

Analys och förslag till automatisering av förpackningsprocess

Analysis and proposal for the automation of a
packaging process



Matthias Marten
Isabelle Zilling

Division of Industrial Electrical Engineering and Automation
Faculty of Engineering, Lund University

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg

Industriell Elektroteknik och Automation

Examensarbete, 22.5 Hp

Vårterminen 2015

Analys och förslag till automatisering av förpackningsprocess

Analysis and proposal for the automation of a
packaging process

Matthias Marten
Isabelle Zilling



© Copyright Matthias Marten, Isabelle Zilling

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

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

Tryckt i Sverige
Avdelningen för Industriell Elektroteknik och Automation
Lunds universitet
Lund 2015

Sammanfattning

I livsmedelsindustrin har en ökad konkurrens intensifierat strävan att hitta nya lösningar för att göra produktionen säkrare, effektivare samt kvalitativt bättre. Om en automatisering förefaller som möjlig, med de betingelser som produktionen ställer, finns möjligheten att förbättringar uppnås genom att automatisera processer inom produktionen. Då varje produktion är unik i sitt slag och en automatisering av t.ex. en förpackningsmaskin är en stor investering är en grundlig kravspecifikation och evaluering av framtida behov en nödvändighet.

Examensarbetet utfördes på Lunds Tekniska Högskola inom industriell elektroteknik med automation och utformandet genomfördes på Zoégas i Helsingborg. Zoégas producerar malt kaffe och hela kaffeböner i en mängd olika förpackningar. Kaffet produceras i fabriken i olika produktionslinjer där examensarbetet ämnade utreda vilka tekniska och organisatoriska krav en ny sekundärförpackningsmaskin måste uppfylla, hur en systemintegration kan se ut för produktionslinje fyra samt ge förslag på en tänkbar förpackningsmaskin.

Utifrån nulägesanalysen samt framtida krav utformades en kravspecifikation som specificerade de krav produktionslinjen ställer på en sekundärförpackningsmaskin vid en kommande implementering. Faktorer såsom kapacitet, dimensioner samt luftfuktighetens påverkan kartlagdes. Vidare gavs ett förslag till en potentiell sekundärförpackningsmaskin som hade passat i produktionen.

Nyckelord: *Förpackningsmaskin, systemintegration, kravspecifikation, wrap around*

Abstract

In the food industry, increasing market competition has seen intensified efforts in finding new solutions for safer, more efficient and higher quality production systems. If the established conditions of the production allows for the automation of processes, there is a substantial potential to achieve those various improvements throughout the production. Since each production system is unique and the automation of, for example, a packaging machine is a significant investment, a thorough set of specifications and an evaluation of future demands is a necessity.

This thesis is specifically relating to the production of Zoégas in Helsingborg, and is performed through Lund's Institute of Technology within Electrical Engineering and Automation. Zoégas produces grounded coffee and whole beans in a variety of packages. The coffee is produced in the factory in different production lines, and the aim of the thesis is to investigate which requirements an additional packaging machine must meet, how to integrate the system for production line four and conclusively suggest a potential packaging machine for future implementation.

The current production scenario was assessed as well as future demands. This resulted in a range of specifications that a plausible packaging machine has to fulfill. (This includes temperature ranges, humidity levels and dimension of machine etc). Three machines from local and international companies were evaluated, and the most favorable packaging machine was identified.

Keywords: *Packaging machine, system integration, specification of requirements, wrap around*

Förord

Först och främst vill vi tacka Zoégas i Helsingborg som gett oss möjlighet att skriva vårt examensarbete på företaget. Vi har fått ett väldigt trevligt bemötande och känt oss välkomna. Det har varit tre givande månader då vi befunnit oss på företaget och vi har lärt oss mycket som vi kommer ha glädje av som färdigexaminerade automationsingenjörer.

Framförallt vill vi tacka vår handledare på Zoégas, Tobias Benktander, som trots ett pressat schema tagit sig tid och bidragit med sin kunskap och genom sin pedagogiska förmåga guidat oss genom arbetet. Tack vare honom har vi under hela arbetsprocessen fått goda råd och nya idéer samt ”coaching” att driva arbetet framåt utan att fastna i onödiga moment genom att lägga fokus på rätt saker.

Vi vill även tacka vår handledare på Lunds Tekniska Högskola, Johan Björnstedt, som under arbetets gång hjälpt oss att utveckla en struktur i rapportskrivandet samt kommit med bra ”input” under arbetets gång.

Vi vill även rikta ett tack till Rasmus Persson på Zoégas som omedelbart hjälpt oss då problem och frågor uppstått samt Rickard Lindström på Zoégas och Matz Bengtson på Finax för sitt engagemang och positiva bemötande.

Slutligen ett tack till vår examinator, Mats Lilja, på Lunds Tekniska Högskola.

Innehållsförteckning

1 Inledning	4
1.1.1 Bakgrund	4
1.1.2 Syfte	5
1.1.3 Mål	6
1.1.4 Problemdiskussion	6
1.1.5 Problemformulering	6
1.1.6 Avgränsning	7
2 Metod	8
3 Nulägesanalys	10
3.1 Produktionslinje fyra	10
3.2 Dimensioner	13
3.3 Kapacitet	14
3.3.1 Tidsstudie palleterare	14
3.3.2 Tidsstudie transportband	14
3.3.3 PME samt bläckstråleskrivare	15
3.4 Systemintegration.....	16
3.5 Produkterna	17
3.6 Kartonger	18
3.7 Kostnader.....	19
3.8 Framtida behov	20
3.9 Erfarenheter från Finax	20
4 Kravspecifikation.....	23
4.1 Kunden	23
4.2 Zoégas	24
4.3 Befintliga systemet	25
5 Framtida utvecklingsmöjligheter.....	26
5.1 Förpackningsmaskinsleverantörer	26
5.2 Kartongmått	28
5.2.1 Butikshyllans utformning	28
5.2.2 Packmönster på pall	29
5.2.3 Kostnad och materialåtgång	31
5.2.4 Basmodulprincipen	31
5.2.5 Antaganden angående kartongstorlek	32
5.3 Förslag på systemintegration.....	33
5.3.1 Logiska villkor	33
5.3.2 Simulering med PLC	36

