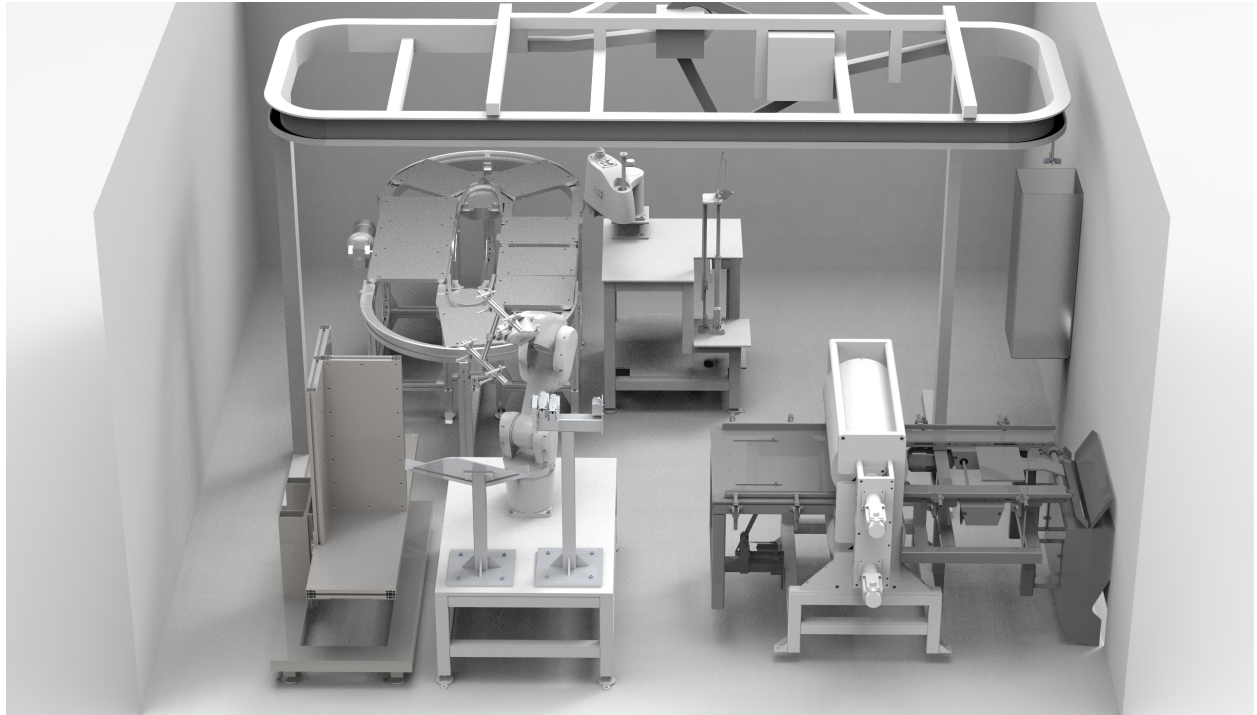




CHALMERS



Maskinsäkerhet för Smarta Fabriker

Machine safety for Smarta Fabriker

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet i Maskinteknik

Oskar Tuneroth
Rasmus Karlsson

EXAMENSARBETE 2017

Maskinsäkerhet för Smarta Fabriker

Oskar Tuneroth
Rasmus Karlsson



CHALMERS

Institutionen för Produkt- och produktionsutveckling
Avdelningen för Produktionssystem
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2017

Maskinsäkerhet för Smarta Fabriker
OSKAR TUNEROTH
RASMUS KARLSSON

© OSKAR TUNEROTH & RASMUS KARLSSON, Sverige 2017.

Handledare: Anders Modig, ABB Jokab safety
Examinator: Åsa Fasth Berglund, Produktionssystem

Examensarbete 2017
Institutionen för Produkt- och produktionsutveckling
Avdelningen för Produktionssystem

Chalmers Tekniska Högskola
SE-412 96 Göteborg
Telefon: +46 31 772 1000

Förord

Detta examensarbete genomfördes under vårterminen 2017 som ett samarbete mellan Chalmers Tekniska Högskola, ABB Jokab Safety och projekt Smarta Fabriker. Arbetet utfördes vid institutionen för Produkt- och produktionsutveckling (PPUX01) och omfattade 15 högskolepoäng. Arbetet utfördes av två studenter från årskurs tre på högskoleingenjörsprogrammet Maskinteknik och skall resultera i en kandidatexamen inom Maskinteknik med inriktning produktion.

Vi vill börja med att tacka vår uppdragsgivare Smarta Fabriker för möjligheten att utföra examensarbetet hos dem. Ett extra tack till Richard Hedman och Johan Bengtsson som gav oss förtroendet och som alltid har funnits där när vi behövt hjälp och haft frågor.

Vi vill också tacka vår handledare från ABB Jokab safety, Anders Modig som har bidragit med goda kunskaper och hjälpt oss genom hela arbetsgången. Anders har varit ypperlig som bollplank och har även hjälpt oss att komma igång med programvaran FSDT.

Vi vill dessutom tacka Dan Assarsson på JL Safety som försedde oss och hjälpte oss att komma igång med deras programvara CEDOC.

Vi vill även tacka våra handledare på Chalmers Tekniska Högskola, Åsa Fasth Berglund och Torbjörn Ylipää för den hjälp vi fått med den akademiska delen av arbetet.

Vi vill avsluta med att tacka alla involverade i projekt Smarta Fabriker, både studenter och företag som har varit med i projektet och dess alla aktiviteter.

Göteborg, 8 juni 2017

Oskar Tuneröth och Rasmus Karlsson



SMARTA FABRIKER



Maskinsäkerhet för Smarta Fabriker
OSKAR TUNEROTH
RASMUS KARLSSON
Institutionen för Produkt- och produktionsutveckling
Chalmers Tekniska Högskola

Sammandrag

Projekt Smarta Fabriker är en utbildningsplattform vars syfte är att sprida kunskap om industriell digitalisering samt väcka intresse för arbete inom industrin. Med hjälp av framtidens metoder ska två toppmoderna demonstrationsfabriker utvecklas för att vara en del av utställningar som kommer visas i Göteborg och Skövde.

Detta arbete har utförts i samarbete med ABB Jokab safety och har syftat till att ta fram ett koncept för maskinsäkerhet för den automatiserade delen av den smarta fabriken genom att delar av en CE-märkning genomförts. I arbetet studerades även dagens metoder för CE-märkning samt studier om hur framtidens digitaliseringsmöjligheter kan förändra hur denna process utförs.

En CE-märkning försäkrar att en produkt följer EU-kraven och på så sätt får säljas inom EU utan ytterligare krav. Detta arbetet har resulterat i de viktigaste ingående delarna i CE-märkningen vilket innebär att en riskbedömning utförts, kraven i direktiven har kontrollerats samt använda standarder har verifierats. En stor del av arbetet har varit att utföra en förstudie där maskinsäkerhetsområdet studerats. Resultatet av detta är en ingående förklaring till hur en CE-märkning går till från start till slut. Att utföra en CE-märkning är ofta komplicerat och kräver ofta mycket bred och djup kompetens då området är mycket omfattande.

Projektgruppen har ej tagit något juridiskt ansvar för maskinsäkerhetsarbetet på grund av att ingen formell utbildning inom området har erhållits. Arbetet förväntas dock förenkla det fortsatta maskinsäkerhetsarbetet med den smarta fabriken.

Sökord: CE-märkning, Smarta Fabriker, ABB, SS-EN ISO 12100:2010, Maskinsäkerhet, Automatisering, Utbildningsplattform

Machine safety for Smarta Fabriker

OSKAR TUNEROTH
RASMUS KARLSSON

Department of Product and Production Development
Chalmers University of Technology

Abstract

Project Smart Factories is an educational platform whose purpose is to distribute knowledge of industrial digitization and raise interest in industrial work. With the help of future methods, two state-of-the-art demonstrators will be developed to be part of exhibitions that will be shown in Gothenburg and Skövde.

This work was carried out in collaboration with ABB Jokab safety and the aim was to develop a machine safety concept for the automated part of the smart factory by executing some of the steps included in the CE marking process. The work also contained studies of current methods of CE marking as well as studies on how the digitization possibilities of the future can change how this process is carried out.

A CE marking ensures that a product complies with EU requirements and may thus be sold within the EU without further requirements. This work has resulted in the most important components of the CE marking, which means that a risk assessment has been carried out, the requirements of the directives have been confirmed and the use of standards have been verified. A major part of the work has been to carry out a pilot study in which the machine safety area has been studied. The result of this is an in-depth explanation of how a CE marking goes from start to finish. Performing a CE marking is often complicated and requires very broad and profound skills as the area is very extensive.

However, the project team has not taken legal responsibility for the machine safety work because no formal education in the area has been carried out. However, the work is expected to simplify the continued machine safety work with the smart factory.

Key words: CE markning, Smarta Fabriker, ABB, SS-EN ISO 12100:2010, Machine safety, Automation, Learning plattform

Innehåll

1	INLEDNING	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte och precisering av frågeställningar	2
1.3	Avgränsningar	2
1.4	Rapportens disposition	3
2	TEORETISK REFERENSRAM	4
2.1	Vad är en CE-märkning?	4
2.1.1	Historik kring CE-märkning	5
2.2	Vad är ett direktiv?	5
2.3	Vad är en standard?	5
2.4	Industri 4.0	6
2.4.1	Cyberfysiska system	6
2.5	Hur utförs en CE-märkning?	7
2.5.1	Vilka är EU-kraven för din produkt?	7
2.5.2	Uppfyller din produkt de särskilda kraven?	7
2.5.3	Måste produkten testas av ett anmält organ?	8
2.5.4	Testa din produkt	8
2.5.5	Ta fram teknisk dokumentation	8
2.6	Riskbedömning	8
2.6.1	Riskanalys och riskvärdering	8
2.6.1.1	Bestämning av förhållanden och förutsättningar	9
2.6.1.2	Identifiering av potentiella risker	9
2.6.1.3	Uppskattning av identifierade risker genom workshop	9
2.6.2	Riskbedömning	10
2.6.2.1	Inbyggd säkerhet	10
2.6.2.2	Tekniska skyddsåtgärder eller kompletterande skyddsåtgärder	11
2.6.2.3	Information för användning	11
2.6.3	Performance Level	11
3	DEN SMARTA FABRIKEN	12
3.1	Kartonglinjen	13
3.1.1	Kartongmagasin	13
3.1.2	Robotstation 1	14
3.1.3	Stans med inmatning	14

3.1.4	Utmatning	15
3.2	Linslinjen	16
3.2.1	Flexlinkbana	16
3.2.2	Robotstation	17
3.2.3	Etonsystem och utlämning	17
4	METOD	19
4.1	Litteraturstudier av direktiv och standarder	19
4.2	CE-märkning av den smarta fabriken	19
4.2.1	Vilka är EU-kraven för din produkt?	19
4.2.2	Uppfyller din produkt de särskilda kraven?	19
4.2.3	Måste produkten testas av ett anmält organ?	20
4.2.4	Testa din produkt	20
4.2.5	Ta fram teknisk dokumentation	20
4.3	Programvaror	20
4.3.1	CEDOC	20
4.3.2	Functional Safety Design Tool	21
4.4	Intervjuer på företag	22
4.4.1	Intervju företag A och B	22
4.4.2	Intervju företag C	22
5	RESULTAT	23
5.1	Litteraturstudier av direktiv och standarder	23
5.2	CE-märkning av den smarta fabriken	23
5.2.1	Vilka är EU-kraven för din produkt?	23
5.2.1.1	Maskindirektivet	23
5.2.1.2	Lågspänningsdirektivet	24
5.2.1.3	Direktivet om elektromagnetisk kompatibilitet	24
5.2.1.4	Övriga direktiv	24
5.2.2	Uppfyller din produkt de särskilda kraven?	25
5.2.2.1	Maskinsäkerhet - Allmänna konstruktionsprinciper - Riskbedömning och riskreducering (ISO 12100:2010)	25
5.2.2.2	Maskinsäkerhet - Säkerhetsrelaterade delar av styrsystem - Del 1: Allmänna konstruktionsprinciper (EN ISO 13849-1:2015)	25
5.2.2.3	Maskinsäkerhet - Skyddsavstånd för att hindra att armar och ben når in i riskområden (SS-EN ISO 13857:2008)	25
5.2.2.4	Maskinsäkerhet - Maskiners elutrustning - Del 1: Allmänna fordringar (SS-EN 60204-1)	26
5.2.2.5	Maskinsäkerhet - Integrerad maskinbelysning (SS-EN 1837+A1:2009)	26
5.2.2.6	Maskinsäkerhet - Minimiutrymmen för att undvika att kroppsdelar krossas (SS-EN 349+A1:2008)	26
5.2.2.7	Maskinsäkerhet - Nödstoppsutrustning - Konstruktionsprinciper (SS-EN ISO 13850:2015)	26

5.2.2.8	Robotar och robotutrustning – Säkerhetskrav för industrirobotar – Del 1: Robotar (ISO 10218-1:2011)	26
5.2.3	Måste produkten testas av ett anmält organ?	27
5.2.4	Testa din produkt	27
5.2.5	Ta fram teknisk dokumentation	27
5.3	Riskbedömning	28
5.3.1	Riskanalys och riskvärdering	28
5.3.1.1	Bestämning av förhållanden och förutsättningar	28
5.3.1.2	Identifiering av potentiella risker	28
5.3.1.3	Uppskattning av identifierade risker genom workshop	28
5.3.2	Riskbedömning	29
5.3.2.1	Inbyggd säkerhet	29
5.3.2.2	Tekniska skyddsåtgärder eller kompletterande skyddsåtgärder	29
5.3.2.3	Information för användning	29
5.3.3	Performance level	29
5.4	Programvaror	30
5.4.1	CEDOC	30
5.4.2	Functional Safety Design Tool	32
5.5	Intervjuer på företag	36
5.5.1	Intervju företag A och B	36
5.5.2	Intervju Företag C	43
6	DISKUSSION	46
6.1	Diskussion kring frågeställning	46
6.2	Diskussion kring resultat	47
6.3	Vad ska göras efteråt?	48
7	SLUTSATS	50
	Litteraturförteckning	51
	Bilagor	54

1

INLEDNING

I detta kapitel beskrivs bakgrunden till projekt smarta fabriker. Fortsättningsvis beskrivs syfte, avgränsningar, frågeställningar samt dispositionen till detta arbete.

1.1 Bakgrund

I januari 2016 presenterades regeringens nyindustrialiseringsstrategi. Industrin står inför ett paradigmskifte som drivs av globalisering, digitalisering och omställningen mot en grön resurseffektiv ekonomi. Digitaliseringen medför stora möjligheter att utveckla en smartare och mer hållbar industri som även möjliggör smarta arbetsplatser där människor samverkar med automation och skapar hög konkurrenskraft.

Kompetens är en avgörande faktor för att Sverige skall kunna möta den allt större konkurrensen från omvärlden och en förutsättning för att kunna utnyttja digitaliseringens möjligheter. Samtidigt har det i flera studier identifierats att det på sikt kommer att vara brist på industriutbildade på gymnasienivå, men även på högskole- och civilingenjörer.

I nyindustrialiseringsstrategin har det konstaterats att det kunskaps- och teknikförsprång som svenska näringslivet lutat sig mot inte längre kan tas för givet. Ett av strategins huvudfokusområden är därför kunskapslyft industri, där syftet är att tillse att kompetensförsörjningssystemet ska möta industrins behov och främja dess långsiktiga utveckling. Det innefattar såväl kunskap om modern produktion som industriell digitalisering.

Projekt Smarta Fabriker syftar till att skapa en plattform för att sprida kunskap om industriell digitalisering för att öka attraktiviteten för tekniska studier och attrahera ungdomar till att vilja arbeta inom industrin. En central del i plattformen är att utveckla en demonstrator av en Smart Fabrik med tillhörande utställning på Universeum i Göteborg. Demonstratorn är en minifabrik som bearbetar kartongprodukter i en automatiserad process, följt av stationer för manuell vikning av produkterna. Projektet innefattar flertalet examensarbeten på såväl högskoleingenjörsnivå som civilingenjörsnivå. Det är väl förankrat med akademi, forskningsinstitut, branschorganisationer och över 15 industriföretag, där ABB och SKF utgör huvudpartners.

1.2 Syfte och precisering av frågeställningar

Detta arbete syftar till att ta fram ett koncept för maskinsäkerhet för den automatiserade delen av den smarta fabriken. Det innefattar såväl utvärdering av relaterade standarder som genomförande av riskanalyser. Projektgruppen ska på ett systematiskt sätt planera och genomföra arbetet som förväntas resultera i en CE-märkning av valda delar/funktioner i fabriken. I arbetet skall även dagens metoder för CE-märkning studeras samt hur framtidens digitaliseringsmöjligheter kan förändra denna process ska studeras.

Nedanstående frågeställningar skall behandlas i arbetet.

- Hur CE-märker man en automatiserad anläggning och hur kan processen gå till i framtiden?
- Vilka direktiv och standarder skall appliceras på en automatiserad anläggning?
- Hur utförs en riskanalys utifrån direktiv och standarder?

1.3 Avgränsningar

Projektet kommer bli omfattande och det är svårt att veta i ett tidigt skede just hur omfattande. Därför kan det vara svårt att planera och avgränsa sig med hög precision, men de avgränsningar som visas nedan är relativt övergripande och konkreta.

- *Gruppen avgränsar sig från att driva projekt kring nödvändig ombyggnation vid identifierad stor risk.*

Vid upptäckt av stor risk under exempelvis en riskanalys skall detta rapporteras, men gruppen avgränsar sig ifrån att själva driva det utvecklingsarbete för eventuell ombyggnation av anläggningen som kan innefatta problemlösning, konstruktion osv.

- *Gruppen avgränsar sig ifrån att utgångspunkten för arbetet är att genomföra CE-märkning på hela anläggningen.*

Projektet kommer utföras som en iterativ process där man stegvis analyserar en process i taget av anläggningen. Därför avgränsar projektgruppen sig ifrån att utgångspunkten för arbetet utformas efter att alla processer skall analyseras. Eftersom att det är mycket svårt att veta i tidigt skede hur lång tid processerna tar att analysera går vi stegvis igenom anläggningen för att i alla fall valda delar skall bli CE-märkta och få en bra struktur på arbetsgången.

- *Gruppen avgränsar sig ifrån att beröra något annat område inom smarta fabriker projektet än det som rör och krävs för CE-märkning.*

Det kommer att bedrivas flera olika arbeten parallellt, som berör Smarta Fa-

briker projektet på olika sätt. Gruppen avgränsar sig från att arbeta med något inom projektet som inte berör CE-märkning på något sätt.

- *Gruppen avgränsar sig ifrån att eventuellt långa verifieringstider inte skall äventyra arbetets möjligheter till att resultera i ett underlag för examination.*

Eventuellt långa verifieringstider för CE-märkningen skall ej äventyra möjligheten till ett godkänt examensarbete. Detta gäller även om en fullständigt monterad anläggning krävs för CE-märkning.

- Gruppen avgränsar sig ifrån det slutliga ansvaret att CE-märkningen är utförd fullständigt och korrekt.

Efter utfört arbete skall inte gruppen ta något personligt ansvar för anläggningens säkerhet, då deltagarna inte fått någon officiell utbildning inom området.

1.4 Rapportens disposition

Rapporten är på traditionellt vis uppdelad efter inledning-, metod-, resultat- och slutsatskapitel. Dock finns ett återkommande avsnitt, vilket beskriver hur en CE-märkning går till i fem steg, som behandlas i flera av kapitlen. Dessa fem steg redovisas i teoretisk referensram, metod samt resultat. I den teoretiska referensramen presenteras resultatet från litteraturstudierna vilket är en allmän beskrivning av hur en CE-märkning ska utföras. I metoden beskrivs hur CE-märkningen ska utföras specifikt för den smarta fabriken.

2

TEORETISK REFERENSRAM

I detta kapitel redovisas bakgrunden och syftet med en CE-märkning. Här beskrivs även hur en CE-märkning går till i teorin. I den sista delen av kapitlet ges en ingående beskrivning till hur en riskbedömning kan utföras.

2.1 Vad är en CE-märkning?

På den Europeiska unionens hemsida [1] kan följande läsas. För att få sälja vissa produkter i det europeiska ekonomiska samarbetsområdet krävs det att de överensstämmer med de direktiv som produkten omfattas av. En tillverkare garanterar att dessa direktiv efterföljts genom att märka produkten med bokstäverna CE (se figur 2.1 nedan). Bokstäverna står för “Conformité Européenne”, vilket betyder europeisk överensstämmelse. Syftet med CE-märkningen är att minska gränseffekterna inom EU genom att underlätta handel samt sätta en nivå för lagar och standarder inom EU utifrån säkerhet och hälsa.



Figur 2.1: CE-märkets utformning. [2]

2.1.1 Historik kring CE-märkning

På CE marking Nordic finns en beskrivning till historien bakom CE-märkning [3]. Denna beskriver att det till en början var dyrt att sälja produkter mellan de europeiska länderna. Detta på grund av att handelsregler länderna emellan hade en del skillnader och att produkterna krävde godkännande från externa experter vid export och import.

