets syfte är att ta fram en åtgärdsplan åt Hedlunds Pappersindustri AB över de problem, brister och fel som skapar instabilitet, stopp eller onödiga väntetider i palleteringscellen. Åtgärdsplanen ska ge Hedlunds möjlighet till att kunna optimera cellen för att öka dess effektivitet och stabilitet. Minst ett av förslagen i åtgärdsplanen ska även genomföras inom ramen för detta projekt som ska bidra till en optimering av palleteringscellen.

1.3 Terminologi

Palleteringscell är en term som används för en robotcell med ett inbyggt pallmagasin. En palleteringscells främsta uppgift är att stapla/lägga enheter på en pall som sedan skickas ut för försäljning, export eller till en annan arbetsstation. En palleteringscells områden och utseende kan variera kraftigt beroende på industri och de områden som finns i palleteringscellen för detta projekt kan ses i Kapitel 1.2.

Ställare är en person som hanterar maskiner inom verksamheten. Ställarens arbetsuppgifter är underhåll, reparation och kalibrering av en maskin.

25- och 50-enhet är en benämning som används för en kartong som innehåller 50 respektive 25 st. rullar av inslagingspapper i olika längder. Kartongen är den enhet som flyttas mellan station 4 och 2 av industriroboten, punkt 3, i Figur 1.2 .

1.4 Precisering av frågeställning

Vad är det som stoppar upp systemets process och förhindrar en stabil produktion i palleteringscellen?

- Återkommande stopp?
- Långa stopptider?
- Långa väntetider?
- Bristande operatörsgränssnitt?
- Okunnighet bland personal?
- Mekaniska komplikationer?

1.5 Avgränsningar

Uppdraget kommer inte behandla kvaliteten av inkommande eller utgående enheter till eller från cellen. Systemen för inmatning och utmatning av enheter till och från cellen kommer inte att ingå, se punkt 6 i Figur 1.2, med undantaget av avhämtningsstationen, se punkt 4 Figur 1.2 Övriga maskiner i produktionslinjen ingår inte i detta projekt.

1.6 Rapportens disposition

Denna rapport består av 7 kapitel. Kapitel 2 presenterar de metoder som valts att användas i projektet. I kapitel 3 samt 4 ges en ingående beskrivning i hur de olika momenten strukturerats och utförts. Kapitel 5 framför en beskrivning över de åtgärder som valts att utföras inom ramen för detta projekt. I kapitel 6 och 7 presenteras resultat samt slutsatser.

Utöver tillkommer fem appendix med mer detaljerad information inom projektets olika delar.

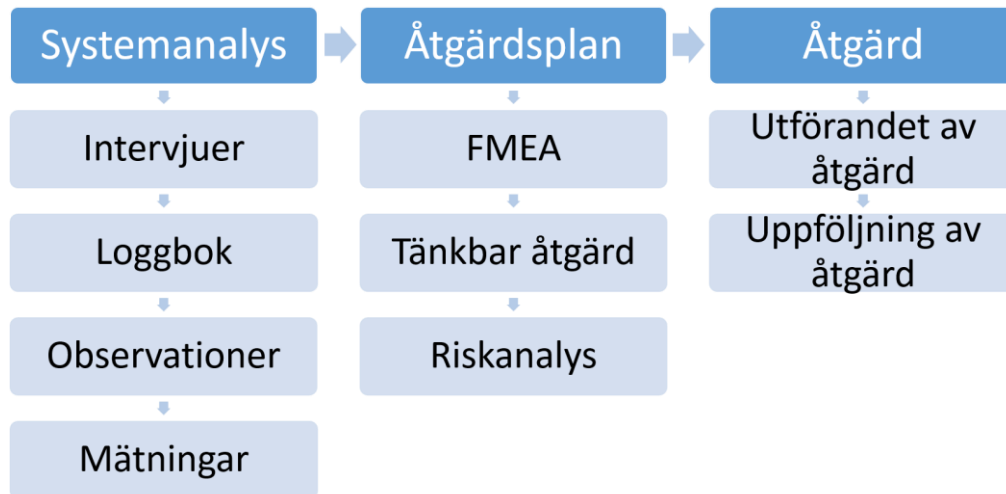
Appendix A beskriver de problemområden som har fastställts och tas inte med i denna rapport. Samma gäller för Appendix B, där möjliga åtgärder behandlas. Appendix C alla svar på de intervjuer som utförts med berörd personal. Appendix D visar samtliga tider som samlats in över enheternas flöde genom cellen. Appendix E behandlar ett programfel som upptäcktes under projekt.

2 Metod

I detta kapitel presenteras projektets struktur och de metoder som har använts.

2.1 Projektstruktur

Detta arbete delas in i tre stycken etapper som består av en systemanalys, åtgärdsplan och åtgärd.



Figur 2.1, Flödesschema över arbetets indelning.

Vid uppdragets start ska en systemanalys över palleteringscellen verkställas. Intervjuer med personal och handhavare av cellen görs för att samla in information om vad som anses problematiskt från användarens perspektiv. Cellens process ses över visuellt under drift för att bekräfta problem som angetts från intervjuerna och för att identifiera nya problemområden samt brister. Mätningar av processens cykeltider utförs samtidigt för att kunna se om processen klarar dagens produktion.

En loggbok tas fram och presenteras till operatören så att denne kan fylla i och anteckna uppkommande fel under drift. Loggbokens uppgift är att ge en större inblick i hur ofta problemen uppkom och vart problemet uppstod.

Utifrån insamlad information gällande problemområdena ska dessa fastställas genom observation med möjlig provokation, om nödvändigt. Detta för att undersöka när och hur ett problem uppstår. En åtgärdsplan ska därefter specificeras med hur problemen och bristerna kan åtgärdas och bidra till ett optimerat system. Åtgärdsplanen baseras på FMEA metoden för processeffektivisering som är en systematisk metod som användas för att upptäcka och klassificera fel hos en process eller produkt. Varje problem framförs med en beskrivning och rankas efter olika kriterium för att ge en bra överblick över samtliga problem och hur allvarligt ett problem är. De kriterium som har bestämts för åtgärdsplanen kan ses i Kapitel 4.1. För mer information gällande FMEA se referens se [1], [2] och [3].

Efter det att en åtgärdsplan har fastställts ska en eller flera åtgärder utföras. Åtgärden/åtgärderna som ska göras väljs efter mån av tid och i samråd med Consat Engineering AB och Hedlunds Pappersindustri AB.

Valet av Metoder som används görs för att inte skapa onödiga stopp som kan störa processen eller produktionen.

2.2 Beskrivning, FMEA

Failure Mode and Effects Analysis, på svenska översatt till feleffektsanalys, är en metod som kan användas för att upptäcka och klassificera fel hos en process eller produkt. Metoden kan användas inom flera områden och i detta projekt nyttjas den för en processeffektivisering av en palleteringscell.

Genomförandet av metoden består oftast av 7 systematiska steg för att identifiera och utvärdera felområden samt brister. Stegen ses i referens [1] och kan delas in i:

- 1. Feltyp**
Här beskrivs felet/problemet då det uppkommit
- 2. Orsak till fel**
Här beskrivs vad som orsakade felet/problemet
- 3. Felets effekt**
Vad felets utfall blir/är
- 4. Indikation**
Här beskrivs hur felet upptäcks
- 5. Felets förekomst, PO (Probability of Occurrence)**
Hur frekvent felet förekommer och klassificeras med ett värde t.ex. mellan 1-10. 10 motsvarar en hög intensitet till uppkomst av felet och 1 en låg.
- 6. Felets allvarlighet, S (Severity)**
Hur allvarligt felets konsekvens blir då felet uppkommer. Värderas exempelvis mellan 1-10 där 10 motsvara störst allvarlighet, t.ex. personskada eller lagbrott och 1 ingen större eller märkbar konsekvens.
- 7. Sannolikhet till upptäckt, Pd (Probability of detection)**
Troligheten att problemet upptäcks innan felet leder till konsekvenser. Värderas exempelvis mellan 1-10 där 1 motsvarar att felet alltid upptäcks och 10 att felet aldrig upptäcks.

Utifrån punkt 5-7 kan därefter ett risktal fås fram genom en multiplikation mellan samtliga värden enligt Ekvation 1:

$$PO \times S \times Pd = Risktal \quad (1)$$

Riskalet ger sedan en överblick på hur allvarligt felet bör anses med möjligheten till att ranka felen. Efter att en feleffektsanalys har fastställts kan eventuella åtgärder tas fram och bestämmas. Efter att en åtgärd har utförts bör en ny utvärdering göras för att se att problemet inte kvarstår.

Utifrån resultatet på risktalet, rankas varje problem från högst till lägst. Utifrån rankningen ges ett överseende på problemens kritiska nivå. Rankningen kommer däremot inte avgöra vilket problem som ska åtgärdas först utan det är upp till Hedlunds Pappersindustri AB att göra valet av vilket problem som bör åtgärdas.

2.3 Riskanalys

En riskanalys upprättas i samband med framställandet av åtgärdsplanen. Detta för att uppskatta hur respektive åtgärd skulle kunna påverka produktionen i cellen och tillsammans med övriga maskiner i produktionslinjen.

Risknivån hos varje problem klassificeras efter:

| Riskgrad | Möjligt utfall från åtgärd |
|----------|---|
| A | Åtgärden löper stor risk till att påverka produktionen både inom och utanför cellen |
| B | Åtgärden löper risk att påverka delar av produktionen både inom och utanför cellen |
| C | Åtgärden riskerar att påverka delar av produktionen inom cellen |
| D | Åtgärden medger viss risk till att påverka mindre delar av produktionen inom cellen |
| E | Åtgärden löper ingen risk till att påverka cellen eller produktionen negativt |

Tabell 4.1, Beskrivning av riskgrader

Riskgraden i Tabell 4.1 representerar risknivån i form av en bokstav mellan A-E som presenteras vid varje åtgärd. Bedömningen av riskgraden för varje åtgärd ska göras i samråd med representanter från Consat AB och Hedlunds Pappersindustri AB.

3 Systemanalys & åtgärdsplan

Detta kapitel behandlar genomförandet av etapperna systemanalys och åtgärdsplan.

3.1 Dagens system

Palleteringscellen är en del i en större produktionslinje på Hedlunds Pappersindustri AB och är idag i full drift. Operatören har möjlighet att välja storleken på enheterna, om mellanlager ska användas och hur många lager av enheter som ska staplas på varje pall. Utefter operatörens val staplar roboten enheterna efter förprogrammerat mönster. Vid tomt pallmagasin eller mellanlägsstation fyller operatören på dessa. Under drift ska systemet arbeta automatiskt med operatören som tillsyn.

I palleteringscellen uppstår flera olika problem som leder till att produktionslinjen stannar. Vid fel eller problem som leder till stopp åtgärdar operatören felet eller problemet och driftsätter systemet på nytt.

3.2 Intervjuer

Vid projektets början utfördes flera intervjuer med berörd personal. Syftet med intervjuerna är att skapa ett underlag över hur dagens system fungerar, vilka problemområdena kan delas in i och vad som kan anses vara problem utifrån innehavaren/operatörens perspektiv. I detta kapitel sammanfattas intervjuerna och de svar som fås.

Alla intervjuer styrs genom en frågeställning anpassad efter personens befattning och besvaras i en dialog. Samtliga personer som intervjuas är anonyma. Frågeställningen upplägg är:

1. *Hur tycker du att maskinen fungerar idag?*
2. *Tycker du att det finns problem och i så fall vilka?*
3. *Känner du att det är något som är problematiskt eller något speciellt som krånglar?*
4. *Är det något du är missnöjd med?*
5. *Något annat som ni vill lyfta fram gällande maskinen?*

Svaren på frågorna kunde variera kraftigt mellan personerna. Orsaken till detta kan ha berott på personens befattning och erfarenhet med maskinen. Svaren från intervjuerna kan sammanfattas enligt:

1. *Hur tycker du att maskinen fungerar idag?*

Här varierar svaren kraftigt mellan personerna. Många är nöjda med maskinen men även del anser att maskinen fungerar dåligt. Antalet personer som är nöjda respektive missnöjda är ungefär lika många och endast några få har svarat neutralt.

2. *Tycker du att det finns problem och i så fall vilka?*

Samtliga personer ansåg att det finns problem med maskinen. Många problem nämns återuppreparande gånger där framförallt pallmagasinet anses besvärligt. Även avhämtningsstationen har ansetts vara problematisk under perioder.

3. *Känner du att det är något som är problematiskt eller något speciellt som krånglar?*

På denna fråga är pallmagasinet i fokus med flera olika problem. De två främsta problemen anses vara att pallmagasinet tappar sin cykel vilket medför att en ny pall inte matas ut och att gafflarna som sköter sortering av pallarna fastnar.

4. *Är det något du är missnöjd med?*

Majoriteten av de intervjuade tycker att det har varit långa väntetider och för många stopp i produktionslinjen.

5. Något annat som ni vill lyfta fram gällande maskinen?

Här svarade majoritet att de inte hade något att tillägga. Endast två personer framförde att styrskåpet för pallmagasinet bör flyttas då det står oåtkomligt under produktion och att HMI-Displayen som är användargränssnittet till palleteringscellen fungerar bra.

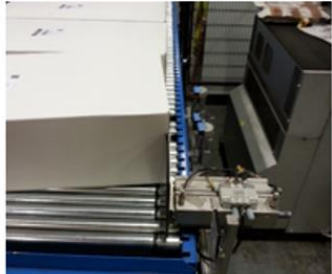


Varför svaren på frågorna varierar kraftigt kan bero på personens erfarenhet med maskinen. En person som vanligtvis inte arbetar med maskinen kan uppfatta den som problematiskt då fel eller problem uppstår som denne inte är van att hantera. Utöver punkt 1 var majoriteten av de intervjuade eniga på vad som ansetts problematiskt. Om problemen beror på fel som uppstår i cellen eller om det är handhavandefel som skapar problemen kvarstår att fastställas.

Utifrån sammanställningen ovan kan man se att det finns ett missnöje med maskinen. Fullständiga svar från varje intervju kan ses i Appendix C, Intervjuer.

