

Komponentval för automatiserade system



**LUNDS
UNIVERSITET**

Lunds Tekniska Högskola
LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Avd. för Industriell Elektroteknik och Automation

Examensarbete:
Maria Gentz
Sara Thörn

© Copyright Maria Gentz, Sara Thörn

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Lunds universitet
Box 882
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering
Lund University
Box 882
SE-251 08 Helsingborg
Sweden

Tryckt i Sverige
Avd. för Industriell Elektroteknik och Automation
Lunds universitet
Lund 2014

Sammanfattning

Den här rapporten behandlar frågan om huruvida det är möjligt att genom val av komponenter till ett automatiserat system få anläggningen att agera så felfritt som möjligt och dessutom kunna meddela operatören när underhåll erfordras och därmed minimera driftstoppen i systemet. Relativt snart konstaterades att detta inte går att åstadkomma enbart på komponentnivå utan den funktionaliteten kan uppnås genom rätt konstruktion av styrsystemet. Istället koncentreras arbetet kring val av pålitliga komponenter och frågan om felhantering läggs åt sidan.

Anläggningen som beskrivs i rapporten ska pressa plåtar till bränsletankar för lastbilar. Den ska styras av ett styrsystem baserat på PLC-teknik och bemannas av två operatörer.

Fokus vid komponentval till anläggningens olika funktioner har legat på realisering av drift av transportbanor och detektering av godsets position. För att göra väl underbyggda val har information om tillverkare och pris för olika produkter inhämtats och värderats.

Slutligen har konstaterats att för att anläggningen ska fungera så felfritt som möjligt och dessutom ha viss självdiagnostik behövs satsning på utveckling och programmering av styrsystemet.

Nyckelord: Komponentval, automation, givare, sensorer

Abstract

This report is dealing with the question whether or not it's possible to choose components, for an automated system, in a way that allows the system itself to act as flawless as possible and to be able to inform the operator when service is due and therefore minimize the overall downtime of the system. It was soon established that this cannot be done simply by choosing components but has to be done by an accurate construction of the logic control system. Instead this report was concentrated around the choosing of reliable components and the whole matter of error-management is completely put aside.

The facility described in this report is meant to mold metal sheets to be used as parts of fuel tanks for trucks. It's going to be managed by a controlling system based on PLC-technique and is manned by a two-person crew.

Focus when choosing components for the different functions of the facility has been on realization of drives for conveyors and detection of the position of goods.

To make substantiated choices, information about manufacturers and prices of different products has been gathered and evaluated.

At last it has been established that to make this facility act as flawless as possible and with a certain amount of self-diagnostics an investment in development and programming of the controlling system is necessary.

Keywords: Choosing components, automation, sensors

Förord

Denna rapport är resultatet av vårt examensarbete utfört vid LTH Ingenjörshögskolan på Campus Helsingborg under första halvan av 2014. Det har varit ett intressant och lärorikt arbete. För att genomföra vårt examensarbete har vi varit beroende av ett flertal personer vilka vi vill uttrycka vår tacksamhet till.

Vi vill först och främst tacka Magnus Fransson och Fredrik Blyckert på Pöyry Sweden AB som erbjudit oss den här chansen till samarbete och som presenterat en uppgift för oss att lösa. Vi vill självklart också tacka dem för all hjälp och stöttning under arbetets gång.

Tack till Mats Lilja som ställer upp i alla lägen närhelst vi valt att kika förbi hans kontor. Tack också till Christin Lindholm som hjälpt oss att förstå vad som behöver göras förståeligt i rapporten.

Tack till Joakim Olofsson på SICK som tog sig tid till ett möte med oss för att förklara fotosensorernas underbara värld.

Och slutligen ett tack till all stöttning i form av nära och kära som trott på oss och bollat alla tankar som uppstår under en sådan process.

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte och mål	1
1.3 Problemformulering	2
1.4 Avgränsningar	2
2 Metod	4
2.1 Källkritik	5
3 Teoretisk bakgrund	7
4 Teknisk bakgrund	8
4.1 Beskrivning av funktioner	9
4.1.1 Transportbanor för pall.....	9
4.1.2 Transportbanor med oljedusch.....	11
4.1.3 Transportband mellan pressarna.....	11
4.1.4 Pallförflyttning mellan transportbanor	12
4.1.5 Bandning av pallar	12
4.1.6 Kommunikation (PLC, fältbussar, moduler och HMI).....	13
5 Resultat	14
5.1 Transportbanor för pall	14
5.2 Transportbanor med oljedusch	16
5.3 Transportband mellan pressarna	17
5.4 Pallförflyttning mellan transportbanor	17
5.5 Bandning av pallar	17
5.6 Kommunikation (PLC, fältbussar, moduler och HMI)	18
6 Slutsats och Diskussion	20
7 Framtida utvecklingsmöjligheter	23
7.1 Utveckling och programmering av styrsystemet	23
7.2 Utveckling av HMI	23
7.3 Utveckling av säkerhetssystemet	23
8 Referenser	24

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Pöyry Sweden AB är ett ingenjör- och konsultföretag. De har kontor och filialer över hela världen och arbetar främst inom kraft- och industrisektorn. (Pöyry, 1:2014) Deras fokus ligger på att erbjuda strategisk rådgivning och ingenjörsmässiga lösningar underbyggt av stark projektimplementering och expertis. (Pöyry, 2:2014)

I Sverige har Pöyry funnits sedan 1959. (Pöyry, 1:2014)

När vi kom till Pöyry i Lund presenterade de en ritning för oss. Den ritningen beskrev en anläggning som ska pressa plåtar till bränsletankar för lastbilar.

Anläggningen är en modell baserad på en offertförfrågan från en kund och blev det underlag vi skulle komma att bygga vårt projekt kring. Anläggningen kommer att beskrivas mer ingående i kapitlet *Teknisk bakgrund*. *Anläggningen* kommer att referera till hårdvaran och *Systemet* kommer att referera till styrsystemet. *Operatören* kommer vara den eller de arbetare som arbetar med anläggningen, utför nödvändiga moment och kommunicerar med systemet via HMI:et

1.2 Syfte och mål

Syftet med det här projektet var från början att undersöka hur olika komponentval resulterar i olika metoder för felhantering. Det vill säga hur mer avancerade komponenter kan underlätta felsökning och planläggning av underhåll av anläggningen gentemot val av enklast möjliga komponenter. Frågan var om det i slutändan skulle vara mindre kostsamt för kunden att välja enklaste möjliga lösningen eller om det fanns en fördel att välja mer avancerad teknik. Kostnader i det här fallet skulle förutom inköpspris ligga i förlorad inkomst på grund av driftstopp, i vissa fall förlängda på grund av komplicerad felsökning, och kostnaden av att delar byts ut tidigare än nödvändigt för att undvika driftstopp när delar gått sönder. Även skillnaden i tid det tar att programmera de olika lösningarna ska tas i beaktande. Lösningen med enklast möjliga komponenter benämns som lösning 1 och den med komponenter som kan informera systemet om sin mekaniska hälsa som lösning 2.

Efter att ha spenderat tid med att välja komponenter för lösning 1 och sedan gå över till att leta efter komponenter för lösning 2 konstaterades att fotosensorer, kontaktorer och motorer i den här dimensionen inte finns att köpa med inbyggd intelligens. Dock framstod själva arbetet med att välja pålitliga

komponenter, med hög kvalitet och har både lättillgänglig support och bra tillgång till reservdelar, som intressant och syftet modifierades därefter.