5.3.3 Förklaring till kod	40
5.4 Ritning av sekundärpackare i produktionslinje fyra.....	41
5.5 Nollpunktsanalys.....	44
6 Resultat.....	48
6.1 Maskinkrav.....	48
6.1.1 Förpackningsmaskin	48
6.1.2 Gynnsamma egenskaper	49
6.2 Rekommendation.....	50
6.2.1 Rekommenderad förpackningsmaskin	50
7 Slutsats	52
8 Referenser.....	54
8.1.1 Litteratur	54
8.1.2 Muntliga källor	55

Terminologi

<i>Automation</i>	En teknik då en process eller ett förfarande är fullbordad utan mänsklig hjälp (Groover, 1987)
<i>Cape</i>	Programvara för att beräkna pallmönster
<i>Face</i>	Antalet förpackningsframsidor som exponeras ut från hyllan
<i>Kapacitet</i>	Den maximala outputen av enheter som produceras under normala förhållanden
<i>Kartoner</i>	Fylla kartonger med produkter
<i>Kövak</i>	Fotocell som detekterar om en kö uppstår
<i>OE tal</i>	Utnyttjande av den planerade tiden
<i>Palleterare</i>	Slutsteget på produktionslinjen, där kartonger staplas på en pall för att sedan transporteras vidare
<i>PME 4261</i>	Förpackningsmaskin från Bosch, med uppgift att fylla på kaffeböner i påsar
<i>Primärförpackningar</i>	En primärförpackning är avsedd för förvaring av en enhet som säljs till en slutanvändare. Specifikt för det här arbetet syftar primärförpackningarna på kaffepåsarna
<i>Sekundärförpackningsmaskin</i>	Maskin som förpackar primärförpackningar i kartonger
<i>Silo</i>	En lagerbehållare där kaffebönorna förvaras
<i>Slitslåda</i>	En kartong som viks ihop till rätt format enligt flyttkartongsprincipen
<i>Snäckdoserare</i>	En doseringsanordning som doserar pulver eller finkorniga produkter i exempelvis livsmedelsindustrin

Wrap around kartong

En låda som limmas ihop till den önskade formen

2014 OPL

En gammal budget för ett stängt år, i detta fall för år 2014

1 Inledning

1.1.1 Bakgrund

Den stigande konkurrensen i livsmedelsindustrin har intensifierat de interna kraven beträffande ökade vinstmarginaler, säkrad kvalitet på produkter samt varsammare hantering av varor som framställs i fabriker. Strävan att uppnå de just nämnda kraven har förverkligats med en allt mer automatiserad produktion. Moment som dessförinnan utträttats av operatörer har ersatts av maskiner, där operatörernas uppgifter övergått till underhåll och övervakning av maskiner, planering och administration. Automationen har gjort produktionen säkrare, ersatt monotona och slitsamma jobb samt gjort produktionen kvalitativt bättre, billigare samt effektivare.

Sedan Zoégas grundades år 1886 i Helsingborg har produktionen gått från en småskalig manuell tillverkning till en storskalig nästintill fullautomatiserad kaffeproduktion som idag har tagit 24 % marknadsandelar av kaffemarknaden i Sverige (Wikström 2011). Per skift arbetar 13 personer med själva produktionen som maskinoperatörer, övervakare samt paketerare. I fabriken har automatiseringen av produktionen de senaste åren gått fort. Fram till år 2006 fylldes varje kaffepåse, vägdes, förpackades, ettikerades samt förslöts för hand. I skrivande stund återstår endast ett fåtal moment innan produktionen kan anses helt automatiserad. Manuell förpackning har ersatts av maskiner som fyller på förpackningar, väger och försluter dem och därefter skickar dem vidare på rullband till en förpackningsmaskin i produktionslinje ett respektive manuell förpackning i kartonger i produktionslinje fyra. Dessa kartonger försluts och lyfts sedan på pall av en robot. Momenten som automatiserats har inneburit en kapacitetsökning från 0,83 kg/minut till 25 kg/minut för produktionslinje fyra.

Ett flertal fördelar kan uppnås genom att ersätta den ovan nämnda manuella förpackningen i kartonger i produktionslinje fyra, såsom säkerställning att rätt antal förpackningar hamnar i varje kartong, att förpackningarna hanteras på ett varsammare sätt och således förmår att öka kvalitén i produktionen. Samt att produktionslinjen kommer att kunna producera fler enheter då operatörerna, som förpackar förpackningarna i kartonger, för närvarande är flaskhalsen i produktionslinjen.

1.1.2 Syfte

Syftet med examensarbetet är i första hand att ge ett underlag till vilka faktorer som måste hållas i åtanke vid en kommande implementering av en sekundärförpackningsmaskin, ge förslag på en förpackningsmaskin samt utreda hur systemintegrationen kan lösas. Underlaget görs för att förebygga onödiga stopp och problem som kan undvikas om rätt sekundärförpackningsmaskin, med egenskaper som stämmer överens med de betingelser produktionen ställer väljs.

Vid en kommande implementering av en sekundärförpackningsmaskin kan flera hänseenden som en automatisering av de två operatörer innebär, som förpackar kaffeförpackningar i kartonger på produktionslinje fyra, anses eftersträvansvärd. Dels eftersom produktionshastigheten ökar och produktionskostnaderna sänks men också då monotona arbetsuppgifter med risk för förslitningsskador kan ersättas.