Efter andra världskriget utarbetades nya avtal för frihandel mellan de europeiska länderna. 1958 trädde fördraget om upprättandet av Europeiska ekonomiska gemenskapen, mer känt som ett av Romfördragen, i kraft och detta var starten på det samarbete vi har idag. Europeiska Ekonomiska Gemenskapen (EEG) införde sedan 1959 lagstiftning för arbete och fri rörlighet för personer och varor inom europa.

1985 omarbetades processen och den nya metoden inom CE-märkning infördes, som används än idag. Det var inte förrän 1987 som det ikoniska CE-märket för första gången blev aktuellt. Andra viktiga datum kring CE-märkning som är värda att nämna är 1993 då EU grundades, vilket bidrog till ytterligare samarbete mellan de europeiska länderna och 1995 då maskindirektivet blev obligatoriskt för nya maskiner.

2.2 Vad är ett direktiv?

EU-upplysning.se [4] förklarar vad som gäller i EU. Här beskrivs att EU-direktiv anger de mål medlemsländerna i EU skall uppnå och är till för att medlemsländerna skall sikta på gemensamma mål. Tillvägagångssättet för hur direktivet skall uppfyllas lämnas till medlemslandet och det står i direktivet när det skall vara uppfyllt. Det är här standarder kommer in i bilden. Om medlemslandet redan har regler som uppfyller direktivet krävs ingen omarbetning utan man behöver endast hänvisa till dessa.

Om direktivet inte antas innan det angivna datumet gäller direktivet, under vissa förutsättningar, istället för landets tidigare lagstiftning. Direktiven är omfattande och innehåller allt ifrån tillämpningsområden, berörd utrustning till krav på dokumentation. Varje direktiv har även rekommenderade standarder som skall underlätta för företag att uppfylla direktivets ställda krav.

2.3 Vad är en standard?

På Swedish Standards Institutes hemsida beskrivs följande om standarder [5]. En standard ger exempel och förslag på tekniska lösningar som uppfyller de krav som direktiven ställer. Det finns inget tvång att uppfylla en standard men direktivets lagliga krav är tvingande. Varje direktiv har ett antal rekommenderade standarder som uppfyller dess krav. Dessa standarder kallas för harmoniserade standarder. Om en harmoniserad standard uppfylls betyder det alltså att det anknutna direktivet

uppfyllts. De standarder som publiceras i europeiska unionens officiella tidning anses uppfylla de nödvändiga kraven. Standarderna är indelade i A-, B- och C-standarder, då en A-standard är övergripande och C-standard är specifik för en speciell maskin eller maskingrupp.

Swedish Standard Institute (SIS) bedriver och samordnar den svenska standardiseringen [5]. De är även medlem i den europeiska standardiseringsorganisationen Comité Européen de Normalisation (CEN) som får uppdrag från europeiska kommissionen att ta fram standarder för uppfyllnad av direktiv. CEN är en självständig organisation och deras standarder betecknas med EN och de europeiska standarder som gäller i Sverige betecknas istället SS-EN [6].

SIS är även medlem i Internationella standardiseringsorganisationen (ISO) som är ett internationellt standardiseringsorgan som ger ut standarder med beteckningen ISO [7]. Även ISO är en självständig organisation som har stort inflytande på standardisering internationellt och används av nästan alla länder.

2.4 Industri 4.0

Regeringen beskriver begreppet industri 4.0 i ett informationsblad om sveriges nyindustrialisering [8]. Industri 4.0 är en del av den nyindustrialiseringsstrategi som den svenska regeringen presenterade 2016. Industri 4.0 har sitt ursprung från Tyskland och begreppet innebär den fjärde industriella revolutionen efter ångmaskinen, elektriciteten och elektroniken. Vid denna revolution ligger stort fokus på digitalisering och dess möjligheter inom industrin. Produktionen skall kunna vara självstyrande, alltså kunna anpassas och optimeras kring kundönskemål eller andra faktorer som t.ex. underhåll. Produkten skall vara informationsbärare och skall kunna kommunicera med maskiner och andra komponenter. Även de minsta givare längst ner i produktionskedjan skall kunna kommunicera med de överliggande systemen som t.ex. MES (Manufacturing Execution System) [9].

Utöver industri 4.0 behandlar den svenska nyindustrialiseringsstrategin tre andra fokusområden; hållbar produktion, kunskapslyft industri och testbädd Sverige. Tillsammans skapar dessa faktorer något som regeringen kallar för Smart Industri. Detta paradigmskifte kommer bygga grunden för den moderna industrin.

2.4.1 Cyberfysiska system

Enligt Thoben, Wiesner och Wuest (2017) [10] förklaras vikten av cyberfysiska system. Här förklaras att en viktig faktor inom den moderna industrin är att samla produktionsinformation och att hantera den. Detta kommer skötas av så kallade cyberfysiska system (CPS) som består av fysiska komponenter i form av t.ex. maskiner som har utrustats med sensorer, mikroprocessorer eller inneslutande system. CPS samlar data om sig själv samtidigt som dess omgivning och behandlar denna data. Systemet bedömer datan tillsammans med andra system och utför sedan en

handling.

Till skillnad från äldre produktionssystem kan CPS beskrivas som ett system av system, alltså det får olika produktionssystem att samarbeta. I grunden för CPS ligger komplexa nätverk och integration av inneslutna system. Detta samarbete, system emellan, är dock vitalt för den självstyrande produktion som är ett av målen för den fjärde industriella revolutionen.

2.5 Hur utförs en CE-märkning?

Enligt EU-kommissionen [1] ska en CE-märkning utföras i sex steg. Dessa steg nämns nedan och kommer vara en grund för det arbete som utförs i CE-märkningen av den “smarta fabriken”. Hur dessa steg ska användas i vårt arbete beskrivs under 4.2. Viktigt att notera är att det sjätte steget ej kommer behandlas i detta arbetet då det endast utförs när CE-märkningen är klar. Därför kommer de sex stegen i fortsättningen ses som fem steg.

1. Vilka är EU-kraven för din produkt?
2. Uppfyller din produkt de särskilda kraven?
3. Måste produkten testas av ett anmält organ?
4. Testa din produkt
5. Ta fram teknisk dokumentation
6. Sätt på CE-märke och skriv EG-försäkran

2.5.1 Vilka är EU-kraven för din produkt?

De krav som ställs på produkten finns i olika direktiv i form av lagkrav. De direktiv som gäller för produkten definieras med hjälp av de kapitel i direktiven som beskriver vilka produkter som omfattas.

2.5.2 Uppfyller din produkt de särskilda kraven?

Att produkten uppfyller de krav som ställs är tillverkarens egna ansvar. Detta innebär att denna kontroll kan utföras på många olika sätt beroende på vilket företag det handlar om. Ett vanligt sätt att garantera att man följer lagkraven är att följa en harmoniserad standard (2.3). Om det ej finns en harmoniserad standard för produkten måste tillverkaren kunna bevisa att kraven uppfylls på något annat sätt. En viktig del i detta är en korrekt utförd riskbedömning (2.6). Utöver denna är det företagets egna interna processer och metoder som följs för att säkerställa att reglerna följs. De finns även datorprogram som hjälper till att verifiera att direktiven efterföljs. Ett exempel på ett sådant är CEDOC. Mer om detta kan läsas i delkapitel 4.3.1.

2.5.3 Måste produkten testas av ett anmält organ?

Vissa produktkategorier måste enligt lag kontrolleras av så kallade anmällda organ innan de släpps ut på marknaden. Anmällda organ är oberoende organisationer som har till uppgift att kontrollera att produkter uppfyller regelverken. Vilka produktkategorier som omfattas av kravet på kontroll går att läsa på t.ex. SWEDAC's hemsida [11]. SWEDAC har till uppgift att bedöma och välja ut anmällda organ samt utöva tillsyn över dessa.

2.5.4 Testa din produkt

Om det ej finns något krav att produkten ska testas av ett anmält organ, är det upp till tillverkaren att göra dessa tester. Beroende på vilken typ av produkt det handlar om kan det handla om olika typer av tester. Några exempel är livslängdtester och hållfasthetstester.

2.5.5 Ta fram teknisk dokumentation

För att kunna bevisa att kraven uppfylls, måste viss teknisk dokumentation finnas tillgänglig att visa upp vid en eventuell myndighetskontroll. Denna dokumentation behöver bara finnas hos tillverkaren och behöver alltså inte skickas med till kund. Ibland finns dock krav på att vissa dokument måste följa med produkten till slutkund. Den tekniska dokumentation som ska tas fram för en produkt kan t.ex. innefatta:

- Helhetsritningar
- Kretsscheman för el
- Kretsscheman för pneumatik
- Standarder
- Produktblad
- Monteringsanvisningar
- Riskbedömningar
- Kontrollinstruktioner

2.6 Riskbedömning

För att kunna kartlägga och minska risker utförs en riskanalys på den Smarta Fabriken. Denna utförs enligt den svenska standarden SS-EN ISO 12100:2010 [12]. Enligt denna standard kan riskbedömningen delas in i två delmål. Riskanalys/riskvärdering samt riskbedömning. Dessa förklaras mer ingående nedan.

2.6.1 Riskanalys och riskvärdering

Målet med riskanalysen är att identifiera potentiella risker samt bedöma allvarlighetsgraden på dessa. Kombinerat med riskanalysen utförs en riskvärdering som

avgör om risken behöver reduceras. Detta genomförs i följande tre steg:

1. Bestämning av förhållanden och förutsättningar
2. Identifiering av potentiella risker
3. Uppskattning av identifierade risker genom workshop

2.6.1.1 Bestämning av förhållanden och förutsättningar

För att kunna utföra en korrekt riskidentifiering måste förutsättningarna för fabriken identifieras. Detta inkluderar t.ex.

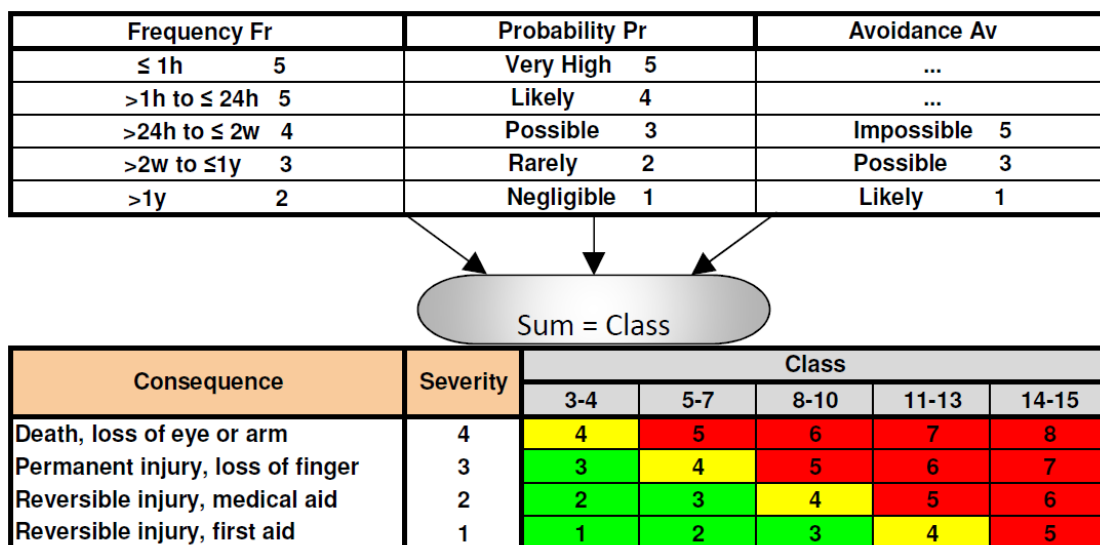
- Användningsscenarier
- Användarens egenskaper
- Användarens erfarenhet, utbildning och färdigheter
- Utrymmesförhållanden
- Tidsförhållanden

2.6.1.2 Identifiering av potentiella risker

Utifrån förutsättningarna ska alla potentiella risker vid användning av fabriken identifieras. Detta utförs på ett strukturerat sätt modul för modul, en riskgrupp i taget exempelvis klämrisk. Även risker vid montering och demontering ska identifieras.

2.6.1.3 Uppskattning av identifierade risker genom workshop

När samtliga risker identifierats ska allvarligheten på dessa bedömas. Denna allvarighet ska beskrivas med ett risktal (1-8) som beräknas utifrån konsekvens, frekvens, sannolikhet och möjlighet att undvika risken (se figur 2.2). Alla risker som får ett risktal över tre, måste på något sätt reduceras.



Figur 2.2: Mall för bestämning av risktal

Vid uppskattning av riskerna i den smarta fabriken kommer en workshop anordnas för att få ett resultat som inte helt beror på en enskild persons åsikter. Denna workshop kommer utföras av ett team på ca 4-6 personer som kommer väljas ut under projektets gång.

2.6.2 Riskbedömning

Om man i riskanalysen har kommit fram till att en risk måste reduceras så utförs detta i följande tre steg:

1. Inbyggd säkerhet genom lämplig konstruktion
2. Tekniska skyddsåtgärder eller kompletterande skyddsåtgärder
3. Information för användning

Anledningen till att man utför stegen i denna ordning beror på att en inbyggd säkerhet är mer robust än en teknisk skyddsåtgärd eller information för användning.

2.6.2.1 Inbyggd säkerhet

Det första steget i riskreduceringen är att förändra konstruktionen av en komponent/produkt så att den blir säkrare. Detta är det mest robusta sätt att reducera en risk på då t.ex. en skyddsanordning kan haverera eller kringgås. Nedan listas exempel på områden där säkerhet kan byggas in enligt SS-EN ISO 12100:2010 samt exempel på detaljområden där förändringar kan tillämpas.

1. Inbyggd säkerhet i geometriska faktorer och fysiska aspekter
 - (a) Förändrad geometri
 - (b) Begränsa fysiska aspekter som t.ex. massa, hastighet och strålning
 - (c) Ta hänsyn till hållfasthet, materialegenskaper och utsläpp (ljud, vibrationer, strålning)
 - (d) Använda lämpliga system för funktioner (T.ex. el istället för hydraulik)
 - (e) Utforma maskinen så att den är stabil
 - (f) Förenkla underhåll genom omkonstruktion
 - (g) Ta hänsyn till ergonomiska principer
 - (h) Förbättra elsäkerhet
 - (i) Förändra pneumatik och hydraulik
2. Inbyggd säkerhet i kontrollsystem
 - (a) Strömtillförsel till maskinen
 - (b) Start/stopp av en mekanism
 - (c) Omstart
 - (d) Strömavbrott
3. Säkerhetsfunktioner inprogrammerade i kontrollsystem
4. Kontrollägen för underhåll, felsök, m.m.

2.6.2.2 Tekniska skyddsåtgärder eller kompletterande skyddsåtgärder

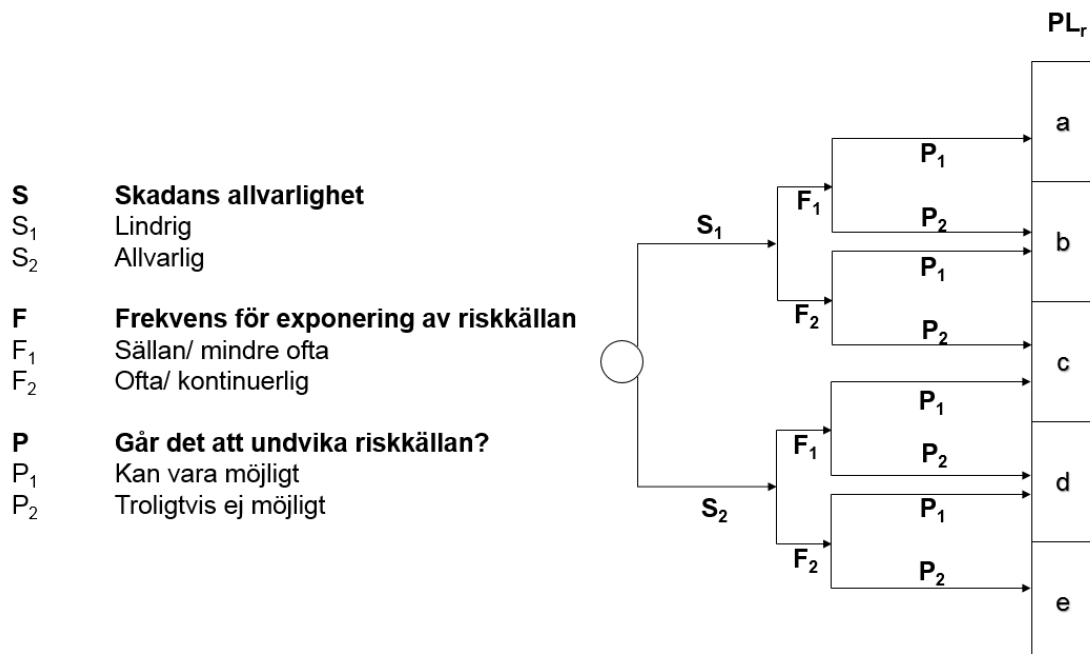
Om det ej är möjligt att reducera en risk tillräckligt genom att förändra grundkonstruktionen eller bygga in säkerhet behövs ytterligare åtgärder. Nästa steg enligt ovan nämnd standard är att införa fysiska skydd eller andra kompletterande skyddsåtgärder. Kompletterande skyddsåtgärder kan vara t.ex. nödstopp eller isolering (vid risk för t.ex. hörselskada eller brännskada).

2.6.2.3 Information för användning

Om det finns kvarstående risker som ej är möjliga att reducera genom tekniska skyddsåtgärder eller kompletterande skyddsåtgärder är det sista steget att informera om dessa faror. Detta kan uträttas genom t.ex. skyltar, blinkande lampor och/eller instruktioner.

2.6.3 Performance Level

I ett ABB-dokument som introducerar EN ISO 13849 beskrivs Performance level (PL) enligt följande [13]. Vid varje riskområde bestäms en performance level, vilket är ett mått på hur robusta säkerhetsfunktionerna måste vara. Allvarliga risker får krav på en hög performance level hos säkerhetskomponenterna och mindre allvarliga risker får lägre krav. Performance level fastställs i skalan A-E och avgörs genom att svara på frågorna i 2.3. Detta värde beror direkt på vilka säkerhetskomponenter som använts, samt hur dessa är sammankopplade.

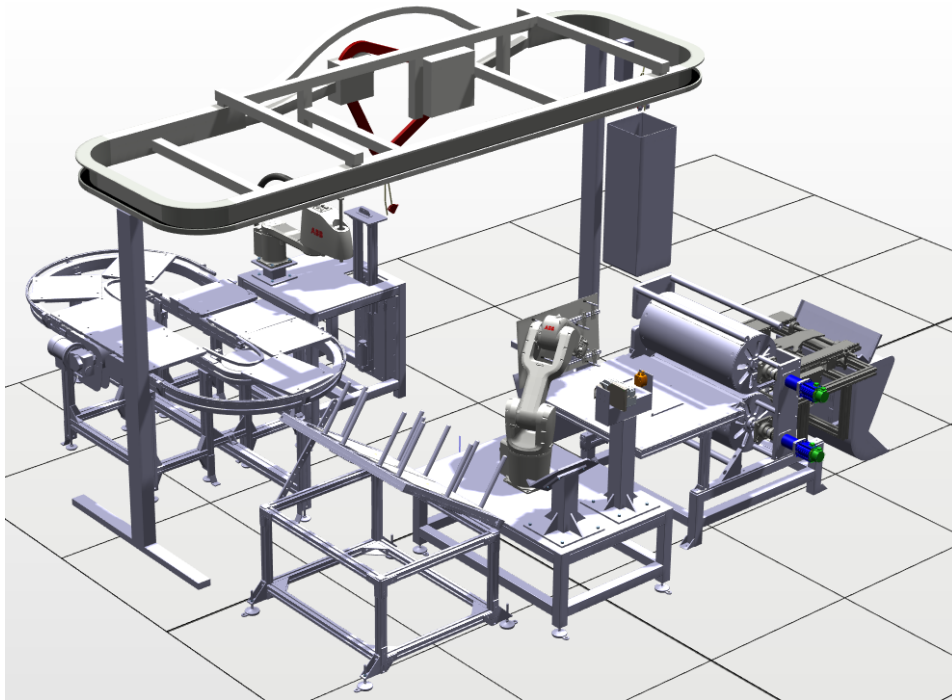


Figur 2.3: Mall för bestämning av Required Performance Level.

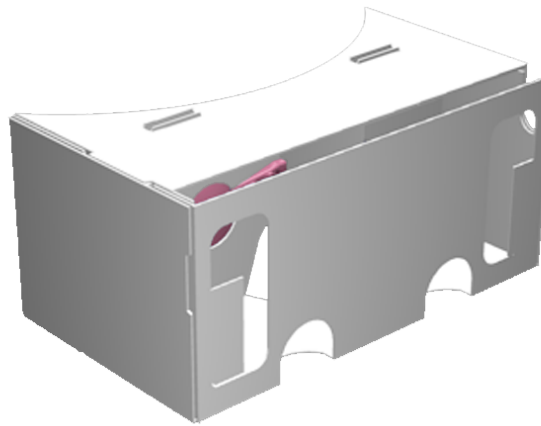
3

DEN SMARTA FABRIKEN

Den smarta fabriken slutprodukt är VR-glasögon i kartong (se figur 3.2). Dessa innehåller två komponenter: Ett hus av kartong och en lins. De två komponenterna förbereds i två olika produktionslinjer benämnda i denna rapport som “kartonglinjen” och “linslinjen”. Slutprodukten monteras i en manuell station av beställaren till produkten. Översiktsbild kan ses i figur 3.1.