Syftet med det här arbetet är att identifiera vilka komponenter som behövs för att realisera de olika funktionerna i anläggningen med fokus på detektering och drift samt motivera de val av produkter som gjorts.

1.3 Problemformulering

För att kunna välja komponenter till en anläggning behövs i första hand en förståelse för vad den ska uträtta för arbete. Därefter kan utformningen av anläggningen ske och de komponenter som ska ingå kan identifieras. Valet av komponenter kan inte göras godtyckligt utan att hänsyn tas till bland annat hållbarhet, funktionalitet och därmed driftsäkerhet för hela anläggningen.

Då formuleras följande frågeställningar:

Vilka olika funktioner kan identifieras i anläggningen? Hur drivs banan? Hur detekteras och övervakas gods?

Vilka komponenter krävs för att realisera dessa funktioner?

Hur kan man gå tillväga för att välja dessa olika komponenter?

1.4 Avgränsningar

Fokus har legat på att dela upp anläggningen i sektioner och sedan identifiera deras specifika funktioner. Varje sektion beskrivs mer ingående i kapitlet om *Teknisk bakgrund*. Hur de olika sektionerna samarbetar med varandra har inte undersökts eftersom tillgången till tid varit begränsad.

Robotarna som ska användas fanns redan på plats hos kunden och det hade varit ett alldeles för stort arbete att sätta sig in i hur man väljer sådana. Rullbanor säljs ofta som färdiga konsoller och det har varit allt för svårt att få inblick i hur de konstrueras och därför har valet av dessa lämnats utanför detta arbete. Detta har resulterat i att de komponenter som stått i fokus har varit sensorer, givare och motorer.

Informationskanaler så som att kontakta säljare hos tillverkare har inte utnyttjats för prisförfrågningar utan sökmotorer och produktkataloger har fått stå för de uppgifterna. De har givit en överblick över sortimentet och visat på vad som är tillgängligt utan specifika inarbetade kontakter som ett etablerat företag kan ha införskaffat sedan tidigare.

Ingen vikt har lagts vid fakta specificerad i datablad gällande hur lång förväntad levnadstid en komponent har.

Till kategorin komponenter hör i detta fall inte PLCns olika delar, bussar och konsoller. Dessa kommer nämnas men ingen analys av val av specifika delar har genomförts.

Säkerhetsaspekten lämnas helt utanför arbetet. En utvärdering av säkerheten kräver stor erfarenhet i ämnet, vilket vi saknar, och erfordrar att man sätter sig in i alla standarder som branschen arbetar efter vilket hade krävt allt för lång tid av både oss och av handledarna på företaget vi samarbetat med. Programmeringen av systemet och HMI:ets utformning har också lämnats utanför eftersom det är ett mycket tidskrävande arbete och inte heller är relevant för valet av komponenter.

2 Metod

För att få en teoretisk bakgrund till hur man tänker när man utformar och designar automatiserade system har olika vetenskapliga utdrag och artiklar från Campus Helsingborgs biblioteks söktjänster (LUBsearch, CRCNetBase, IEEE Xplore och Science Direct) lästs igenom. Detta resulterade i att de flesta inte ansågs relevanta för det här arbetet men några (Folmer, Weisenberger, Vogel-Heuser & Meyer 2012 och Moore, Notash & Bishop (red.) 2007) har gett värdefulla upplysningar om hur till exempel underhåll kan optimeras. De sökord som bland annat användes är ”automation”, ”fault prevention”, ”fault detection”, ”fault diagnosis” och ”error handling”.

Av litteraturen har större inblick givits i hur industrin hanterar felsituationer. Det beskrivs hur ett fel som uppstår långt in i systemet kan generera larm ute i flera noder. Ett enskilt fel kan resultera i en stor mängd larm att hantera och utmaningen blir då att undersöka var i systemet felet uppstått. (Folmer et. al. 2012) Detta tydliggör vikten av att konstruera ett så driftsäkert system som möjligt redan från grunden eftersom felsökning och diagnostisering tar mycket tid i anspråk. Ju mindre tid som behöver läggas på felhantering desto mer tid kan läggas på faktisk produktion.

Ett pålitligt system med hög feltolerans kan uppnås genom användandet av högkvalitativa komponenter och ett väl genomarbetat och robust kontrollsystem (Notash, Moore & Bishop (red.) 2007) vilket påvisar vikten av att göra noggranna komponentval för att minimera antalet fel som uppstår enbart på grund av komponenter som går sönder.

Med detta som bakgrund har ritningen och beskrivningen av anläggningen diskuterats för att identifiera vilka funktioner som ingår i varje sektion så som drift och detektering (se kapitel om *Teknisk bakgrund*). Efter att ha identifierat vilka komponenter som ingår i varje funktion har parametrar för önskade komponenter tagits fram så som switchavstånd för fotosensorer och induktiva givare och effekter för motorer, kontaktorer och motorskydd. Vid val av fotosensorer har hänsyn tagits till vilken metod som lämpar sig bäst för applikationen. Diskussioner har även förts med handledarna om huruvida frekvensstyrning varit prismässigt försvarbart eller om mjukstartare eller kontaktorer till motorerna varit tillräckliga för anläggningen. Detta med tanke på att godset inte är ömtåligt och därför inte behöver behandlas med försiktighet.

När respektive kriterier samlats in för varje komponent användes ELFA-katalogen (online) för att få en uppfattning av vilka produkter som fanns att tillgå. För att säkra att service och reservdelar finns att tillgå på ett

internationellt plan har komponenter valts från tillverkare som har stor spridning i världen och dessutom gott rykte hos våra handledare på Pöyry. Priset på produkten har därefter kontrollerats för att undersöka om det är rimligt i jämförelse med konkurrenternas pris på jämförbara produkter.

För att få en större förståelse för de olika detektionsmetoderna hos fotosensorer, som är den mest frekvent förekommande komponenten i anläggningen, hölls ett informationsmöte hos SICK som är återförsäljare av industriella sensorer.

Handledarna på Pöyry har förklarat hur anläggningen skulle se ut och fungera, både i sin helhet och på mer detaljerad nivå, och har i ett senare skede rekommenderat, kommenterat och svarat på frågor gällande de komponentval som gjorts.

2.1 Källkritik

Det har varit svårt att hitta litteratur som diskuterar hur man väljer komponenter i designen av automatiserade system. Flera av artiklarna som har granskats har först och främst fokuserat på hur människans inverkan på systemet ska kunna minimeras istället för hur systemet i sig ska fungera så felfritt som möjligt. (Floyd 2010 & Cudney 2013)

En artikel tar däremot upp vikten av att kunna avgöra när komponenter i systemet behöver bytas ut, utan att behöva vänta tills något faktiskt går sönder eller behöva byta ut delar i förtid endast för att undvika fel. (Folmer, Weisenberger, Vogel-Heuser & Meyer 2012) En annan artikel tar upp värdet av att ha ett system som fungerar på ett stabilt sätt. (Moore, Notash & Bishop(red.) 2007) Båda artiklarna är publicerade via erkända universitet och känns därmed trovärdiga men de diskuterar endast hur man konstruerar mjukvaran men inte hur hårdvarans kvalitet påverkar systemets pålitlighet.