Anledningar till automatisering kan sammanfattas i fem punkter;

1. *Produktiviteten ökar.* Högre produktionskapacitet uppnås genom automation än om arbetare hade utfört de automatiserade momenten (Groover 1987).
2. *Arbetskostnader.* Då priserna för livsmedel har minskat på grund av bl.a. ökad konkurrens (Sköld och Lööv 2011) har livsmedelsproducenter nödgats att effektivisera för att sänka produktionskostnader.
3. *Säkerhet.* Genom att befria arbetare från en aktiv roll i produktionen förebyggs förslitningsskador och minskar antalet arbetsplatsolyckor (Groover 1987).
4. *Förbättrad produktionskvalité.* Automatiserade moment ger en bättre likhet och kontinuitet mellan momenten som utförs (Groover 1987).
5. *Förkortad ledtid.* Automation förkortar tiden mellan order och leverans (Groover 1987).

Vidare är det kunskapsspecifika syftet att få en djupare insikt hur en

produktion fungerar samt de tekniska aspekter som måste hållas i åtanke vid en ombyggnad av en produktionslinje.

1.1.3 Mål

Målet med examensarbetet är att formulera en kravspecifikation för en sekundärförpackningsmaskin som kan komma att implementeras på Zoégas samt ge förslag på en lämplig maskin. Målet innefattar även ett förslag på hur kommunikationen mellan maskinerna på produktionslinje fyra kan tänkas se ut samt vilka ändringar som kan komma att behöva göras längs produktionslinjen för att på så sätt uppnå en helhetslösning.

1.1.4 Problemdiskussion

Eftersom varje produktion är unik i sitt slag finns ett flertal produktionsspecifika betingelser en framtida maskin måste kunna hantera för att optimalt kunna införlivas i produktionen. På marknaden finns en mängd olika maskinbyggare som erbjuder mängder av förpackningsmaskiner i olika utformande. För att minimera antalet oplanerade stopp i produktionen gäller det att välja en maskin som fungerar så bra som möjligt i den produktionsmiljön den befinner sig i. Genom att kartlägga b.la. gränssnitten in/ut från förpackningsmaskinen och luftfuktigheten i produktionen kan man specificera de krav en kommande maskin bör kunna hantera för att minimera faran för en felinvestering.

Risken med att implementera en maskin där produktionsspecifika aspekter ej hållits i åtanke är en stillastående produktion samt ökade kostnader (t.ex. vid oplanerade stopp eller om maskinen måste modifieras). Om en tydlig kravspecifikation maskinen måste uppfylla genomförs och specificeras för maskinbyggaren är sannolikheten större att välja en förpackningsmaskin som lämpar sig bra i produktionen.

1.1.5 Problemformulering

Med utgångspunkt från ovanstående problemdiskussion ställs problemformuleringen upp. Vilka krav ställs på en sekundärförpackningsmaskin vid en kommande implementering, vilka nuvarande moment i produktionslinje fyra påverkas, vilken

sekundärförpackningsmaskin kan passa Zoégas samt hur kan kommunikationen mellan maskinerna lösas?

1.1.6 Avgränsning

Examensarbetet avgränsas till en utredning beträffande vilka specifika krav en sekundärförpackningsmaskin bör uppfylla vid en implementering i produktionslinje fyra. Hänseenden såsom dimensioner, kapacitet samt produktions-specifika aspekter kommer evalueras.

Arbetet kommer även tematisera vad som behöver byggas om vid en eventuell implementation av vald förpackningsmaskin samt hur kommunikationen kan ämnas te sig mellan de olika maskinerna i produktionslinje fyra.

2 Metod

Följande tillvägagångssätt användes för att nå en slutsats:

1. Först gjordes en djupgående analys av nuläget i produktionslinjen, för att med den tillägnade kunskapen om dagens funktion och problematik förstå vilka frågor som bör besvaras beträffande en kommande implementation av en sekundärförpackningsmaskin.
2. Intervjuer av personal på Zoégas, tidmätningar, ritning i AutoCad, samt datainsamling från b.la. manualer genomfördes för att därigenom få kunskap om nuläget.
3. En kravspecifikation sammanställdes med den information som tillhandahölls för att utifrån specifikationen utreda möjliga sekundärförpackningsmaskiner från olika maskinbyggare.
4. Ett referensbesök genomfördes för att ta lärdom av andras erfarenheter vid en implementation av en sekundärförpackningsmaskin samt se vilka problem som fanns relaterade till maskinen i produktionslinjen i den rådande driften.
5. Potentiella sekundärförpackningsmaskiner jämfördes ur ett funktionsperspektiv, kostnadsperspektiv samt dimensionsperspektiv, för att utifrån de olika perspektiven kunna avgöra om en implementation var tänkbar.
6. Olika utvecklingsmöjligheter analyserades baserat på kravspecifikationen samt referensbesöket.

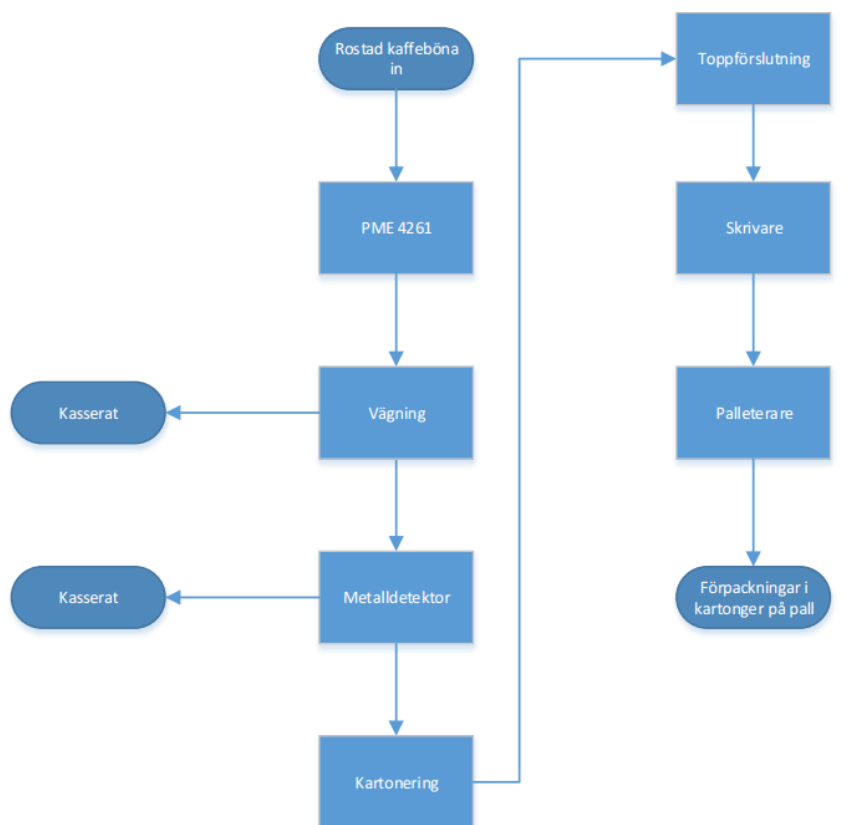
Datainsamling i arbetet gjordes antingen med primärdata eller sekundärdata. Primärdata är data som samlas in genom observationer medan sekundärdata är information som finns i exempelvis böcker, rapporter, internet samt artiklar (Patel och Davidsson, 2003). Primärdata insamlades genom tidmätningar i produktionen och sekundärdata genom manualer som tillhandahölls av maskin respektive transportbandsbyggare. Fördelar med intervjuer var att man fick direktkontakt med kunnig personal som var insatta i produktionen. Nackdelar kunde ha varit om personen som intervjuades var felaktigt informerad och hade fel information. Fördelar med en manual var att all