Resultatet tyder på att det finns problem i cellen som skapar instabilitet i produktionslinjen. Noggrannare observationer bör därför göras för att bekräfta de fel och konstaterande som uppkommit under intervjuerna. Framförallt bör stor fokus läggas på pallmagasinet då detta nämnts som väldigt problematiskt.

3.3 Observationer

Som komplement till intervjuerna utfördes flera observationer. Vid kontinuerlig drift av palleteringscellen utförs flera visuella observationer för att hitta och identifiera problem som uppkommer i cellen. De problem och brister som identifieras ska antecknas och fastställas med tillhörande orsak till hur de har uppstått.

| | | |
|--|--|--|
| 2.5 | Fastkörd enhet | |
|  | <p>Inkommande enheter fastnar på kolven och stoppar upp processen. Detta är inte ett vanligt förekommande problem och inträffas mestadels vid inkommande enheter som varit trasiga.</p> | |
| 2.1 | Saknad enhet, Sensor | |
|  | <p>Sensor vid hämtningsstation ger ibland en felsignal vilket resulterar att roboten försöker hämta en enhet som inte egentligen finns. Trolig orsak är glapp i sensor som registrerar enheter som kan hämtas eller en programbugg.</p> | |
| 5.2 | Tappad cykel i pallmagasin | |
|  | <p>Pallmagasinet tappar sin cykel och lyfter inte fram en ny pall för utmatning. Detta uppstår då operatören stoppar processen då ny pall matas ut. För återställning plockas eventuell pall bort och inträde begärs på nytt. Föregående steg kunde behövas göras flera gånger innan magasinet återtar sin rätta cykel. Orsaken kan bero på signalfel från en sensor likt 5.1.</p> | |

Figur 3.1, figuren visar tre bekräftade fel i palleteringscellen.

Resultatet från en visuell överblick över palleteringscellen bekräftar många av de problem som tagits upp under intervjuerna. Samtidigt upptäcktes flera andra problem, brister och fel som påverkade cellens stabilitet och säkerhet. Vid undersökning av operatörens arbetsgång kunde endast en bråkdel av de iakttagna problemen kopplas till handhavandefel, som i sin tur medförde stopp i produktionslinjen. Cellen kan därefter delas in i olika problemområden där problem bekräftats enligt:

- Allmänt
- Avhämtningsstation
- HMI-display
- Mellanläggstation
- Pallmagasin
- Robotarm

I samtliga problemområden identifierades unika problem och fel som kunde vara allt från handhavandefel till programbuggar. Figur 3.1 presenteras tre problem som identifierats i palleteringscellen.

I de visuella observationerna granskades också systemets program. Med programvaran RobotStudio från ABB gick det att övervaka och följa processens program i realtid. Då det inte fanns möjlighet till att vara vid maskinen kunde programmet laddas ner i form av en ”back up” som sedan kunde studeras i ett offline-läge. Programmet används till att hitta programbuggar och fel i programvaran som leder till instabilitet i palleteringscellen. Vid stopp kan felet identifieras och berörda programrader isoleras vilket ger en bättre överblick av vad som utgjort stoppets uppkomst. Samtliga problem, fel och brister som upptäckts under första etappen, systemanalys, beskrivs i Appendix A, Systemanalys. För mer information gällande RobotStudio se referens [4].

3.4 Loggbok

Efter att problemområdena i palleteringscellen bestämts, introducerade en loggbok där operatören kunde fylla i vilket problemområde där stoppet förekom och tidsåtgången för att åtgärda problemet. Syftet med loggboken är att få en bättre inblick i hur frekvent fel eller problem uppstår inom varje problemområde.

Vid återkoppling med operatören framkom det att problem och fel som hade uppstått i palleteringscellen inte hade antecknats i loggboken. Resultatet med misshänseln har lett till att fel och problem inte antecknats i loggboken vilket kan medföra en ifrågasättning av dess validitet på antalet registrerade fel. Loggboken kan istället visa ett mindre antal registrerade fel än vad som faktiskt uppstått.

3.5 Mätningar

Efter att problemområdena bestämts och loggboken introducerats ska även en kontroll göras på enheternas flöde genom palleteringscellen. Det ska uträttas mätningar på inkommande och hanterade enheter för att säkerställa att den nuvarande processen klarar av att hantera intervallet på de inkommande enheterna. Insamlade tider över hanterade samt inkommande enheter framförs i Appendix D, Mätdata.

I Appendix D kan man se att under vissa förhållanden hinner inte cellen att hantera inkommande enheter vilket resulterade i att inkommande buffert kunde bli så pass stor att övriga maskiner innan palleteringscellen stoppades. Orsaken till detta kunde kopplas till en återkommande stopptid då roboten stått still i minst 20 sekunder.

3.6 Övergripande resultat av systemanalysen

Genom observationerna kunde man se att samtliga frågor i Kapitel 1.6 kunde kopplas till problem som medförde instabilitet och generar stopp i palleteringscellen. Orsakerna till uppkomsten av problemen kunde vara allt från handhavandefel till programbuggar. Problemen listades i systemanalysstadiet och möjliga åtgärder presenterades i en åtgärdsplan.

| Rank | Nr. | Ft | Otf | FE | I | PO | S | Pd |
|------|-----|---|---|--|-------------------------|----|---|----|
| 100 | 6.2 | Kapsling och dragavlastning för signalkablage till robot från vakuumvakt saknas | Krav enligt elsäkerhetsstandard | Finns risk för att damm, vatten eller farliga ångor tränger sig in i roboten | Visuell inspektion | 5 | 5 | 4 |
| 80 | 6.3 | Robotarm står still i minst 20s innan hantering av nästa enhet | Programmet går in i standby-läge om arm når hemmaposition då ingen ny enhet har hunnits registreras | Inkommande buffert kan växa sig så pass stor att övriga maskiner stannar i produktionslinjen | Visuellt samt mätningar | 5 | 4 | 4 |
| 60 | 6.1 | Roboten tappar enheter under hantering | Saknas subrutin för vakuumvakt som kollar efter tappad enhet | Roboten fortsätter att köra vilket kan medföra skador inom cellen och på varor som ska levereras | Visuellt | 3 | 5 | 4 |

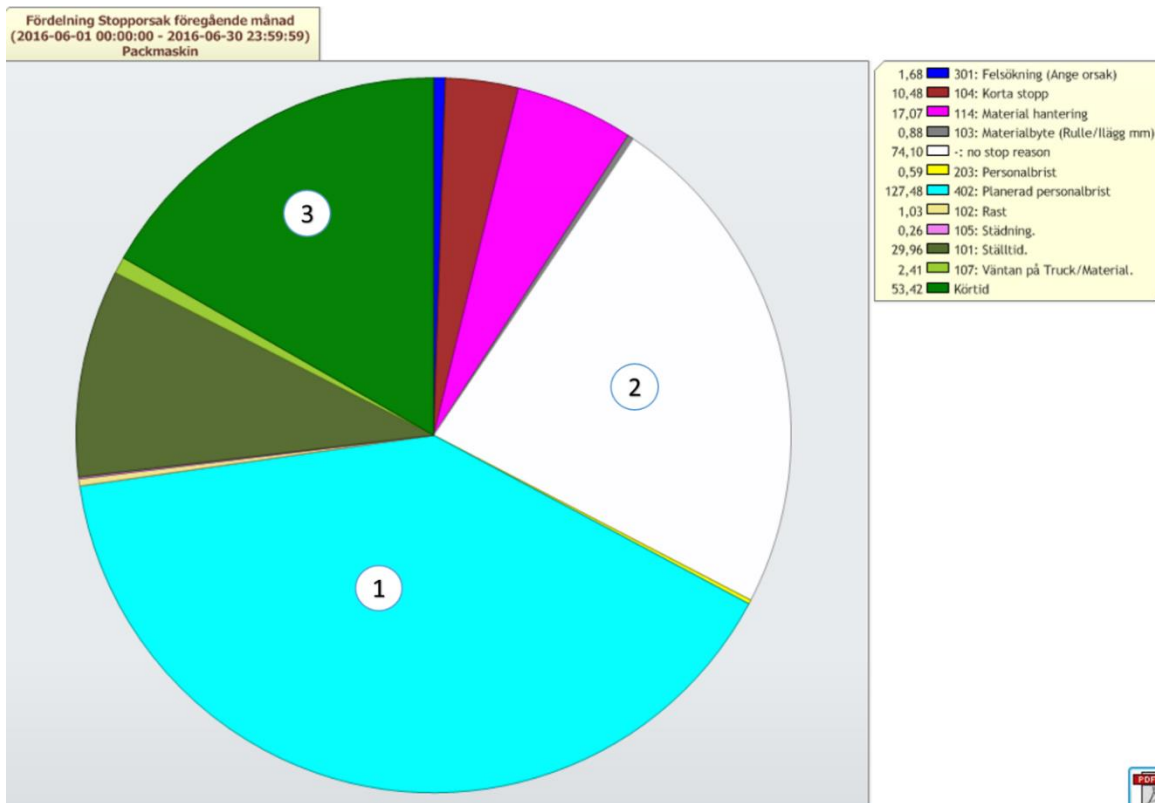
Figur 6.1, De tre allvarligaste felen som upptäckts.

Figur 6.1 är ett utdrag från Appendix B och visar de tre allvarligaste felen som upptäcktes under projektet.

Det allvarligaste felet som upptäcktes var en brist i kappslingsklass vid styrkabeln mellan robot och vakuumvakt. Kravet för kappslingsklasser inom industri kan ses i elsäkerhetsverket, se referens [5]. Bristen diskuterats även med auktoriserad revisionsbesiktningsman inom elkraft & säkerhet, se personreferens [8].

Det andra mest allvarligaste felet var ett återkommande stopp i robotcellen som skapades av en felaktig programkod. Då roboten hann tillbaka till hemmaposition innan en ny enhet hade hunnits levereras gick denna in i en standby sekvens som kunde leda till att hela produktionslinjen stannade upp.

Det tredje allvarligaste felet ansågs vara bristen av en programkod som kände av att roboten hade tappat en enhet. Då roboten tappade en enhet fortsatte den i sin cykel vilket kunde resultera att material förstördes eller anläggningen tog skada.



Figur 6.2, Fördelning av drifttid i palleteringscellens produktionslinje innan åtgärden över perioden 2016-06-01 till 2016-06-30

Den största orsaken till stopp i palleteringscellen berodde på bemanningssituationen som kan ses i sektor 1 i Figur 6.2. Det fanns helt enkelt inte tillräckligt med resurser för att hålla processen ingång vilket ledde till att palleteringscellen och produktionslinjen istället stod still.

Sektor 2 i Figur 6.2 visar stopp som orsakats av fel och problem i palleteringscellen samt produktionslinjen. Sektor 3 i Figur 6.2 visar den totala körtiden som produktionslinjen har varit i produktion utan stopp. Ett betydande bidrag till stopptiden var problem som uppstod i palleteringscellen. Framförallt var det pallmagasinet som utgjorde större del av den totala stopptiden i systemet som orsakades av bland annat felande sensorer.

Stopporsaker hos övriga sektorer ges i tabell i Figur 6.2 och ingår inte i detta projekt.

3.7 Åtgärdsplan

Med systemanalysen färdigställdt upprättas en åtgärdsplan som baseras på FMEA metoden. Åtgärdsplanen behandlar de problemområden som fastställs i systemanalysen och beskriver kortfattat varje problem och brist. En preliminär åtgärd framförs på varje problem som Hedlunds Pappersindustri AB sedan kan välja att utföra. De valbara åtgärderna har bestämts i samråd med Andreas Svensson och Per Svensson, se personreferens [6] och [7].

En åtgärdsplan upprättas efter de 7 punkter som bestämts och beskrivs i Kapitel 2.2, FMEA. Utöver punkterna framförs en valbar åtgärd med tillhörande risknivå. Varje problem rankas efter risktalet som fås ur Ekvation 1 som kan ses i kapitel 2.1 FMEA.

Se Appendix B där samtliga problem framförs och rankas med tillhörande åtgärdsförslag. För FMEA se referens [1], [2] och [3].

4 Åtgärd

Med systemanalysen och åtgärdsplanen fastställda påbörjas den tredje och sista etappen, åtgärd. I detta kapitel beskrivs tillvägagången av de åtgärder som utfördes i palleteringscellen. Åtgärderna som utfördes valdes inte efter problemets rank utan valdes istället i samråd med Hedlunds Pappersindustri AB och Consat Engineering AB efter resursanvändning, tidsåtgång och påverkan på produktionen. Varför just åtgärderna presenterat nedan valts att utföras har gjorts för att utrustning och material saknades för att kunna åtgärda allvarligare problem samt att Hedlunds inte vill stoppa produktionen över en längre period.

4.1 Korrigering av sensor i pallmagasinet

Vid ett observationstillfälle uppmärksammades ett återkommande problem i pallmagasinet som uppstod frekvent. Problemet var att en ny pall inte sorterades fram och placerades för utmatning, vilket resulterade i stopp i cellen.

Det återkommande problemet diskuterades mer ingående i samråd med verksamhetens ställare och mekaniker. Vid en undersökning av pallmagasinets styrskåp och sensorer upptäcktes att en av positionssensorerna för en ny pall redo att matas ut, satt löst och gav felsignaler till systemet.

Åtgärden bestod av att kåporna som skyddar sensorerna lyftes bort och den berörda sensorn drogs åt. Resultatet efter åtgärden kan ses i Kapitel 6.3 och visar hur korrigeringen lett till en högre stabilitet i pallmagasinet.

4.2 Omprogrammering av stopptid

Enligt överenskommelse med representanter från Hedlunds Pappersindustri AB och Consat Engineering AB valdes en av åtgärderna från åtgärdsplanen ut för att genomföras. Målet med denna åtgärd var att se till så att bufferten inte ska växa sig för stor och stoppa övriga delar i produktionslinjen.

Åtgärden består av att korrigera den programbugg som orsakar stopp i 20 sekunders intervaller. Korrigeringen utförs med programmet RobotStudio och beskrivs i detalj under punkt 6.3 i Appendix A och Appendix B samt Appendix E. För mer information gällande RobotStudio se referens [4].