De två återförsäljare av elektronikkomponenter för automation som har använts är ELFA och Farnell element14. Farnell element14 är ett globalt företag (Farnell element14 2014) men Elfa har sin verksamhet i Europa och där främst i norra Europa (Elfa Distrelec 2014). Eftersom Elfa har fler sökvillkor och mer överskådlig hemsida är det främst den sökmotorn som har använts för att få en överblick av sortimentet och med hjälp av tekniska data har prisjämförelser mellan produkter gjorts. Det som däremot är en nackdel är att båda katalogerna har ett begränsat utbud och därför finns inte alla tillverkare på marknaden representerade. Prisuppgifterna skiljer sig dels mellan de två återförsäljarna och dels gentemot inköp direkt från respektive tillverkare och kan därför endast ses som uppskattade värden.

Tre olika tillverkare av fotosensorer har jämförts, Carlo Gavazzi, Banner Engineering och SICK AG. Eftersom SICK är den största tillverkaren av de tre (Inside View: SICK 2014 och Inside View: Banner Engineering 2014 och Carlo Gavazzi 2014), deras priser varit bland de lägsta (Elfa Distrelec 2014) och efter rekommendation av handledarna på Pöyry beslutades att ett möte med en av deras säljare var intressant. Det mötet gav en bred bild av SICKs sortiment och information om fotosensorer i allmänhet men dock endast av deras sortiment.

3 Teoretisk bakgrund

Alla automatiserade system kommer förr eller senare råka ut för fel. Antingen är det delar som går sönder på grund av mekaniskt slitage eller mänsklig åverkan. Det är viktigt ur både ekonomisk och säkerhetssynpunkt att en anläggning kan fungera trots att fel uppstår¹. En anläggning räknas som pålitlig om den kan fungera på ett säkert sätt, utan att skada operatören, omgivningen eller sig självt. Om den går att stoppa på ett säkert sätt när ett fel inträffar räknas den som felsäker och om den kan avsluta sin uppgift trots fel är anläggningen feltolerant. (Moore, Notash & Bishop(red.) 2007) För att undvika fel som beror på mekaniskt slitage brukar underhåll schemaläggas så att delar kan bytas ut innan de förväntas gå sönder. Detta resulterar i att fullt fungerande delar byts ut i förtid. Då och då går delar sönder före sin förväntade livstid och tvingar fram ett driftstopp som kan pågå under onödigt lång tid eftersom serviceteknikern måste felsöka anläggningen för att lokalisera den felande komponenten. För att undvika de kostnader som det här kan resultera i eftersträvas ett självdiagnostiserande system som regelbundet kan meddela operatören om vilken status varje komponent har. Programmeras systemet så att ett alarmsystem implementeras som kan tala om när ett fel är på väg att uppstå och var i anläggningen detta sker genereras värdefull information åt operatören. Kombineras detta alarmsystem med historisk statistik om livslängden för mekaniska komponenter för att schemalägga underhåll kan man få ett mer självdiagnostiserande system. (Folmer, Weißenberger, Vogel-Heuser & Meyer 2012) Detta var utgångspunkten när idén om detta arbete uppstod. Teori om hur man väljer komponenter till gällande anläggning har hämtats från kompetens hos Pöyry.

Det är av stor vikt att välja komponenter från en tillverkare som är spridd över en stor del av världen. Som konstruktör kommer de kunder man konstruerar anläggningar åt ha fabriker och verksamheter på många platser i världen och då kan liknande lösningar appliceras på flera geografiska platser och samtidigt säkerställs tillgång till reservdelar för alla konstruktioner. Dessutom ökar närheten till service för konstruktionerna när behovet uppstår.²

För att bygga ett system som är pålitligt och hållbart krävs att man väljer komponenter av hög kvalitet som klarar industrimiljöer och där har Pöyrys erfarenheter av olika tillverkare och deras produkter varit vägledande. Det gäller också att välja komponenter som går att motivera prismässigt för kunden eftersom de tenderar att främst värdera priset priset på anläggningen som det viktigaste kriteriet snarare än kvalitet och extra funktionalitet.³

¹ Magnus Fransson, Fredrik Blyckert Pöyry, möte den 30 januari 2014

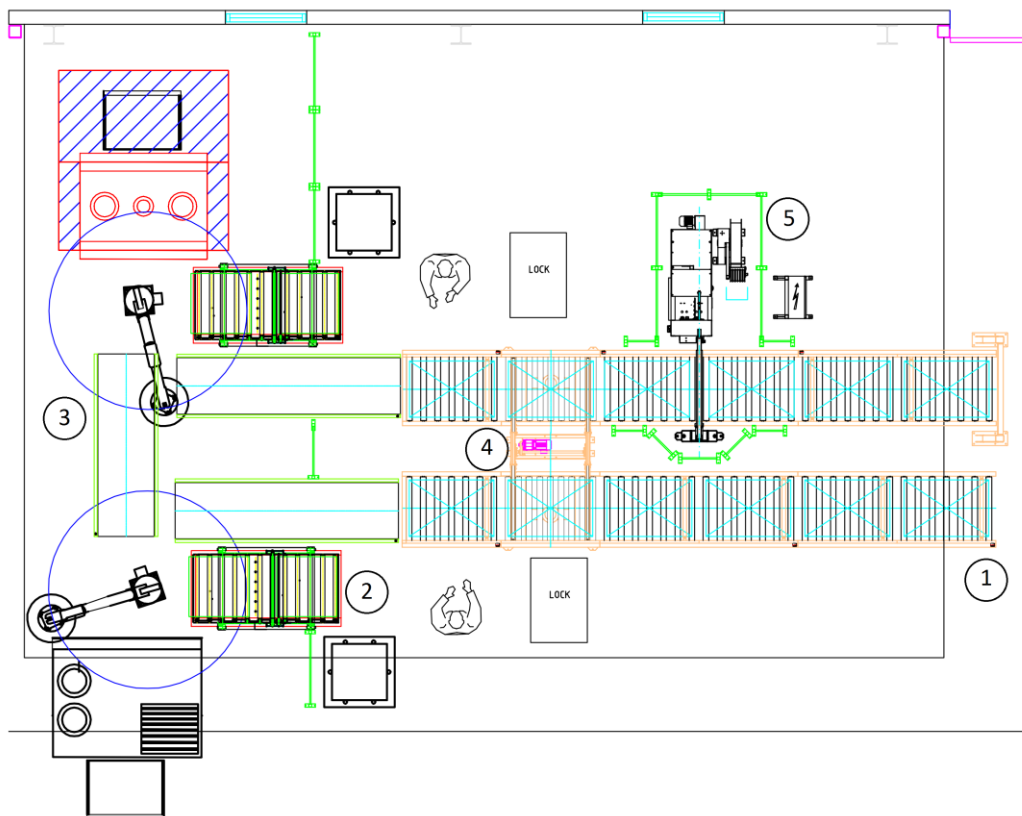
² Magnus Fransson Pöyry, möte den 23 april 2014

³ Magnus Fransson Pöyry, möte den 23 april 2014

4 Teknisk bakgrund

Bilden nedan är ritningen över en anläggning som pressar plåtar till bränsletankar för lastbilar. Den ligger till grund för den här rapporten och Pöyry har tagit fram den som en del av ett offertförslag.