teknisk data fanns presenterad från leverantören som kunde tänkas ha varit av intresse. Dock var det inte säkert att all data i manualen stämde om ändringar för maskinen utförts vid ett tidigare tillfälle. Tidmätningar gav då ett mer korrekt värde på dess nuvarande kapacitet, men även här kunde fel ha uppstått vid exempelvis handhavarfel.

3 Nulägesanalys

Här beskrivs de rådande förhållandena på produktionslinje fyra i fabriken. Där de olika momenten under kaffebönans transport samt dimensioner illustreras och tidmätningar utförs, för att uppnå kunskap om varje delmoment som är delaktig för transporten av kaffebönan framåt i produktionsledet. Detta görs för att förstå processen bättre och därigenom kunna ta fram rätt frågeformuleringar inför kravspecifikationen. Vidare genomfördes även ett studiebesök samt de framtida behoven kartlagdes för att komplettera kravspecifikationen.

3.1 Produktionslinje fyra



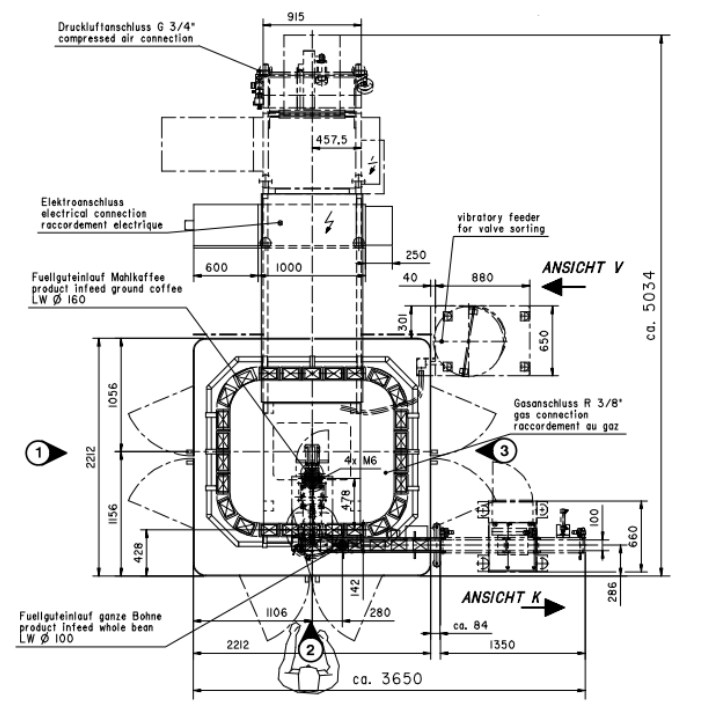
Figur 3.1: Förenklat diagram över produktionslinjen.

Kaffebönans väg från ankomst i fabriken till färdigpackad böna i en påse i kartong på pall i produktionslinje fyra börjar med att bönan anländer till produktionen och avlastas i en silo. Från silon transporteras bönan till en

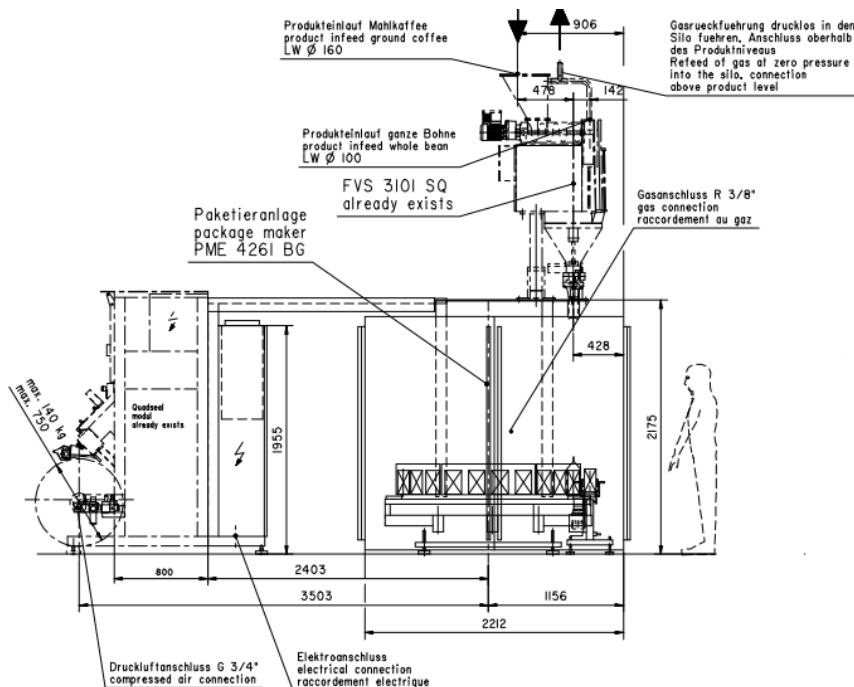
kafferostare och rostar för att därefter transporteras via ett transportrör till en snäckdoserare vilken är integrerad i förpackningsmaskinen, PME 4261, som står i början av produktionslinje fyra (transporten sker med hjälp av lufttryck samt gravitationen), se figur 3.3. Maskinen har en jämn tillförsel av förpackningsmaterial, som under transporttidens gång mot snäckdoseraren, kantförseglas. Förpackningsmaterialet når slutligen fram till snäckdoseraren där förpackningen bottenförseglas och därefter fylls på med exakt volym av dosersnäckan. Kaffeförpackningen skickas nu vidare mot huvudförseglingen. Under transportens gång skakas paketen, för att jämna ut innehållet, packa paketen och förses med koldioxid innan de toppförseglas. Påsen förses med koldioxid för att få bort syret som minskar hållbarheten för kaffet. De toppförseglade paketen fortsätter på transportbandet, etiketteras och matas därefter ut ur maskinen till det efterföljande utmatningsbandet.