Figur 3.1: Den smarta fabriken.



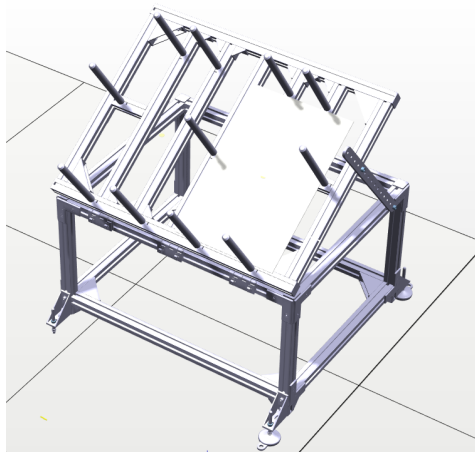
Figur 3.2: VR-glasögon som den smarta fabriken levererar.

3.1 Kartonglinjen

Kartonglinjens syfte är att leverera ett utstansat kartongark som kan monteras till VR-glasögonens hus. Detta kartongark ska märkas med en QR-kod, för att produkten skall bli informationsbärare, och en valfri text som besökaren väljer. Denna linje är indelad i fyra delstationer. Dessa beskrivs nedan.

3.1.1 Kartongmagasin

Kartongarken levereras till fabriken på europapall. Det första steget i tillverkningen är att manuellt placera dessa ark i ett magasin där roboten kan plocka från. Påfyllningen utförs av utbildad personal. Detta magasin är uppdelat i två fack som går att justera. (se figur 3.3) Magasinet är den enda del av fabriken som kommer behöva manuell interaktion vid normal drift.

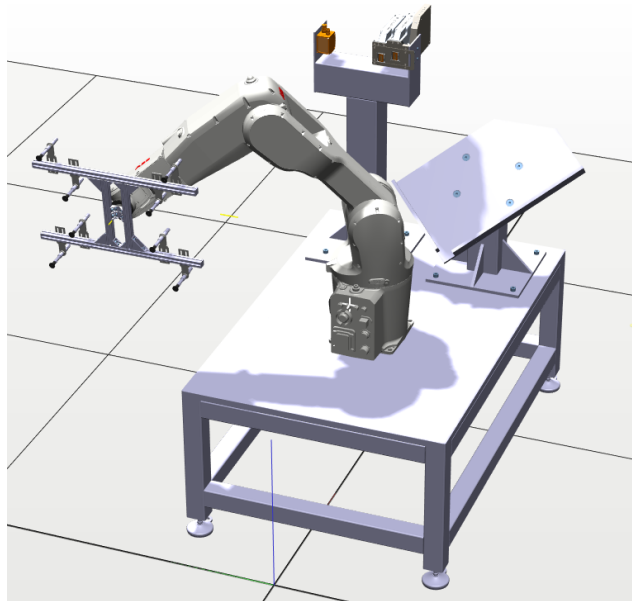


Figur 3.3: Kartongmagasin med ett ark.

3.1.2 Robotstation 1

Den första robotstationen består huvudsakligen av en robot (ABB IRB 1200), ett robotbord, en omtagsfixtur, en skrivare och en läsare (Se figur 3.4). Syftet med denna station är att märka arken med en QR-kod och text, samt placera arket i inmatningen till stansen. Delstationens samtliga uppgifter är:

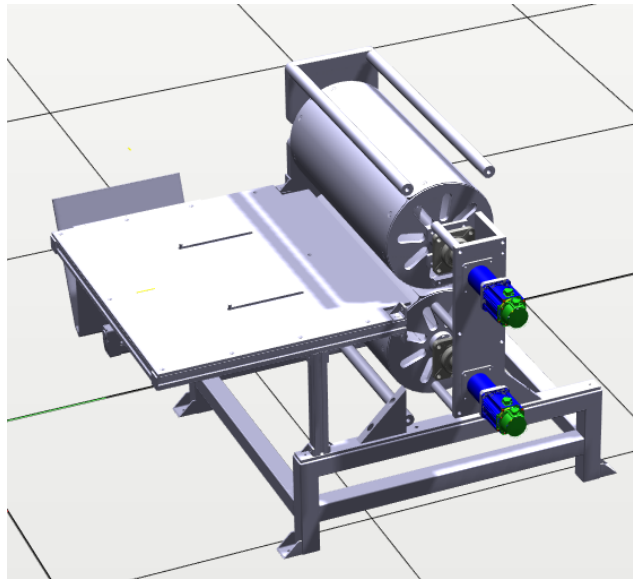
1. Roboten hämtar ett ark från magasinet med hjälp av ett vakuum-verktyg.
2. Roboten gör ett omtag i omtagsfixturen för att garantera en bra placering av arket på robotverktyget.
3. Roboten sveper arket förbi två skrivarhuvuden som märker det med QR-kod och text.
4. Roboten sveper arket förbi en läsare som kontrollerar att QR-koden är giltig.
5. Roboten placerar antingen arket i inmatningen till stansen eller i facket för ark som ska kasseras.



Figur 3.4: Robotstation med omtagsfixtur och skrivarstation

3.1.3 Stans med inmatning

Stansens ursprungliga syfte var att stansa ut konturerna till VR-glasögonen. På grund av säkerhetsskäl är arken istället förstansade och syftet med stansen är endast att transportera arket till utlämningen. Innan stansen finns ett inmatningsbord, där arket placeras av roboten för att sedan matas in i stansen av ett ställdon. (se figur 3.5)

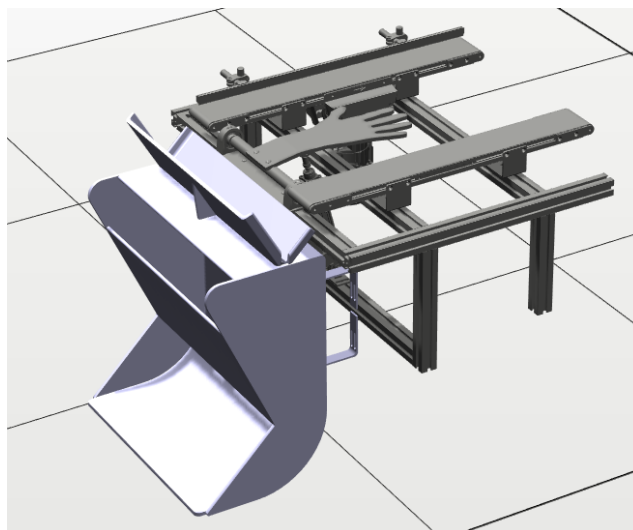


Figur 3.5: Stans med inmatningsbord

3.1.4 Utmatning

Utmatningens funktion är att transportera ut kartongarket från stansen samt leverera det till beställaren på ett säkert sätt. Utmatningen består i stora drag av ett transportband, en platta som tippar arket samt en “brevlåda” där arket kan hämtas ut av kunden (Se figur 3.6). Utmatningens olika funktioner är:

1. Stansen matar ut arket på ett transportband som transporterar det vidare till utlämningen.
2. En platta utformad som en hand vinklas upp under transportbandet och tippar ner arket i “brevlådan”.
3. Beställaren hämtar arket från “brevlådan”.



Figur 3.6: Utmatningsstation

3.2 Linslinjen

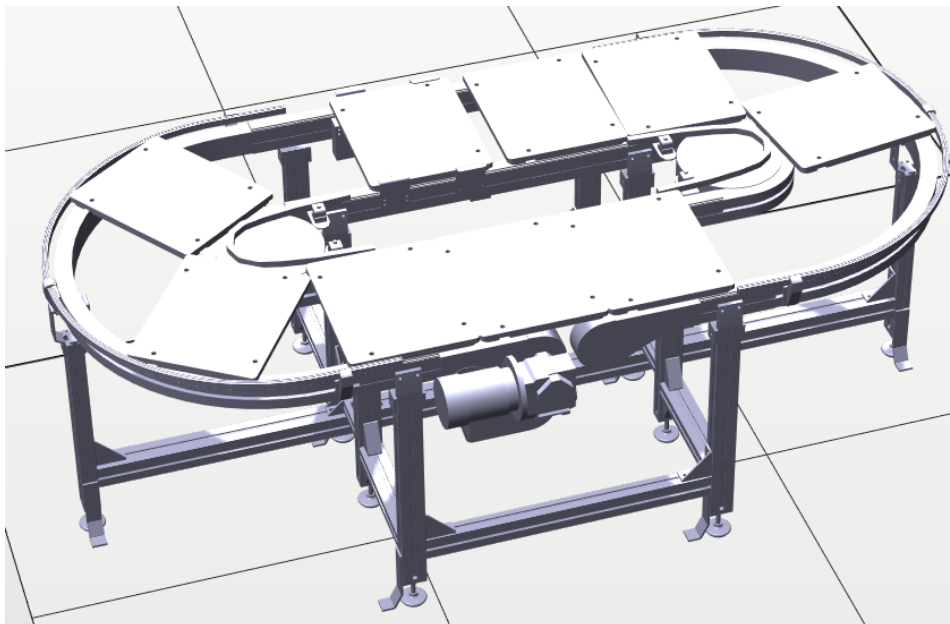
Linslinjens syfte är att leverera linserna till beställaren. För att förenkla montering och hantering av dessa sitter linsparen ihop två och två (Se figur 3.7). Processen börjar genom att beställaren skannar QR-koden på kartongarket i en läsare. Detta startar en beställning som talar om för fabriken att ett linspar ska levereras. Linsparet levereras i följande delstationer:



Figur 3.7: Linser till VR-glasögon

3.2.1 Flexlinkbana

Linserna levereras packade på racks. Dessa racks placeras på paletter på en flexlinkbana av utbildad personal (Se figur 3.8). Efter en kortare transport runt denna anländer paletten till en mindre plockrobot. Flexlinkbanan fungerar också som ett kösystem för att alltid säkerställa att roboten har linser att plocka.

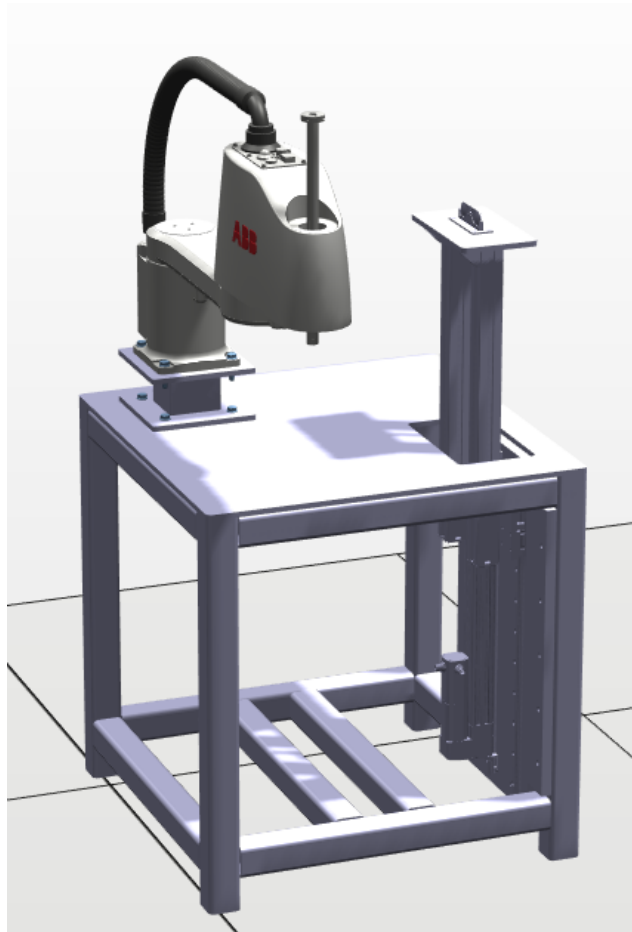


Figur 3.8: Flexlinkbana

3.2.2 Robotstation

Den andra robotstationens (se figur 3.9) uppgift är att transportera linsparet från flexlinkbanan till etonsystemets produktbärare. Detta görs i två steg:

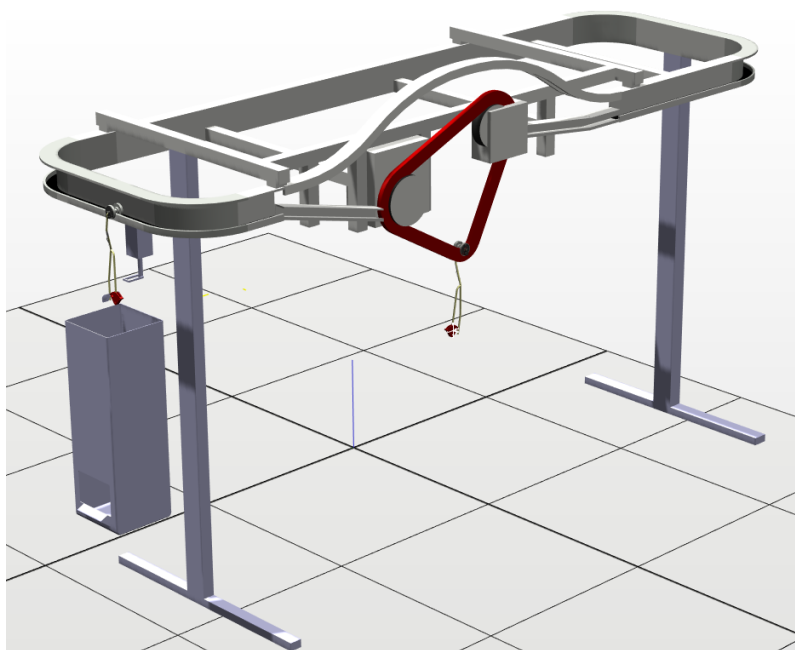
1. Roboten (IRB 910SC) plockar linsparet från flexlinkpaletten och placerar den på en plattform som är rörlig i höjdlid.
2. Plattformen transporterar upp linsparet till etonsystemets produktbärare.



Figur 3.9: Utmatningsstation

3.2.3 Etonsystem och utlämning

De sista stationerna i den smarta fabriken är etonsystemet (Se figur 3.10) och utlämningen av linserna. Etonsystemet är ett transportsystem där produkten transporteras hängande på hög höjd. Linsparet hämtas upp från plattformen och transporteras nästan ett helt varv runt banan för att slutligen anlända vid utlämningsstationen. Då etonsystemets produktbärare kräver en yttre kraft för att kunna släppa produkten finns här ett mindre ställdon som lossar produkten från produktbäraren. Linsparet faller sedan ner i en “låda” där beställaren fångar dessa. I botten av denna låda finns ett dämpande material om inte beställaren har sina händer på rätt plats.



Figur 3.10: Etonsystemet med utlämningsbox till höger i bild.

4

METOD

I detta kapitel redovisas de metoder och verktyg som har använts under projektets gång.

4.1 Litteraturstudier av direktiv och standarder

För att få en djupare förståelse för vilka direktiv som gäller och vilka standarder som finns tillgängliga, kommer omfattande studier utföras kring detta område. Rollerna för direktiv och standarder vid en CE-märkning kommer att studeras. De specifika direktiv och standarder som ska användas vid CE-märkningen av den smarta fabriken kommer även att studeras.

Dessa studier kommer att utföras i form av litteraturstudier och diskussioner med lärare och experter inom området. Studierna ska resultera i djupare förståelse av direktiv och standarder vilket ska skapa bättre förutsättningar vid identifiering av gällande direktiv och val av standarder till de olika delarna i den smarta fabriken. Under projektets gång kan nya standarder och eventuellt nya direktiv behöva appliceras, därför kommer litteraturstudierna att fortlöpa under projektets gång.

4.2 CE-märkning av den smarta fabriken

CE-märkningen av den smarta fabriken kommer utföras utifrån de sex stegen nämnda i kapitel 2.5. Hur de olika stegen specifikt kommer utföras i detta projekt beskrivs nedan.

4.2.1 Vilka är EU-kraven för din produkt?

Det första steget i CE-märkningen är att ta reda på vilka direktiv som gäller för den smarta fabriken. Detta utförs genom att identifiera vilka produktgrupper/kategorier fabriken tillhör. Dessa kategorier finns listade på den Europeiska Kommissionens engelska hemsida [14]. När kategorierna identifierats kontrolleras fabriken om den omfattas av motsvarande direktiv, vilket oftast står i direktivets inledande delar.

4.2.2 Uppfyller din produkt de särskilda kraven?

För att säkerställa att den smarta fabriken följer alla krav kommer dess egenskaper jämföras med maskindirektivets krav. En utförlig riskbedömning kommer genomfö-

ras samt använda standarder kommer identifieras. Som ett alternativ till ovanstående manuella metod kommer även programmet CEDOC's (4.3.1) inbyggda funktioner användas för verifiering.

4.2.3 Måste produkten testas av ett anmält organ?

På den Europeiska Kommissionens hemsida kan det också läsas om de fall där det blir aktuellt med kontroll av tredje part. Om det produktområdet omfattas av kontroll finns detaljer kring detta i motsvarande direktiv.

4.2.4 Testa din produkt

Tester på den Smarta Fabriken kommer ej utföras i detta arbete. Detta då denna ej kommer vara färdigbyggd innan arbetet avslutats. Tester av t.ex. styrsystem kommer att utföras i en virtuell miljö innan fabriken är byggd men detta kommer ej omfattas av detta arbete. Dock kommer de tester som är nödvändiga att utföra innan drifttagning beskrivas i resultatdelen av detta arbete.

4.2.5 Ta fram teknisk dokumentation

Den tekniska dokumentationen kommer att sammanställas i ett lättöverskådligt dokument. Detta dokument kommer innehålla datablad och manualer. All den tekniska dokumentation som kommer finnas i detta dokument är ej nödvändig för CE-märkningen men kan vara bra att ha lättillgänglig vid t.ex. installation och underhållsåtgärder av fabriken.

Riskbedömningen kommer att utföras utifrån en virtuell modell av fabriken för att enklare kunna göra eventuella omkonstruktioner. Vid visualiseringen av den virtuella modellen kommer ABB-programmet RobotStudio att användas. Tillvägagångssättet kommer motsvara det som beskrivs i SS-EN ISO 12100:2010 [12] och i delkapitel 2.6. Resultatet sammanställs i ett excel-dokument.

Vid uppskattning av riskerna i den smarta fabriken kommer en workshop anordnas för att få ett resultat som inte helt beror på en enskild persons åsikter. Denna workshop kommer utföras av ett team på ca 4-6 personer som kommer väljas ut under projektets gång.

4.3 Programvaror

Här nämns de programvaror som kommer användas i projektet samt användningsområdet för dessa beskrivs.

4.3.1 CEDOC

CEDOC är en programvara som används för att konkretisera CE-märkning. Denna är utvecklad av maskinsäkerhetsföretaget JL Safety. CEDOC kommer att underlätta

för projektet genom att under utvecklingsfasen tydliggöra att de lagkrav som ställs på automationscellen följs. Programvaran sammanställer all den information som krävs för en CE-märkning på ett enkelt sätt.

För att initiera arbetet för en utrustning i programvaran bestäms först om maskinen är en ombyggnation eller en ny konstruktion. Därefter definieras namn på maskinen, maskinnummer, historik, och andra övergripande teknisk data. Sedan definieras de ramar arbetet håller sig inom. Bland annat vilka direktiv som berörs, vilka maskinkategorier maskinen tillhör samt vilka delar i maskinens livscykel som är aktuella. Sedan kan även kontrollrapport, CE och maskinskyt läggs till vid behov. De standarder som har verifierats läggs även in här.

Nästa steg är att se till att all teknisk dokumentation uppfylls. Här definieras ansvariga för de olika delarna som ingår i dokumentationen. Den ansvarige skall även signera vid utfört arbete att dokumentationen är fullständig. I detta avsnitt läggs även de komponenter in som produkten innehåller i form av komponentbeskrivning, artikelnummer och dess leverantör.

Efter att den övergripande beskrivningen av produkten skapats påbörjas riskbedömning enligt SS-EN ISO 12100:2010. Denna utförs utefter de förutsättningar som definierades i föregående steg och är uppbyggd av kortare frågor på varje avsnitt i maskindirektivet 2006/42/EG [15]. Här läggs även risker in på varje passande avsnitt och vid varje risk bedöms även en performance level. När riskbedömningen har genomförts måste de farliga risker som identifierats åtgärdas. Detta dokumenteras i åtgärdsplanen som är nästa steg. Här redovisar man den tänkta åtgärden och bedömer om risken har reducerats tillräckligt.

Efter dessa steg går man igenom kontrollrapporten för att se till att allt stämmer och ser till att EG-försäkran är fullständig. Under hela användningen av programvaran kan man bestämma vad som skall tas med till kund och vad som skall ligga som tekniskt underlag om någon myndighet behöver kontrollera produkten.