En lastpall med pallkragar ankommer till transportbanan (1) där den registreras och sedan transporteras till operatören. Vid transportbanorna med oljedusch (2) står en operatör som manuellt lyfter upp en plåt i taget på banan till oljeduschen. Plåten transporteras sedan genom duschen där den sprejas med en tunn oljefilm vars främsta uppgift är att hindra plåten från att fastna i pressen. Efter duschen plockas plåten upp av en robot som placerar den i pressen. Därefter kan roboten antingen skicka tillbaka plåten till operatören eller vidare via rullband (3) till nästa robot och nästa press. När den pressade plåten anländer hos en av operatörerna plockas den upp och placeras på pallan på transportbandet. För att förflytta pallan mellan den första transportbanan och den andra används en kedjetransportör (4). Den lyfter upp pallan några centimeter för att sedan transportera pallan i sidled till nästa bana. När en pall är full läggs ett lock på av operatören och sedan transporteras pallan till maskinen (5) som ska slå ett band om lådan och på så sätt göra pallan klar för upphämtning av truck. De pallar som ska förflyttas är Europapall som har måtten 1200x800x144 mm och mäter cirka 1450 mm över diagonalen. (Pallcentralen 2014)



(Ritning: Fredrik Blyckert, 2014)

4.1 Beskrivning av funktioner

För att beskriva anläggningen har den delats upp i följande delar:

- (1) Transportbanor för pallar
- (2) Transportbanor med oljedusch
- (3) Transportband mellan pressarna
- (4) Pallförflyttning mellan transportbanor.
- (5) Bandning av pallar.

4.1.1 Transportbanor för pall

Varje transportbana består av sex segment som samkörs parvis med varsin motor. När motor ska väljas till en applikation brukar applikationen ritas upp i ett speciellt program där hänsyn tas till moment och massa, det vill säga vilken last som ska köras på banan och hur tung den är. Därefter väljs en växellåda som dimensioneras efter vilken kapacitet som systemet kräver och hur snabbt (m/s) banan ska drivas.⁴ Eftersom banorna måste kunna startas och stoppas på signal från systemet så behövs en metod för detta. Enklast är att styra dem med kontaktorer som helt enkelt bara slår till och från strömmen till motorerna. Eventuellt behöver dessa kontaktorer ett filter för att snygga till strömmarna till elnätet. Vill man istället styra motorerna med frekvensomformare dyker det upp fler och fler motorer på marknaden med inbyggda frekvensomformare som förenklar användandet avsevärt i och med att man slipper installation av frekvensomformare och filter i stora skåp och kablage mellan skåpet och motorn⁵

Varje sektion ska kunna hålla reda på om en pall finns på sektionen, kunna stanna när pallen når slutet av sektionen, förflytta den och undvika kollisioner med andra pallar.

När pallen ankommer till första sektionen ska dess specifika identitet registreras med hjälp av optisk avläsning⁶. Detta kommer att ske med hjälp av en streckkod på en etikett som sätts på pallens nedersta krage och som sedan läses av med en streckkodsläsare i början av transportbanan. Beroende på hur mycket information som ska rymmas i varje etikett väljs antingen en enkel streckkod eller en QR-kod, även kallad data-matrix-kod⁷

Man kan även begära en åtgärd av truckföraren för att ge klartecken att pallen är redo att förflytta. Detta löses lämpligen med hjälp av HMI:et.

⁴ Fredrik Blyckert Pöyry, mail den 14 februari 2014

⁵ Magnus Fransson Pöyry, möte den 23 april 2014

⁶ Fredrik Blyckert, Magnus Fransson Pöyry, möte den 30 januari 2014

⁷ Joakim Olofsson SICK, möte den 3 mars 2014

För att avgöra närvaron av en pall på banan placeras en fotosensor som läser av ett område 20 centimeter över banan diagonalt över första sektionen.

Vidare placeras sedan fotosensorer nära slutet på varje sektion av banan för att upptäcka när pallen närmar sig slutet på sektionen som läser rakt över banan. Detta kan då kännas av systemet som stannar banan i tid för att undvika att pallen kolliderar med andra pallar på banan.⁸

Fotosensorer sänder ut en stråle synligt eller infrarött ljus mot en mottagare och detekterar sedan om den strålen bryts. Detta kan ske med hjälp direktreflektion, retroreflektion eller sändare/mottagare.

Sändare/mottagare är en metod som bygger på att sändaren skickar en ljusstråle direkt till mottagaren. Detta är den säkraste metoden att använda men är kostsam i installationskostnad då den har två hus och två uppsättningar kablar för signal och strömförsörjning eftersom sändare och mottagare är separerade från varandra. Det innebär också två olika komponenter som kan gå sönder och som kommer att behöva underhåll.

Direktreflektion innebär att sändaren skickar en ljusstråle och när ett objekt passerar reflekteras strålen på objektet och återvänder till mottagaren som är placerad strax under sändaren i samma komponent. Detta är en relativt osäker metod eftersom i princip vilket föremål som helst reflekterar ljus och därför riskerar mottagaren att registrera närvaron av fler objekt än önskvärt.

Retroreflektion har en sändare som sänder ut en ljusstråle som studsar mot en reflektor, vanligtvis en spegel, och återvänder sedan till mottagaren som är placerad i samma komponent som sändaren. Detta gör retroreflektion till en betydligt säkrare metod än direktreflektion då återreflektionen sker på en specifikt utvald yta som sitter på ett fast förutbestämt avstånd. Den här metoden är billigare och enklare att installera än sändare/mottagare eftersom endast en kabel är nödvändig då både sändare och mottagare sitter i samma hus. Det är dessutom endast en komponent som behöver service och underhåll.

Man skiljer mellan ljusswitch och mörkerswitch. Ljusswitch innebär att när ljusstrålen kommer fram skickar mottagaren en signal och mörkerswitch innebär mottagaren skickar en signal då ljusstrålen bryts. Man skiljer också på PNP- och NPNkoppling och PNP är vanligast i Sverige.⁹

För den här applikationen väljes lämpligast en fotosensor med retroreflektion och mörkerswitch för att en stabil detektering som reagerar på när en pall

⁸ Magnus Fransson Pöyry, möte den 23 april 2014

⁹ Joakim Olofsson SICK, möte den 3 mars 2014

ankommer läget ska uppnås. Väljes sedan en fotosensor med synlig ljusstråle underlättas installationen och kalibreringen av fotosensorn för att säkerställa att mottagaren tar emot reflektionen.

4.1.2 Transportbanor med oljedusch

Den här sektionen består av en transportbana med en överhängande och en underliggande oljedusch. Oljeduschen består av en trycksatt slang med specifika munstycken som sprejar ut ett jämnt lager olja på båda sidor av plåten medan den passerar. Oljans främsta uppgift för processen är att plåten inte ska fastna i pressen men även erbjuda ett skydd mot repor och smuts. Om robotens gripverktyg består av en vakuum-sugkopp förstärker oljan sugförmågan hos verktyget. Slangen trycksätts med hjälp av en pump och under transportbanan finns ett tråg som samlar upp överskottsolja som sedan kan återanvändas.¹⁰

Plåtarnas position på banan kommer att detekteras med hjälp av tre induktiva givare. Två för att detektera inträde och utträde ur oljeduschen, så att duschen endast pumpar olja när en plåt är närvarande och en ändlägesgivare så att bandet kan stannas när plåten når slutet av bandet. Hade en fotosensor valts här hade den snabbt täckts med olja och blivit obrukbar och därmed krävt frekvent underhåll. En induktiv givare däremot kan känna närvaron av elektriskt ledande material även om den sitter skyddad och den är inte beroende av fri sikt på samma sätt som en fotosensor.¹¹

Plåten kommer att hållas mot kanten av transportbanan med hjälp av en fjädrande arm så att den alltid befinner sig så långt åt ena kanten på banan som möjligt för att roboten ska veta var plåten befinner sig och därmed kunna hämta den på ett korrekt sätt.¹²

4.1.3 Transportband mellan pressarna

Banden ska transportera de pressade plåtarna antingen till operatören eller vidare för ytterligare pressning och systemet ska detektera när en plåt närmar sig slutet av bandet¹³. Detta detekteras med hjälp av fotosensorer, på samma sätt som på transportbanan (1), och med tanke på tillgång till reservdelar väljes samma typ av fotosensor till alla delar av systemet.