Kaffepaketen kommer därefter till en elektrisk kontrollvåg som styrs med en mikroprocessor. Kaffepaketen kommer in från ett inloppsband och passerar en fotocell via vågbandet, där det vägs. Informationen om vikten behandlas och förpackningarna som inte uppfyller önskad vikt gallras ut med hjälp av en utstötningsfunktion. Kontrollvågen gallrar således ut de förpackningar som inte uppnår de gränsvärdesinställningar som gjorts för själva produkten och endast de med rätt vikt transporteras vidare längs produktionslinjen.

Därefter välts paketen från stående till liggandes på transportbandet med hjälp av en tryckluftscylinder, för att sedan passera en metalldetektor. I de fall det skulle detekteras någon form av metall i en kaffepåse, kasseras denna genom att blåsas ut från transportbandet. Kaffepaketen transporteras sedan till två operatörer som står längs transportbandet, där de förpackar kaffepåsarna i kartonger. Därefter skickas kartongerna vidare till en toppförslutare som försluter kartongen med tejp. Efter detta steg kommer kartongerna till en bläckstråleskrivare, Markem 5200 case printer. Kartongerna ettikeras här på både långsida samt kortsida där båda etiketterna scannas som kontroll för att se om de är läsbara. Efter detta moment åker kartongerna till en palleterare som med hjälp av en sugkopp förflyttar kartongerna till en pall, där kartongerna palleteras enligt inprogrammerat mönster. Samtliga transportband som inte är integrerade i någon maskin, förutom bläckstråleskrivarens transportband, är förinställda och regleras ej.



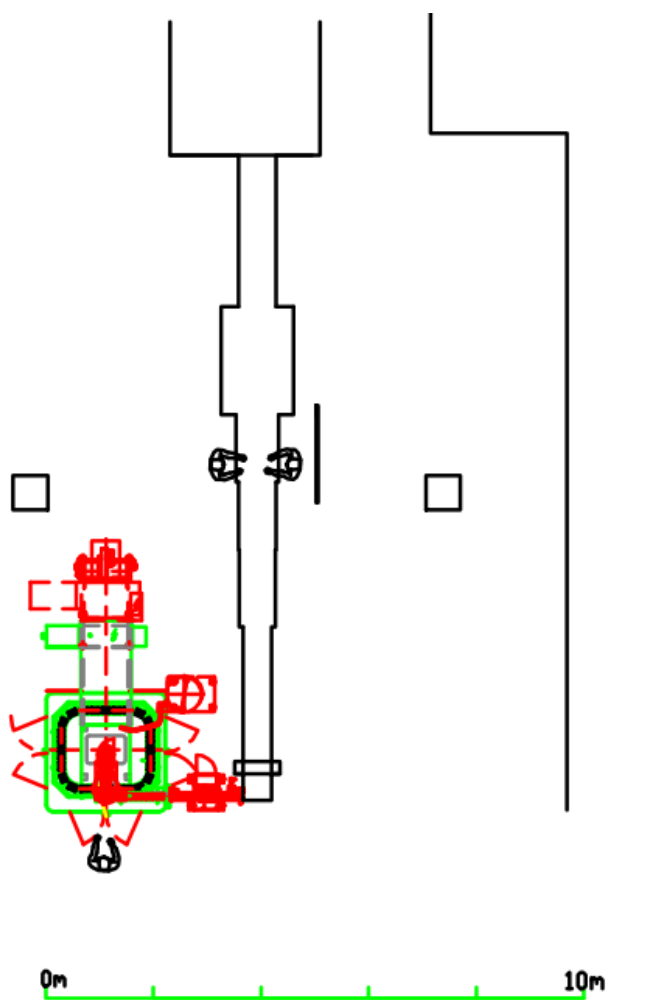
Figur 3.2: PME 4261, sedd ovan ifrån (Bosch, 2012).



Figur 3.3: PME 4261, sedd från sidan (Bosch, 2012).

3.2 Dimensioner

Se figur 3.4 för en 2D ritning över produktionslinje fyra, sedd från ovan. Transportbandets höjd vid gränssnittet till operatörerna har en höjd på 1.09 meter och är inte justerbar. Bläckstråleskrivaren har en höjd av 79 centimeter, vilken är placerad efter operatörerna. Denna är till skillnad från inflödet justerbar och kan sänkas ner 20 centimeter, till en höjd av 59 centimeter som lägst.



Figur 3.4: 2D ritning över produktionslinje fyra

3.3 Kapacitet

Kapacitetsmätningar gjordes längs produktionslinjen för att få information om olika moments maxkapacitet. Anledning var för att kunna hantera flödet längs linjen, för att undvika en köbildning i produktionsledet om hastigheten fram till de olika momenten överskrider vad nästa moment inte har kapacitet att klara av.