CEDOC används i detta projekt för att senare kunna jämföra och diskutera hur framtidens CE-märkning kan gå till.

4.3.2 Functional Safety Design Tool

Functional Safety Design Tool (FSDT) är ett verktyg utvecklat av ABB för att verifiera att de säkerhetskomponenter man valt till sitt system uppfyller bedömd Performance level. I denna programvara definieras säkerhetsfunktioner genom att kopplingen mellan t.ex. nödstopp och verkställande relä ställs upp. I verktyget importeras sedan komponenterna från ett bibliotek för att beräkna den PL-nivå som uppfylls. Verktyget används för att förenkla arbetet mot standard EN ISO 13849-1:2016 [16] genom att se till att systemet är tillräckligt robust. Exempelvis verifiera att en nödstoppsignal som är kopplad till en utgång, t.ex. en automationsrobot, stannar tillräckligt snabbt vid aktiverat nödstopp.

4.4 Intervjuer på företag

För att få bättre kunskap kring hur olika företag arbetar med maskinsäkerhet och CE-märkning kommer intervjuer utföras på diverse utvalda företag. Beroende på typen av företag, kommer intervjuerna antingen vara av ostrukturerad eller halvstrukturerad typ [17]. Detta för att det är svårt att utforma konkreta frågor som ger en tydlig överblick till ett såpass brett område. Typen ostrukturerad intervju valdes också för att inte missa information när inte rätt fråga ställts. Om företagsrepresentanten tillåter kommer intervjun att spelas in för att lättare kunna sammanställas i ett senare skede. Intervjupunkterna kommer troligtvis förändras något mellan intervjuerna för att få jämförelsebara resultat. De punkter som kommer behandlas under intervjun är:

- Hur ser företagets verksamhet ut?
- Hur arbetar man allmänt med maskinsäkerhet och CE märkning?
- Vilka produkter CE-märker man inom företaget?
- I vilket skede av utvecklingsprocessen bedrivs maskinsäkerhetsarbetet?
- Hur appliceras direktiv/standarder på maskiner/produkter?
 - Använder man speciella programvaror/rutiner/arbetssätt?
 - Hur väljer man direktiv/standarder?
- Hur hanterar man teknisk dokumentation?
 - Använder man speciella programvaror/rutiner/arbetssätt?
 - Hur väljer man direktiv/standarder?
- Hur ser processerna ut för att verifiera att kraven uppfylls?
- Finns det några framtida lösningar som kan förbättra maskinsäkerhetsarbetet?
 - Digitalisering
 - Virtual Reality/ Augmented Reality
- Finns det några nackdelar med digitalisering?

4.4.1 Intervju företag A och B

Två större, tillverkande, företag kommer besökas. Dessa är delaktiga i projekt “Smar-ta Fabriker”. Syftet med intervjun är att få en överblick i hur företagen arbetar med maskinsäkerhet och CE-märkning internt. Det kommer även diskuteras en del framtida förbättringar, tekniker och lösningar som kan förbättra arbetet inom maskinsäkerhetsområdet. Detta kopplat till industri 4.0 och digitaliseringen av den svenska industrin. Dessa två intervjuer kommer att vara av typen halvstrukturerad intervju [17].

4.4.2 Intervju företag C

En kortare intervju på ytterligare ett företag kommer att utföras. Denna intervju kommer endast behandla framtidsfrågor och utvecklingspotential inom maskinsäkerhetsområdet. Detta då företag C ej är ett tillverkande företag vars metoder ej är jämförbara med företag A och B. Denna intervju kommer att vara av typen ostrukturerad [17].

5

RESULTAT

I detta kapitel redovisas de resultat gruppen har fått fram från de metoder som använts i arbetet.

5.1 Litteraturstudier av direktiv och standarder

Resultatet från litteraturstudien redovisas i kapitel 2, Teoretisk referensram.

5.2 CE-märkning av den smarta fabriken

Nedan beskrivs hur CE-märkningen av den smarta fabriken har gått till.

5.2.1 Vilka är EU-kraven för din produkt?

Nedan presenteras de krav som ställs på den smarta fabriken samt motiveringar till varför dessa gäller.

5.2.1.1 Maskindirektivet

I Europaparlamentets och rådets direktiv 2006/42/EG av den 17 maj 2006 om maskiner och om ändring av direktiv 95/16/EG (omarbetning) [15] artikel 6.3 skrivs:

”Medlemsstaterna får inte hindra att sådana maskiner eller delvis fullbordade maskiner som inte uppfyller bestämmelserna i detta direktiv visas vid mässor, utställningar, demonstrationer m.m., förutsatt att det klart framgår av en synlig skylt att maskinerna inte uppfyller kraven och inte görs tillgängliga förrän kraven är uppfyllda. Vid demonstrationer av maskiner eller delvis fullbordade maskiner som inte uppfyller kraven, skall tillräckliga skyddsåtgärder dessutom vidtas för att säkerställa skydd för personer” [15]

Då den smarta fabriken endast kommer stå på utställningar eller mässor är en CE-märkning egentligen inte nödvändig. Av akademiska- samt säkerhetsskäl kommer man dock sträva efter att ta fram en fabrik som följer de krav som normalt sett skulle gälla. Däremot finns det fortfarande, enligt maskindirektivet, krav på att maskinen skall vara säker för personer.

5.2.1.2 Lågspänningsdirektivet

Lågspänningsdirektivet (Europaparlamentets och rådets direktiv 2006/95/EG av den 12 december 2006 om harmonisering av medlemsstaternas lagstiftning om elektrisk utrustning avsedd för användning inom vissa spänningsgränser) [18] är ett direktiv som handlar om de krav som ställs på elektrisk utrustning inom vissa spänningsgränser. Detta direktiv gäller för den smarta fabriken enligt Artikel 1:

”I detta direktiv avses med elektrisk utrustning all utrustning konstruerad för användning vid en märkspänning mellan 50 och 1 000 V för växelström och mellan 75 och 1 500 V för likström med undantag för utrustning och fenomen som anges i bilaga II.” [18]

Den smarta fabriken infaller ej någon av de undantagsområden i bilaga II.

5.2.1.3 Direktivet om elektromagnetisk kompatibilitet

Syftet med direktivet om elektromagnetisk kompatibilitet (Europaparlamentets och rådets direktiv 2004/108/EG av den 15 december 2004 om tillnärmning av medlemsstaternas lagstiftning om elektromagnetisk kompatibilitet och om upphävande av direktiv 89/336/EEG) [19] är att säkerställa att utrustningen kan fungera utan att medföra för stora elektromagnetiska störningar för omgivningen. Den smarta fabriken omfattas av detta direktiv då den ej infaller i kategorierna i artikel 1.3 samt artikel 1.4 som handlar om de fall där detta direktiv ej är applicerbart.

5.2.1.4 Övriga direktiv

Förutom de tre ovan nämnda direktiven var även direktivet om tryckbärande anordningar (Europaparlamentets och rådets direktiv 97/23/EG av den 29 maj 1997 om tillnärmning av medlemsstaternas lagstiftning om tryckbärande anordningar) [20] intressant. Detta då den smarta fabriken innehåller tryckluftsanordningar. Dock gäller detta direktiv ej på den smarta fabriken enligt delkapitel åtta i inledningen. Här skrivs följande:

”Vissa typer av tryckbärande anordningar medför, även om de utsätts för ett högsta tillåtet tryck PS som överstiger 0,5 bar, inte några betydande risker som härrör från tryck. Därför bör inga hinder skapas för fri rörlighet inom gemenskapen för sådana anordningar, om de lagligen tillverkats eller släppts ut på marknaden i en medlemsstat. Det är inte nödvändigt att infoga dem i detta direktivs tillämpningsområde för att säkerställa deras fria rörlighet. Följaktligen undantas de uttryckligen därifrån.” [20]

Detta anses gälla för den smarta fabriken då de tryckluftssystem som används är mycket små och ej kan utgöra en fara.

5.2.2 Uppfyller din produkt de särskilda kraven?

För att kontrollera att den smarta fabriken uppfyller samtliga krav i maskindirektivet, lågspänningsdirektivet och direktivet om elektromagnetisk kompatibilitet utfördes en riskbedömning samt ett antal standarder efterföljdes. Resultatet från riskbedömningen kan läsas i delkapitel 5.3. Nedan beskrivs de standarder som projektet har strävat efter att följa samt om ytterligare uppföljning måste ske efter detta arbete avslutats.

5.2.2.1 Maskinsäkerhet - Allmänna konstruktionsprinciper - Riskbedömning och riskreducering (ISO 12100:2010)

SS-EN ISO 12100 [12] handlar om hur en riskbedömning ska utföras på ett korrekt sätt. Den riskbedömning som är utförd i detta arbete (5.3) är gjord enligt denna standard. Hur metoden går till kan läsas i delkapitel 2.6.2. Även mallen för riskbedömningen i CEDOC framtagen direkt från SS-EN ISO 12100.

5.2.2.2 Maskinsäkerhet - Säkerhetsrelaterade delar av styrsystem - Del 1: Allmänna konstruktionsprinciper (EN ISO 13849-1:2015)

EN ISO 13849-1 [16] beskriver hur de säkerhetsrelaterade delarna av styrsystem ska konstrueras för att uppfylla de säkerhetskrav som finns inom detta område i maskindirektivet. En stor del i denna standard handlar om att nå upp till en tillräcklig PLr-nivå (Required Performance level) på styrsystemet. Vad detta innebär är beskrivet i delkapitel 2.6.3.

PLr-nivåerna är de PL-nivåer som bedöms under riskbedömningen och är de nödvändiga nivåer som systemet måste leva upp till. PL-nivån för den smarta fabriken och dess säkerhetskomponenter måste alltså beräknas för att säkerställa att den når upp till den nödvändiga nivån. Detta utfördes med hjälp av FSDT (4.3.2) och resultaten från denna beräkning kan ses i delkapitel 5.4.2. Övriga delar i denna standard har varit svåra att kontrollera då gruppen för detta arbete ej är djupt insatt i styrsystemet för den smarta fabriken. Tanken är att programvaran skall hjälpa till att uppfylla standarden men projektgruppen är osäker på om hela standarden är uppfylld.

5.2.2.3 Maskinsäkerhet - Skyddsavstånd för att hindra att armar och ben når in i riskområden (SS-EN ISO 13857:2008)

SS-EN ISO 13857 [21] behandlar de avstånd som krävs för att förhindra att kroppsdelar når in i riskområden. Detta är aktuellt för tre delar av den smarta fabriken. Denna standarden bestämmer de mått som krävs på säkerhetsburen som kommer stå runt fabriken, mått för "brevlådan för utlämning av kartonger" samt utlämningen för linser. Dessa mått är viktiga för att man ej ska kunna sträcka in armar eller ben genom dessa öppningar och på så sätt utsättas för riskområden. Minsta avstånd ifrån riskzon som buren måste befinna sig på är 850 mm enligt standarden. Buren har därför blivit uppritad efter dessa krav. Test på att buren uppfyller kravet måste

dock utföras i senare skede när fabriken är uppbyggd då de fysiska sträckorna från riskzon till bur kan mätas.

5.2.2.4 Maskinsäkerhet - Maskiners elutrustning - Del 1: Allmänna fordringar (SS-EN 60204-1)

Elkonstruktionen av den smarta fabriken är utförd enligt SS-EN 60204-1 [22]. Elkonstruktionen utförs i ett annat projekt parallellt så detta område har ej behandlats särskilt djupgående i detta arbete, men projektgruppen har sett till att standarden har behandlats i det andra projektet.

5.2.2.5 Maskinsäkerhet - Integrerad maskinbelysning (SS-EN 1837+A1:2009)

SS-EN 1837 [23] ställer krav på den prestanda som belysningen ska uppnå. Belysningen i den smarta fabriken ska uppnå minst 500 lux på arbetsområdet samt 300 lux utanför. Ljuslikformigheten ska vara minst 0,7 samt skuggor och stroboskopiska effekter får ej förekomma. Detta kommer att mätas efter att fabriken är byggd. En provningsrapport skall redovisa dessa tester och mer detaljerat kring vad den ska innehålla kan läsas i 5.2.4.

5.2.2.6 Maskinsäkerhet - Minimiutrymmen för att undvika att kroppsdelar krossas (SS-EN 349+A1:2008)

SS-EN 349+A1 [24] innehåller minimimått för utrymmen för att undvika krosskada av kroppsdelar. I den smarta fabriken är detta relevant för ställdonsrörelser vid t.ex. inmatning och utmatning. Denna standard har ej följts då omkonstruktion av andra riskområden ej är möjliga. T.ex. är roboten en risk vilket innebär att en skyddsbur fortfarande måste finnas. Därför är det ej rimligt att konstruera om de områden där risker på grund av klämrisker förekommer. Standarden kan dock vara bra att ha i åtanke vid konstruktion då man kan undvika risker med små medel.

5.2.2.7 Maskinsäkerhet – Nödstoppsutrustning –Konstruktionsprinciper (SS-EN ISO 13850:2015)

SS-EN ISO 13850:2015 [25] innehåller riktlinjer för hur nödstoppsutrustningar ska fungera och placeras. Här nämns också lägsta krav på performance level till nivå c. Denna standard är mycket viktig att följa i den smarta fabriken då den kan komma att vara i drift i en allmän miljö. Dessa kontroller har ej varit möjliga att utföra i detta arbete då nödstoppsutrustningen ej funnits i den virtuella modellen av fabriken. Detta behöver alltså kontrolleras i efterhand.

5.2.2.8 Robotar och robotutrustning – Säkerhetskrav för industrirobotar – Del 1: Robotar (ISO 10218-1:2011)

ISO 10218-1:2011[26] är en C-standard som behandlar användandet av robotar i industrin. Standarden sätter krav på robotens tekniska specifikation och hur den skall användas. Standarden är väl integrerad med SS-EN ISO 12100, EN ISO 13849-1 och SS-EN 60204-1 men innehåller, utöver dessa, många robotrelaterade krav och saker

att tänka på, exempelvis vanliga risksituationer för robotar.

Standarden är mycket viktig för projektet då automationscellen har två stycken automationsrobotar, men projektgruppen har inte fokuserat på de specifika robotkraven utan mer på krav för den övergripande smarta fabriken. Standarden behöver alltså följas upp efter avslutat arbete.

5.2.3 Måste produkten testas av ett anmält organ?

Enligt maskindirektivet(2006/42/EG), artikel 12, tillhör ej den smarta fabriken någon av de maskinkategorier där kontroll av anmält organ måste utföras. I artikel 12.2 skrivs följande:

”Om maskinen inte är upptagen i bilaga IV, skall tillverkaren eller dennes befullmäktigade representant tillämpa det förfarande för bedömning av överensstämmelse genom intern kontroll av tillverkningen av en maskin som anges i bilaga VIII.” [15]

Den smarta fabriken är inte upptagen i bilaga IV vilket innebär att en intern kontroll enligt bilaga VIII ska genomföras. Här beskrivs att fullständig komplett teknisk dokumentation ska finnas tillgänglig. Vad detta innebär kan ses i 2.5.5.

5.2.4 Testa din produkt

Efter att fabriken är byggd kommer en del områden behöva kontrolleras. Majoriteten av dessa finns med i CEDOCs kontrollrapport som kan ses i *bilaga 1: Kontrollrapport*. Utöver dessa områden ska också belysningen kontrolleras att den följer standarden om integrerad maskinbelysning SS-EN 1837+A1:2009 [23]. Denna provningsrapport skall enligt standard innehålla:

- Genomsnittlig ljusstyrka i arbetsområdet samt utanför arbetsområdet
- Bekräftelse att det ej finns några bländningsrisker
- Bekräftelse att det ej uppkommer flimmer och stroboskopiska effekter under normala användningsförhållanden
- En beskrivning av de normala användningsförhållanden

5.2.5 Ta fram teknisk dokumentation

Den tekniska dokumentationen för de flesta komponenter i fabriken sammanställdes i ett excel-dokument. I dokumentet finns länkar till tillgängliga datablad, manualer, mjukvarumanualer, ritningar samt installationsinstruktioner till varje komponent. Hur detta dokument ser ut kan ses i *bilaga 2: Teknisk dokumentation*. Den viktigaste tekniska dokumentationen har även sammanställts i CEDOC.

Den tekniska dokumentationen skall innehålla en allmän beskrivning av maskinen och dess funktionssätt, sammanställningsritning, eventuella elschema och/eller

pneumatikscheman och/eller hydraulikscheman, manualer, dimensionsberäkningar, provningsrapporter, EG-försäkran, maskinskytt och CE-märket. EG-försäkran är inte helt klar då det krävs ytterliggare verifiering för att slutföra den. Den EG-försäkran som har påbörjats finns dock att se i *bilaga 3: EG-försäkran*. Den information som har funnits att tillgå av dessa har som ovan beskrivet lagts in i exceldokument på projektgruppens databas.

5.3 Riskbedömning

Nedan framställs resultat från riskbedömningen som är utförd enligt SS-EN ISO 12100:2010 [12].

5.3.1 Riskanalys och riskvärdering

Nedan presenteras resultatet från riskidentifieringen samt riskvärderingen.

5.3.1.1 Bestämning av förhållanden och förutsättningar

Den smarta fabriken förhållanden kommer att variera beroende på var den används. Därför kommer riskbedömningen utgå från att den står på en “generell” utställning där allmänheten har tillträde. Här kan t.ex. städrutiner, temperatur och luftfuktighet variera. Fabriken kommer alltid ha en utbildad operatör som har den kompetens som krävs för att lösa eventuella problem med fabriken. Det är också troligtvis denna operatör som kommer att sköta den manuella påfyllningen av kartonger i magasinet. Livslängden för fabriken är ej definierad.

Utrymmet fabriken kommer att användas i kommer endast begränsas av den säkerhetsbur som kommer behöva stå runt fabriken. Det är alltså endast utrymmet runt säkerhetsburen som kommer kunna vara begränsande och detta område kommer ej behandlas i denna riskbedömning.

5.3.1.2 Identifiering av potentiella risker

Risker identifierades för varje modul genom att en modell av fabriken studerades i ABB robotstudio. Utifrån de uppgifter som förväntas utföras i fabriken identifierades risker utifrån en lista med möjliga skadehändelser från programmet CEDOC se *bilaga 4: Lista för riskidentifiering*. Risker identifierades både vid normal drift samt vid montering och demontering av fabriken. Resultatet kan ses i *bilaga 5: Riskbedömning*. Totalt identifierades 86 risker.

5.3.1.3 Uppskattning av identifierade risker genom workshop

Uppskattningen av de identifierade riskerna gjordes i en workshop. I denna deltog vår handledare från ABB Jokab Safety samt två andra examensarbetare inom PLC-programmering och elkonstruktion. Här uppskattades värden på frekvens, sannolikhet och möjlighet att undvika risken. Av dessa tre egenskaper fås en “riskklass”. Denna riskklass kombineras sedan med konsekvenstalet i en matris där ett risktal

beräknas fram.

Av totalt 86 risker fick 43 av dessa ett risktal över 3. Det innebär att dessa måste reduceras på något sätt. Resultatet av workshopen kan ses i *bilaga 5: Riskbedömning*.

5.3.2 Riskbedömning

Nedan följer kortare redovisningar till några av de risker som reducerats m.h.a. de tre stegen och i vilka steg detta utförts. Samtliga riskreduceringar kan ses i *bilaga 5: Riskbedömning*.

5.3.2.1 Inbyggd säkerhet

Då den smarta fabriken nästan kommer vara helt automatiserad kommer inte många risker reduceras genom förändrad konstruktion då de flesta riskerna går att reducera tillräckligt genom tekniska skyddsåtgärder. Detta då rörliga delar ej ska vara rörliga när någon är inne i fabriken.

En del som behövde konstrueras om var magasinet. Detta är den enda del av fabriken som kräver manuella arbetsuppgifter utöver underhåll och reparationer. I riskuppskattningen uppskattades snubbelrisken på fötterna på magasinet till ett risktal 5. Risken reducerades genom en omkonstruktion av fötterna så att de inte sticker ut utanför ramen längre.

5.3.2.2 Tekniska skyddsåtgärder eller kompletterande skyddsåtgärder

Den smarta fabriken kommer vara i drift där allmänheten kommer att vistas. Detta innebär att de många rörliga delarna i fabriken kommer utgöra en stor risk. Precis detta visar riskuppskattningen. Ca 20 risker måste reduceras men kan ej konstrueras bort på ett rimligt sätt. Många av dessa är robot- och ställdonsrörelser. Dessa kommer att reduceras genom en säkerhetsbur runt hela anläggningen vilken kommer ha en dörr som är övervakad vilket innebär att fabriken stannar vid öppning.

5.3.2.3 Information för användning

De risker som inte reduceras genom omkonstruktion av fötterna till magasinet och säkerhetsbur, är de risker som uppstår i samband med monteringen av fabriken. De flesta av dessa risker är skärskador på aluminiumprofiler, klämrisker och krosskador p.g.a. fall av tunga delar. Dessa kan ej reduceras på ett rimligt sätt genom omkonstruktion. Istället kommer reduceringen ske genom användningsinstruktioner och användning av personlig skyddsutrustning som t.ex. handskar.