Vid utbyte av variabelnamn i programvaran upptäcktes att programmet inte kontrollerade separationsbommen och avhämtningsstationen tillsammans med robotarmen. Då en ny enhet sorterades fram från separationsbommen utförde samtidigt robotarmen sin operation att hämta enheten även fast det inte låg en enhet i slutet av banan. Resultatet blev att enheten som sorterats fram istället åkte in i robotarmen och processen stannade. Problemet löstes med ett tillagt villkor som såg till att robotarmen endast fick köras då en enhet hade nått sin slutdestination och var redo för att plockas.

Efter ett längre test upptäcktes ett allvarligt fel i programmets struktur. Programmet opererar idag på timeoutfunktioner som får programmet att hoppa ut ur en programsekvens efter ett tidsförlopp. Sättet har använts för att inte låsa programmet under plocksekvensen. Detta sätt att programmera kan anses vara problematiskt då varje timeout genererar ett felmeddelande som sparas i en logglista hos palleteringscellens styrskåp samtidigt som processen får en stopptid. Detta fel resulterade också i att låskolven inte låste fast enheten vid avhämtningsstationen. Detta på grund av att programmet inte kommer tillbaka till sekvensen för låsningen av låskolven. Resultatet blev att enheten tappas eller inte kan plockas av

roboten. Problemet löstes med en tillagd funktion som säkerställer låsning innan roboten plockar enheten. Samtliga områden beskrivs i kapitel 1.2 och problemet kan ses under punkt 2.4 i Appendix A och Appendix B.

Med korrigeringsarna fullföljda och testade återtog driften i produktionslinjen. Med uppföljning dagen efter kom det fram att ett gammalt fel hade uppkommit mer frekvent som hade skapat bekymmer vid avhämtningsstationen. Problemet som hade uppstått var en befintlig programbugg som kunde göra att dubbla enheter matades ut samtidigt som roboten fick körsignal. Roboten gick då ner och krossade den andra enheten innan programmet hade hunnit varna och stoppa processen för dubbla enheter.

Buggen uppstod då en ny enhet kom i kontakt med separationsbommen efter att en enhet släppts igenom. Detta ledde till att separationsbommen kunde mata ut den nya enheten samtidigt som roboten fick körsignal. En större programförändring ansågs behövas för att eliminera buggen.

Vid en noggrannare analys av programmets förlopp visade det sig att under vissa förhållanden kunde den nya funktionen som tog bort de stopp i 20 sekunder öppna upp för separationsbommen till att mata ut dubbla enheter. Problemet uppstod då programmet hann utföra dubbla processcyklar innan en enhet hade hunnit registreras i avhämtningsposition, vilket resulterade i att programmet då trott att det varit ok att mata ut en ny enhet, där av dubbla enheter.

I brist på tid och resurser valdes att återgå till den gamla funktionen med 20 sekunders stopp vid sorteringen av enheter. Stopptiden sänktes däremot från 20 sekunder till 5 sekunder genom justering av den ursprungliga funktionen. Problemet dokumenterades med gällande programkod och kan ses i Appendix E.

5 Resultat

Med samtliga etapper färdigställda erhöles ett flertal resultat. I detta kapitel presenteras och beskrivs resultaten som erhållits från de åtgärder som har utförts.

5.1 Resultat av utförda åtgärder – justering av fotocell.

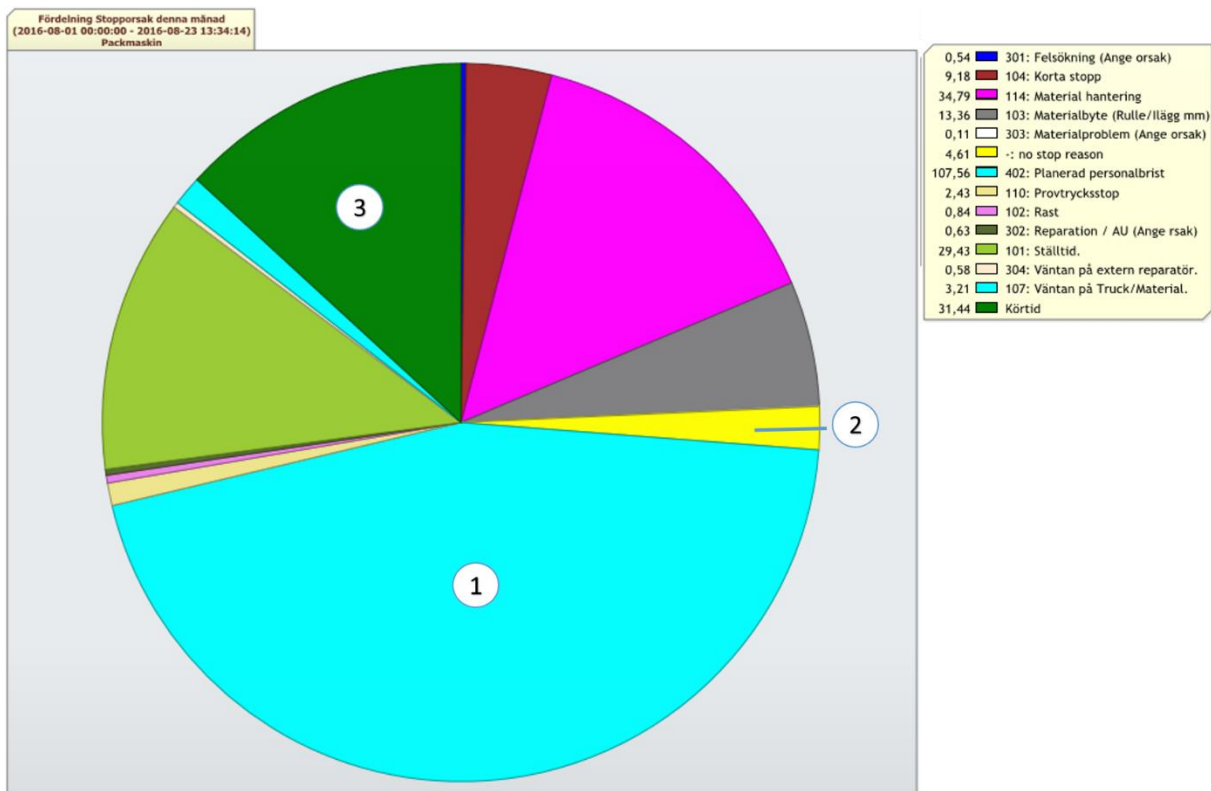
I detta kapitel presenteras resultatet efter den första åtgärden som utfördes. Åtgärden bestod av en korrigering av positionssensorn i pallmagasinet och resultatet jämförs bland annat med loggboken som har fyllts i av operatören mellan perioder före och efter korrigering. Åtgärden kan ses i punkt 5.1 i Appendix A och B

Korrigerings av sensor i pallmagasin



Figur 6.3, Registrerade fel i palleteringscellen utifrån logglista. Figuren visar antalet upptäckta fel i problemområdena och som antecknats i loggboken över perioder före och efter åtgärden av sensorn i pallmagasinet.

Utifrån grafen i Figur 6.3 kan man se en minskning av antalet fel i pallmagasinet från 11 till 2 registrerade fel under en likvärdig period. Det går även att se en ökning av antalet fel som orsakats av roboten samt avhämtningsstation vilket kan vara resultatet efter att pallmagasinet inte stoppar upp processen i samman utsträckning. Då felen uppstår olika i perioder kan det vara svårt att avgöra om utfallet av korrigeringen av sensorn är just detta eller om problemens uppkomst endast var högre under mätt period. Problem som uppstår i pallmagasinet och stannar palleteringscellen kan däremot inte försummas då det även finns andra problem i pallmagasinet. Vad som däremot kan sägas säkert är att korrigeringen lett till att pallmagasinets funktion blivit stabilare, detta då antalet fel som lett till ett stopp i palleteringscellen sjunkit avsevärt.



Figur 6.4 Fördelning av drifttid i palleteringscellens produktionslinje efter åtgärden över perioden 2016-08-01 till 2016-08-23.

Figur 6.2 och 6.4 visar körtiden och stoppsorsakerna för palleteringscellens produktionslinje och har hämtats från Hedlunds Pappersindustri AB systemlogg över maskinen. Sektor 1 utgör stopptiden för planerad personalbrist. Med personalbrist menas det att det inte fanns personal till att hålla igång processen. Operatören fick avbryta driften för att hämta och byta material eller arbeta med en annan arbetsuppgift. Sektor 2 utgör stopp som orsakats av och i palleteringscellen. Sektor 3 visar den totala drifttiden av palleteringscellens produktionslinje. Övriga delar utgör ställtider, materialproblem och andra stoppsorsaker utanför palleteringscellen.

Vid jämförelse av den totala stopptiden som utgörs av sektor 2 i Figur 6.2 och Figur 6.4, kan man se att efter åtgärden minskade stopptiden i palleteringscellens produktionslinje från nästan 80 h till strax över 4 h. Detta motsvarar en minskad stopptid som pallmagasinet orsakat i produktionslinjen med ca 96 %. Det finns en osäkerhet i mätvärdena eftersom de bygger på manuell input och det är inte känt om operatörerna konsekvent anger rätt stoppsorsak. Detta gäller för båda mätperioderna, men resultatet tolkas ändå som en tydlig indikation på en signifikant förbättring av stabiliteten i processen med pallmagasinet. För att säkerställa ett osäkerhetsintervall på mätvärdena behöver en mer noggrann studie av operatörernas svarsrutin göras men ingår inte i detta arbete.

5.2 Resultat av utförda åtgärder – Omprogrammering av stopptid

Efter åtgärden av omprogrammering av stopptid utfördes nya mätning av inkommande och hanterade enheter tillsammans med hantering av en buffert. Samtliga tider presenteras i tabell i Figur 6.5. Tabellen framför ett utdrag av tider över palleteringscellen och inkommande enheter före och efter åtgärden. Från samtliga tider presenteras en medeltid i slutet för varje kolumn som motsvarar den totala tiden(sekunder)/antalet enheter(p). Till vänster i tabellen visas tider över inkommande enheter som är tidsintervallet mellan varje enheter som kommer in till cellen. I mitten, Hanterade, framförs tiden som roboten hanterade de inkommande enheterna under kontinuerlig drift. Till höger visas tider över robotens kapacitet till att kunna hantera de enheter som kommer in till cellen. Problemet kan ses under punkt 5.2 i Appendix A och B.

| Enht | Inkommande | | Hanterade | | Hantering av Buffert | |
|-----------------|------------|-----------|-----------|----------|----------------------|----------|
| | Före | Efter | Före | Efter | Före | Efter |
| 1 | 14,25 | 13,27 | 6,42 | 5,22 | 6,40 | 6,14 |
| 2 | 13,42 | 13,28 | 8,78 | 6,37 | 6,68 | 6,02 |
| 3 | 11,89 | 13,31 | 29,21 | 6,61 | 6,06 | 6,32 |
| 4 | 14,69 | 13,12 | 7,96 | 15,31 | 6,59 | 6,04 |
| 5 | 13,31 | 13,28 | 6,22 | 8,59 | 6,39 | 6,26 |
| 6 | 12,22 | 13,14 | 9,21 | 17,57 | 6,33 | 5,96 |
| 7 | 13,02 | 13,15 | 29,22 | 6,28 | 6,64 | 5,97 |
| 8 | 12,06 | 13,11 | 6,10 | 7,16 | 6,36 | 6,41 |
| 9 | 13,55 | 13,43 | 8,97 | 15,12 | 6,33 | 5,79 |
| 10 | 14,03 | 13,32 | 29,22 | 15,06 | 6,30 | 6,07 |
| 11 | 12,01 | 13,03 | 6,10 | 15,00 | 6,00 | 6,18 |
| 12 | 13,62 | 13,94 | 8,97 | 8,27 | 5,99 | 5,75 |
| 13 | 14,33 | 12,86 | 29,28 | 14,81 | 6,29 | 5,73 |
| 14 | 12,23 | 13,72 | 7,05 | 15,17 | 5,72 | 6,44 |
| 15 | 13,13 | 12,61 | 6,46 | 7,68 | 6,13 | 6,10 |
| 16 | 14,64 | 13,16 | 6,18 | 14,95 | 6,01 | 5,98 |
| 17 | 13,18 | 13,12 | 8,73 | 15,08 | 6,19 | 5,55 |
| 18 | 12,26 | 13,27 | 6,40 | 9,05 | 6,26 | 5,86 |
| [s] | 237,84 | 238,12 | 220,48 | 173,23 | 112,67 | 108,57 |
| Tid/enhet (s/p) | | | | | | |
| | 13,21 s/p | 13,23 s/p | 12,25 s/p | 9,62 s/p | 6,26 s/p | 6,03 s/p |

Figur 6.5, Tider före och efter sänkning av stopptid för 25-enhet som innehåller 25 st. rullar.

Vid jämförelse av tiderna före och efter korrigeringen kan man se att tiden för hanterade enheter har sänkts med ~3 sekunder. Tiden för inkommande och hantering av buffert förblir däremot samma på ~13 sekunder resp. ~6 sekunder. Figur 6.5 framför tider före och efter ändringen på inkommande och hanterade enheter för 25-enhet innehållande 25 st. rullar i olika längder.

Slutresultatet av åtgärden har gett ett positivt resultat och den inkommande bufferten kan inte längre växa så pass stor att övriga delar i produktionslinjen stannar. Visserligen finns programbuggen som ger en stopptid kvar men stopptiden har sänkts kraftigt. För 50-enhet innehållande 50 st. rullar är hanteringsprocessen ~2 sekunder långsammare än vid 25-enhet.

Tiden för hantering av 50 kartong ligger däremot under tiden för inkommande enheter vilket resulterar i att bufferten inte hinner växa sig för stor. I och med detta går det att höja hastigheten på inkommande enheter mellan 2-4 sekunder, vilket skulle resultera i en minskad tid mellan intervallen av färdiga pallar redo att transporteras ut till kund.