3.3.1 Tidsstudie palleterare

Palleteraren är platsbyggd på Jede AB och gick i arvegods när Jedes produktion lades ner. Därför saknades manualer för maskinen vilket medförde att data över dess kapacitet ej fanns tillhandahållna. En tidsstudie för palleteraren utfördes för att beräkna dess maximala kapacitet. Tiden klockades för fem kartonger åt gången för att kunna beräkna tiden det tog för palleteraren att palletera dessa kartonger på pall. Tidtagningen upprepades sedan vid fem olika tillfällen i intervall om fem kartonger, se tabell 3.1.

Tabell 3.1: Tidmätning palleterare

Antal kartonger	Tid (sek)	Kartonger/minut
5	73	4.11
5	73	4.11
5	71	4.26
5	69	4.35
5	69	4.35

Tidmätningen för palleteraren visade att då den kördes på sin maxkapacitet hade den en genomsnittlig tid på 71 sekunder för att palletera fem stycken kartonger. Tidmätningen resulterade i en tid på 73 sekunder för de fem första kartongerna som palleteras, medan de sista fem kartongerna hade en tid på 69 sekunder. Tidsskillnaden berodde på att transportsträckan för palleteraren blev kortare och kortare desto högre kartongerna staplades.

3.3.2 Tidsstudie transportband

Då ingen dokumentation fanns för transportbanden och eftersom leverantören, Stainless Conveyor A/S, inte längre finns kvar, gjordes en tidsstudie för transportbanden, se tabell 3.2. Detta för att ta reda på dess

kapacitet. Sträckan för transportbandet mättes upp till 249 cm och tiden det tog för transportbandet att förflytta sig från start till stopp klockades med hjälp av ett tidtagarur. Tio tidmätningar upprepades efter varandra för att kunna räkna ut ett medelvärde av tidtagningarna. Hastigheten räknades ut för var och en av de olika tiderna som mättes genom formeln;

$$\text{hastigheten} = \text{sträckan} / \text{tiden}$$

Dessa värden omvandlades sedan till enheten meter/minut och ett medelvärde räknades ut för hastigheten som uppgick till 15.94 meter/minut, se tabell 3.2.

Tabell 3.2: Tidmätning transportband

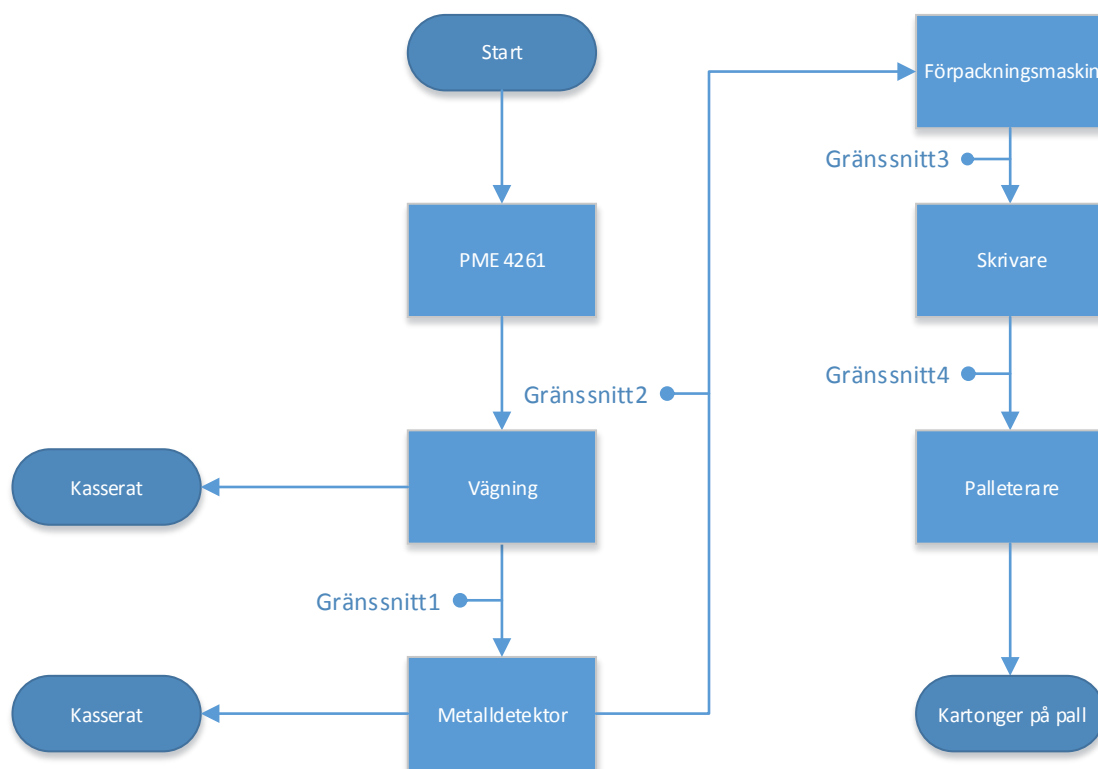
Tid (sek)	Hastighet (cm/sek)	Hastighet (m/min)
9.46	26.32	15.79
9.42	26.43	15.85
9.40	26.49	15.89
9.44	26.38	15.82
9.34	26.66	15.99
9.42	26.43	15.85
9.32	26.72	16.03
9.24	26.95	16.16
9.30	26.77	16.06
9.35	26.63	15.98
Medelvärde	Medelvärde	Medelvärde
9.37	26.58	15.94

3.3.3 PME samt bläckstråleskrivare

Ur manualerna för PME:n framgick den maximala kapaciteten till 50 förpackningar/minut (Bosch 2012). Bläckstråleskrivaren klarar en hastighet om 55 meter/minut (Markem Corporation, 2015).

3.4 Systemintegration

I produktionslinje fyra sker idag ej något signalutbyte maskinerna emellan. Dagens logik är på, samt av, d.v.s. när produktionen av kaffepåsar startas trycker operatören igång maskinerna samt transportbanden var för sig.