5.3.3 Performance level

Resultatet från uppskattningar av krav på performance level kan ses i *bilaga 5: Riskbedömning*. Sammanfattningsvis fick de flesta komponenterna en relativt låg performance level med undantag från de två robotarna samt stansen vilka ställer krav

på en performance level D. Beräkningar av komponenternas uppnådda performance level kan ses i 5.4.2.

5.4 Programvaror

Nedan presenteras resultatet från de olika programvarorna som använts i projektet.

5.4.1 CEDOC

CE-märkningen i CEDOC utfördes som ett alternativ till det arbete som utförts tidigare i projektet. I figur 5.1 nedan ses hur den ifyllda första sidan i CEDOC ser ut. Här har fabriken förutsättningar beskrivits samt vilka rapporter/intyg som ska genereras har valts. Dessa val återspeglas i de olika flikarna. Nedanför detta sammanställs den tekniska dokumentationen, krav på ingående delmaskiner, använda standarder, signaturförtydliganden samt företagsinformation.

The screenshot shows the CEDOC 3.1.6 - Smart fabrik.ced application window. The interface has a red header with the CEDOC logo and 'Safety of Machinery' text. Below the header is a navigation bar with tabs: 1. Teknisk dokumentation (selected), 2. Riskbedömning, 3. Åtgärdsplan, 4. Försäkran II 1A, 5. Kontrollrapport, and 6. CE-Skylt. The main content area is divided into two columns. The left column, titled 'Sammanställning av teknisk dokumentation', contains a table with fields: Maskintyp (Smart fabrik), Maskinnr (1), Maskinens begränsningar (Komplett fristående maskin, avsedd för att kunna flyttas. Fysisk avgränsning runt hela automationscellen, med övervakad grind. Den är endast avsedd att hanteras av utbildad personal i rumstempererad arbetsmiljö), Livsfaser att beakta vid riskbedömning (checkboxes for Tillverkning, Transport/montering/installation, Idrifttagning, Inställning/programmering/provning, Användning/samtliga driftsätt, Rengöring, Felsökning, Underhåll, and Urdrifttagning/skrotning), Dok. id. (1), Utfärdare (OT & RK), and Deltagare (Johan Bengtsson, Richard Hedman, Oskar Tuneröth, Rasmus Karlsson). The right column, titled 'Riskbedömningsalternativ', shows a dropdown menu set to 'II 1A - Ny maskin CE'. Below this, it lists '2006/42/EG AFS 2008:3' and 'Ny maskin eller väsentlig ombyggnad.' followed by 'Bilaga I - Grundläggande hälso- och säkerhetskrav'. A list of requirements is shown with checkboxes: 1. Konstruktion och tillverkning (checked), 2. Livsmedel, kosmetik/hygien, läkemedel. Handstyrda maskiner. Träbearbetningsmaskiner. Bekämpningsmedel. (unchecked), 3. Maskiners mobilitet (unchecked), 4. Lyftutrustning (unchecked), 5. Underjordsmaskiner (unchecked), and 6. Personlyft (unchecked). Below this is a section for 'Minimikrav' with 'AFS 2006:4 (2009/104/EG)' and 'Användning av arbetsutrustning'. At the bottom, there is a 'Generera rapporter/intyg' section with a checkbox for 'II 1A EG-Försäkran om maskinens överensstämmelse' and a 'Språk' dropdown menu.

Figur 5.1: Den första sidan i programmet CEDOC.

Flik 2 i CEDOC behandlar riskbedömningen. Denna utfördes helt efter den tidigare utförda riskbedömningen med skillnaden att i programmet utfördes det även en bedömning av riskerna efter att dessa reducerats. Detta innebär att samtliga identifierade risker har samma risktal och reduktion i både CEDOC och i excel-dokumentet. Under riskbedömningsfliken finns även alla krav i maskindirektivet. Dessa krav är översatta till enkla frågor som fungerar som en slags checklista. Al-

la identifierade risker är indelade motsvarande kategori. Hur riskbedömningsdelen i CEDOC ser ut kan ses i figur 5.2.

1.3.7 Risker i samband med rörliga delar

1. Är maskinen konstruerad så att rörliga delar inte kan innebära en risk? ☐ Ja ☒ Nej ☐ Ej akt

2. Om NEJ eller delvis på fråga 1, finns skydd eller skyddsanordningar som förhindrar att farliga situationer uppstår? ☐ Ja ☒ Nej ☐ Ej akt

3. Undviks oavsiktlig blockering/låsning av rörliga delar som är involverade i arbetet? ☐ Ja ☒ Nej ☐ Ej akt

4. Om NEJ på fråga 3, finns rutiner för att häva blockeringen på ett säkert sätt? ☐ Ja ☒ Nej ☐ Ej akt

5. Anges i bruksanvisningen och på skyltar hur de särskilda skyddsanordningarna skall användas? ☐ Ja ☒ Nej ☐ Ej akt

Riskkälla **Orsak** **Skadehändelse** **A** **S** **R** **PLr** **Typ** **Kommentar/Åtgärdsförslag** **A** **S** **R**

Klämrisk mellan magasin och robot IRB1200	Fel handhavande eller fel i process	Kläm-, krosskada	4	13	7	d	KS	Staket med övervakad grind enligt EN ISO 13857.	4	3	4
Robot IRB1200, Klämrisk i leder	Fel handhavande eller fel i process	Kläm-, krosskada, elchock	4	13	7	d	KS	Staket med övervakad grind enligt EN ISO 13857.	4	3	4
Robot IRB1200, slag	Fel handhavande eller fel i process	Skada av slag, stöt	4	13	7	d	KS	Staket med övervakad grind enligt EN ISO 13857.	4	3	4
Robot IRB1200, skärskada	Fel handhavande eller fel i process	Skärskada	3	13	6	d	KS	Staket med övervakad grind enligt EN ISO 13857.	3	3	3
Klämrisk mellan inmatning och robot IRB1200	Fel handhavande eller fel i process	Kläm-, krosskada	4	13	7	d	KS	Staket med övervakad grind enligt EN ISO 13857.	4	3	4
Ställdon inmatning, mellan "pinnar" och håll	Fel handhavande eller fel i process	Kläm-, krosskada	2	6	3	a					
Ställdon inmatning, underrede	Fel handhavande eller fel i process	Kläm-, krosskada	2	6	3	a					
Ställdon inmatning, skärskada kartongark	Fel handhavande eller fel i process	Skärskada	1	6	2	a					

Figur 5.2: Riskbedömningsfliken i CEDOC för den smarta fabriken.

På flik 3 skapas en åtgärdsplan. Här sammanfattas alla åtgärdsförslag för riskreduering från riskbedömningen. Figur 5.3 visar hur denna flik ser ut för den smarta fabriken.

Åtgärdsplan

Maskintyp: Smart fabrik

Maskinnr: 1

Riskenpunkt **Typ** **Riskkälla** **PLr** **Kat** **SIL** **R** **Åtgärdsförslag** **Beslutad åtgärd** **Ansvärig** **Beslutad till** **Kontrollerad den** **Sign.**

1.3.1	D	Maskin som helhet				4	Monteringsinstruktioner samt information kring skyddsutrustning	>				
1.3.4	D	Aluminiumprofiler				4	Monteringsinstruktioner samt information kring skyddsutrustning	>				
1.3.7	KS	Klämrisk mellan magasin och robot IRB1200	d			7	Staket med övervakad grind enligt EN ISO 13857.	>				
1.3.7	KS	Robot IRB1200, Klämrisk i leder	d			7	Staket med övervakad grind enligt EN ISO 13857.	>				
1.3.7	KS	Robot IRB1200, slag	d			7	Staket med övervakad grind enligt EN ISO 13857.	>				
1.3.7	KS	Robot IRB1200, skärskada	d			6	Staket med övervakad grind enligt EN ISO 13857.	>				
1.3.7	KS	Klämrisk mellan inmatning och robot IRB1200	d			7	Staket med övervakad grind enligt EN ISO 13857.	>				
1.3.7	KS	Stans, klämrisk mellan stans och inmatningsbord	d			6	Staket med övervakad grind enligt EN ISO 13857.	>				
1.3.7	KS	Stans, mellan cylindrar	d			6	Staket med övervakad grind enligt EN ISO 13857.	>				
1.3.7	KS	Stans, mellan cylinder och stödxel/hus	d			5	Staket med övervakad grind enligt EN ISO 13857.	>				
1.3.7	KS	Stans, håll i ändplattor på cylinder	d			5	Staket med övervakad grind enligt EN ISO 13857.	>				
1.3.7	KS	Stans, fastna med hår	d			5	Staket med övervakad grind enligt EN ISO 13857.	>				

Figur 5.3: Åtgärdsplanen i CEDOC

5.4.2 Functional Safety Design Tool

Med hjälp av FSDT kunde PL-nivån beräknas för samtliga säkerhetsfunktioner i den smarta fabriken. I FSDT definierades säkerhetsfunktioner för varje ihopkopplat system av säkerhetskomponenter. I denna säkerhetsfunktion lades sedan säkerhetskomponenterna in från ett bibliotek enligt figur 5.4 nedan.

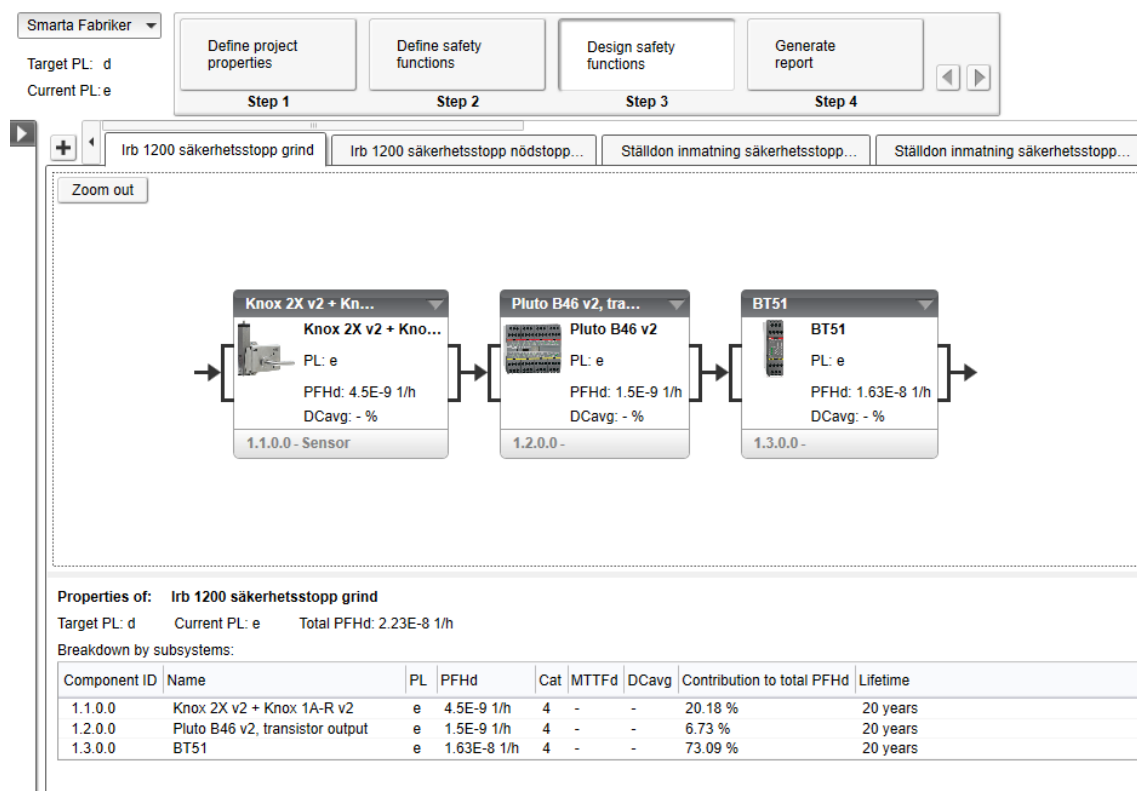


Figure 5.4: Resultat från beräkning av performance level i FSDT.

Samtliga funktioner beräknades till PL-nivå e. Detta innebär att systemet är tillräckligt robust och följer standard EN ISO 13849-1:2015. Ett urklipp från den genererade rapporten där samtliga beräknade PL-nivåer kan ses i figur 5.5. Denna rapport innehåller också detaljerade data över varje säkerhetsfunktion. Ett exempel på hur detta presenteras i den genererade rapporten kan ses i figur 5.6, figur 5.7 och figur 5.8. De beräknade PL-nivåerna där Eton-systemet ingår, är ej representativa då dessa saknar output-komponent.

Smarta Fabriker

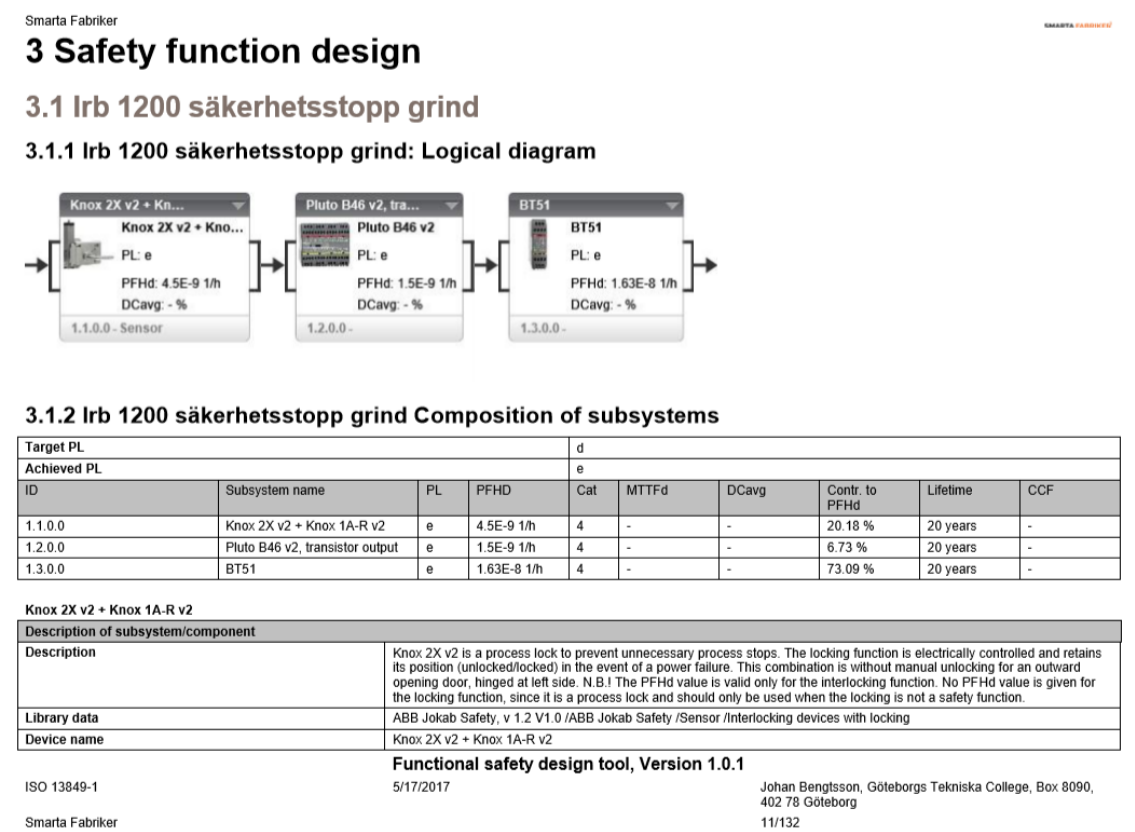
SMARTA FABRIKER

2.2 List of safety functions and performance

Safety functions name	Target PL	Achieved PL	PFHd	Target achieved
1.0.0.0 Irb 1200 säkerhetsstopp grind	d	e	2.23E-8 1/h	Yes
2.0.0.0 Irb 1200 säkerhetsstopp nödstopp smile 10	d	e	2.25E-8 1/h	Yes
3.0.0.0 Ställdon inmatning säkerhetsstopp grind	a	e	3.12E-8 1/h	Yes
4.0.0.0 Ställdon inmatning säkerhetsstopp nödstopp smile 10	a	e	3.14E-8 1/h	Yes
5.0.0.0 Stans säkerhetsstopp grind	d	e	2.24E-8 1/h	Yes
6.0.0.0 Stans säkerhetsstopp nödstopp smile 10	d	e	2.26E-8 1/h	Yes
7.0.0.0 Transportband säkerhetsstopp grind	c	e	3.12E-8 1/h	Yes
8.0.0.0 Transportband säkerhetsstopp nödstopp smile 10	c	e	3.14E-8 1/h	Yes
9.0.0.0 Ställdon utmatning säkerhetsstopp grind	a	e	3.12E-8 1/h	Yes
10.0.0.0 Ställdon utmatning säkerhetsstopp nödstopp smile 10	a	e	3.14E-8 1/h	Yes
11.0.0.0 Flexlink säkerhetsstopp grind	c	e	3.12E-8 1/h	Yes
12.0.0.0 Flexlink säkerhetsstopp nödstopp smile 10	c	e	3.14E-8 1/h	Yes
13.0.0.0 Scara säkerhetsstopp grind	d	e	2.23E-8 1/h	Yes
14.0.0.0 Scara säkerhetsstopp nödstopp smile 10	d	e	2.25E-8 1/h	Yes
15.0.0.0 Ställdon scara säkerhetsstopp grind	c	e	3.12E-8 1/h	Yes
16.0.0.0 Ställdon scara säkerhetsstopp nödstopp smile 10	c	e	3.14E-8 1/h	Yes
17.0.0.0 Eton säkerhetsstopp grind	c	e	6.5E-9 1/h	Yes
18.0.0.0 Eton säkerhetsstopp nödstopp smile 10	c	e	6.66E-9 1/h	Yes
19.0.0.0 Irb säkerhetsstopp nödstopp smile 41	d	e	1.91E-8 1/h	Yes
20.0.0.0 Ställdon inmatning säkerhetsstopp nödstopp smile 41	a	e	2.8E-8 1/h	Yes
21.0.0.0 Stans säkerhetsstopp nödstopp smile 41	d	e	1.92E-8 1/h	Yes
22.0.0.0 Transportband säkerhetsstopp nödstopp smile 41	c	e	2.8E-8 1/h	Yes
23.0.0.0 Ställdon utmatning säkerhetsstopp nödstopp smile 41	a	e	2.8E-8 1/h	Yes
24.0.0.0 Flexlink säkerhetsstopp nödstopp smile 41	c	e	2.8E-8 1/h	Yes
25.0.0.0 Scara säkerhetsstopp nödstopp smile 41	d	e	1.91E-8 1/h	Yes
26.0.0.0 Ställdon scara säkerhetsstopp nödstopp smile 41	c	e	2.8E-8 1/h	Yes
27.0.0.0 Eton säkerhetsstopp nödstopp smile 41	c	e	3.3E-9 1/h	Yes

Functional safety design tool, Version 1.0.1

Figur 5.5: Steg tre i FSDT där säkerhetskomponenterna läggs in.



Figur 5.6: Urklipp ur den genererade rapporten som visar en PL-beräkning av en säkerhetsfunktion(1/3)

Smarta Fabriker	
Use case	Knox 2X v2 + Knox 1A-R v2, interlocking function
Overall subsystem performance/data	
Type	PL/PFHd
PL	e
PFHd	4.5E-9 1/h
Category	Category 4
Category requirement	Basic safety principles applied Well tried safety principles applied Design is single fault tolerant Accumulation of faults does not lead to loss of safety function
CCF points	-
CCF table	-
MTTFd	-
DCavg	-
Lifetime	20 years
Subsystem settings	
Symmetrization formula applied	Yes
1.1.0.0 Knox 2X v2 + Knox 1A-R v2 URLs	
No	URL
1	https://library.e.abb.com/public/5dadd61826c0655cc1257de70037ff99/ABB_Safety_Handbook_2TLC172001C0202_Knox.pdf
Pluto B46 v2, transistor output	
Description of subsystem/component	
Description	
Library data	ABB Jokab Safety, v 1.2 V1.0 /ABB Jokab Safety /Logic /Safety PLC's
Device name	Pluto B46 v2
Use case	Pluto B46 v2, transistor output
Overall subsystem performance/data	
Type	PL/PFHd
PL	e

Functional safety design tool, Version 1.0.1

Figur 5.7: Urklipp ur den genererade rapporten som visar en PL-beräkning av en säkerhetsfunktion(2/3)

5. RESULTAT

Smarta Fabriker	
PFHd	1.5E-9 1/h
Category	Category 4
Category requirement	Basic safety principles applied Well tried safety principles applied Design is single fault tolerant Accumulation of faults does not lead to loss of safety function
CCF points	-
CCF table	-
MTTFd	-
DCavg	-
Lifetime	20 years
Subsystem settings	
Symmetrization formula applied	Yes
1.2.0.0 Pluto B46 v2, transistor output URLs	
No	URL
1	https://library.e.abb.com/public/f90c2ee252977a5bc1257b7b003f6b88/02_Pluto_2TLC172001C0202.pdf
BT51	
Description of subsystem/component	
Description	BT51 is a safety relay/expansion relay to Pluto with 4 NO relay outputs.
Library data	ABB Jokab Safety, v 1.2 V1.0 /ABB Jokab Safety /Logic /Safety relays
Device name	BT51
Use case	BT51
Overall subsystem performance/data	
Type	PL/PFHd
PL	e
PFHd	1.63E-8 1/h
Category	Category 4
Category requirement	Basic safety principles applied Well tried safety principles applied Design is single fault tolerant

Functional safety design tool, Version 1.0.1

Figur 5.8: Urklipp ur den genererade rapporten som visar en PL-beräkning av en säkerhetsfunktion(3/3)

5.5 Intervjuer på företag

Nedan har resultatet från intervjuerna sammanställts. Nämnvärt är att texten ej är i kronologisk ordning då intervjun delats upp samt sammanfattats i efterhand för att diskussionerna kring varje intervjudpunkt lättare ska kunna identifieras. Detta innebär också att texten kan verka osammanhängande då alla typer av tolkningar och modifieringar av det som sagts försökts undvikas. Viss justering och sållning har dock gjorts för att förbättra läsbarheten. Intervjun med Företag A och B skiljer sig i upplägg mot Företag C.