5.3 Resultat av utförda åtgärder – Låskolv

I detta kapitel presenteras de resultat som erhållits utifrån åtgärden som berör låskolven i Kapitel 5.2. Problemet med låskolven beskrivs även i mer detalj under punkt 2.4 i Appendix A och B.

I samband med åtgärden omprogrammering av stopptiden, åtgärdades problemet med att låskolven inte låste vid avhämtningsstationen. Vid muntlig uppföljning med operatören framkom det att problemet hade upphört att förekomma efter korrigeringen. Någon ytterligare verifiering av detta gjordes inte.

6 Slutsats

Projektets startades med intervjuer och observationer som gav en god grundförutsättning till att hitta problem, fel och brister i palleteringscellen. Intervjuerna gav information och kommentarer över hur cellen ansågs fungera vilket ledde till att det snabbt gick att sätta sig in i problemområdena. Med observationerna gick det att fastställa de problem som kvarstod efter intervjuerna samtidigt som nya upptäcktes utan att behöva störa driften. Många dagar fungerade system bra medan andra dagar endast bestod av problem i palleteringscellen och produktionslinjen.

Under projektets gång, identifierades orsaker till återkommande stopp, långa stopptider och väntetider, bristande operatörsgränssnitt, mekaniska komplikationer och okunnighet hos personalen som lett till problem i systemet. De största problemen resulterade i långa väntetider och återkommande stopp i systemet som stannade upp produktionslinjen.

Mätdata som samlats in vid hantering av inkommande enheter kunde ha gjorts på ett effektivare sätt än med stoppur. Ett effektivare sätt som mätningen kan göras på är med sensorer och ett mindre program som räknar hanterade/inkommande enheter. Detta hade kunnat leda till förbättrade mätningar och att den mänskliga faktorn försummas vilket medfört en mindre felmarginal.

Loggboken som skulle fyllas i av operatören missköttes och stopp antecknades inte. Detta resulterade i att stopp som uppstod inte antecknades och därmed inte kom med i statistiken. Detta medför att antalet registrerade fel i de olika områdena som lett till stopp i palleteringscellen kan vara under det sanna antalet.

Systemets program har varit svårhanterligt. Majoriteten av programmet är hårdkodat som innebär att många av programmets värden inte är dynamiska eller definierade som variabler. Detta gör det svårt att utföra förändringar i programmets struktur och att programmets storlek kan anses vara större än nödvändigt. Överlag saknar också programmet förklaringar eller kommentarer vilket lett till att mycket av tiden gått åt på att identifiera och kartlägga koden. Under hanteringen gjordes valet att inte gå in på de delarna av koden som ansetts fungera, detta för att spara tid och resurser.

Vid optimeringen av stopptiden upptäcktes ett allvarligt programfel som kom fram efter att stopptiden tagits bort. Felet ansågs förbruka för mycket tid för att åtgärdas vilket skulle påverka produktionen kraftigt. Istället återanvändes den gamla programsekvensen och sänkte stopptiden med en fjärdedel. Detta resulterade i en klar förbättring än tidigare men programfelet kvarstår i palleteringscellens mjukvara.

De åtgärder som har utförts i detta projekt har lett till att palleteringscellen idag inte längre kan betraktas som flaskhalsen i produktionslinjen. Samtliga åtgärder har ökat cellens stabilitet och samtidigt öppnat upp möjligheten för Hedlunds Pappersindustri AB till att öka sin export. Åtgärderna har lett till ett effektivare system som kan hantera fler enheter än vad som tidigare varit möjligt med upp till 25 %.

Vid projektets slut överlämnades åtgärdsplanen till Hedlunds Pappersindustri AB. Utöver de tre åtgärder som utträttats och som bidragit till en optimering i palleteringscellen, är det upp till Hedlunds Pappersindustri AB att utföra de åtgärder som presenteras i åtgärdsplanen för att uppnå en maximal optimering av palleteringscellen.

7 Framtida arbeten

I detta kapitel behandlas de områden som kan anses vara intressanta för framtida arbeten kopplat till palleteringscellen och dess produktionslinje.

Då pallmagasinet inte längre utgör ett större problemområde bör nu problemen i områdena för avhämtningsstationen och roboten prioriteras för att ytterligare öka palleteringscellens stabilitet.

Maskinen som skickar in enheter till cellen kan ses över och försöka optimeras för att korta ner intervallet mellan varje enhet med 2-4 sekunder.

Nya mätningar på inkommande och hanterade enheter kan göras på ett annat sätt än med tidtagarur. Detta bör göras i samband med en optimering av maskinen för inkommande enheter.

Dagens programstruktur för styrning av palleteringscellen bör ses över. Dagens programstruktur kan ses som undermåttlig då den är hårdkodad och är svår att tyda. Framförallt bör programsekvensen för roboten vid hämtning av nya enheter struktureras om samt programsekvensen för inloppet av inkommande enheter som styrs av separationsbommen.

Programsekvensen då roboten tar en ny enhet bör göras om så att stopptiden och låsningen i programmet försvinner. I samband med detta bör också programsekvensen för separationsbommen göras om. Problemet beskrivs i Appendix E, programproblem.

Referenser

[1] McDermott, Robin E; Mikulak, Raymond J; Beauregard, Michael R, The basics of FMEA, Litteratur E-bok, Productivity Press, 2nd ed, ISBN 9781563273773, EISBN 9781439809617, 2009.

[2] de Aguiar, Dimas Campos; Salomon, Valério Antonio Pamplona; Mello, Carlos Henrique Pereira, An ISO 9001 based approach for the implementation of process FMEA in the Brazilian automotive industry. Tidsskriftartikel, International Journal of Quality & Reliability Management, Volym 32, Nummer 6, 06/2015.

[3] FMEA – Failure mode and effect analysis (feleffektsanalys)
Länk: <http://quality-one.com/fmea/> tillgänglig 2016-08-31

[4] ABB, RobotStudio – Som att ha en riktig robot i datorn, Mjukvara från ABB,
Länk: <http://new.abb.com/products/robotics/sv/robotstudio>, tillgänglig 2016-08-21

[5] SEK Handbok 444, Einstallationsreglerna SS436 00 00, utg. 2, 2009.

Personreferens

[6] Andreas Svensson, Consat Engineering AB, Tel. +4631-340 00 15
Area Manager, Industrial automation

[7] Per Svensson, Consat Engineering AB, Tel. +4631-340 00 82
Robotics & Vision specialist

[8] Bertil Melin, ÅF-Infrastruktur, Borås. Tel. +4610-505 93 56
Auktoriserad revisionsbesiktningsman inom Elkraft & säkerhet

Bilagor

Appendix A, Systemanalys

Appendix B, Åtgärdsplan

Appendix C, Intervjuer.

Appendix D, Mätdata.

Appendix E, Programproblem



CHALMERS

Appendix A

Systemanalys

2016-10-05

Tillhörande appendix i Examensarbetet
Optimering av palleteringscell
Nicklas Landström



Innehåll

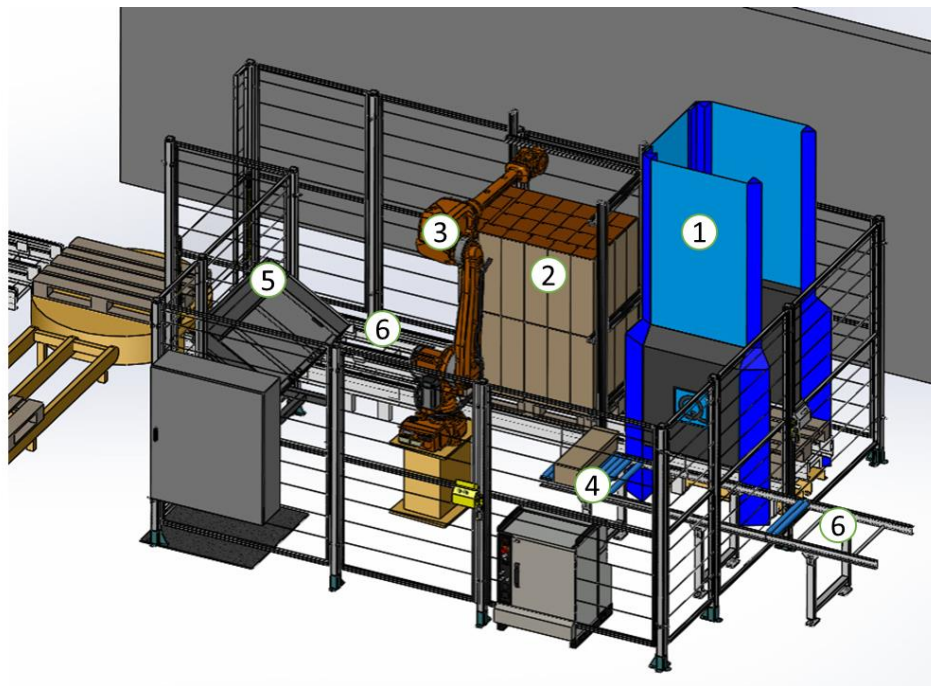
| | |
|---------------------------------------|---|
| Systemanalys av aktuellt system | 1 |
| Dagens system | 1 |
| Fastställda problem & brister | 2 |
| Allmänt | 3 |
| Avhämtningsstation | 4 |
| HMI-display..... | 5 |
| Mellanläggstation | 6 |
| Pallmagasin..... | 6 |
| Robotarm | 8 |

Systemanalys av aktuellt system

Detta appendix tar upp och beskriver samtliga brister, problem och fel som har upptäckts och bekräftats. De metoder som använts för att upptäcka problem samt brister har varit intervjuer, observationer samt mätningar. Analysen gjordes under en tre veckors period på Hedlunds Pappersindustri AB i Sisjön, Mölndal.

Varje problem delas in i olika problemområden och får ett unikt nummer för lätt kunna återkoppla varje problem i appendix B, Åtgärdsplan.

Dagens system



Figur A1.

Palleteringscell är en term som används för en robotcell med ett inbyggt pallmagasin och som ofta är en tillhörande del i en större produktionslinje. Vid drift arbetar systemet automatiskt med operatören som tillsyn. I palleteringscellen som behandlas i detta projekt ingår:

1. Pallmagasin
2. Pallstation för stapling av kartonger
3. Industrirobot.
4. Avhämtningsstation av kartonger/enheter
5. Mellanläggsstation
6. Till och från cellen går rullbanor som förser eller skickar ut enheter till och från cellen.

Samtliga punkter kan ses i Figur A1.

Under drift var utfallet av palleteringscellens effektivitet och stabilitet växlande. Cellen skiftade mellan perioder från att fungera bra till vara mycket problematisk med många små och stora stopp. Samtliga problem kan ses i avsnittet *fastställda problem* nedan.

Fastställda problem & brister

Utifrån de intervjuer och observationer som gjorts kan systemet delas in i 5 stycken problemområden, **Robotarm, HMI-display, Mellanläggstation, Avhämtningsstation, Pallmagasin**. Utöver dessa fem tillkommer en **Allmänt**-sektion som behandlar övergripande problem och brister.


Problemområdena listas enligt:

1. Allmänt
2. Avhämtningsstation
3. HMI-display
4. Mellanläggstation
5. Pallmagasin
6. Robotarm

Samtliga områden presenteras nedan.

Allmänt

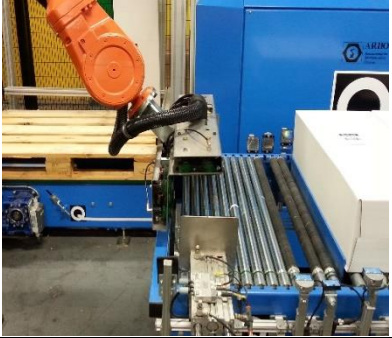

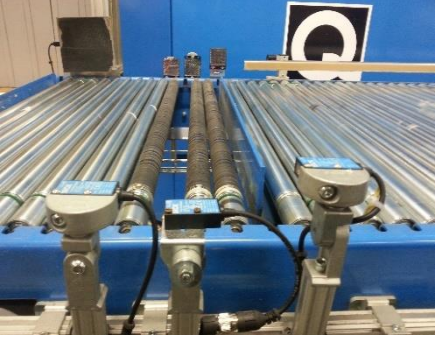
Här beskrivs mer övergripande problem som uppstod under systemets process och brister i cellen.

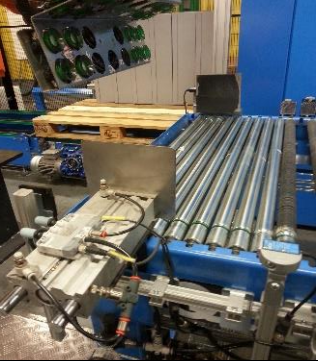

| | | |
|------------|-----------------------------------|---|
| 1.1 | Underbemanning | Långa stopptider som berodde på underbemanning. Det förekom ofta att operatören själv fick hämta material till systemet vilket genererade längre stopp. |
| 1.2 | Tillgänglighet styrskåp |  <p>Olämplig placering av styrskåp för pallmagasinet som är svåråtkomligt under drift och för felsökning.</p> |
| 1.3 | Varierande lösningsmetoder | Alla löser problem olika och det finns idag inget generellt sätt att lösa ett problem på. Handhavandefel är en bidragande del till långa stopptider framförallt gällande pallmagasinet och robotens placering av kartonger. En trolig orsak till dessa är en dålig åtgärdsbeskrivning i HMI-display och avsaknad av handlingsplan som beskriver tillvägagångssättet för att lösa problemet. |
| 1.4 | Avvikande order | Speciella order kräver extra etiketter, missas en etikett måste operatören gå in i cellen för att sätta på etikett vilket medför ett stopp. Denna typ av order förekommer endast i kortare perioder och är därför inte så vanliga. |

Flera stopp i cellen har berott på problem utanför palleteringscellens område vilket inte ingår i detta projekt och därför inte tagits med. Framförallt har sorterings- och paketeringsmaskinen innan palleteringscellen varit problematiskt vid ett flertal tillfällen som skapat stopp i palleteringscellen.