¹⁰ Magnus Fransson Pöyry, möte den 23 april 2014

¹¹ Fredrik Blyckert Pöyry, möte den 7 februari 2014

¹² Magnus Fransson Pöyry, möte den 23 april 2014

¹³ Fredrik Blyckert, Magnus Fransson Pöyry, möte den 30 januari 2014

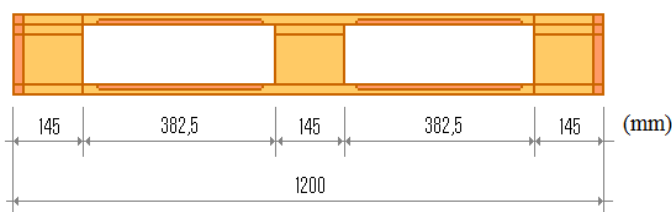
4.1.4 Pallförflyttning mellan transportbanor

Transportören består av två kedjor mellan rullbanorna som i vilande läge befinner sig på en nivå några centimeter lägre än transportbanorna. När pallen ska förflyttas mellan transportbanorna höjs kedjorna upp med hjälp av pneumatik till en nivå några centimeter högre än transportbanorna. Pallen kan med hjälp av en motor därefter flyttas över till nästa bana där kedjorna sänks ner till en lägre nivå igen och då vilar pallen på transportbanan¹⁴.

Det finns andra typer av lösningar för den här typen av funktion, till exempel vridbord eller vridplatta (Lyftab, 2014), men kedjetransportör var den lösning som rekommenderades av Pöyry.

4.1.5 Bandning av pallar

När en pall är full och locket lagts på skickas pallen vidare till en bandningsmaskin. Bandningsmaskinen står, av säkerhetsskäl, på ett inhägnat område men med öppningar för transportbanan. För att säkerställa att det endast är pallar som passerar bandningsmaskinen behövs ett övervakningssystem som avgör ifall det är en pall som passerar och därmed om det är säkert för maskinen att operera¹⁵. Detta löses med hjälp av ljusridåer som samarbetar med fotosensorer. Tre fotosensorer sätts längs banan på samma avstånd som klossarna under pallen, det vill säga. När sedan varje kloss bryter ljuset vid varsin fotosensor befinner sig framkanten av pallen vid ljusridån. Detekterar då ljusridån ett objekt som är lika högt som pallen förväntas vara tillåts maskinen att slå ett band om objektet. Det finns säkert fler säkerhetsaspekter som behöver tas hänsyn till men det ryms inte inom ramen för detta arbete.



(Sahinler Palet 2014)

¹⁴ Magnus Fransson Pöyry, möte den 23 april 2014

¹⁵ Fredrik Blyckert Pöyry, möte den 30 januari 2014

4.1.6 Kommunikation (PLC, fältbussar, moduler och HMI)

För att samordna och styra alla signaler i systemet behövs ett PLC-system. Det behöver vara tillräckligt stort för att kunna behandla alla tilltänkta signaler men också ha utrymme för eventuell utvidgning av funktioner. Man brukar dimensionera PLC-systemet så att man har ungefär 30 procent överkapacitet vid driftsättning. Det innebär att det här systemet uppskattningsvis innehåller 200 signaler och därmed att PLCn måste kunna hantera 260 signaler.¹⁶

Istället för att dra varje signal som en tråd till styrsystemet kan fältbussar användas. Fältbussar används som kommunikationslänkar för alla signaler mellan givare, motorer och styrsystem. Väljer man att använda fältbuss som kommunikationsmedel kan varje del i anläggningen utformas som ett eget styrsystem och de kan sedan kommunicera med varandra via bussen. För att kommunicera över fältbussen behöver man koppla på moduler som komponenternas kommunikationsledning dras till. Bland modulerna finns det både enklare och mer avancerade modeller. De enklaste modulerna plockar upp signaler från givare eller skickar signaler för styrning till kontaktorer och drifter. De mer avancerade modulerna har exempelvis förinställda larm för olika händelser som de kan skicka till styrsystemet. Aktivering och avstängning av dessa larm sker enkelt vid konstruktionen av mjukvaran. Detta sparar mycket tid för programmeraren och alltså pengar för kunden då sådana larm annars hade behövt konstrueras mjukvarumässigt för varje signal till systemet. Det är med hjälp av dessa moduler och mjukvaran som möjligheterna till felreducering och förenklad felsökning kan realiseras.¹⁷

HMI, Human-Machine Interface, är det gränssnitt som används för att operatören och maskinen ska kunna utbyta information på ett smidigt sätt och för att operatören ska kunna styra maskinen att göra de önskade uppgifterna. Det kan vara en display där maskinen varnar och meddelar fel i systemet eller en panel med knappar där operatören kan tala om för systemet vilken uppgift som ska utföras för tillfället eller en kombination av båda¹⁸.

¹⁶ Magnus Fransson Pöyry, möte den 23 april 2014

¹⁷ Magnus Fransson Pöyry, möte den 14 maj 2014

¹⁸ Fredrik Blyckert, Magnus Fransson Pöyry, möte den 30 januari 2014

5 Resultat

5.1 Transportbanor för pall

För att implementera transportbanorna behövs motorer för att driva varje par av segment, alltså 6 motorer. I det här fallet är det lämpligt med en motor på 370 Watt¹⁹, eftersom fokus läggs på ett högre varvtal snarare än ett stort moment. Vid en slagning i Elfa-katalogen fanns att den enda motorn på 370 W som fanns var en Siemens 1LA7073-4AB10-Z och eftersom motorn har en hög IP-klassning och Siemens är en välkänd tillverkare på marknaden ansågs den lämplig för den här applikationen. (Elfa: Motor 2014) IP-klassning förklaras närmare i stycke 6.2

Teknisk data	
Effekt:	0,37 kW
Vridmoment:	2,6 Nm
Arbetstemperatur:	-20...+40 °C
Vikt:	7,2 kg
Nominell spänning:	230 VAC(Δ), 400 VAC(Y)
Varvtal:	1385 min ⁻¹
Kapslingsklass:	IP 55



Tabell 1

Figur 1

Tabell 1 och Figur 1 visar motor från Siemens (1LA7073-4AB10-Z) och utvald teknisk data för densamma.

Motorskydden valdes utifrån specifikationerna på de valda motorerna, en överlastsutmärkare mellan 1 och 2 A och att företaget är en stor aktör på marknaden. De som valdes ut är GV2ME06 från Schneider-Electric och dessutom billigast av de lämpliga produkterna. (Elfa: Motorskydd 2014)



Tabell 2

Figur 2

Tabell 2 och Figur 2 visar motorskydd från Schneider-Electric (GV2ME06) och utvald teknisk data för densamma.