5.5.1 Intervju företag A och B

På företag A träffade vi en person som har titeln “Expert Machine Safety”. Denna intervju varade i ca två timmar.

På företag B träffade vi två personer som arbetar med maskinsäkerhet där den ena har titeln “Machine Safety Engineer”. Även denna intervju varade i ca två timmar.

Nedan följer frågeställningar samt företagens svar på dessa.

- *Hur ser företagets verksamhet ut?*

Företag A

Företag A har en processkarta för hela deras bolag, som de kallar Business Management System (BMS). En viktig process är produktutvecklingsprocessen som sedan innefattar utvecklingsprocessen för manufacturing (develop manufacturing process). En subprocess till denna process heter "develop tooling and equipment" och det är här mycket av maskinsäkerheten kommer in.

Utveckling av en ny produkt, innebär utveckling av själva produkten samt det industriella systemet. Vid framtagning av ny utrustning eller vid användning av gammal utrustning vill Företag A vara med i utvecklingsprocessen och bl.a. ta hand om maskinsäkerhetskraven.

Företag B

Företag B tillverkar väldigt lite maskiner själva, endast speciella system. Tidigare stod man själv för maskintillverkningen men nuförtiden köps det mesta in och anpassas sedan till ändamålet. Kontraktering vid maskininköp alltid sker enligt SS-EN-standarder och krav ställs på tydlighet och kompetens. Interna standarder finns men är endast förtydliganden där flera vägval finns i SS-EN-standarder.

Konstruktion av en cell börjar med funktionsbeskrivning och riskbedömning. Företag B konstruerar den sammansatta cellen men ej individuella maskiner. Ibland kontrakteras integrering av t.ex. robot ut till en integratör. Dock har Företag B det slutgiltiga ansvaret då integratören ej har någon kunskap om de enskilda maskinerna.

Man använder sig av ett verksamhetssystem som heter ED. Där informerar företagsledningen hur företaget ska agera för att uppnå de lagkrav som finns.

- *Hur arbetar man allmänt med maskinsäkerhet och CE märkning?*

Företag A

Vid påbörjande av ett nytt arbete utför företag A ett anbudsförfarande (Request for quotation). Detta innebär att krav på den utrustning som eftersöks skickas ut till leverantörer. Dessa krav innehåller bl.a. företagets interna tekniska standarder. Sedan är det upp till leverantören att redovisa att företaget klarar av den efterfrågade utrustningen rent tekniskt och priset för arbetet, som är en stor faktor i val av leverantör.

Inom företagets RFQ finns ett antal appendix, viktigt i teknisk synpunkt är appendix E. Här finns både maskinsäkerhetsstandarder och standarder som beskriver hur den tekniska dokumentationen ska hanteras. Detta får leverantören tilldelat sig vid design av utrustningen.

Företag A har en del strategiska krav. All maskinutrustning skall vara CE-märkt i europeiska användningar, utanför europa ska maskinutrustningen efterleva nationell lagstiftning som lägsta nivå. Man har även en policy att alla maskiner ska möta ISO 12100:2010 globalt som är kärnan i Företag As maskinsäkerhetsarbete. För att matcha företagets interna krav adderas interna standarder till ISO 12100:2010.

Risikanalys skall alltid genomföras och leverantören skall även ta hänsyn till tillverkningsprestanda och underhållsmässighet när de designar utrustningen. Säkerheten får aldrig försvåra produktion eller underhåll utan den måste stödja den. Då är det viktigt att företaget har kunskap kring lösningar som både borgar för säkerhet och effektivitet.

De processer som nämns ovan innan utvecklingen av utrustningen påbörjas. Efter detta genomförs en anbudsprocess och i nästa skede väljer man en lämplig leverantör. Ett kontrakt signeras och då ligger dessa dokument som ett underlag till kontraktet.

Företag B

Ett omfattande område inom maskinsäkerhet för företag B är att felsäkra styrsystem. I grunden är det eu-direktiv som gäller men dessa har översatts av arbetsmiljöverket och elsäkerhetsverket till svenska varianter. Konstruktörens uppgift är att följa standarder samt arbetsmiljöverkets och elsäkerhetsverkets bestämmelser.

Om detta utförs korrekt leder detta till en CE-märkning. För att kunna använda en maskin i olika sammanhang under hela dess livstid är det viktigt att veta på vilka villkor ett styrsystem är konstruerat. Arbetsbeskrivningar för styrsystemet (SRS- safety requirement specification) som den ursprungliga programmeraren skrivit är nödvändiga dokument. Att senare läsa i programspråket är ekonomiskt omöjligt.

SRS är baserat på riskbedömning där man får fram hur risker ska reduceras. Styrsystemets egenskaper är en viktig del i riskreduceringen. I SRS-en beskrivs PL-r med spårbarhet till riskbedömningen. När komponenter sammansätts med styrsystemet utförs beräkningar för att kontrollera att rätt PL-nivå uppfylls. Man har på företaget uppfattningen att förståelsen för att en SRS behövs är bristande. I beräkningar tas dock ingen hänsyn till hur programmet är skrivet vilket i sin tur kan resultera i en farlig maskin. Innan förändringar i en programkod tas i drift måste en riskbedömning utföras.

Företag B använder ej maskiner med sin egen personal innan ett godkänt säkerhetsövertagande utförts. Man litar aldrig på vad tillverkaren sagt utan testar alltid själva.

Kompromisser mellan maskinsäkerhet, processutveckling, underhåll och ope-

ratör sker inte. Alla krav från parter ska vara uppfyllda. Alla delar i fabriker har låg ljudnivå (hörselskydd skall ej behövas) och skall vara rena.

Företag B som arbetsgivare har som skyldighet att se till att arbetsplatsen är säker. Det räcker inte med att man köper in säkra och CE-märkta maskiner. Därför utförs även riskbedömningar på arbetsplatsen då man inte kan vara säker att man använder maskinen på det sätt som leverantören räknat med.

Riskbedömning och bruksanvisning är en del av konstruktionen då felaktig användning kan göra att maskinen ej uppfyller kraven. Även programvara ska förvaltas på samma sätt som resten av konstruktionen. På företag B ser man till att leverantörerna sköter detta på ett bra sätt.

- *Vilka produkter CE-märker man inom företaget?*

Företag A

Företag A har en policy att de ej CE-märker någon utrustning själva utan det ska leverantören stå för. Dock CE-märker man, vid väl valda tillfällen, testutrustning för de produkter de tillverkar.

Företag B

På företag B CE-märker man endast maskiner. Ofta är maskinerna redan CE-märkta men ibland görs modifieringar på inköpta maskiner och då måste riskbedömningar utföras igen.

- *I vilket skede av utvecklingsprocessen bedrivs maskinsäkerhetsarbetet?*

Företag A

På företag A har man med sig maskinsäkerhetsunderlag i väldigt tidig fas. Här beskrivs bl.a. förväntningar på maskinsäkerheten. Efter övertagande fortskrider maskinsäkerhetsarbetet för att bibehålla en hög säkerhetsnivå när maskinen förändras.

Företag B

Företag B är ofta med i konstruktionsfasen av maskinen. Därför har man redan kunskap kring maskinens funktioner och konstruktion och man börjar därför inte på ruta noll vid ett övertagande av en beställd maskin. Den kunskap finns också då man köper av maskintillverkare som man arbetat med tidigare. Utförliga utredningar kring maskinsäkerhet utförs när man beställer en maskin av en för företaget, okänd tillverkare.

- *Hur appliceras direktiv/standarder på maskiner/produkter?*
 - *Använder man speciella programvaror/rutiner/arbetssätt?*
 - *Hur väljer man direktiv/standarder?*

Företag A

Leverantören måste se till att utrustningen uppfyller maskindirektivet och utöver detta har Företag A specifika krav. Företaget applicerar inte standarder själva, utan detta gör leverantören.

I Företagets interna engineeringstandard som ingår i RFQ, följer man SS-EN ISO 12100:2010 slaviskt och vid varje underrubrik gör man då även tillägg och förtydliganden för att standarden skall appliceras på ett korrekt sätt. Antingen vill man förstärka ett krav eller göra tillägg på krav från företaget.

Företag B

Företag B använder sig av e-nav för hitta standarder.

- *Hur hanterar man teknisk dokumentation?*
 - *Använder man speciella programvaror/rutiner/arbetssätt?*
 - *Vad ska den tekniska dokumentationen innehålla?*

Företag A

Företag A har interna standarder som beskriver vilken teknisk dokumentation som ska finnas tillgänglig samt hur denna ska hanteras. Denna innehåller bl.a. riskanalys, generella säkerhetsinstruktioner, personlig skyddsutrustning(vid behov) samt säkerhetsinstruktioner.

Man har även något som heter Safety Placard vilket ett dokument man anslår på grinden med en layout över det automatiserade området. Här talar man om vilka kvarvarande energier som finns i utrustningen vid tillträde. Dokumentet talar även om hur man stänger av dem.

Företag B

Den tekniska dokumentationen sammanställs och förvaras i de 10 år som krävs enligt lagstiftningen.

- *Hur ser processerna ut för att verifiera att kraven uppfylls?*

Företag A

Efter att leverantören utvecklat maskinen/utrustningen har man något som heter övertagande. Innan Företag A sätter sina egna anställda i utrustningen måste utrustningen vara övertagen och CE-märkt. Då används en checklista som bl.a. innehåller kontroller av: nödstopp, skyddsavstånd, säkerhetsanordningar, fasta skydd, CE-certifiering och teknisk fil. Övertagandet är viktigt för det är här man får kvittot på att maskinen är säker.

Företag B

Kontroller av ett färdigt sammansatt system görs enligt ett protokoll.

Kontroller att maskiner uppfyller prestandakrav görs av processavdelningen. Här utförs FAT (Factory Acceptance Test) och SAT (Site Acceptance Test) utifrån checklistor. Här kontrolleras maskinen utifrån alla aspekter som t.ex. maskinsäkerhet och underhållsegenskaper. Tillverkaren driftsätter ofta maskiner på det sätt som de tror att företag B ska använda maskinen men modifieras ofta i efterhand för att inte avslöja processen. Vid SAT-förfarandet sker övertagandet till företag B av maskinen. Sedan har man även ett internt övertagande när maskinen tas i drift. Om maskinen måste tas i drift innan en godkänd SAT utförts görs ett så kallat säkerhetsövertagande. Här kontrolleras endast de delar i SAT-en som innehåller säkerhetsdelar och maskinen kan tas i drift med begränsad kapacitet. Om maskinens prestanda begränsas av säkerhetslösningar anser man att det är en dålig konstruktion.

- *Finns det några framtida lösningar som kan förbättra maskinsäkerhetsarbetet?*
 - *Digitalisering*
 - *Virtual Reality/ Augmented Reality*

Företag A

När det gäller maskinsäkerhet sker en kontinuerlig utveckling. Ett exempel är Safe Move som är en mjukvara som ABB har utvecklat så att roboten vet vart den befinner sig i rymden och att man kan sätta upp en volym där roboten kan röra sig fritt inom. En annan utveckling är användandet av ljusbommar och scanners. Dessa implementeras redan men tekniken kommer att utvecklas mycket inom de nästkommande åren.

Nästa stora grej är kollaborativa robotar som är under kraftfull expansion och kommer medföra att man kommer kunna gå ner i dimensioneringen av säkerhetssystemet. Vilket kommer innebära att det blir mindre komplext och billigare, vilket i sin tur har en inverkan på maskinsäkerheten.

Idag skyddar man människor från robotar eftersom en robot kan var livsfarlig om den inte fungerar på avsett sätt. Därför är kollaborativa robotar definitivt något som Företag A har med sig i deras aspekt när det gäller framtiden och industri 4.0.

VR applicerat i industrin är också mycket aktuellt för Företag A. Att man kan utföra många moment i utvecklingsfasen m.h.a. virtuella metoder.

I maskinsäkerhetsaspekt kan VR innebära att man kan verifiera skyddsavstånd i utvecklingsprocessen. Man kan se att roboten håller sig inom volymen för den väntade rörelsen. Man skulle även kunna gå runt i systemet och få en uppfattning om man har löst säkerheten på rätt sätt. Man skulle kunna laborera med olika säkerhetslösningar, simulera detta och verifiera om lösningen

verkligen fungerar, vilket kommer innebära att man inte behöver några fysiska modeller för att verifiera att säkerheten uppfyller kraven.

Företag B

På företag B upplever man att man har dålig koll på hur, var, när en programkod är skriven. Denna kod måste man sedan kunna lita på. En standard på hur man skriver kod samt hur man verifierar den är något man tror kommer finnas i framtiden. Vid riskbedömningar i dagsläget kring styrsystem är det väldigt svårt att uppskatta risker som har med programkoden att göra. Att testa styrsystem i en virtuell miljö är något man ser väldigt positivt på.

Man har med hjälp av det nya affärssystemet (SAP) blivit av med det problem att man tillverkade lite “som man kände för”. Nu kan operatörerna ej själva styra över produktionen vilket leder till en produktion som är mer lean. Detta ställer dock högre krav på att tillverkningen fungerar felfritt när man väl får en beställning.

Vid FAT och SAT undersöker man även maskiner från ett ergonomiperspektiv. Här tittar man på arbetsuppgifter och underhållsuppgifter som kommer att utföras vid maskinen. Här upptäcker man de områden där hjälpmedel behövs men detta är ofta lite för sent. Detta skulle, enligt företag B, med fördel kunna upptäckas tidigare i en VFAT. Denna måste då skapas i tid och vara tillräckligt detaljerad för att kunna tillföra något. En utmaning för maskinleverantören är att kunna leverera den modell som krävs för en VFAT utan att dela med sig av företagshemligheter. En standard på hur en virtuell modell av maskinen ska se ut samt att denna virtuella modell måste levereras med maskinen hade förenklats detta arbete avsevärt. För att detta ska kunna ske krävs det att leverantörer befinner sig på liknande teknisk nivå.

Standarder på hur bruksanvisningar ska utformas är något man saknar. Den standard som finns i dagsläget är inte tillräckligt detaljerad.

- *Finns det några nackdelar med digitalisering?*

Företag A

En utmaning som Företag A ser angående industri 4.0 är IT-säkerhet eftersom att mycket utav programvaran kommer ligga i moln där främmande aktörer kan skada verksamheten. Företag A menar att det är viktigt att ha med sig den aspekten och att detta är mycket aktuellt när man pratar om smarta fabriker och industri 4.0.

Vid digitalisering kommer arbete med VR bli mer vanligt och det kommer förutsätta att det virtuella överensstämmer med den tänkta verkligheten. Här ser Företag A en utmaning med att kunna använda numeriska/virtuella modeller som är korrekta tillsammans med metadata, som kan vara svårt att samla in. Sen måste det även finnas system som kan hantera detta så att man kan skapa

en helhet och en virtuell miljö som överensstämmer med den tänkta verkligheten.

Historiskt har detta varit ett problem då man inte fått samma resultat på simuleringar som verkliga fall och inte vet om resultaten då går att lita på. Om vi i framtiden kan lita på den virtuella miljön till hundra procent har vi tagit ett stort steg och kan vinna mycket.

Företag B

En utmaning som företag B upplever med industri 4.0 är sårbarheten med att mycket är uppkopplat. Man har uppfattningen att denna säkerhetsfråga ej fått tillräckligt mycket uppmärksamhet. Maskinsäkerhetsmässigt kan detta bli en risk om någon lyckas ta sig in i systemet och påverka de uppkopplade maskinerna.

På företag B är det ej aktuellt med någon typ av VFAT (virtual factory acceptance test). Detta då företagets leverantörer ej använder sig av denna typ av teknologi. Detta kan bero på att många av de som arbetar hos maskinleverantörer tillhör den äldre generationen. Man anser också att en VFAT tar mer tid än vad det ger. Man har provat på detta men det känns inte särskilt prioriterat då leverantörerna ej är där än.

5.5.2 Intervju Företag C

Nedan följer resultatet från intervjun med Företag C angående framtida lösningar inom maskinsäkerhet.

- *Finns det några förbättringar att hämta inom maskinsäkerhetsområdet på grund av digitalisering?*

- Ja det tycker jag. Till exempel att man kan bygga anläggningen i VR-miljö och göra en VFAT, så kan man se saker och ting på ett annat sätt. Exempelvis om man tittar på skyddsavstånd kan man se andra saker om man tittar på en 3d-modell jämfört med en måttfatt ritning.

Sen om du kör anläggningen i en helt virtuell värld så kanske du ser andra risker också som är svåra att hitta annars. Men för att det skall vara applicerbart och att man skall kunna lita på det fullt ut så måste det överensstämma med verkligheten till hundra procent. Så även om det kan vara väldigt användbart så kan det även vara lite lurigt om det inte överensstämmer med verkligheten.

- *Hur ser ni på industri 4.0 att t.ex. allt kommer kunna styras från ett moln?*

- Jag personligen ser det som ett problem, men det är säkert väldigt olika beroende på vem du pratar med. Jag ser mest att Industri 4.0 och IoT fortfarande

är ett luddigt snack.

Dels det här med det uppkopplade så är det ju så att under väldigt många år så har många grejer redan varit uppkopplade i industrin, t.ex. från PLCn. Därifrån har du åtkomst till allting om du vill, så den biten tycker jag har funnits länge. Så har man jobbat i automationsvärlden, men att ta det till att lägga något väsentligt i molnet tycker jag är för riskabelt.

Klipper du internetkopplingen, vad ska du göra då? Om allting ska ligga där uppe? Det tycker jag är för riskabelt, men att skicka information fram och tillbaka visst, det måste man göra via ethernet idag ju, när du ska koppla ihop produktionssystemen och affärssystemen med anläggningen så måste du göra det. Men jag tycker det finns risker med det och gränser för vad som är vettigt att göra.

Vill man verkligen ha all denna informationen? Alla dessa buzzwords, Big Data, Internet of Things, Industri 4.0. Vad är det egentligen i verkligheten? Jag tycker att vi har applicerat mycket av det redan och gjort detta under många år men att ta det till denna nivå som ingen riktigt vet vad det är till.

För man kan titta på Youtube-klipp och allas hemsidor, alla pratar om det, det står om industri 4.0 och IoT överallt men det är bara "flummigt snack", det är inte något praktiskt. Jag har själv tittat mycket på det och det har snackats om det i 3-4 år sen man började med detta i Tyskland.

- *Men är det något som du tror man kan vinna på detta?*

- Allting går ju framåt, tekniken går ju framåt och det blir mer och mer data men jag tycker som det här med IO-link t.ex. där man på bottennivån förr endast hade en digital signal, kan man nu få mycket mer info från en givare med hjälp av IO-link.

Men en massa information, vill du ha den? vad ska du göra med den? hur kommer du åt den? hur ska du visa den? Allt detta kostar ju pengar och tid. Man ska ta hand om informationen och man ska göra något med den. Minst lika mycket tid går åt att ta hand om all information som det tar att bygga hela anläggningen.

Det är både bra och dåligt men det kan också bli för mycket. Sen finns det en annan aspekt. Alla komponenter har inte denna teknik och det är lite av en kostnadsfråga med. Alla komponenter som blir mer och mer avancerade kostar lite mer, visst de kanske sjunker i pris och kommer ner till dagens priser av de enkla komponenterna sen, men vi är inte riktigt där än.

De flesta komponenter går dock åt det hållet då det är mikroprocessorer i dem och man kan få ut en del ur dem, men vad vill man ha egentligen? Utveck-

lingen går åt ett bra håll men det kommer bli så mycket information att det blir ohanterbart för man skall veta allt, om allt.

- *Så du tycker att det beror mer på situationen på vad man kan vinna på att ha datan?*

- Ja precis, vad vinner jag på det? Vi har gått igenom något projekt tidigare där man skall utveckla nya produkter. Då lyckas man väldigt sällan när man sitter på företaget och kommer på bra idéer som man själv gillar. Att det skall slå i verkligheten sen hos köparen är väldigt sällsynt i förhållande till om man går andra vägen och frågar vad kunden vill ha, hur använder du denna typ av komponent? Vad är det du behöver för någonting? Och utvecklar från det stadiet istället.