Avhämtningsstation

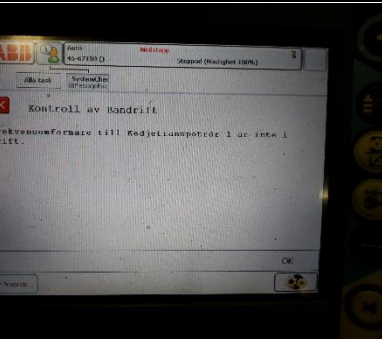

Avhämtningsstationen är ett stort problemområde där det ofta förekommer problem. Stationen sorterar inkommande enheter som sedan robotarmen kan hämta och stapla på pall. Stationen delas upp med brytande givare som består av fyra stycken IR-sändare/mottagare med respektive reflex. Vid ny enhet för robotarmen finns en pneumatisk kolv som skjuter enheter till rätt position och låser fast dem tills armen har plockat upp enheten.

| | | |
|------------|--|---|
| 2.1 | Saknad enhet, Sensor |  <p>Sensor vid hämtningsstation ger ibland en felsignal vilket resulterar att roboten försöker hämta en enhet som inte egentligen finns. Trolig orsak är glapp i sensor som registrerar enheter som kan hämtas eller en programbugg.</p> |
| 2.2 | Oskyddad sensor vid avhämtning |  <p>Sensorn sitter oskyddad för mekanisk påverkan. Sensor löper risk för att stötts till eller får en tappad enhet på sig som kan medföra att sensor går sönder eller börjar glappa.</p> |
| 2.3 | Oskyddad sensor vid separationsbana |  <p>Sensorerna som registrerar inkommande enheter, uppdelning av enheter och ny enhet för hämtning sitter oskyddade för stötar och mekanisk påverka. Likt punkt 2.2.</p> |

| | | |
|------------------------------------|---|--|
| <p>2.4 Felaktig låsning</p> |  | <p>Kolven låser inte alltid eller tar lång tid innan den låser då det ligger en ny enhet som ska hämtas av robotarmen. Orsaken är en programbugg som skapar en loop på rad 29-34 i JE_Inbana.</p> <p>Trolig orsak till loopen är ett tajmningsfel som gör att rad 31 hinner nollställa bNydealjInbana innan villkoret för att kolven hinner kollas på rad 44. bNydealjInbana sätts i JE_MainProc och nollställs i JE_Inbana.</p> |
| <p>2.5 Fastkörd enhet</p> |  | <p>Inkommande enheter fastnar på kolven och stoppar upp processen. Detta är inte ett vanligt förekommande problem och inträffas mestadels vid inkommande enheter som varit trasiga.</p> |

HMI-display

HMI-displayen är operatörspanelen för robotarmen och palleteringscellen. Den är ett mindre problemområde och utifrån displayen kan felmeddelanden ses och processen ställas in.

| | | |
|---|---|---|
| <p>3.1 Oklara felmeddelanden</p> |  | <p>Felmeddelanden är oklara och saknar ofta en beskrivning på tillvägagångssätt. Problemet beskrivs vanligtvis men inte hur man ska korrigera felet som uppstått.</p> |
| <p>3.2 Knölig displayhantering</p> |  | <p>Med HMI-displayen återställs systemet efter att operatören har öppnat någon av cellens två grindar. Vid fel eller påfyllning av pallmagasinet blir hanteringen ofta knölig då operatören behöver komma in i cellen. Framförallt då operatören glömmer displayen och måste gå runt produktionslinjen för att komma den. Displayen måste därefter lyftas över banan för inkommande enheter till cellen vid hanteringen av pallmagasinet.</p> |

Ett flertal frågor/steg behövs tas för att sätta igång processen efter att man har varit inne i robotcellen. Detta kan anses jobbigt men kan också vara nödvändigt. Då operatören varit inne i cellen frågas operatören om nuvarande status är fortfarande aktuell eller om operatören vill ändra eller nollställa processen.



Mellanläggstation





Mellanläggsstationen är ett mindre problemområde som inte alltid används i processen.

| | |
|---|--|
| 4.1 Tappade mellanlägg | |
|  | <p>Vid normal drift förekom det att robotarmen plockar två mellanlägg på en och samma gång. Det andra mellanlägget tappades under sekvensen och lade sig olämpligt till. Processen behövdes stoppas för att korrigera mellanlägget så att inga övriga störningar kunde uppstå.</p> |

Pallmagasin




Pallmagasinet är ett problemområde där det ofta uppstår problem. Dess uppgift är att förvara en större mängd pallar som succesivt matas ut till lastzonen.



| | |
|---|--|
| 5.1 Sensorproblem i pallmagasin | |
|  | <p>Pallmagasinets givare har varit mycket problematiska. Dessa känner inte av eller ger felsignal efter att en ny pall matats ut. Pallmagasinet har då trott att en ny pall redan har sorterats fram. Sensorn i pallmagasinet känner inte alltid av pallens position. Trolig orsak kan vara smuts och damm som kan störa givarnas funktion.</p> |
| 5.2 Tappad cykel i pallmagasin | |
|  | <p>Pallmagasinet tappar sin cykel och lyfter inte fram en ny pall för utmatning. Detta uppstår då operatören stoppar processen då ny pall matas ut. För återställning plockas eventuell pall bort och inträde begärs på nytt. Föregående steg kunde behövas göras flera gånger innan magasinet återtar sin rätta cykel. Orsaken kan bero på signalfel från en sensor likt 5.1.</p> |

| | |
|---|--|
| 5.3 Växlingsstopp |  <p>Pallmagasinet lyfter inte upp samtliga pallar till topp. Växling har skett och ny pall står redo för att matas ut. Gafflarna fastnar/stoppas ca 20 mm från toppläge vilket ledde till stopp. Pallarna lyftes ut och körning av magasin fick göras manuellt. Vid manuell körning av operationen <i>gafflar upp</i> gick gafflarna ovanligt långsamt uppåt till toppläge. Därefter fylldes magasinet och normal drift kunde upprättas. Inget felmeddelande visades på displayen så operatören fick felsöka sig fram till problemet.</p> <p>Möjlig orsak kan ha varit att pallarna inte placerats bra innan de satts i magasinet. Detta kan då ha resulterat i att pallarna fastnat vid en växling som resulterat i att de inte lyfts upp, vilket lett till att processen stannat.</p> |
| 5.4 Stopp vid utmatning av pall |  <p>Pallar fastnar vid utmatning och behövde korrigeras manuellt. Detta förekom sällan och uppstod någon enstaka gång. Pallens position i pallmagasinet avgör om felet uppstår.</p> |
| 5.5 Missande pallsensor |  <p>Pallens kvalitet och position i magasinet är mycket viktigt. Vid en dålig pall eller placering kan pallen missa lastzonens givare vid utmatning vilket leder till stopp.</p> |
| 5.6 Brytning av cell under växling |  <p>Pallmagasinet fastnar då pallmagasinet dör öppnas under pallväxling. Felmeddelandet är dåligt beskrivet och leder direkt till manuell körning. Svårt att se gafflarnas läge i magasinet vilket försvårar vid manuell körning. Tidigare har manuell körning lett till att motorerna i pallmagasinet gått sönder då operatören inte sett i vilket läge gafflarna befinner sig.</p> |

Robotarm

Robotarmen är länken mellan avhämtningsstatinen och lastzonen. Roboten plockar nya inkommande enheter och staplar dessa sedan på pall efter bestämt mönster.

| | | |
|------------|---------------------------|--|
| 6.1 | Tappad enhet |  <p>Vid flera tillfällen tappade robotarmen enheten som hölls i vakuumfästet. Roboten stannade inte och varnade utan fortsatte i sin cykel som om inget hade hänt. Detta är ett kritiskt problem då en tappad enhet idag måste upptäckas av operatören som därefter måste stanna maskinen. Med den mänskliga uppmärksamheten som faktor kan detta problemet leda till skador på systemet och dess process eller de enheter som hanteras.</p> |
| 6.2 | Saknat mantelskydd |  <p>Mantelskydd och dragavlastning för signalkabel till vakuumvakt saknas vid kabeln som går in till roboten.</p> <p>Problemet anses vara en brist i säkerhetspunkt som måste korrigeras.</p> |
| 6.3 | Genererad dödtid |  <p>Då robotarmen inte har någon kartong att hämta går dess program in i ett standby-läge för att vänta in nästa enhet. Då standby-läget påbörjats måste standby-tiden först räknas ner innan nästa operation utförs. Detta kunde skapa problem som att inkommande enheter fyllde upp bufferten vilket resulterade i att övriga maskiner före palleteringscellen stannar av. Problemet orsakades av att fel sensor för inkommande enheter kollas. Variabel är angiven på rad 155 och 198, <i>bNyDealjInbanaILäge</i> är sensorn som känner av en enhet som är redo för att hämtas av robotarm och inte för en ny inkommande enhet på inbanan.</p> |

| | |
|---|--|
| 6.4 | Stopp vid placering |
|  | <p>Under robotens process förekom det att roboten stannade vid placering av kartonger på pall. Problemet utlöses av motion supervision och kan ha flera orsaker till uppkomsten.</p> |
| 6.5 | Bristande placering |
|  | <p>Robotarm placerar de sista enheter dåligt på 50-kartong lager 3. Ibland drar roboten med sig enheten eller välter enheten från dess placering. Detta hände endast för de två sista enheterna på pallen.</p> |



CHALMERS

Appendix B
Optimering av palleteringscell
Åtgärdsplan
2016-10-05

Tillhörande appendix i Examensarbetet
Optimering av palleteringscell
Nicklas Landström

Innehåll

I detta appendix framförs åtgärder på de problem och brister som identifierats i Appendix A, Systemanalys. Åtgärdsplanen är baserad på FMEA metoden som kan ses under referens [1].

Problem presenteras med en möjlig åtgärd och tillhörande risknivå som fastställts i en riskanalys. Åtgärdsplanens kriterium beskrivs enligt:

Rank

Presenterar allvarlighet hos varje problem från högsta värden till lägsta. Ju högre värde desto allvarligare anses problemet vara. Ranken bestäms av Ekvation 1 där risktalet motsvarar ranken.

Nr

Nr/punkt beskriver problemet i appendix A, systemanalys.

Felets typ, Ft

Beskriver kortfattat vad felet/problemet är.

Orsak till fel, Otf

Beskriver orsaken till hur felet uppstått.

Felets effekt, FE

Beskriver hur felet/problemet påverkar cellen och produktionslinjen.

Indikation, I

Talar om hur felet upptäcks.

Felets förekomst, PO

Hur frekvent felet förekommer och klassificeras med ett värden mellan 1-5 enligt nedan

| Värde | Kriterier |
|-------|---|
| 1 | Felet förekommer väldigt sällan, näst intill aldrig |
| 2 | Felets förekomst är låg |
| 3 | Felets förekomst är måttligt |
| 4 | Felets förekomst är hög i perioder |
| 5 | Felets förekomst är mycket hög |

Felets allvarlighet, S

Hur allvarligt felets konsekvens blir då felet uppkommer. Värderas mellan 1-5 enligt nedan

| Värde | Kriterier |
|-------|---|
| 1 | Felet/problemet har en låg eller obetydlig påverkan |
| 2 | Felet/problemet kan uppfattas som irriterande och leda till stopp i cellen eller längre stopptider |
| 3 | Felet/problemet leder till ett stopp inom cellen som kan påverka delar i produktionslinjen |
| 4 | Felet/problemet genererar ett kortare eller längre stopp i cellen som påverkar hela produktionslinjen |
| 5 | Felet kan leda till skada på egendom, personskada eller kan anses som ett lagbrott. |

Sannolikhet till upptäckt, Pd

Troligheten att problemet upptäcks innan felet leder till konsekvenser. Värderas mellan 1-4 enligt nedan

| Värde | Kriterier |
|-------|--|
| 1 | Liten sannolikhet att problemet hinner utbryta |
| 2 | Måttlig sannolikhet att problemet inte hinner hindras innan det utbryter |
| 3 | Hög sannolikhet att problemet inte hinner hindras innan det utbryter |
| 4 | Felet kan inte upptäckas eller hindras innan uppkomst |

Möjlig åtgärd

Här ges ett förslag till en åtgärd på det fel, brist eller problem som upptäckts.

RN

Riskenivå som kategoriseras efter hur den preliminära åtgärden kan tänkas påverka cellen och produktionslinjen. Kriterierna kan ses i avsnittet *Risikanalys* nedan.

Åtgärdat

Här fylls datumet i då åtgärden har utförts.

Varje problem och brist klassificeras efter resultatet av multiplikation mellan värdena som ansatts för PO, S och Pd. Rankningen avgör inte vad som måste åtgärdas först, utan är till för att ge en bättre uppfattning av bristens eller problemets allvarlighet. Det är sedan upp till Hedlunds Pappersindustri att avgöra vilka åtgärder som ska utföras.