Figur 3.5: Flödesschema efter en tänkt implementering av sekundärförpackningsmaskin

Vid en kommande implementering av en sekundärförpackningsmaskin kommer maskinen att vara placerad mellan gränssnitt2 samt gränssnitt3. Gränssnitt2 har för närvarande en höjd på 1.09 meter och en hastighet av transportbandet på 15.94 meter/minut. Vid gränssnitt3 är höjden i nuläget justerbar.

3.5 Produkterna

Produkterna som paketeras är kaffepåsar i format om 200-225 g, 500 g samt 750 g. Kaffepåsarnas mått varierar mellan storlekarna:

225 g: $x = 95 \pm 2$ mm
 $y = 225$ mm
 $z = 64 \pm 2$ mm

500 g: $x = 140 \pm 2$ mm
 $y = 225$ mm
 $z = 85 \pm 2$ mm

750 g: $x = 140 \pm 2$ mm
 $y = 280 - 285$ mm
 $z = 85 \pm 2$ mm


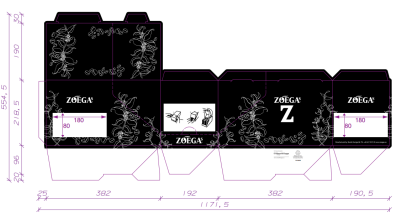

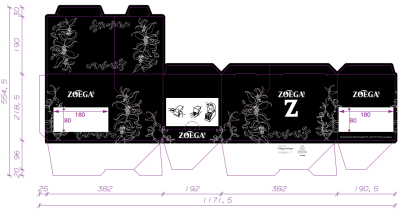






Bild 3.1: Kaffepåsarna som produceras på linje fyra, från vänster; 225g, 500g samt 750g.

3.6 Kartonger

Kaffepåsar om tolv förpackningar för 500g samt åtta förpackningar för 750g paketeras i nuläget i en slitslåda med formatet 388x288x240 mm. 225-gramspåsarna paketeras i en slitslåda med avrivbart lock om tolv påsar som har formatet 379x189x211 mm, även 500-gramspackas i denna kartong om sex förpackningar, se tabell 3.3.

Tabell 3.3: Dagens kartongstorlekar

Produkt	Antal kaffepåsar	Kartong (längd x bredd x höjd)
<p>225 g</p> 	12	<p>379x189x211</p> 
<p>500g</p> 	6	<p>379x189x211</p> 
<p>500g</p> 	12	<p>388x288x240</p> 

<p>750g</p> 	<p>8</p>	<p>388x288x240</p> 
---	----------	---

3.7 Kostnader

De slitslådor som används i dagsläget kostar 5.234 kronor per kartong samt 3.718 kronor per kartong för den mindre slitslådan. Antalet kartonger som producerades 2014 och dess kostnader framgår ur tabell 3.4. Antalet kartonger som producerades år 2014 uppgick till en volym av 331 494 stycken med en totalkostnad om 1 655 472 kronor (OPL 2014), då antalet kartonger och kostnader summerades från tabell 3.4.

Tabell 3.4: Kartongkostnader

Typ av kartong	Antal kartonger	Kostnad (SEK)
Kartong 8x750g	126688	663 085
Kartong 12x500g	152321	797 248
Kartong 6x500g	20789	77 293
Kartong 12x200-225g	31696	117 846

Ur tabell 3.5 utläses att kostnaden för en kartong var 11.69 kronor för 2014 vid manuellt arbete, när kartongernas samt operatörskostnaderna summerades. Eftersom operatörskostnaderna var konfidentiella är operatörskostnaden ett ungefärligt värde.

Tabell 3.5: Kostnad per kartong vid manuellt arbete

Kostnadsfaktorer	Manuellt arbete
Kartonger	1 655 472
Operatörer	2 220 000
Total	3 875 472
Kostnad per kartong	11.69

3.8 Framtida behov

I ett framtidsperspektiv finns funderingar och synvinklar hur produktionen kommer utvecklas och vilka behov en sekundärförpackningsmaskin behöver möta. Möjligheten finns att en maskin kommer behöva klara av en fördubblad kapacitet i framtiden eftersom försäljningsutvecklingen för hela bönor haft en konstant ökning i försäljningsvolym. Om kapaciteten blir för liten kommer en extra fyllningsmaskin (av hela bönor i påsar), troligtvis en extra PME, att behöva placeras bredvid den befintliga PMEn för att därmed kunna öka kapaciteten. Därför måste en framtida sekundärförpackningsmaskin kunna hantera en kapacitetsökning om försäljningen fortsätter att öka i samma takt.

Vidare bör en kommunikation mellan de olika maskinerna ske i framtiden, något som idag saknas. Man bör även se över palleteringssystemet. Idag är produktionslinje ett och två sammankopplade med en gemensam palleterare. I framtiden borde man sammankoppla alla tre linjer till en gemensam palleterare, för att då slippa köra ut pallarna från linje fyra manuellt som de görs idag. Då sannolikheten är stor att palleterare kommer vara i behov av att bytas ut i linje fyra, eftersom den inte har den kapacitet som kan krävas i framtiden, bör man se över möjligheterna att använda en gemensam palleterare för alla linjer.

3.9 Erfarenheter från Finax

Finax är ett livsmedelsföretag som erbjöd möjligheten till ett studiebesök av en av deras produktionslinjer som sekundärförpackar livsmedelsprodukter. Dessa förpackningar var nästintill identiska i dess beskaffenhet jämfört med

kaffepåsarna som förpackas i produktionslinje fyra på Zoégas. Kapaciteten var 50 förpackningar/ minut.

I produktionslinjen fylldes påsen på och åkte därefter igenom en metalldetektor, röntgenmaskin, våg för kontroll, sekundärförpackningsmaskin samt pallrobot. Förpackningsmaskinen var från 2011, från maskinbyggaren Österberg Stora Enso. Paketet förpackas i ett packmönster om 2x5 i en wrap around kartong. Kävakter var placerade längs hela linjen där fel kunde uppstå för att på så sätt kunna stanna maskiner bakåt i ledet. Underhållskostnader för förpackningsmaskinen uppgick till 50 000 kronor per år. Utnyttjandegraden företaget hade var 75 % av den planerade tiden, med ett mål på en utnyttjandegrad av 80 %. Kommunikationen skedde med signalutbyte där produktionslinjen styrdes med PLC från Siemens och Mitsubishi.