Det är lite samma sak här. Nu kommer IoT och industri 4.0 nedtryckt uppi-från när man där nere "inte vill ha den skiten". För mig är de här buzzworden management-snack, det är företagsledarsnack. Men vi i verkligheten som har sysslat med automation i 20 år, delvis tycker man att vi redan har en del utav det, vi är uppkopplade och kan komma åt en massa saker, vi behöver kanske lite till men inte allt som dem snackar om.

Sen finns det säkert områden där man skulle behöva mera information, t.ex. underhåll, där finns det säkert jättemycket att hämta, t.ex. att en motor kan tala om att den är för varm eller drar för mycket ström. Men det är inget konstigt, det har man kunnat göra länge.

- *Men det är många större företag som inte håller på med sådant än p.g.a. att deras leverantörer inte är där än, hur ska man få alla till att hamna på en hyfsad jämn nivå?*

- Jag vet inte, en del kommer du aldrig kunna få att hamna där. Dels tycker dem att deras komponenter är så pass enkla så dem kanske inte bryr sig, dem tycker att det är onödigt. Men om alla börjar efterfråga det så måste ju även företaget följa efter. Men för många kan det nog vara ett stort steg att ta, många har så pass enkla komponenter att det inte har den kunskapen inom företaget som krävs. Men jag vet inte hur man skall få dem att hamna där, det är mycket av en kulturfråga.

6

DISKUSSION

Nedan diskuteras projektets frågeställningar och resultat. Vidare diskuteras även fortsatt maskinsäkerhetsarbete med den Smarta Fabriken.

6.1 Diskussion kring frågeställning

Hur CE-märker man en automatiserad anläggning och hur kan processen gå till i framtiden?

Inom maskinsäkerhet och CE-märkning tror vi att det finns en hel del förbättringspotential. Både för att förenkla arbetet men även för att förbättra resultatet. Att minska kraven på erfarenhet är något som skulle kunna gynna många. Här är JL safety redan en bra bit på väg med sin programvara CEDOC. Personen på företag B, som vi intervjuade, upplevde att standarderna ej hunnit med i utvecklingen i vissa delar av maskinsäkerhetsområdet. Ett exempel på ett sådant område är programmering. I framtiden skulle standarder som behandlar hur en programkod ska skrivas och verifieras vara mycket nödvändiga för att säkerställa att koden uppnår en tillräckligt hög nivå.

Mycket av dagens maskinsäkerhetsarbete sker efter att fabriken är färdigbyggd. Alla tre företag vi intervjuade tror att i framtiden kan detta med fördel ske i en virtuell miljö och på så sätt spara pengar och tid. Alla tre företagen är dock överens att det finns många hinder att ta sig förbi innan detta kan bli verklighet. Att framställa virtuella modeller med en tillräcklig detaljnivå för en VFAT är resurskrävande. För att detta ska fungera krävs det t.ex. att maskinleverantörer också skapar modeller för sina produkter. Detta är enligt företag B en stor utmaning då många inte är intresserade av "sådant nytänk".

Ingen vet säkert hur framtiden inom maskinsäkerhet kommer se ut, men dess utformning och omfattning kommer att förändras i fas med den industriella utveckling som industri 4.0, cyberfysiska system och smart industri kommer bidra till. Under våra studier och intervjuer har vi i alla fall skapat oss en uppfattning om vilka framtida förbättringar inom maskinsäkerhet som är eftertraktade. Till exempel kunna gå runt i utrustningen och titta på de säkerhetslösningar man valt i en virtuell miljö, för att få en annan uppfattning till skillnad från att titta på en tredimensionell- eller tvådimensionell ritning.

6.2 Diskussion kring resultat

Nedan diskuteras resultaten kring CE-märkningens fem steg.

Vilka är EU-kraven för din produkt?

Ett av de svåraste området i detta arbete har varit att veta vilka säkerhetskrav som ställs på den smarta fabriken. Ska fabriken ses som ett utställningsexemplar eller som en produkt som ska säljas/hyras ut? Dessa oklarheter beror främst på att användningsområdet ej har varit helt spikat under projektets gång. Att veta vilka direktiv som skulle kunna vara aktuella för den smarta fabriken var relativt konkret. Men att sedan vara säker på om de faktiskt gäller för just vårt fall har inte varit helt lätt. Vi tror att de direktiv som gäller är de som behandlas i 5.2.1. Men deras applicering i avsnittet gäller endast om fabriken ses som ett utställningsexemplar. Om detta förändras är det ytterligare krav som gäller.

Uppfyller din produkt de särskilda kraven?

Att veta om produkten följer de krav som ställs är något som kräver erfarenhet. Att utan erfarenhet omvandla det som står i direktiven till faktiska krav är ett extremt omfattande och i många fall nästintill omöjligt. Texten i direktiven uppfattades som både svårläst och svårtolkad. Ett säkert sätt att veta att man följer direktiven är att följa rätt standarder. Men att veta vilka standarder som måste följas är inte helt enkelt. Även här krävs erfarenhet. Att de standarder som vi har använt oss av kan appliceras på den smarta fabriken, är vi relativt säkra på. Vi är dock ej lika säkra på att det inte finns fler standarder som är nödvändiga för att garantera att direktiven efterföljs. Så svaret på frågan om produkten uppfyller kraven är inte ett självklart ja.

Det är i detta område som datorprogrammet CEDOC kan bidra med mycket assistans. I programvaran har man "översatt" hela maskindirektivet till konkreta ja/nej-frågor. Detta gjorde att vi lättare kunde identifiera vilka områden vi missat att behandla samt vilka vi kände oss nöjda med.

Måste produkten testas av ett anmält organ?

Om produkten måste testas av ett anmält organ beror också på hur användningsscenario kommer att se ut. Vi har valt att se fabriken som ett utställningsexemplar och har därefter dragit slutsatsen att en sådan kontroll ej är nödvändig.

Testa din produkt

Vad som är nödvändigt att testa efter att fabriken är byggd är inte helt självklart. I vissa fall behövs t.ex. hållfasthetstester och i vissa fall behövs det inte alls. Ofta med motiveringen att man har överdimensionerat. Men var denna gräns går är inte solklart, det viktiga är att det finns underlag till att utrustningen är säker. De tester vi har beskrivit är de som är tydliga i standarder vi använt samt den kontrollrapport som CEDOC genererar.

Ta fram teknisk dokumentation

Den tekniska dokumentationen är återigen ett område som är lite otydligt. Vad som ska ingå är ganska lätt att ta reda på men kraven och detaljnivån på ingående dokument är otydliga. Precis som med testerna nämnda ovan finns inga tydliga gränser för när t.ex. hållfasthetsberäkningar krävs. I detta arbete har de flesta dokument för befintliga komponenter samlats på ett ställe. De ritningar och bruksanvisningar för de komponenter som utvecklats i projekt smarta fabriker är ej klara under den tiden som detta arbete utförts.

I den tekniska dokumentationen ingår även riskbedömningen. Den är en av de få delar i CE-märkningen som vi uppfattat som konkret. Om detta finns mycket information och många synvinklar. SS-EN ISO 12100 är en standard som är lätt att följa och förstå. Om inte är detta är tillräckligt finns många tekniska rapporter som tolkar denna standard. Den variant av riskbedömning vi utfört i exceldokumentet har vi fått från ABB. Det denna inte behandlar särskilt djupt är ergonomifrågor. Här är riskbedömningsdelen i CEDOC lite tydligare. Vi har dock upplevt att en bra riskbedömning är mycket beroende av erfarenhet. Frågor som: ”På vilken nivå ska man identifiera risker?” ”Kan man hoppa över osannolika risker?” är svåra att svara på. Vår riskbedömning behövde sällas något då vi, enligt vår handledare från ABB, tagit med lite för många obetydliga risker.

6.3 Vad ska göras efteråt?

Efter att detta arbete avslutats finns en hel del att kontrollera samt arbeta vidare på. Arbetet har varit mycket tidskrävande och för att förstå standarder och direktiv behöver man verkligen sätta sig in i ämnet.

Eftersom att projektgruppen endast har nuddat ämnet innan och inte har någon speciell utbildning inom området så har utförandet blivit lidande av osäkerheter. Arbetet kring maskinsäkerhet och CE-märkning har påbörjats, men är inte slutfört. Det finns en del moment kvar att slutföra som har uteblivit både av praktiska skäl och bristande tidsresurser.

Eftersom kraven på utrustningen är lagstadgade och mycket viktiga tar inte gruppen några personliga ansvar för att CE-märkningen utförs korrekt, då utbildning saknas. Det första steget efter avslutat projektarbete bör vara för Smarta Fabriker att låta någon erfaren person verifiera att de standarder som har behandlats verkligen har applicerats på rätt sätt.

Projektgruppen har fokuserat mestadels på maskindirektivet. Därför är det en del arbete kvar att utföra kring lågspänningsdirektiv och direktivet kring elektromagnetisk kompatibilitet. Vi vet att de skall behandlas och till största del uppfylls säkerligen deras krav redan, men detta behöver verifieras av någon kunnig inom el och elektronik vilket projektgruppen ej är.

Arbetet har hela tiden utförts mot en tredimensionell ritning och koncept vilket gör det svårt att fastställa vad som berörs av standarder och utföra tester som krävs för standarden. Då en del av projektet går ut på att man vill kunna utföra mycket utvecklingsmässigt innan den fysiska utrustningen byggs, har detta bidragit till goda erfarenheter för oss genom att testa på arbetssättet.

Vi känner dock att mycket av arbetet blir haltande av osäkerheter och ändringar, men det är troligen vår kund medveten om. Eftersom projektet har varit levande bör en slutlig verifiering av arbetet, innan drifttagning, utföras för att säkerställa säkerheten. Projektgruppen kommer huvudsakligen lämna över CEDOC-programmet som agerar som en ryggrad för CE-märkningen och även leverera den dokumentdatabas som ligger på projektgruppens Google Drive. Här finns all den information gruppen har samlat under arbetet. Även de resultat från FSDT:n överlämnas.

Arbetet är utfört i stora drag av SS-EN ISO 12100:2010 och EN ISO 13849-1:2015 vilket ligger till grund för CE-märkningen. Ytterligare B-standarder som gruppen har börjat titta på behöver dock fortsatt arbete för att uppfyllas.

7

SLUTSATS

I dagsläget är inte vägen till en komplett CE-märkning helt klar. Information kring hur en CE-märkning går till är ofta svårhittad, svårtydd eller tolkningsbar för ett otränat öga. De olika stegen kräver ofta mycket bred och djup kompetens då området är mycket omfattande. Metoder ser ofta annorlunda ut beroende på vem man pratar med. Vi har fått en yttlig kunskap till ett område som är mycket större än vad man till en början tror.

Att dra konkreta slutsatser utifrån frågeställningarna från detta arbete är inte helt lätt. Detta då frågeställningarna omfattar stora områden. Nedan dras slutsatser kring om frågeställningarna besvarats tillräckligt samt var i rapporten området behandlats.

- *Hur CE-märker man en automatiserad anläggning och hur kan processen gå till i framtiden?*

Hur en CE-märkning utförs går ej att svara på kortfattat. I den teoretiska referensramen beskrivs hela processen. Hur processen kan gå till i framtiden behandlas i de intervjuer som utförts. Detta diskuteras i diskussionsdelen. Gruppen anser att denna frågeställning besvarats tillräckligt.

- *Vilka direktiv och standarder skall appliceras på en automatiserad anläggning?*

Vilka direktiv och standarder som gäller för en automatiserad anläggning är ganska tydligt. Beroende på vilken typ av anläggning gäller olika direktiv och standarder. De som gäller för den smarta fabriken listas i resultatdelen. Denna frågeställning går alltså inte besvara på ett lätt sätt utan det beror på anläggningens egenskaper.

- *Hur utförs en riskanalys utifrån direktiv och standarder?*

Hur en riskanalys går till enligt SS-EN ISO 12100 besvaras i den teoretiska referensramen. Detta område är konkret och det finns mycket information att tillgå.

Gruppen anser att syftet med arbetet har uppfyllts då en riskanalys genomförts, standarder utvärderats samt framtidens möjligheter har diskuterats

Litteraturförteckning

- [1] CE-märkning, Ditt Europa
http://europa.eu/youreurope/business/product/ce-mark/index_sv.htm
Hämtad 2017-05-17
- [2] CE marking, European Commission
https://ec.europa.eu/growth/single-market/ce-marking_en
Hämtad 2017-05-30
- [3] Vad är CE-märkning?, CE marking nordic
http://www.cemarkingnordic.se/pdf/swedish/vad_ar_ce-markning.pdf
Hämtad 2017-05-23
- [4] Olika typer av EU-lagar, EU-upplysningen
<http://www.eu-upplysningen.se/0m-EU/0m-EUs-lagar-och-beslutsfattande/Olika-typer-av-EU-lagar/>
Hämtad 2017-05-23
- [5] Om standardisering, Swedish Standards Institute
<http://www.sis.se/innehall/om-sis/Vad-ar-en-standard/>
Hämtad 2017-05-23
- [6] Who we are, European Committee for Standardization
<https://www.cen.eu/about/Pages/default.aspx>
Hämtad 2017-05-23
- [7] All about ISO, International Organization for Standardization
<https://www.iso.org/about-us.html>
Hämtad 2017-05-23
- [8] Smart industri- en nyindustrialiseringsstrategi för Sverige, Regeringskansliet
<http://www.regeringen.se/48f359/contentassets/869c75f458fc4585ab4ec8c13b250a07/informationmaterial-smart-industri-en-nyindu-strialiseringsstrategi-for-sverige>
Hämtad 2017-05-23
- [9] Manufacturing Execution System, Wikipedia
https://sv.wikipedia.org/wiki/Manufacturing_Execution_System

Hämtad 2017-05-23

- [10] Thoben, K.-D., Wiesner, S. & Wuest, T. (2017). "Industrie 4.0" and Smart Manufacturing – A Review of Research Issues and Application Examples. *Int. J. of Automation Technology*, 11
- [11] Anmälda och utsedda organ, Swedac
<https://www.swedac.se/tjanster/anmalda-och-utsedda-organ/>
Hämtad 2017-05-23
- [12] Swedish Standards Institute.(2010) *SS-EN ISO 12100: Maskinsäkerhet- Allmänna konstruktionsprinciper-Riskbedömning och riskreducering*. Stockholm: SIS
- [13] Säkerhet i styrsystem enligt EN ISO 13849-1, ABB
https://library.e.abb.com/public/bfae376b71a1cd1fc12579e50033d916/Introduction_to_EN_ISO_13849_SE_2TLC172003B3401.pdf
Hämtad 2017-05-23
- [14] CE-marking, European Commission
https://ec.europa.eu/growth/single-market/ce-marking/manufacturers_en
Hämtad 2017-05-23
- [15] Europaparlamentets och rådets direktiv 2006/42/EG av den 17 maj 2006 om maskiner och om ändring av direktiv 95/16/EG (omarbetning)
- [16] Swedish Standards Institute.(2015) *SS-EN ISO 13849-1: Maskinsäkerhet- Säkerhetsrelaterade delar av styrsystem - Del 1: Allmänna konstruktionsprinciper* Stockholm: SIS
- [17] Osvalder, A.-L., Rose, L. & Karlsson, S. (2015). Metoder. I *Prevent. Arbete och teknik på människans villkor* (s.479-). Stockholm.
- [18] Europaparlamentets och rådets direktiv 2006/95/EG av den 12 december 2006 om harmonisering av medlemsstaternas lagstiftning om elektrisk utrustning avsedd för användning inom vissa spänningsgränser
- [19] Europaparlamentets och rådets direktiv 2004/108/EG av den 15 december 2004 om tillnärmning av medlemsstaternas lagstiftning om elektromagnetisk kompatibilitet och om upphävande av direktiv 89/336/EEG
- [20] (Europaparlamentets och rådets direktiv 97/23/EG av den 29 maj 1997 om tillnärmning av medlemsstaternas lagstiftning om tryckbärande anordningar

- [21] Swedish Standards Institute. (2008) *SS-EN ISO 13857: Maskinsäkerhet - Skyddsavstånd för att hindra att armar och ben når in i riskområden* Stockholm: SIS
- [22] Swedish Standards Institute. (2007) *SS-EN 60204-1: Maskinsäkerhet - Maskinernas elutrustning - Del 1: Allmänna fordringar* Stockholm: SIS
- [23] Swedish Standards Institute. (2009) *SS-EN 1837: Maskinsäkerhet - Maskinernas elutrustning - Del 1: Allmänna fordringar* Stockholm: SIS
- [24] Swedish Standards Institute. (2008) *SS-EN 349+A1:2008: Maskinsäkerhet - Integrerad maskinbelysning* Stockholm: SIS
- [25] Swedish Standards Institute. (2015) *SS-EN 60204-1: Maskinsäkerhet – Nödstoppsutrustning – Konstruktionsprinciper* Stockholm: SIS
- [26] Swedish Standards Institute. (2011) *SS-EN 10218-1: Robotar och robotutrustning – Säkerhetskrav för industrirobotar – Del 1: Robotar* Stockholm: SIS

BILAGA

Bilaga 1

Kontrollrapport

1. Teknisk dokumentation	2. Riskbedömning	3. Åtgärdsplan	4. Försäkran II 1A	5. Kontrollrapport	6. CE-Skylt
Kontrollrapport					
Maskintyp:		Smart fabrik			
Maskinnr:		1			
Kontroll utförd av:					
Kontrollpunkter		Punkten är kontrollerad och godkänd			Kommentar
		Ja	Nej	Ej akt	
Maskinfunktion					
1	Provkör maskinen. Det skall ej vara enkelt att kringgå skydd och skyddsanordningar.	☐	☐	☐	
Säkerhetskretsar					
2	Styrningsval (manuell-, auto- och inställningsläge, etc.)	☐	☐	☐	
3	Nödstopp • återställning/återstart (överblickbart riskområde) • avlastning/farlig återstart (el, pneumatik, hydraulik etc. Ex avluftning/mjukstart).	☐	☐	☐	
4	Öppningsbara förreglade skydd • återställning/återstart (överblickbart riskområde)	☐	☐	☐	
5	Beröringsfria skyddsanordningar (ljusbom, ljusridå, scanner etc.). • återställning/återstart (överblickbart riskområde)	☐	☐	☐	
6	Verifiera programmerad säkerhet	☐	☐	☐	
Skyddsutformning					
7	• Skyddsavstånd på fasta och öppningsbara skydd • Stabilitet • Vassa kanter • Räcken till arbetsplattformar och trappor	☐	☐	☐	
Kraft					
8	Frånkoppling av kraftkällor • avlastning av samtliga energislag	☐	☐	☐	
Information					
9	Dokumentation/information • manualer, säkerhetsföreskrifter • varningsskyltar • rätt språk	☐	☐	☐	
10	Operatörsutbildning	☐	☐	☐	
Ytterligare kommentarer till punkterna ovan:					
Härmed intygas att ovan angivna punkter är kontrollerade					
Ort/Datum:					
Underskrift:					
Namnförtydligande:					

Kontrollrapporten i CEDOC.