Risikanalys

Vid varje åtgärdsförslag framgår en riskenivå på hur åtgärden kan tänkas påverka cellen. Risknivån kan ses i raden **RN**.

| Risikgrad | Möjligt utfall från åtgärd |
|-----------|---|
| A | Åtgärden löper stor risk till att påverka produktionen både inom och utanför cellen |
| B | Åtgärden löper risk att påverka delar av produktionen både inom och utanför cellen |
| C | Åtgärden riskerar att påverka delar av produktionen inom cellen |
| D | Åtgärden medger viss risk till att påverka mindre delar av produktionen inom cellen |
| E | Åtgärden löper ingen risk till att påverka cellen eller produktionen negativt |

| Rank | Nr. | Ft | Otf | FE | I | PO | S | Pd | Möjlig Åtgärd | RN | Åtgärdat |
|------|-----|---|---|--|-------------------------|----|---|----|---|----|------------|
| 100 | 6.2 | Kapsling och dragavlastning för signalkablage till robot från vakuumvakt saknas | Krav enligt elsäkerhetsstandard | Finns risk för att damm, vatten eller farliga ångor tränger sig in i roboten | Visuell inspektion | 5 | 5 | 4 | Montera förskruvning för ingående kablage likvärdig IP-klassning hos robot (IP67). Dragavlastning för kablage ska också sättas upp. | E | |
| 80 | 6.3 | Robotarm står still i minst 20s innan hantering av nästa enhet | Programmet går in i standby-läge om arm når hemmaposition då ingen ny enhet har hunnits registreras | Inkommande buffert kan växa sig så pass stor att övriga maskiner stannar i produktionslinjen | Visuellt samt mätningar | 5 | 4 | 4 | JE_MainProc, Sensornamn är felaktigt rad 152-155 och 195-198. Nuvarande sensor som kollas är <i>bNyDealjInbanalLäge</i> . Namnet i program <i>bNyDealjInbanalLäge</i> ska bland annat bytas till <i>diDetVidSepRullban</i> på rad 198 och 155 i För tydligare beskrivning se Bilaga 3. | D | 2016-08-31 |
| 60 | 6.1 | Roboten tappar enheter under hantering | Saknas subrutin för vakuumvakt som kollar efter tappad enhet | Roboten fortsätter att köra vilket kan medföra skador inom cellen och på varor som ska levereras | Visuellt | 3 | 5 | 4 | Automatisk stopp som känner av tappad enhet. Tillagd subrutin i robotens program som känner av, stannar processen och meddelar i display att en enhet har tappats bör kompletteras i programmet. | C | |

| | | | | | | | | | | | |
|----|-----|--|--|--|---------------------------|---|---|---|---|--------|------------|
| 60 | 5.6 | Pallmagasinet fastnar vid avbrott i cellen under pallväxling. felmeddelandet är dåligt beskrivet | Dörren i cellen till pallmagasinet har öppnats under pallväxlingen. | Pallmagasinet måste köras manuellt för komma tillbaka till ett standardläge, vilket kan leda till att pallmagasinet körs sönder. | Visas visuellt på display | 3 | 5 | 4 | Lägg till en återställningsfunktion som kan väljas genom HMI-Displayen för att undvika manuell körning. Alternativt ha med vad senaste operationen var i pallmagasinet för att ge operatören en uppfattning vart pallmagasinet har stannat. | D C | |
| 48 | 5.1 | Ny pall sorteras inte fram och matas ut | Sensor ger felsignal efter ny pall matats ut | Om inte hanterat medför problemet stopp inne i cellen och tillslut kommer hela produktionslinjen att stanna | Visuellt | 4 | 3 | 4 | Glapp i sensor då dess skruvförband lossnat, troligen orsak är stötar samt vibrationer från påfyllnad av magasin och övriga maskiner. Skruvförband behövs dras åt för att säkerställa stabil signal. (Åtgärdat) <i>Ytterligare möjlig åtgärd är att byta muttern mot en låsmutter för att motverka avlastning.</i> | E | 2016-06-21 |
| 36 | 2.4 | Låskolven knuffar inte alltid enheten på plats och låser inför hämtning. | Programbugg som skapar en oändlig loop innan själva låsningstillfället | Medför stopp inne i cellen som kan stanna hela produktionslinjen om inte hanterat. Operatören får själv knuffa enheten på plats. | Visuellt | 3 | 4 | 4 | Ta bort rad 31 i programmet JE_Inbana och se om problemet är löst. Annars byt villkor på rad 44 i JE_Inbana mot hårdare krav i en OR funktion, ex. IF bNyDealjInbana OR (diDetVidSepRullban AND NOT bNyDealjInbana). Problemet uppkommer i perioder och en återkoppling bör göras för vid ett senare tillfälle för att se om problemet kvarstår. | C | 2016-08-25 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|-----|--|--|---|----------|---|---|---|--|---|--|
| 36 | 6.4 | Arm fastnar vid placering av enheter på pall. | Problemet kan ha flera orsaker och beskrivs i möjlig åtgärd | Medför stopp inne i cellen som kan stanna hela produktionslinjen om inte hanterat | Visuellt | 3 | 3 | 4 | Problemet utlöses av motion supervision och kan ha flera orsaker till uppkomsten. 1. Axeln gör en för snabb rörelse och hinner inte vrida sig med den tillagda enheten. 2. Motion supervision parametern är för högt inställd och bör kalibreras. 3. Slang vid arm för vakuumvakten är för spänd och skapar en för hög tröghet i armen. | D | |
| 36 | 6.5 | Robotarm drar med sig en enhet eller placerar en enhet så att denna välter | Robotarm placerar de sista enheter dåligt på 50-kartong lager 3 | Enheten går sönder och måste stanna cellen och åtgärda problemet | Visuellt | 3 | 3 | 4 | Kalibrera rörelsen hos roboten och placeringen av kartonger för 50-kartong. Problemet uppstår endast för de två sista enheterna på tredje lagret. Placeringen av enheter kan ses på rad 104-112 för mönster 27 samt 274-292 för mönster 16. Problemet har endast uppfattats för mönster 16. | D | |
| 32 | 5.2 | Pallmagasinet fastnar och lyfter inte upp pallar till topp. Ca 20mm glapp. | Trolig orsak är att en pall varit sned och fastnat i magasin som lett till ett stopp | Längre stopp då inga direktiv getts vad felet varit och hur det ska ha lösts. Operatören fick istället själv felsöka maskinen | Visuellt | 2 | 4 | 4 | Inget felmeddelande framkom om ärendet. Möjlig åtgärd är att förlänga den nuvarande hjälpskenorna i magasinet eller lägga till ett felmeddelande med tillvägagångssätt för att åtgärda problemet. Meddelandet kommer upp efter bestämd tid som maskinen stått still. | C | |

| | | | | | | | | | | | |
|----|-----|--|---|---|--------------------|---|---|---|---|---|--|
| 27 | 4.1 | Mellanlägg kan tas flera åt gången och tappas | Då ett mellanlägg hämtas kan ett extra oönskat mellanlägg följa med | Mellanlägget kan lägga sig olämpligt och skapa stopp i cellen | Visuellt | 3 | 3 | 3 | En alternativ åtgärd är en fjäderhållare/arm som monteras i stationen och som trycker/håller ned mellanläggen för att minska risken att flera mellanlägg tas. | D | |
| 27 | 1.3 | Alla löser problem olika vid fel eller problem | Ingen gemensamt tillvägagångssätt vid felhantering, Felet och framförs inte på display. | Olika lösningsmetoder som bidrar till bland annat handhavandefel och olika stopptider | Visuell inspektion | 3 | 3 | 3 | Ta fram en tillvägagångsplan vid felhantering och hantering av systemet för operatörerna. Samt se lösning i punkt 3.1. Tillvägagångsplanen bör även ingå vid utbildning av nya operatörer. | D | |
| 24 | 3.1 | Tillvägagångssätt vid felmeddelande saknas eller beskrivs inte tillräckligt tydligt. | Dåligt beskrivna felmeddelanden och fel som helt kan sakna förklaring. | Operatören försöker istället lösa problemet på egen hand. | Visuellt | 3 | 2 | 4 | Gå igenom samtliga felmeddelanden samt identifiera felet motsvarande meddelande. Ta fram eventuella tillvägagångssätt/åtgärd som ska stå med i resp. meddelande. | E | |
| 18 | 2.1 | Robotarm försöker hämta en enhet som inte finns på avhämtningsstationen | Sensor ger en felsignal som orsakats av troligt glapp, se punkt 2.2 | Medför stopp inne i cellen som kan stanna hela produktionslinjen om inte hanterat | Visuellt | 2 | 3 | 3 | Programmet får felsignal från sensor som orsakas av troligt glapp. Glappet kan ha uppkommit vid tillstötning eller tappade enheter på sensorn. Byt sensor och se om felet kvarstår. | E | |

| | | | | | | | | | | | |
|----|-----|--|---|---|--------------------|---|---|---|--|---|--|
| 12 | 2.2 | Sensor utsatt för risk av tillstötning eller tappade enheter | Sensor vid hämtningsstation oskyddad | Sensorn kan börja glappa eller gå sönder | Visuell inspektion | 2 | 3 | 2 | Sätt upp mekaniska skydd runt fotocell så att den inte tar skada/blir sneda vid tillstötning. Mest förekommande orsak till felsignal i punkt 2.1 är att sensor har stötts till av operatören vid korrigering inne i cellen. | E | |
| 12 | 2.5 | Inkommande enheter kan ibland fastna på låskolven och hamna ur läge. | Inkommande enhet hamna för lång ut på banan | Medför stopp inne i cellen som kan stanna hela produktionslinjen om inte hanterat | Visuellt | 2 | 3 | 2 | Montage av ledstång som guidar in enhet då denna har kommit ur position. <i>(Detta problem förekommer sällan och åtgärden kanske inte är optimal i dagsläget. Vid ökad förekomst bör åtgärden istället övervägas.)</i> | D | |
| 12 | 5.4 | Pall missar att stöta till vippgivare då ny pall matats ut | Givare för pall vid lastzon beroende av utmaningsläget och pallens kvalitet | Medför stopp inne i cellen som kan stanna hela produktionslinjen om inte hanterat | Visuellt | 2 | 3 | 2 | Givare bör bytas ut mot annan typ för att säkerhetsställa kontakt alternativt byts givaren ut och flyttas så att den känner av pall i horisontell led. Förslagsvis bör givarna bytas ut mot fotoceller med brytande funktion. Mekaniskt skydd bör även monteras över sensorn. | D | |

| | | | | | | | | | | | |
|---|-----|--|--|--|--------------------|---|---|---|--|---|--|
| 9 | 5.5 | Produktionslinjen stannar vid påfyllning av pallmagasin | Operatören stannar produktionslinjen vid påfyllning av pallmagasin | Produktionslinjen står still vid påfyllning men kan istället vara i drift | Visuell inspektion | 3 | 3 | 1 | Ta fram en instruktion av hur man ska hantera pallmagasinet vid påfyllnad som ska ingå i tillvägagångsplanen som tas upp i punkt 1.3. | E | |
| 8 | 1.1 | Operatören måste själv hämta material till produktionslinjen | Brist på personal | Långa och Återkommande stopp i produktionslinjen | Visuell inspektion | 4 | 2 | 1 | Behov av personal som kan köra fram material till produktionslinjen så att operatören kan kontinuerligt övervaka och köra processen utan stopp. Nyanställning eller omfördelning av arbetsuppgifter hos befintlig personal erfordras. | A | |
| 8 | 2.3 | Sensor utsatt för risk av tillstötning eller tappade enheter | Oskyddade fotoceller vid inkommande enheter. | Sensorerna kan börja glappa eller gå sönder | Visuell inspektion | 1 | 4 | 2 | Sätt upp mekaniska skydd runt sensorerna så att de inte tar skada/blir sneda vid tillstötning eller tappade enheter. | E | |
| 8 | 3.2 | Besvärlig användning av display | vid fel och hantering av pallmagasin måste displayen lyftas över produktionslinjen | Operatören måste lyfta displayen över produktionslinjen vilket kan skapa onödiga stopp, framförallt om displayen glöms | Visuell inspektion | 2 | 2 | 2 | Alternativ display som monteras vid grind för styrning av pallmagasin. Detta för lättare hantering av pallmagasin. | C | |

| | | | | | | | | | | | |
|---|-----|--|---|--|----------|---|---|---|--|---|--|
| 6 | 5.3 | Ny pall fastnar och matas inte ut efter stopp i cellen | Pallen går i pallmagasinet och fastnar mellan rullbanorna för lastzon och pallmagasinet | Operatören måste själv dra ut pallen detta kan generera ett mindre stopp i produktionslinjen | Visuellt | 2 | 3 | 1 | Svårt att åtgärda på ett bra sätt, möjlig åtgärd är att slipa ner eller klippa av en bit av kanten på pallmagasinet där pallen matas ut. | C | |
| 4 | 1.4 | Extra etiketter saknas på färdig pall | Extra etiketter missas att klistras på eller klistras på fel | Medför mindre stopp i cellen då operatören måste gå in och sätta på etiketten själv | Visuellt | 2 | 2 | 1 | Minska stopptider orsakat av den mänskliga faktorn genom en etikettmaskin som klistrar på etiketterna. <i>(Denna typ av order förekommer endast korta perioder och åtgärden kanske inte är optimal i dagsläget. Vid ökad orderhantering bör åtgärden istället övervägas.)</i> | D | |
| 2 | 1.2 | Oåtkomligt styrskåp under drift | Dålig placering av styrskåp | Produktionen måste stannas vid åtkomst av styrskåpet. | Visuellt | 1 | 2 | 1 | Flytta styrskåp till lämplig och lättillgänglig position. Skåpets djup är 260 mm och möjlig placering är vid skåpets norra sida. Ryggavstånd ska vara minst 1.2 m från skåpets ytterkant till vägg. | C | |

Appendix C

Mätdata

I denna bilaga framgår de svar som antecknats på den frågeställningen som framgår enligt nedan.

Frågeställning

1. Hur tycker du att maskinen fungerar idag?
2. Tycker du att det finns problem och i så fall vilka?
3. Känner du att det är något som är problematiskt eller något speciellt som krånglar?
4. Är det något du är missnöjd med?
5. Något annat som ni vill lyfta fram gällande maskinen?

Anonym 1

1. Väldigt bra om man jämför med den gamla maskinen.
2. Givare/reflexer överlag är ett bekymmer, fått smällar och blivit Sneda. Kabelbrott vid vakuumpakten, men kan ha löst sig efter åtgärd som gjorts. Pallmagasinet fastnar, tappar sin cykel och matar inte ut någon ny pall.
3. Pallmagasinet problematiskt, vakuumpakterna på roboten men få se om åtgärden som nyligen gjorts fixat det.
4. Nödstoppet hos robotcellen slår ut hela linjen och inte bara robotcellen. Vill ha det så att nödstoppet endast påverkar cellen och möjligen förpackningen.
5. Elskåpet till pallmagasinet sitter dåligt till, skulle vilja flytta detta.