Teknisk data	
Överlastutlösare:	1...1,6 A
Brytförmåga:	100 kA
Livslängd, mekanisk:	100 000 omkopplingar
Arbetstemperatur:	-20...+60 °C

¹⁹ Fredrik Blyckert Pöyry, mail den 14 februari 2014

Eftersom godset i den här anläggningen inte kräver särskild varsamhet väljs endast kontaktorer och inte frekvensomformare. Eftersom stora effekter kan uppstå när motorn startas har en kontaktor valts som klarar 11 kW. Kontaktorn ska hantera spänning på 400 V och ström på 25 A eftersom den sitter ute i industrin. Dessutom behövs minst tre NO-kontakter, för att styra motorn, och dessa har lämpligen en spolspänning på 24VDC. Billigast blir då Schneider-Electric (LC1D25BL). (Elfa: Kontaktor 2014)



Figur 3

Teknisk data	
Switcheffekt:	11kW @ 400 V
Switchad ström:	25 A @ 400 V
Spolspänning:	24 VDC
Kontakter:	3 NO
Hjälpkontakter:	1 NO + 1 NC
Arbetstemperatur:	-5...+60 °C

Tabell 3

Tabell 3 och Figur 3 visar kontaktor från Schneider-Electric (LC1D25BL) och utvald teknisk data för densamma.

Fotosensorerna måste klara av ett switchavstånd på mellan en och två meter eftersom sensorn ska läsa både rakt och diagonalt över bandet²⁰. För att underlätta installation och kalibrering är fotosensorer med synligt ljus lämpliga²¹ och eftersom PNP-koppling är vanligast i Sverige²² är detta lämpligt även här. Valet föll på VL180-2P42436 från SICK eftersom SICK är ett av de mest använda fabrikaten i branschen och den dessutom var den billigaste sensorn som uppfyllde kriterierna (Elfa: Fotosensor 2014).

Tekniska data	
Switchavstånd:	50...7000 mm
Arbetsspänning:	13...30 VDC
Utgång:	PNP
Arbetstemperatur:	-25...+55 °C
Sensortyp:	Retroreflektion
Ljustyp:	Synligt rödljus
Switch-funktion:	Ljus-/mörkerswitch



Figur 4

Tabell 4

Tabell 4 och Figur 4 visar fotosensor från SICK (VL180-2P42436) och utvald teknisk data för densamma.

²⁰ Magnus Fransson Pöyry, möte den 7 februari 2014

²¹ Magnus Fransson Pöyry, mail den 9 april 2014

²² Joakim Olofsson SICK, möte den 3 mars 2014

Som streckkodsläsare valdes en enkel läsare från SICK, CLV503. I ELFA-katalogen fanns inga streckkodsläsare för fast montering, däremot tillhandahåller SICK streckkodsläsare för industriellt bruk. Därför finns ingen prisuppgift att tillgå. (SICK: Streckkodsläsare 2014)

Teknisk data	
Ljustyp:	Synligt rödljus
Medeltid mellan fel:	10 000 tim.
Synfält:	$\leq 44^\circ$
Kodens upplösning:	0,15...1 mm
Avläsningsavstånd:	50...630 mm



Tabell 5

Figur 5

Tabell 5 och Figur 5 visar streckkodsläsare från SICK (CLV503) och utvald teknisk data för densamma.

5.2 Transportbanor med oljedusch

Motorer, motorskydd och kontaktorer väljs som ovan eftersom det är en snarlik applikation. Det som däremot är nytt i den här sektionen är själva duschen. Det som verkar mest tidseffektivt och lättast att underhålla är att köpa in ett färdigt spraysystem²³, med speciellt anpassad pump, slangar och dysor, och installera över och under rullbandet.²⁴ För detektering av plåtens läge är ett detekteringsavstånd på minst 10 mm önskvärt. Plåten kommer alltid passera givarna på samma avstånd men bör inte sättas precis där plåten passerar för att undvika slitage. På grund av oljan givarna utsätts för är en hög kapslingsklass nödvändig. En kapslingsklass på IP 67 innebär att de är dammtåta (SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut: 1a siffran 2009) och kan sänkas ner i vatten till 1 meters djup i 30 minuter (SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut: 2a siffran 2009). De givare som valdes var från SICK (IME30-15NPSZC0S). Det fanns billigare givare från Balluff men eftersom det företaget är mindre (Inside View: Balluff 2014) och prisskillnaden var marginell valdes givaren från SICK.



Figur 6

Teknisk data	
Switchavstånd, max:	15 mm
Utgång:	PNP, slutande
Arbetsspänning:	10...30 VDC
Arbetstemperatur:	-25...+75 °C
Kapslingsklass:	IP67

Tabell 6

Tabell 6 och Figur 6 visar induktiv givare från SICK (IME30-15NPSZC0S) och utvald teknisk data för densamma.

²³ Fredrik Blyckert Pöyry, mail den 27 mars 2014

²⁴ Magnus Fransson Pöyry, möte den 23 april 2014

5.3 Transportband mellan pressarna

Här kan man applicera samma typ av lösning som för transportbanorna för pall. Det som skiljer är att själva transportbanan nu består av ett band snarare än rullar eftersom det är enskilda plåtar som förflyttas här²⁵.

5.4 Pallförflyttning mellan transportbanor

Kedjetransportörer säljs som färdiga segment klara att installera mellan två transportbanor.

5.5 Bandning av pallar

För att implementera övervakningssystemet är det vanligt med ett samarbete mellan ljusridåer och fotosensorer²⁶. För att underlätta samarbetet mellan ljusridå och fotosensorer har vi valt dessa av samma fabrikat och eftersom vi valt SICK till våra fotosensorer blir det samma tillverkare på ljusridåerna. Vi har valt samma fotosensorer som till transportbanorna, eftersom man dels får mängdrabatt om man köper fler och dessutom bara behöver en typ av reservdelar, och ljusridåerna blev SICK C40E-1801CA010 (mottagare), C40S-1801CA010 (sändare).

Teknisk Data
Höjd på skyddsfält: 1 800 mm
Avläsningsavstånd: 0...8 m
Upplösning: 14 mm
Matningsspänning: 24 VDC
Arbetstemperatur: 0...55°C



Tabell 7

Figur 7

Tabell 7 och Figur 7 visar ljusridå från SICK (C40E-1801CA010 (mottagare) och C40S-1801CA010 (sändare)) och utvald teknisk data för densamma.

²⁵ Fredrik Blyckert Pöyry, möte den 30 januari 2014

²⁶ Magnus Fransson Pöyry, möte den 23 april 2014

Vår tanke är att när tre fotosensorer blockeras av klossar på pallen och den första ljusridån mäter rätt höjd på objektet kan maskinen påbörja bandningen. Samtidigt kontrollerar den andra ljusridån att ingenting kommer in från fel håll och därmed kan skadas i maskinen. Dessutom noterar systemet, med hjälp av ytterligare en fotosensor, när pallen är förbi bandningsstationen och det sedan krävs en ny pall för att bandningen ska starta igen.²⁷

5.6 Kommunikation (PLC, fältbussar, moduler och HMI)

När man väljer ett nytt PLC-system så gäller det att välja ett system som är beprövat från en global tillverkare som har ett bra rykte gällande driftsäkerhet och stabilitet. Dels så att man säkert vet att systemet klarar av driften och dels så att det är enkelt att få tag i support och reservdelar när detta krävs²⁸. Givetvis spelar inköpspriset roll men man måste även ta i beaktande att funktioner som kan lösas av PLC:n kan göra att vissa hårdvarukomponenter kan undvaras och därmed dra ner totalpriset och installationstiden på maskinen²⁹. Därutöver är det fördelaktigt om mjukvarukonstruktören känner till systemet sedan tidigare så att programmeringen av systemet kan ske på ett korrekt och ej för tidskrävande sätt. Hänsyn har tagits till den kunskap som finns på Pöyry och då är det logiskt att välja PLC från Siemens då det främst är det system som de använder. Eftersom fokus har legat på komponentval snarare än styrsystemet så har endast en uppskattning gjorts av hur stort system som behövs och ingen detaljerad lösning tagits fram.