Bilaga 2

Teknisk dokumentation

Länk Datablad	Länk Ritning	Länk Manual	Länk Manual mjukvara	Länk Installationsinstruktioner	Applikation	Typ	Antal	art nr.
Mekanisk konstruktion								
Säkerhetsbur								
Line 1								
Kartongmagasin								
Robotbord								
Inmatning								
Stans								
Utmatning								
Line 2								
Flexlinkbana								
Robotbord								
Etensystem								
Utlämningsbox								
Elektronik								
<u>Länk</u>								
Eiritningar för hela fabriken								
IFM								
<u>Länk</u>		<u>Länk</u>	<u>Länk</u>		Visionkamera	Vision 3D IFM	1 st.	O3D302
<u>Länk</u>		<u>Länk</u>	<u>Länk</u>		Visionkamera	Vision 2D IFM	2 st.	O2D222
<u>Länk</u>		<u>Länk</u>				Ultraljudsgivare IFM	1 st.	UGT204
<u>Länk</u>		<u>Länk</u>				Ultraljudsgivare IFM	1 st.	UGR500
<u>Länk</u>		<u>Länk</u>				Fotozell IFM	7 st.	O8H220
<u>Länk</u>		<u>Länk</u>			*skogivare*	Fotozell IFM	1 st.	OJ5136
<u>Länk</u>		<u>Länk</u>			Känna av linser	Fotozell IFM	2 st.	OJ5190
<u>Länk</u>		<u>Länk</u>	<u>Länk</u>	<u>Länk</u>	Avläsning QR kod	Avläsare IFM	1 st.	O2I301
<u>Länk</u>		<u>Länk</u>			Tryckgivare vakuum	IFM	1 st.	PQ3809
<u>Länk</u>		<u>Länk</u>			Tryckgivare inkommande luft	IFM	1 st.	PQ3834
<u>Länk</u>		<u>Länk</u>			Flödesgivare inkommande luft	IFM	1 st.	SD6000
<u>Länk</u>					Fördelning 24VDC	T-Koppling AS-i	15 st.	AC5005
<u>Länk</u>		<u>Länk</u>			I/O Link Master		15 st.	AL1100
<u>Länk</u>		<u>Länk</u>			I/O link ingångs hub 8xDI		1 st.	AL2401
<u>Länk</u>		<u>Länk</u>			I/O link ingångs hub 4xDI		4 st.	AL2400
<u>Länk</u>					AS-i kabel svart		50 m	E74012 50m
<u>Länk</u>		<u>Länk</u>			Mätning varvtal vals		2 st.	IFS305
<u>Länk</u>		<u>Länk</u>			Nättagg 10A		1 st.	DN4013
<u>Länk</u>				<u>Länk</u>	Säkring 24V sidan		1 st.	DF2216 6A (2 kanaler)
<u>Länk</u>		<u>Länk</u>			Avkänning flexlink stopp		3 st.	IFS290
<u>Länk</u>					Profinet med RJ45 kontakt		1 st.	E12491 (5m?)
<u>Länk</u>					Kontakt till kopplingskåp AX			E10411
Aventics								
<u>Länk</u>	<u>Länk</u>				Regulator		3 st.	R480324138
<u>Länk</u>					Ventilblock flexlink		1 st.	R480761256
ABB								
<u>Länk</u>					Huvudströmbrytare	OT	1 st.	OT25FT3
<u>Länk</u>					Jordfelsbrytare	F200 typ A	1 st.	F202A-25/0,03
<u>Länk</u>				<u>Länk</u>	Kontaktor	AF16Z	2 st.	AF16Z-30-01-21
<u>Länk</u>					Säkring 20 A	Typ B	2 st.	S201M-B20
<u>Länk</u>					Säkring 20 A	Typ C	1 st.	S201M-C20
<u>Länk</u>					Säkringar 16 A 3 fas	Typ C	1 st.	S203M-C16
<u>Länk</u>					Säkringar 16A	Typ C	2 st.	S201M-C16
<u>Länk</u>					Säkring 10A	Typ C	4 st.	S201M-C10
<u>Länk</u>					Säkring 6A	Typ C	4 st.	S201M-C6
<u>Länk</u>					Likriktare 20 A		1 st.	CP-C.1 24/20.0
<u>Länk</u>		<u>Länk</u>	<u>Länk</u>		Säkerhetsplc	Pluto	1 st.	Pluto B46 V2
<u>Länk</u>		<u>Länk</u>			Säkerhetsrelä	BT5 1	2 st.	BT5 1
<u>Länk</u>		<u>Länk</u>			Tryckknapp	Smile 11	1 st.	Smile 11 RB
<u>Länk</u>		<u>Länk</u>			Nödstopp	Smile 11	2 st.	Smile 11 EA Tina
<u>Länk</u>		<u>Länk</u>			Gateway PN		1 st.	2TLA020071R8300
<u>Länk</u>		<u>Länk</u>			PLC	AC500	1 st.	AC500-PM583
		<u>Länk</u>			I/O Modul		1 st.	DC532
<u>Länk</u>		<u>Länk</u>			Ethercat modul		1 st.	CM579-ETHCAT
<u>Länk</u>		<u>Länk</u>			Profinet Modul		1 st.	CM579-PNIO
<u>Länk</u>					Switch 8 port		3 st.	NE810
<u>Länk</u>					Switch 5 port		1 st.	NE801
<u>Länk</u>		<u>Länk</u>			Robotcontroller	IRC5 Compact	2 st.	
<u>Länk</u>					Robot		1 st.	IRB 1200-0,9

En del av det excel-dokument som innehåller den tekniska dokumentationen.

Bilaga 3

EG-försäkran

CEDOC 3.1.6 - Smart fabrik.ced

Arkiv Visa Språk Verktyg Hjälp

1. Teknisk dokumentation 2. Riskbedömning 3. Åtgärdsplan 4. Försäkran II 1A 5. Kontrollrapport 6. CE-Skylt

Svenska

SMARTA FABRIKER®

EG-FÖRSÄKRAN OM MASKINENS ÖVERENSSTÄMMELSE

Original
Direktiv 2006/42/EG, Bilaga II 1A

Tillverkare (och i förekommande fall dennes befullmäktigade representant):

Företag: Smarta Fabriker

Adress: ?

Representant: -

Adress: -

Försäkrar att:

Maskintyp: Smart fabrik

Maskinnr: 1

Överensstämmer med maskindirektivet 2006/42/EG.

Överensstämmer även med följande direktiv:

2014/30/EU, EMC
2014/35/EU, LVD

Följande harmoniserade standarder har tillämpats:

EN ISO 12100:2010 Maskinsäkerhet - allmänna konstruktionsprinciper - Riskbedömning och riskreducering
EN ISO 13849-1:2016 Maskinsäkerhet - Styrssystem - Säkerhetsrelaterade delar i styrssystem - Del 1: Allmänna konstruktionsprinciper
EN ISO 13857:2008 Maskinsäkerhet - Skyddsavstånd för att hindra att armar och ben når in i riskområden
EN 349:1993+A1:2008 Maskinsäkerhet - Minimiutrymmen för att undvika att kroppsdelar krossas

Följande andra standarder och specifikationer har tillämpats:

Behörig att sammanställa teknisk dokumentation:

Namn: ?

Adress: ?

Signatur:

Ort/Datum:

Namn:

Namnförtydligande: Johan Bengtsson

Befattning: Projektledare

EG-försäkran för den smarta fabriken.

Bilaga 4

Lista för riskidentifiering

Riskbedömning	Standarder	Länkar
Riskkällor Rörliga delar Maskin som helhet El-utrustning Transmissionsdelar Bearbetande verktyg Pneumatisk utrustning Hydraulisk utrustning Hydrauliska/pneumatiska rör/slangar Vassa föremål Kemikalier, oljor Heta maskindelar/verktyg Brandbenägna material/ämnen Explosionsbenägna ämnen/material Spån/damm/rök Se punkten 1.3.7. Se punkten 1.5.10. Svårtillgängliga serviceställen Maskinljud	Orsaker Fel handhavande eller fel i process Kontakt med/inandning av farliga ämnen Bristfällig information till operatören Störningar i styrsystem Oklar frånkoppling Spänningsfall Kontakt med spänningsförande delar Vältrisk Oklar maskinstart Läckage Bristfällig belysning Bristfällig konstruktion Bristfällig konstruktion, förankring Oergonomiska/repetitiva rörelser Dålig överblick över riskområden Ogradade vinklar och kanter Rotationsvariationer Bristfällig bortforsling av avverkat material Bristfälligt tillträde till serviceområde Produktionsljud Oavsiktlig påverkan Luftbortfall/slangbrott Vibrationer	Skadehändelser Kläm-, krosskada Elchock Kläm-, krosskada, elchock Skada av slag, stöt Hudirritationer/allergier Skärskada Fallskada, snubbling Halkning, snubbling Brännskada Belastningsskada Hörselskada Splitterskador, ögonskador Ögonskada Frätskador Högtrycksstråle, pisksnärtseffekt Vita fingrar Avklippning/avkapning Förgiftning Drunkning Avskavning Överansträngda ögon, huvudvär

Lista för riskidentifiering i CEDOC

Bilaga 5

Riskbedömning

Area	Funktion/ rörelse	Skadehändelse	Kommentar	Severit ty Se	Frequenc y Fr	Probabilit y Pr	Avoidance Av	Class	Risk Matr ix	Protective Measure	Suggested Performance Level FLr
U N	Modul										
1	Magasin										
	Användning										
		Justering av vinkel på magasinbord	Kläm-, krosskada av hand/ finger	Klämrisk vid mellan bord och stativ	3	2	1	1	4	3	
		Justering av stödstång	Klämrisk mellan stödstång och bord		1	3	1	1	5	2	
		Laddning av kartonger i magasin	Skada av slag, stöt från stödpinne		1	5	3	1	9	3	
		Laddning av kartonger i magasin	Ögonskada, pinnar och höm		2	5	1	1	7	3	
		Förbipassering	Falskada, snubbling	Utstickande fötter magasinstativ	3	5	4	1	10	5	omkonstruktion
	Montering/ demontering										
		Montering aluminiumprofiler	Skärskada	Skärskada p.g.a. vassa ändar	2	3	3	3	9	4	instruktioner, rätt utrustning/verktyg
		Montering aluminiumprofiler	Kläm-, krosskada av hand/ finger		2	3	2	3	8	4	instruktioner, rätt utrustning/verktyg
		Montering stativ eller magasinbord	Belastningskada	Belastningskada p.g.a. tunga lyft	3	2	2	3	7	4	instruktioner, rätt utrustning/verktyg
		Montering stativ eller magasinbord	Kläm-, krosskada av fot	Vid fall av tunga delar	3	3	2	1	6	4	instruktioner, rätt utrustning/verktyg
1	Gränssnitt magasin-										
	Användning										
		Robotrörelse	Kläm-, krosskada av hand/ finger		4	5	3	5	13	7	Staket runt med övervakad grind
		Robotrörelse	Skada av slag, stöt		4	5	3	5	13	7	Staket runt med övervakad grind
		Laddning av kartonger i magasin	Skärskada från omtagningsfixtur		1	5	2	1	8	3	
1	Robotstation										
	Användning										
	Omtagnsfixtur										
		Förbipassering	Skärskada från omtagningsfixtur	"Utstickande" kant	1	4	2	1	7	2	
		Förbipassering	Skada av slag, stöt		1	4	2	1	7	2	
		Underhåll	Skärskada från omtagningsfixtur	Bortplockning av kartong från omtagnsfixtur	1	3	2	1	6	2	
	Skrivare och läsare										
		Förbipassering	Skärskada från stativ för skrivare och läsare		1	4	1	1	6	2	

Riskbedömningen i ett exceldokument.(1/5)

	Förbipassering	Skada av slag, stöt	Stativ	1	4	2	1	7	2		
	Robot										
	Robtrörelse	Kläm-, krosskada av hand/ finger	I robotens leder	3	5	3	3	11	6	Staket runt med övervakad grind	d
	Robtrörelse	Kläm-, krosskada av hand/ finger	Mellan robot och fasta delar	4	5	3	5	13	7	Staket runt med övervakad grind	d
	Robtrörelse	Skada av slag, stöt	Ben, huvud	4	5	3	5	13	7	Staket runt med övervakad grind	d
	Robtrörelse	Skärskada		3	5	3	3	11	6	Staket runt med övervakad grind	d
	Montering/ demontering										
	Montering aluminiumprofiler	Skärskada	Skärskada p.g.a. vassa ändar	2	3	3	3	9	4	instruktioner, rätt utrustning/verktyg	
	Montering aluminiumprofiler	Kläm-, krosskada av hand/ finger		2	3	2	3	8	4	instruktioner, rätt utrustning/verktyg	
	Montering stativ eller robotbord, robot	Belastningskada	Belastningskada p.g.a. tunga lyft	3	2	2	3	7	4	instruktioner, rätt utrustning/verktyg	
	Montering stativ eller robotbord, robot	Kläm-, krosskada av fot	Vid fall av tunga delar	2	3	2	1	6	4	instruktioner, rätt utrustning/verktyg	
1	Gränssnitt Robotstation-										
	Användning										
	Robtrörelse	Kläm-, krosskada av hand/ finger		4	5	3	5	13	7	Staket runt med övervakad grind	d
1	Inmatning										
	Användning										
	Ställdonsrörelse	Kläm-, krosskada av finger	Mellan uppstickande "pinnar" och det avlånga hålet	2	4	1	1	6	3		a
	Ställdonsrörelse	Kläm-, krosskada av finger	"Under"	2	4	1	1	6	3		a
	Ställdonsrörelse	Skärskada	Från pappersark	1	4	1	1	6	2		a
	Förbipassering	Skada av slag, stöt		1	4	1	1	6	2		
	Montering/ demontering										
	Montering aluminiumprofiler	Skärskada	Skärskada p.g.a. vassa ändar	2	3	3	3	9	4	instruktioner, rätt utrustning/verktyg	
	Montering aluminiumprofiler	Kläm-, krosskada av hand/ finger		2	3	2	3	8	4	instruktioner, rätt utrustning/verktyg	
	Montering stativ eller inmatning	Belastningskada	Belastningskada p.g.a. tunga lyft	3	2	2	3	7	4	instruktioner, rätt utrustning/verktyg	
	Montering stativ eller inmatning	Kläm-, krosskada av fot	Vid fall av tunga delar	2	3	2	1	6	4	instruktioner, rätt utrustning/verktyg	

Riskbedömningen i ett exceldokument.(2/5)

1 Gränssnitt Inmatning- Stans											
Användning											
	Stansrörelse	Kläm-, krosskada av finger/ hand	Mellan stans och inmatningsbord	4	4	2	3	9	6	Staket runt med övervakad grind	c
	Haveri övre cylinder	Kläm-, krosskada av finger/ hand	Vid fall av övre cylinder	2	2	1	3	6	3		
1 Stans											
Användning											
	Stansrörelse	Kläm-, krosskada av kroppsdelen	Mellan cylinderna	4	4	2	3	9	6	Staket runt med övervakad grind	d
	Stansrörelse	Kläm-, krosskada av arm	Mellan cylinder och stödxel/ hus	4	4	2	1	7	5	Staket runt med övervakad grind	d
	Stansrörelse	Skada av slag, stöt, Avklippning	Vid instickning av finger i hål på ändplattor på cylinder	3	4	3	1	8	5	Staket runt med övervakad grind	d
	Stansrörelse	Ryckning av hår	Fastna med hår	3	4	2	3	9	5	Staket runt med övervakad grind	d
	Haveri övre stans	Kläm-, krosskada av finger/ hand	Vid fall av övre cylinder	2	2	1	3	6	3		
	Förbipassering	Skada av slag, stöt	Utstickande motor	1	4	2	1	7	2		
Montering/ demontering											
	Montering aluminiumprofiler	Skärskada	Skärskada p.g.a. vassa ändar	2	3	3	3	9	4	instruktioner, rätt utrustning/ver ktyg	
	Montering aluminiumprofiler	Kläm-, krosskada av hand/ finger		2	3	2	3	8	4	instruktioner, rätt utrustning/ver ktyg	
	Montering stativ, stans	Belastningskada	Belastningskada p.g.a. tunga lyft	3	2	2	3	7	4	instruktioner, rätt utrustning/ver ktyg	
	Montering stativ, stans	Kläm-, krosskada av fot	Vid fall av tunga delar	2	3	2	1	6	4	instruktioner, rätt utrustning/ver ktyg	
1 Gränssnitt Stans- Utmatning											
Användning											
	Stansrörelse	Kläm-, krosskada av finger/ hand	Mellan undre cylinder och transportband	4	4	2	3	9	6	Staket runt med övervakad grind	d
	Haveri övre cylinder	Kläm-, krosskada av finger/ hand	Vid fall av övre cylinder	2	2	1	3	6	3		
1 Utmatning											
Användning											
	Transportbandsrörelse	Kläm-, krosskada av finger/ hand	Mellan transportband och "brevlåda"	2	4	2	1	7	3		a
	Transportbandsrörelse	Kläm-, krosskada, avskavning av finger	Mellan transportband och stödskena	2	4	2	1	7	3		a
	Transportbandsrörelse	Ryckning av hår	Fastna med hår i transportband	3	4	2	1	7	4	Staket runt med övervakad grind	c

Riskbedömningen i ett exceldokument.(3/5)

		Stålldonsrörelse	Kläm-, krosskada av finger/ hand	Mellan "hand" och brevlåda	2	4	1	1	6	3		a
		Stålldonsrörelse	Kläm-, krosskada av finger/ hand	Mellan stålldonskolv och aluminiumprofil vid brevlåda	2	4	1	1	6	3		a
		Stålldonsrörelse	Skada av slag, stöt	Av "hand", öga	1	4	2	3	9	3		a
		Stålldonsrörelse	Kläm-, krosskada av finger/ hand	Mellan "hand" och transportband på tillbakavägen	1	4	1	1	6	2		a
		Förbipassering	Fallekada, snubbling	På "brevlåda"	2	5	4	1	10	4	omkonstrukti on(ev redan gjord)	
		Förbipassering	Skårskada	vassa kanter, plexi	1	5	3	1	9	3		
Montering/ demontering												
		Montering aluminiumprofiler	Skårskada	Skårskada p.g.a. vassa ändar	2	3	3	3	9	4	instruktioner, rätt utrustning/ver ktyg	
		Montering aluminiumprofiler	Kläm-, krosskada av hand/ finger		2	3	2	3	8	4	instruktioner, rätt utrustning/ver ktyg	
		Montering utmatning	Belastningskada	Belastningskad a p.g.a. tunga lyft	3	2	2	3	7	4	instruktioner, rätt utrustning/ver ktyg	
		Montering utmatning	Kläm-, krosskada av fot	Vid fall av tunga delar	2	3	2	1	6	4	instruktioner, rätt utrustning/ver ktyg	
2 Flexlinkbana												
Användning												
		Palettrörelse	Kläm-, krosskada av finger	Mellan Palett och sarg	2	4	2	1	7	3		b
		Palettrörelse	Kläm-, krosskada av finger	Mellan Palett och palett	2	4	2	1	7	3		b
		Transportbandsrö relse	Kläm-, krosskada av finger	I transportband	2	4	2	1	7	3		b
		Transportbandsrö relse	Ryckning av här		3	4	3	1	8	5	Staket runt med övervakad grind	c
Montering/ demontering												
		Montering aluminiumprofiler	Skårskada		2	3	3	3	9	4	instruktioner, rätt utrustning/ver ktyg	
		Montering aluminiumprofiler	Kläm-, krosskada av hand/ finger		2	3	2	3	8	4	instruktioner, rätt utrustning/ver ktyg	
		Montering flexlink	Belastningskada	Belastningskad a p.g.a. tunga lyft	3	2	2	3	7	4	instruktioner, rätt utrustning/ver ktyg	
		Montering flexlink	Kläm-, krosskada av fot	Vid fall av tunga delar	2	3	2	1	6	4	instruktioner, rätt utrustning/ver ktyg	
2 Gränssnitt Flexlinkbana-												
Användning												

Riskbedömningen i ett exceldokument.(4/5)

1 Gränssnitt Inmatning- Stans												
Användning												
		Stansrörelse	Kläm-, krosskada av finger/ hand	Mellan stans och inmatningsbord	4	4	2	3	9	6	Staket runt med övervakad grind	c
		Haveri övre cylinder	Kläm-, krosskada av finger/ hand	Vid fall av övre cylinder	2	2	1	3	6	3		
1 Stans												
Användning												
		Stansrörelse	Kläm-, krosskada av kroppsdelen	Mellan cylindrarna	4	4	2	3	9	6	Staket runt med övervakad grind	d
		Stansrörelse	Kläm-, krosskada av arm	Mellan cylinder och stödxel/ hus	4	4	2	1	7	5	Staket runt med övervakad grind	d
		Stansrörelse	Skada av slag, stöt, Avklippning	Vid instickning av finger i hål på ändplattor på cylinder	3	4	3	1	8	5	Staket runt med övervakad grind	d
		Stansrörelse	Ryckning av hår	Fastna med hår	3	4	2	3	9	5	Staket runt med övervakad grind	d
		Haveri övre stans	Kläm-, krosskada av finger/ hand	Vid fall av övre cylinder	2	2	1	3	6	3		
		Förbipassering	Skada av slag, stöt	Utstickande motor	1	4	2	1	7	2		
Montering/ demontering												
		Montering aluminiumprofiler	Skärskada	Skärskada p.g.a. vassa ändar	2	3	3	3	9	4	instruktioner, rätt utrustning/ver ktyg	
		Montering aluminiumprofiler	Kläm-, krosskada av hand/ finger		2	3	2	3	8	4	instruktioner, rätt utrustning/ver ktyg	
		Montering stativ, stans	Belastningskada	Belastningskada p.g.a. tunga lyft	3	2	2	3	7	4	instruktioner, rätt utrustning/ver ktyg	
		Montering stativ, stans	Kläm-, krosskada av fot	Vid fall av tunga delar	2	3	2	1	6	4	instruktioner, rätt utrustning/ver ktyg	
1 Gränssnitt Stans- Utmatning												
Användning												
		Stansrörelse	Kläm-, krosskada av finger/ hand	Mellan undre cylinder och transportband	4	4	2	3	9	6	Staket runt med övervakad grind	d
		Haveri övre cylinder	Kläm-, krosskada av finger/ hand	Vid fall av övre cylinder	2	2	1	3	6	3		
1 Utmatning												
Användning												
		Transportbandsrörelse	Kläm-, krosskada av finger/ hand	Mellan transportband och "brevlåda"	2	4	2	1	7	3		a
		Transportbandsrörelse	Kläm-, krosskada, avskavning av finger	Mellan transportband och stödskena	2	4	2	1	7	3		a
		Transportbandsrörelse	Ryckning av hår	Fastna med hår i transportband	3	4	2	1	7	4	Staket runt med övervakad grind	c

Riskbedömningen i ett exceldokument.(5/5)