Anonym 2

1. Inte nöjd med maskinen, varit besvärlig.
2. Pallmagasinet och ofta, att roboten försöker ta en kartong som inte finns eller att låskolven för avhämtningen av kartongerna inte låser. Roboten försöker ta kartonger som inte finns.
3. Pallmagasinet krånglar ofta, svårt att se gafflarnas läge och den lyfter inte alltid rätt pall.
4. Lång tid för mellanlägget att plockas. Roboten är svårhanterlig och har lång återställningstid, lätt att köra sönder saker.
5. Inte för nuläget.

Anonym 3

1. Den fungerar riktigt bra, förutsatt att den används rätt.
2. Givarna ger inte alltid utslag vid kartonghämtningen eller försöker hämta en kartong som inte finns.
3. Pallmagasinet krånglar vid påfyllning, Gripklor hittar inte standardposition och måste manövreras manuellt. Långa stopptider då givare inte ger utslag vid hämtning av kartong.
4. Felmeddelanden ger ingen åtgärdsförklaring/beskrivning. Mycket handhavandefel som ger stopp framförallt på pallmagasinet, mycket att operatören felhanterar displayen.
5. Inte i nuläget.

Anonym 4

1. Tillfreds.
2. Operatörspanelen är fruktansvärt otydlig, framförallt för pallmagasinet. Vakuumläckage och saknade indikationer hos vakuumpakten. Lösningar provisoriska gällande pallmagasin, det finns ingen direkt generell lösningsmetod. Givarna för pallposition i pallmagasinet krånglar.
3. Vippbrytare till pall missas. Problem att roboten inte hittar mellanlägg.
4. För många stopp, långa stopptider och återställningstid. Otydlig hantering av fel.
5. Inga just nu, utöver de som nämnts.

Appendix C

Mätdata

Anonym 5

1. Under förväntning.
2. Dubbelkartonger vid avhämtning. Pall som fastnar vid utmatningen av nya pallar.
3. Problem med kartongposition. Givare kan få smällar och bli sneda. Information på displayen framgår inte bra framförallt gällande felmeddelanden och tolkning av dem. Pallmagasinet har varit problematiskt och helt satts ur drift vid ett tillfälle.
4. Varit för många små stopp.
5. Inte i nuläget.

Anonym 6

1. Bra omtyckt, jämfört med tidigare. Stopp förekommer inom rimliga ramar. Inga svårigheter vid omstart.
2. Trasiga kartonger som kommer in till maskinen som operatören måste åtgärda. Roboten försöker ta kartonger som inte finns.
3. Pallmagasinet är problematiskt, framförallt när man går in i cellen skapar det problem där. Mellanläggshanteringen har kärvat.
4. Återupprepande stopptider.
5. Inte i nuläget.

Anonym 7

1. Inte bättre än tidigare.
2. Roboten plockar inte kartonger utan väntar en tid innan den börjar jobba. Kartong och mellanlägg plockas inte. Pallar som fastnar och behöver knuffas till.
3. Roboten kan fela efter korrigeringar i display.
4. Långa väntetider innan roboten plockar enheter som ligger på avhämtning/uppdelning.
5. Inte i nuläget.

Anonym 8

1. Fungerar hyfsat men inte helt nöjd.
2. Kartonger som hamnar snett händer ofta och att roboten försöker ta kartonger som inte finns. Pallmagasinet ger inte ut nya pallar och är problematisk i perioder.
3. Displayen visar fel gällande gafflarnas position i pallmagasinet. Pallmagasinet skjuter inte ut ny pall på bana, låser sig i sin cykel. Givarna kärvar, ibland får de roboten till att försöka ta kartongen som inte finns. Kartonger kan hamna snett så att roboten inte kan plocka dem vid avhämtningsplatsen.
4. Många och återkommande problem som inte ska hända, framförallt med pallmagasinet.
5. Inte i nuläget.

Anonym 9

1. Jämförelse med den gamla är den riktigt bra, roboten är stabil och funkar bra.
2. Ofta förekommer det att pallmagasinet kommer ut ur sin cykel och hänger sig.
3. Pallmagasinet ger inte ut nästa pall och hänger sig istället. Givare kärvar och kartonger står och väntar på banan.
4. Många steg för att ta sig vidare i displayen.
5. Displayen ger bra information och cellen fungerar bra om den sköts på rätt sätt.

Innehåll

Följande data har samlats in under olika perioder med syfte att kontrollera så att palleteringscellen idag klarar av nuvarande produktion. Roboten staplar inkommande enheter efter bestämt mönster och antalet rader som önskas. Samtliga felmarginaler (\pm) togs fram genom halva differensen mellan den högsta och minsta tid som klockades avrundat till närmsta heltal. Observera dock att tider som klockats vid och över 20 sekunder exkluderats vid bestämning av felmarginal då dessa tider orsakas av ett programfel som stannar av palleteringscellen och kan inte påverkas. Marginalen tillkommer för att kompensera för den mänskliga faktorn vid mätningen.

Samtliga tabeller i denna handling visar de tider som tagits på intervallet över inkommande enheter samt tiden det tog för roboten att stapla enheter på pall för två olika mönster. Samtliga tider listas och summeras till en total tid för varje mätningstillfälle. I slutet av varje tabell framförs medeltiden i fet stil och fås av en kvot mellan den totala tiden och antalet enheter som har behandlats. Medeltiden i slutet av varje tabell kan sedan användas för att se om palleteringscellen klarar av att hantera de inkommande enheterna till cellen.

Enheterna som kommer in till cellen staplas efter två mönster.

Mönster 16 staplas 16 stycken enheter på pall av typen 50-kartong per lager.

Mönster 27 staplas 27 stycken enheter på pall av typen 25-kartong per lager.

Skillnaden mellan 25- och 50-kartong är dess dimensioner samt antalet rullar i enheten.

Vid jämförelse av tiden mellan inkommande enhet och hanterad enhet av 50-kartong ser man en mindre differens som tyder på att hanteringen är långsammare än inkommande enheter. Problemet som då kan uppstå är att bufferten växer och beskrivs på punkt 6.3, sid 3 i appendix A, Systemanalys.

Appendix D

Mätdata

Inkommande enheter mätning 1

Databladet visar hanteringen av 25 och 50-kartong innehållande 25 respektive 50 stycken rullar som producerats och skickats till avhämtningsstationen i cellen.

| | | Mätning 1 | | | |
|----------------|-------------------|------------------|-------------------|--|---------------------|
| | 25-kartong | | 50-kartong | | |
| Enhet | Tidsåtgång | | Tidsåtgång | | |
| 1 | 12,5 | | 14,65 | | |
| 2 | 12,18 | | 13,28 | | |
| 3 | 14,45 | | 13,41 | | |
| 4 | 13,28 | | 11,71 | | |
| 5 | 13,18 | | 13,21 | | |
| 6 | 12,18 | | 14,66 | | |
| 7 | 14,30 | | 13,54 | | |
| 8 | 13,97 | | 13,41 | | |
| 9 | 12,27 | | 11,70 | | |
| 10 | 13,58 | | 14,46 | | |
| 11 | 13,7 | | 13,55 | | |
| 12 | 13,28 | | 13,32 | | |
| 13 | 13,70 | | 13,02 | | |
| 14 | 13,28 | | 12,32 | | |
| 15 | 11,80 | | 15,08 | | |
| 16 | 14,57 | | 12,63 | | |
| 17 | 13,14 | | 13,06 | | |
| 18 | 15,26 | | 13,44 | | |
| 19 | 10,15 | | 11,59 | | |
| 20 | 14,17 | | 13,59 | | |
| 21 | 13,18 | | 14,58 | | |
| 22 | 12,63 | | 13,41 | | |
| 23 | 13,87 | | 14,52 | | |
| 24 | | | 11,77 | | |
| 25 | | | 13,19 | | |
| Total tid | 304,62 s | | 333,1 s | | |
| | | | | | |
| | Antal enheter (p) | | Total tid | | Tid/enhet |
| 25-kart | 23 p | | 304,62 s | | 13,24 s/p ±3 |
| 50-kart | 25 p | | 333,1 | | 13,32 s/p ±2 |

Tabellen ovan visar insamlade tider vid första mätningen för inkommande enheter

Appendix D

Mätdata

Inkommande enheter mätning 2

Databladet visar hanteringen av 25 och 50-kartong innehållande 25 respektive 50 stycken rullar som producerats och skickats till avhämtningsstationen i cellen.

| Mätning 2 | | | | |
|------------------|-------------------|-------------------|---------------------|--|
| | 25-kartong | 50-kartong | | |
| Enhet | Tidsåtgång | Tidsåtgång | | |
| 1 | 14,25 | 14,87 | | |
| 2 | 13,42 | 14,64 | | |
| 3 | 11,89 | 19,60 | | |
| 4 | 14,69 | 13,59 | | |
| 5 | 13,31 | 13,55 | | |
| 6 | 12,22 | 11,26 | | |
| 7 | 13,02 | 13,25 | | |
| 8 | 12,06 | 14,78 | | |
| 9 | 13,55 | 11,48 | | |
| 10 | 14,03 | 11,96 | | |
| 11 | 12,01 | 12,79 | | |
| 12 | 13,62 | 14,82 | | |
| 13 | 14,33 | 14,31 | | |
| 14 | 12,23 | 13,82 | | |
| 15 | 13,13 | 12,85 | | |
| 16 | 14,64 | 11,74 | | |
| 17 | 13,18 | 12,22 | | |
| 18 | 12,26 | 15,81 | | |
| 19 | 13,15 | 13,37 | | |
| 20 | 14,43 | 11,34 | | |
| 21 | 14,34 | 19,88 | | |
| 22 | 13,44 | 13,39 | | |
| 23 | 12,03 | 11,55 | | |
| 24 | 13,85 | 13,98 | | |
| 25 | 14,58 | 13,27 | | |
| Total tid | 333,66 s | 344,12 s | | |
| | Antal enheter (p) | Total tid | Tid/enhet | |
| 25-kart | 25 | 333,66 | 13,35 s/p ±1 | |
| 50-kart | 25 p | 344,12 s | 13,76 s/p ±4 | |

Tabellen ovan visar insamlade tider vid andra mätningen för inkommande enheter

Appendix D

Mätdata

Inkommande enheter mätning 3

Databladet visar hanteringen av 25 och 50-kartong innehållande 25 respektive 50 stycken rullar som producerats och skickats till avhämtningsstationen i cellen.

| Mätning 3 | | | | |
|------------------|-------------------|--|-------------------|---------------------|
| | 25-kartong | | 50-kartong | |
| Enhet | Tidsåtgång | | Tidsåtgång | |
| 1 | 12,08 | | 11,92 | |
| 2 | 13,93 | | 13,38 | |
| 3 | 14,62 | | 13,02 | |
| 4 | 14,38 | | 14,71 | |
| 5 | 12,92 | | 13,70 | |
| 6 | 12,12 | | 11,26 | |
| 7 | 14,21 | | 13,37 | |
| 8 | 13,49 | | 13,12 | |
| 9 | 12,71 | | 14,44 | |
| 10 | 14,59 | | 13,41 | |
| 11 | 13,47 | | 11,71 | |
| 12 | 12,24 | | 13,34 | |
| 13 | 12,96 | | 13,30 | |
| 14 | 14,22 | | 14,89 | |
| 15 | 12,05 | | 12,54 | |
| 16 | 13,47 | | 12,09 | |
| 17 | 14,71 | | 13,12 | |
| 18 | 13,41 | | 13,06 | |
| 19 | 11,70 | | 11,41 | |
| 20 | 13,18 | | 13,39 | |
| 21 | 14,49 | | 13,21 | |
| 22 | 13,67 | | 14,32 | |
| 23 | 13,16 | | 12,96 | |
| 24 | 12,86 | | 14,16 | |
| 25 | 13,58 | | 13,44 | |
| | | | | |
| | | | | |
| Total tid | 334,22 s | | 329,27 s | |
| | | | | |
| | Antal enheter (p) | | Total tid (tt) | Tid/enhet |
| 25-kart | 25 | | 334,22 | 13,37 s/p ±1 |
| | | | | |
| 50-kart | 25 p | | 344,12 s | 13,17 s/p ±2 |
| | | | | |

Tabellen ovan visar insamlade tider vid tredje mätningen för inkommande enheter

Appendix D

Mätdata

Mönster 16, 50-kartong mätning 1

Databladet visar hanteringen av 50-kartong innehållande 50st 1,5 m rullar. Tabellen visar antalet enheter som staplas i två lager och tiden det tog för robotarmen att hämta, stapla och återvända till sin hemmaposition. Mätdata för enhet 1,2,31 och 32 utesluts som valida tider men står med som parentes.

| Mätning 1 | | | | |
|-------------------|--------------|-----------------|------------------|-----------------|
| Enhet | Tidsåtgång | | Enhet | Tidsåtgång |
| 1 | 5,11 | | 17 | 9,80 |
| 2 | 3,56 | | 18 | 32,00 |
| 3 | 8,24 | | 19 | 8,96 |
| 4 | 8,09 | | 20 | 7,96 |
| 5 | 8,33 | | 21 | 8,81 |
| 6 | 31,62 | | 22 | 9,25 |
| 7 | 8,41 | | 23 | 31,15 |
| 8 | 8,94 | | 24 | 8,23 |
| 9 | 31,67 | | 25 | 8,24 |
| 10 | 8,46 | | 26 | 8,43 |
| 11 | 15,73 | | 27 | 9,84 |
| 12 | 10,90 | | 28 | 31,54 |
| 13 | 30,71 | | 29 | 8,02 |
| 14 | 8,56 | | 30 | 8,12 |
| 15 | 7,04 | | 31 | 8,21 |
| 16 | 9,00 | | 32 | 28,4 |
| | | | | |
| | ((204,37)) | | | ((226,96)) |
| + | 195,7 | | | 190,35 |
| Total tid | | | | ((431,33)) s |
| | | | | 386,05 s |
| | | | | |
| Antal enheter (p) | | Total tid | Tid/enhet | |
| 32 | | 431,33 s | 13,42 s/p | ±4 |
| 28 | | 386,05 s | 13,78 s/p | ±1 |