För att underlätta kommunikationen i anläggningen bör man i största möjliga mån använda sig av PLC-system och fältbussar från samma tillverkare och från samma serie³⁰. Eftersom fokus har legat på styrsystem från Siemens väljes det över hela linjen. Siemens är en stor leverantör som finns globalt och är de som har den största delen av den europeiska marknaden (Bloomberg 2014). De har dessutom produkter som är av bra kvalitet och har lång hållbarhet i tuffa industrimiljöer vilket lönar sig i längden³¹.

Siemens använder sig av två typer av fältbussar, Profibus och Profinet. Profibus är ett klassiskt *master-slave* nät som använder en *token ring* för att kommunicera med varje nod i nätet. Profinet däremot använder sig av Ethernet och protokollet Siemens använder heter Profinet IO. Fördelarna med Profinet IO jämfört med Profibus är att alla noder kan kommunicera med varandra samtidigt och varje tidscykel för informationsöverföring är betydligt

²⁷ Magnus Fransson Pöyry, möte den 14 maj 2014

²⁸ Magnus Fransson Pöyry, möte den 23 april 2014

²⁹ Magnus Fransson Pöyry, möte den 14 maj 2014

³⁰ Magnus Fransson Pöyry, möte den 14 maj 2014

³¹ Magnus Fransson Pöyry, möte den 7 februari 2014

kortare. Profibus kapacitet är 12 mbps vilket kan jämföras med Profinets kapacitet på upptill 100 mbps.

Siemens har dessutom en utvecklingsmiljö som tillåter programmeraren att på ett enkelt sätt specificera vilka signaler och larm som ska registreras av systemet och vidarebefordras till operatören via HMI-paneler. Används dessutom paneler från samma tillverkare finns det färdiga lösningar för att presentera informationen direkt på skärmen utan att särskilt mycket tid behöver läggas på programmering.

Den information som kan utläsas med hjälp av modulerna och fältbussen varierar beroende på vilken hårdvara som kopplats till dem men för exempelvis en fotosensor kan informationen gälla kortslutning, spänningsfall, temperatur etcetera. Programmeraren kan då specificera för vilka värden systemet ska skicka ut ett larm. Därmed kan avvikelser och fel detekteras och systemet kan antingen tvinga anläggningen att stanna på ett säkert sätt om kritiska situationer uppstår eller via HMI:et ge operatören en uppmaning om att åtgärda problemet innan ett stopp blir nödvändigt³².

³² Magnus Fransson Pöyry, möte den 14 maj 2014

6 Slutsats och Diskussion

De olika funktioner som kunde identifieras i nämnda anläggning har beskrivits noggrant i kapitlet Teknisk bakgrund i den här rapporten.

I den här anläggningen finns transportbanor, för pallar med pallkragar på, som ska kunna drivas framåt med hjälp av motorer som styrs med kontaktorer. Pallarnas identitet registreras av streckodsläsare och pallarnas position detekteras med hjälp av fotosensorer.

Plåtarna läggs, en och en, av operatörerna på rullbanan med tillhörande oljedusch. Där drivs plåten framåt, på samma sätt som pallarna på transportbanorna, genom oljeduschen. Eftersom olja endast ska sprayas då en plåt är närvarande detekterar induktiva givare plåtens position på banan åt systemet. En induktiv givare i slutet av banan registrerar när plåten anlant så att banan kan stoppas och roboten kan hämta plåten och transportera den till pressen.

Efter pressning transporterar roboten plåten till något av transportbanden som förflyttar plåten antingen till nästa robot för vidare pressning eller till närmsta operatör som placerar plåten på en pall.

När pallen är full läggs ett lock på och om det är nödvändigt transporteras pallen med hjälp av en kedjetransportör till avsedd transportbana. Slutligen transporteras lådan till en maskin som slår band om den. Bandningsmaskinen står på ett inhägnat område och ett samarbete mellan fotosensorer och ljusridåer säkerställer att det endast är pallar som bandas.

För att hela systemet ska kunna realiserat behöver de olika sektionerna i anläggningen kunna kommunicera dels med varandra och dels med operatörerna. Detta hanteras i detta fall av PLC, fältbussar, kommunikationsmoduler och ett HMI.

De specifika komponenter som har valts ut är som följer:

Komponent	Produkt
Motor	Siemens 1LA7073-4AB10-Z
Kontaktor	Schneider-Electric LC1D25BL
Motorskydd	Schneider-Electric GV2ME06
Fotosensor	SICK VL180-2P42436
Streckodsläsare	SICK CLV503
Induktiv givare	SICK IME30-15NPSZC0S
Ljusridå	SICK C40E-1801CA010 (mottagare) SICK C40S-1801CA010 (sändare)

Det tillvägagångssätt för komponentval som framarbetats under det här projektets gång har varit följande:

För varje sektion har önskvärda egenskaper identifierats, så som drift eller detektering. Krav, som till exempel hur stort avstånd en sensor eller en givare ska kunna avläsa, har konkretiserats. Därefter har typen av komponent valts utifrån kraven de förväntas uppfylla i respektive funktion. Med stöd av kravspecifikationen har en sökning genomförts för att utröna vilka produkter som lämpar sig för applikationen och sedan sorterat produkterna efter lägsta pris. Med priset i åtanke identifierades respektive produkts tillverkare vilka sedan jämfördes med varandra. Jämförelsen baserades på spridning i världen, årlig omsättning och antalet anställda i företaget. Efter genomförd jämförelse har val av produkt gjorts och detta har därefter presenterats för handledarna på Pöyry som kommenterat valen utefter egna erfarenheter. För att få ett så pålitligt system som möjligt har handledarnas erfarenheter av kvaliteten på de olika produkterna spelat roll vid val av de olika komponenterna.

Den ursprungliga avsikten med detta projekt var att konstruera ett system som på ett bra sätt kan hantera fel som uppstår och förebygga att de uppstår till att börja med. Det har visat sig att den typen av felhantering får läggas på styrsystem och kommunikationsmoduler och inte på komponenterna själva. Vid korrekt programmering av PLCn och vid utnyttjande av fältbussar och mer avancerade moduler kan ett mer funktionellt system konstrueras. Systemet kan då programmeras till att själv felsöka och utvärdera sin status, planera underhåll, meddela om lämplig tidpunkt för komponentbyte och vid behov också larma om de fel som uppstår.

Det kan även konstateras att användandet av fältbussarna och dess moduler medför att man automatiskt kan dra ner på antalet kabeldragningar, reläer och storleken på apparatskåpen. Eftersom alla in- och utsignaler går via modulen på bussen räcker det med två trådar per komponent, vilket resulterar i lägre installationskostnader. Säkerheten för hela systemet kan styras centralt och man slipper på så vis installera skrymmande säkerhetslösningar i form av bland annat säkerhetsreläer. Färre reläer och kablar innebär färre delar som slits, och därmed kan gå sönder, vilket i slutändan medför en stabilare och mer pålitlig anläggning.

I samtal med handledarna på Pöyry har det visat sig att när system och komponenter till den här typen av anläggningar väljs så måste man främst utgå från vad kunden föredrar. Detta kan grundas i antingen vilka fabrikat de redan använder, och därför har reservdelar till, eller vilka fabrikat som kunden känner sig mest bekväm med att använda. Värt att notera är att det medför stora kostnader att byta ut ett helt styrsystem och därför är det alltid bättre att

bygga på det befintliga systemet eller gradvis införa ett nytt system där nedmonteringen av det gamla kan erbjuda reservdelar till äldre, redan befintliga delar av systemet.

Designas systemet däremot helt från grunden utgår man vanligtvis från de kriterier som konstaterats under arbetets gång och det viktigaste är att välja komponenter som håller hög kvalitet så att man kan lita på deras funktionalitet i längden.

7 Framtida utvecklingsmöjligheter

För framtida utveckling av denna anläggning kan ett antal olika möjligheter vara intressanta.

7.1 Utveckling och programmering av styrsystemet

Att programmera ett styrsystem från grunden tar lång tid. Genom att skapa programblock för varje sektion i anläggningen kan man i längden spara tid genom att återanvända dessa block för liknande applikationer. Dessa block kan sparas i programbibliotek vilket i förlängningen sparar mer och mer tid för programmeraren och med hjälp av mer och mer avancerade mjukvaruutvecklingsmiljöer kommer tiden som läggs på programmering kunna reduceras radikalt. Det finns stor potential i att förfina sådana block så att varje applikation kan bli så effektiv som möjligt och även självdiagnostiserande så att systemet kan larma i god tid före ett fel är på väg att uppstå.

7.2 Utveckling av HMI

För att kommunikation mellan operatör och anläggning ska ske så smidigt som möjligt behövs ett HMI. Detta bör vara så intuitivt och informativt som möjligt utan att för den skull förvirra operatören. Genom utveckling av HMI:et kan den mänskliga faktorn som felkälla minimeras vilket är till stor.

7.3 Utveckling av säkerhetssystemet

Ett bra säkerhetssystem ska skydda både personer och maskiner från skador. Med ett avancerat styrsystem, bra säkerhetsåtgärder och ett intuitivt HMI kan olycksrisken i anläggningen minimeras i så stor utsträckning som möjligt. Det finns stora möjligheter att få dessa delar att samarbeta och satsas resurser på utvecklingen av dessa så kan säkerheten ökas markant. Ökad säkerhet resulterar i en billigare drift, tack vare färre driftstopp och olyckor, och stora vinster finns att hämta bland de mjuka värdena som följd av färre personskador.

8 Referenser

Bloomberg (2014). *Electrical Equipment*. <http://www.bloomberg.com/visual-data/industries/detail/electrical-equipment> [2014-05-20]

Cudney, E A (2013). *Lean Systems: Applications and Case Studies in Manufacturing, Service and Healthcare*. CRC Press, ss.123-132.

Carlo Gavazzi (2014). *Annual report 2012/13*.
<http://www.carlogavazzi.com/files/media/files/ba6d060acc091e2c83c83d7887649bbe/2012-2013-EN-Annual-report-Carlo-Gavazzi.pdf> [2014-06-09]

Elfa Distrelec (2014). *Elfakatalogen (online)*.
https://www.elfa.se/elfa3~se_sv/elfa/init.do?init=1&shop=ELFA_SE-SV
[2014-05-27]

Elfa Distrelec (2014). [Foto och tabell] *Fotosensor*.
https://www.elfa.se/elfa3~se_sv/elfa/init.do?item=37-629-90&toc=0&q=VL180-2P42436+ [2014-06-10]

Elfa Distrelec (2014). [Foto och tabell] *Kontaktor*.
https://www.elfa.se/elfa3~se_sv/elfa/init.do?item=36-226-34&toc=0 [2014-06-10]

Elfa Distrelec (2014). [Foto och tabell] *Motor*.
https://www.elfa.se/elfa3~se_sv/elfa/init.do?item=54-120-57&toc=0&q=1LA7073-4AB10-Z+ [2014-06-10]

Elfa Distrelec (2014). [Foto och tabell] *Motorskydd*.
https://www.elfa.se/elfa3~se_sv/elfa/init.do?item=36-226-71&toc=0&q=GV2ME06+ [2014-06-10]

Elfa Distrelec (2014). *Om Elfa Distrelec*.
https://www.elfa.se/elfa3~se_sv/elfa/init.do?page=about/about_elfa [2014-06-09]

Farnell element14 (2014). *About us*.
http://uk.farnell.com/jsp/bspoke/bspoke4.jsp?bspokepage=farnell/en_UK/support/about.jsp#aboutus [2014-06-09]

Floyd, R C (2010). *Liquid Lean: Developing Lean Culture in the Process Industries*. Productivity Press, ss. 177-193.

Folmer, J; Weisenberger, B; Vogel-Heuser, B; Meyer, H (2012). *Diagnosis of automation devices based on engineering and historical data*. Emerging Technologies & Factory Automation (ETFA), 2012 IEEE 17th Conference on Sept 2012. Vol. 1, no 4, ss. 17-21

Inside View (2014). *Balluff*.

<http://www.insideview.com/directory/balluff-gmbh> [2014-06-10]

Inside View (2014). *Banner Engineering*.

<http://www.insideview.com/directory/banner-engineering-corp> [2014-06-09]

Inside View (2014). *SICK AG*. <http://www.insideview.com/directory/sick-ag> [2014-06-09]

Lyftab (2011). *Webkatalog*.

http://www.eyemag.se/core/items/201103/4180/Lyftab_webbkatalog.pdf
(sid 40-41) [2014-05-20]

Moore, T N; Notash, L; Bishop, R H (red.) (2007). *Mechatronic System Control, Logic and Data Acquisition, kap22: Fault Analysis in Mechatronic Systems*. CRC Press, ss. 1-10.

Pallcentralen (2014). <http://www.pallsidan.se/klassning-och-sortering-av-pallar/>[2014-06-02]

Pöyry (1:2014). *Om oss*. www.poyry.se/om-oss/poyry-i-sverige [2014-04-01]

Pöyry (2:2014). *About us*. www.poyry.com/about-poyry/poyry-brief [2014-04-01]

Sahinler Palet (2014). [Teckning]

http://www.sahinlerpalet.com.tr/c_palet_ing.aspx [2014-06-09]

SICK (2014). [Foto och tabell] *Ljusridå*

<https://mysick.com/eCat.aspx?go=FinderSearch&Cat=Gus&At=Fa&Cult=English&FamilyID=288&List=1&Category=Produktfinder&Selections=21862,17055> [2014-06-10]

SICK (2014). *SICK at a glance*.

http://www.sick.com/group/EN/home/about_sick/investor_relations/ir_sick/Pages/sick_keyfigures.aspx [2014-06-09]

SICK (2014). [Foto och tabell] *Strekkodsläsare*.

<https://mysick.com/eCat.aspx?go=FinderSearch&Cat=Gus&At=Fa&Cult=English&FamilyID=288&List=1&Category=Produktfinder&Selections=21862,17055> [2014-06-10]

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut (2009). *IP-klassning - Grad av skydd mot beröring och inträngande föremål (1:a siffran)*.

http://www.sp.se/sv/index/services/ip/Documents/Grad_av_skydd_beroring.pdf [2014-06-10]

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut (2009). *IP-klassning - Grad av skydd mot inträngande vatten (2:a siffran)*.

http://www.sp.se/sv/index/services/ip/Documents/Grad_av_skydd_vatten.pdf [2014-06-10]