Tabellen ovan visar insamlade tider på första mätningen av 50-kartong

Appendix D

Mätdata

Mönster 16, 50-kartong mätning 2

Databladet visar hanteringen av 50-kartong innehållande 50st 4m rullar. Tabellen visar antalet enheter som staplas i tre lager och tiden det tog för robotarmen att hämta, stapla och återvända till sin hemposition.

| Mätning 2 | | | | |
|-------------------|-----------------|-------|------------------|---------|
| Enhet | Tidsåtgång | Enhet | Tidsåtgång | |
| 1 | 11,29 | 20 | 8,89 | |
| 2 | 7,71 | 21 | 31,85 | |
| 3 | 9,73 | 22 | 39,55 | |
| 4 | 30,15 | 23 | 8,02 | |
| 5 | 8,42 | 24 | 7,19 | |
| 6 | 8,73 | 25 | 7,43 | |
| 7 | 7,86 | 26 | 7,66 | |
| 8 | 8,77 | 27 | 7,84 | |
| 9 | 8,37 | 28 | 7,59 | |
| 10 | 7,86 | 29 | 7,67 | |
| 11 | 8,77 | 30 | 7,02 | |
| 12 | 8,37 | 31 | 29,96 | |
| 13 | 8,02 | 32 | 9,70 | |
| 14 | 21,18 | 33 | 7,92 | |
| 15 | 8,10 | 34 | 7,75 | |
| 16 | 9,68 | 35 | 30,78 | |
| 17 | 19,16 | 36 | 7,38 | |
| 18 | 23,71 | 37 | 7,78 | |
| 19 | 8,50 | | | |
| | | | | |
| | + | | 241,98 | |
| Total tid | | | 466,36 | s |
| | | | | |
| Antal enheter (p) | Total tid | | Tid/enhet | |
| 37 | 466,36 s | | 12,60 s/p | ± 3 |

Tabellen ovan visar insamlade tider på andra mätningen av 50-kartong

Appendix D

Mätdata

Mönster 16, 50-kartong mätning 3

Databladet visar hanteringen av 50-kartong innehållande 50st 2x0.7m rullar. Tabellen visar antalet enheter som staplas i tre lager och tiden det tog för robotarmen att hämta, stapla och återvända till sin hemposition.

| Mätning 3 | | | | |
|--------------------------|------------------|-------|------------------|-----------|
| Enhet | Tidsåtgång | Enhet | Tidsåtgång | |
| 1 | 8,51 | 20 | 10,63 | |
| 2 | 31,16 | 21 | 7,68 | |
| 3 | 9,53 | 22 | 8,11 | |
| 4 | 9,19 | 23 | 8,14 | |
| 5 | 31,57 | 24 | 31,24 | |
| 6 | 8,15 | 25 | 10,01 | |
| 7 | 8,19 | 26 | 8,26 | |
| 8 | 8,40 | 27 | 8,29 | |
| 9 | 32,05 | | | |
| 10 | 8,72 | | | |
| 11 | 8,36 | | | |
| 12 | 8,53 | | | |
| 13 | 8,51 | | | |
| 14 | 31,68 | | | |
| 15 | 10,73 | | | |
| 16 | 7,69 | | | |
| 17 | 7,47 | | | |
| 18 | 8,47 | | | |
| 19 | 32,05 | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | 278,96 | | 81,73 | |
| Total tid | | | 360,69 | s |
| | | | | |
| Antal enheter (p) | Total tid | | Tid/enhet | |
| 27 | 360,59 | | 13,36 s/p | ±2 |

Tabellen ovan visar insamlade tider på tredje mätningen av 50-kartong

Appendix D

Mätdata

Mönster 27, 25-kartong mätning 1

Databladet visar hanteringen av 25-kartong och visar antalet enheter som staplas i ett lager och tiden det tog för robotarmen att hämta, stapla och återvända till sin hemmaposition.

| Mätning 1 | | | | |
|-------------------|------------|-----------------|------------------|-----------------|
| Enhet | Tidsåtgång | | Enhet | Tidsåtgång |
| 1 | 5,28 | | 15 | 29,23 |
| 2 | 5,67 | | 16 | 6,77 |
| 3 | 6,78 | | 17 | 28,93 |
| 4 | 6,40 | | 18 | 6,40 |
| 5 | 6,20 | | 19 | 9,21 |
| 6 | 8,64 | | 20 | 2,91 |
| 7 | 28,94 | | 21 | 7,15 |
| 8 | 6,51 | | 22 | 29,00 |
| 9 | 6,29 | | 23 | 6,14 |
| 10 | 30,03 | | 24 | 6,03 |
| 11 | 5,80 | | 25 | 29,04 |
| 12 | 5,82 | | 26 | 6,60 |
| 13 | 7,52 | | 27 | 6,13 |
| 14 | 29,7 | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| + | 159,58 | | | 173,54 |
| Total tid | | | | 333,12 s |
| | | | | |
| | | | | |
| Antal enheter (p) | | Total tid | Tid/enhet | |
| 27 | | 333,12 s | 12,34 s/p | ± 3 |

Tabellen ovan visar insamlade tider på första mätningen av 25-kartong

Appendix D

Mätdata

Mönster 27, 25-kartong mätning 2

Databladet visar hanteringen av 25-kartong och visar antalet enheter som staplas i ett lager och tiden det tog för robotarmen att hämta, stapla och återvända till sin hemmaposition.

| Mätning 2 | | | | |
|-------------------|------------|---------------|---------------------|---|
| Enhet | Tidsåtgång | Enhet | Tidsåtgång | |
| 1 | 6,42 | 15 | 6,46 | |
| 2 | 8,78 | 16 | 6,18 | |
| 3 | 29,21 | 17 | 5,67 | |
| 4 | 7,96 | 18 | 6,40 | |
| 5 | 6,22 | 19 | 6,11 | |
| 6 | 5,71 | 20 | 34,67 | |
| 7 | 29,22 | 21 | 6,59 | |
| 8 | 6,10 | 22 | 6,78 | |
| 9 | 8,97 | 23 | 28,94 | |
| 10 | 29,22 | 24 | 8,73 | |
| 11 | 6,10 | 25 | 6,36 | |
| 12 | 8,97 | 26 | 6,74 | |
| 13 | 29,28 | 27 | 27,77 | |
| 14 | 7,05 | 28 | 8,16 | |
| | | | | |
| + | 189,21 | | 165,56 | |
| Total tid | | | 354,77 | s |
| | | | | |
| Antal enheter (p) | | Total tid | Tid/enhet | |
| 28 | | 354,77 | 12,67 s/p ±2 | |

Tabellen ovan visar insamlade tider på andra mätningen av 25-kartong

Appendix D

10

Mätdata

Mönster 27, 25-kartong mätning 3

Databladet visar hanteringen av 25-kartong och visar antalet enheter som staplas i ett lager och tiden det tog för robotarmen att hämta, stapla och återvända till sin hemmaposition.

| Mätning 3 | | | | |
|-------------------|---------------|-------|------------------|---------|
| Enhet | Tidsåtgång | Enhet | Tidsåtgång | |
| 1 | 6,40 | 15 | 6,94 | |
| 2 | 6,68 | 16 | 28,22 | |
| 3 | 6,06 | 17 | 7,52 | |
| 4 | 6,59 | 18 | 6,39 | |
| 5 | 6,39 | 19 | 29,18 | |
| 6 | 29,21 | 20 | 6,19 | |
| 7 | 6,33 | 21 | 6,26 | |
| 8 | 6,64 | 22 | 29,63 | |
| 9 | 29,24 | 23 | 32,41 | |
| 10 | 6,36 | 24 | 5,99 | |
| 11 | 6,33 | 25 | 6,29 | |
| 12 | 29,41 | 26 | 5,72 | |
| 13 | 6,30 | 27 | 6,13 | |
| 14 | 6,00 | 28 | 6,01 | |
| | | | | |
| + | 157,94 | | 182,88 | |
| Total tid | | | 340,82 | s |
| | | | | |
| Antal enheter (p) | Total tid | | Tid/enhet | |
| 28 | 340.82 | | 12,17 s/p | ± 1 |

Tabellen ovan visar insamlade tider på tredje mätningen av 25-kartong

Appendix E

Programproblem

1

Programproblem för separationsbana.

För att rad 198 och 156 ska kunna förändras till att släppa enheter som kommit fram till separationsbommen måste ett hårdare villkor sättas på separationssekvensen på rad 55 i JE_Inbana. Samtidigt måste programstrukturen för programmen på raderna 198 och 156 struktureras om så att separationscykeln inte kan hoppas över.

bNyDealjInbana - variabel som används mellan JE_MainProc och JE_Inbana för att skicka ut en ny detalj

bNyDealjInbanaILäge - variabel som ansätter att en ny detalj ligger i slutet av banan och ingen ny detalj ska matas ut.

doCylSepRullbana – separationsbommen på inbana

soCylPLägeRullbana – låskolven vid avhämtningsstation

siMotOnState – Band drift, signal är alltid hög (=1).

Dagens Robot/villkor för ny kartong att hämta, **rad 194, JE_MainProc**

```
PROC PlockaInbana2()
  Grip\VacAllaFrån;
  MoveJ RelTool(pPlockläge2Inbana,0,100,-200),vmax,z20,tGrip2;
  IF bNyDealjInbanaILäge=FALSE THEN
    bNyDealjInbana:=TRUE;
    strError1:="Ingen kartong i hämtläge";
    !Ändring 2016-08-24 Maxtime ändrat från 20
    WaitUntil bNyDealjInbanaILäge\MaxTime:=5;
  ENDIF
  Grip\Vac1Från;
  Grip\Vac2Från;
  MoveL RelTool(pPlockläge2Inbana,0,20,-20),vmax,z20,tGrip2;
  Grip\VacAllaBlås;
  MoveL pPlockläge2Inbana,v400,fine,tGrip2;
  Grip\Vac2Till;
  Grip\Vac1Till;
  !AccSet 20, 10;
  Reset soCylPLägeRullbana;
  Grip\VacAllaTill;
  strError1:="Ingen signal från justeringscylinder. ";
  strError2:="Kontrollera givare. ";
  strError3:="Signal 'diCylRullbanaInne'. Öppet läge.";
  WaitUntil diCylRullbanaInne=1\MaxTime:=5;
  MoveLSync Offs(pPlockläge2Inbana,0,0,250),v400,z40,tGrip2,"evNyKartong";
  !
```

För att programmet ska få mata fram en ny kartong måste maxtime tiden på markerad rad, (1), löpa ut. Programmet är här annars låst och ingen ny kartong kan matas ut och låskolven kan

Appendix E

Programproblem

2

inte låsa.

Separationsbana, JE_inbana:

IF bNyDealjInbana THEN

```
bNyDealjInbana := FALSE;
bNyDealjInbanaILäge := FALSE;
bOmstartInbana:=FALSE;
Reset soCylPLägeRullbana;
Waituntil diCylRullbanaInne = 1 OR bOmstartInbana;
Set soBandrift1_Fram;
! Kometerad 2014-05-21
!Waituntil (diDetaljILägeRullbana = 1 OR diDetVidSepRullban = 1 OR
bNyDealjInbana OR bOmstartInbana) AND siMotOnState=1;
!Modifierad 2014-05-21
!
Waituntil (diDetVidSepRullban = 1 OR bNyDealjInbana OR bOmstartInbana)
AND siMotOnState=1;
```

!

!Slut Modifiering

IF bNyDealjInbana RETURN;

IF bOmstartInbana RETURN;

IF diDetVidSepRullban = 1 THEN

WaitUntil siMotOnState=1;

Set doCylSepRullbana;

! Kometerad 2014-05-21

!WaitUntil diDetVidSepRullban = 1 OR

bOmstartInbana\MaxTime:=5\TimeFlag:=bMaxtid;

WaitDI diDetVidSepRullban, 0;

!WaitUntil diDetVidSepRullban = 0 OR bOmstartInbana;

Reset doCylSepRullbana;

IF bOmstartInbana RETURN;

!WaitTime 0.2;

ENDIF

Waituntil (diDetaljILägeRullbana = 1 AND siMotOnState=1) OR

bOmstartInbana;

IF bOmstartInbana RETURN;

!Reset soBandrift1_Fram;

Set soCylPLägeRullbana;

Waituntil (diCylRullbanaInne = 0 AND siMotOnState=1) OR bOmstartInbana;

IF bOmstartInbana RETURN;

WaitTime 1;

IF diDubblaKartonger = 0 THEN

bNyDealjInbanaILäge := TRUE;

ELSE

Set doLjusLarm;

Appendix E

Programproblem

Markerat område är dagens utseende för **separationsbana, rad 55 i JE_inbana**:

```
IF diDetVidSepRullban = 1 THEN
    WaitUntil siMotOnState=1;
    Set doCylSepRullbana;
    ! Kometerad 2014-05-21
    !WaitUntil diDetVidSepRullban = 1 OR
    bOmstartInbana\MaxTime:=5\TimeFlag:=bMaxtid;
    WaitDI diDetVidSepRullban, 0;
    !WaitUntil diDetVidSepRullban = 0 OR bOmstartInbana;
    Reset doCylSepRullbana;
IF bOmstartInbana RETURN;
    !WaitTime 0.2;
ENDIF
```

Programmet kollar endast om det i nuläget finns en kartong i slutposition. I villkoret tittar programmet på om det finns en enhet att mata in till avhämtningsstationen. Villkoret vet därför inte om det kan finnas en enhet mellan sensorerna och kan då mata ut en dubbelkartong.

Vid eliminering av dödtiden i punkt 1 kan programmet inte längre fastna. Med detta förekommer en programbugg som orsakar att dubbla kartonger matas ut. Detta förekommer då en kartong befinner sig i mellan sensorerna vid avhämtningsstation och separationsbommen. Programmet tror då att det är ok att mata ut en ny kartong och sensorn för dubbelkartong hinner inte reagera på att det befinner sig två kartonger på banan innan roboten får körsignal.

Båda sekvenserna ovan bör göras om för att få bort låsningen i robotprogrammet samt att se till så att separationsbommen inte matar ut två kartonger. Lösningen bör simuleras först innan det laddas över till styrenheten för palleteringscellen.