Orsak till de vanligaste avbrotten för förpackningsmaskinen var kopplade till omständigheter på primärförpackningarna, när dem kommer in fel till maskinen. Ett annat problem var den varierande luftfuktigheten under årstiderna. På vintern är det låg luftfuktighet vilket medför att wellpappen blir styv och pappen inte går att vika ihop lika lätt. På sommaren är det en högre luftfuktighet vilket resulterar i att wellpappen kan forma sig som en halvmåne. Detta gör att gripverktyget i maskinen kan få svårt att greppa materialet. Det är därför viktigt att specificera kraven på wellpappens form, med maximum och minimum mått på den eventuella halvmånen som kan uppstå. När sekundärförpackaren implementerades uppstod många fel relaterade till maskinen innan upptäckten att primärförpackningar som skulle in i kartongerna var för stora för kartongen. När dimensionerna på paketen ändrades löstes problemet med förpackningsmaskinen och färre avbrott uppstod.

Hade Finax gjort om implementationen av förpackningsmaskinen idag med den erfarenhet de fått från den genomförda implementeringen hade de inte valt en svensk maskin, utan de hade valt en tysk alternativt en italiensk. Anledning är att en svensk maskin upplevs som mindre specialiserade eftersom den inte har någon större marknad och därmed inte kommer upp i några större volymer. Maskinerna upplevs därför som mindre avancerade än exempelvis en tysk maskinleverantör. Finax nämnde att Somic var en bra maskinbyggare.

Omställningstiderna är en annan punkt som bör tas hänsyn till enligt Finax. Det blir aldrig bra om man skall skruva själv och mäta med måttband, utan

det bästa är om detta kan göras enkelt per automatik alternativt att förinstallerade omställningspunkter finns. Vidare så ansågs sekundärförpackningsmaskiner fungera bättre om man kör på halva kapaciteten eftersom man får en mjukare maskinrörelse som inte är så ryckig vilket medför ett högre OE tal. Det var även viktigt att se vilka behov som kunde finnas för ett kösystem samt att ha ett nödstopp där hela linjen kan stannas upp om nödstoppet utlöses.

4 Kravspecifikation

En kravspecifikation används som underlag för vad som skall göras för att på så sätt få en klar bild för både kravhanteraren samt beställaren över uppgiften som skall utföras. I kravspecifikationen skall uppgiftens krav tydligt framgå och därmed vara väl dokumenterade. Kraven innefattar under vilka förutsättningar systemet skall verka, vilka funktioner som skall ingå och vilka egenskaper som skall uppfyllas (Kotonya & Sommerville, 1997).

Då en kravspecifikation utformas ser man över behoven från tre olika behovsperspektiv; Kundens behov, Zoégas behov samt behovet för det befintliga systemet för att därmed få en helhetsbild på de krav som är tvungna att uppfyllas.

4.1 Kunden

Kunden består av livsmedelsbutiker, restauranger samt andra företag som tillhandahåller kaffe till anställda eller konsumenter. Kundens behov måste tas hänsyn till eftersom man gärna vill behålla samt vinna nya kunder för att öka marknadsandelar.

- Färre antal kaffepåsar i varje kartong för 500-gram samt 750-gramspåsarna
- 12 stycken förpackningar i varje kartong för 225-gramspåsarna
- 400 mm maximal längd på kartongen
- Displayfärdiga kartonger med avdragbart lock
- Stående förpackningar i kartongen

Tolv kaffepåsar för 500-gramspåsen per kartong upplevs som för många kaffepåsar enligt vissa kunder och Zoégas. Anledning är att antalet kaffepåsar per kartong inte får plats i butikshyllan samt att mindre butiker har svårt att sälja alla förpackningar i kartongen. Med mindre antal förpackningar per kartong minskar kunden dels risken för att varor blir gamla men också svinnet, då de produkter som inte får plats i hyllan inte behövs tryckas in i hyllan med våld. Antalet kaffepåsar per kartong beror således på hyllans utformning, logistik, kostnad, materialåtgång samt flaskhalsen i produktionslinjen.

Kaffet förpackas helst enligt kunden i kartonger som skall vara hyllfärdiga med ett avrivbart lock som kan tas bort då kartongerna anländer till butiken för att enkelt ställas in på hyllorna. Så är det enklare för personalen i butiken att packa upp kaffet. Dessutom minskas svinnet p.g.a. att det blir mer varsam hantering av kaffet.

4.2 Zoégas

Zoégas är företaget som producerar kaffe. Olika krav samt synpunkter finns både från företagsledningen samt anställda hur produktionen bör se ut i framtiden.

- Sekundärförpackningsmaskin
- Wrap-around kartong
- Skjutfunktion på maskin
- En kapacitet om 50 förpackningar/minut
- Möjlighet till fördubblad kapacitet
- Säkert att använda maskinen
- Tillförlitligt
- Kunna klara av framtida format
- Kommunikation mellan förpackningsmaskinen och övriga delmoment
- Om kaffepåsarna är i behov av att tryckas ihop i en framtida kartong ska sekundärförpackningsmaskinens ihopfällningsmekanism vara kapabel att fälla ihop kartongen och limmet måste ha lämplig hållbarhet samt få tillräckligt med tid att torka

I fabriken ska kartoneringen ske med en sekundärförpackningsmaskin. Maskinen ska i ett första skede kunna hantera ett inflöde på 50 förpackningar/minut och ha en möjlighet till en fördubblad kapacitet. Formaten kan komma att förändras och således måste en kommande förpackningsmaskin vara flexibel.

Maskinen bör med fördel inneha en skjutfunktion, som skjuter förpackningarna in i kartongen istället för att lyfta. Genom att ha en skjutfunktion istället för en robotarm undviker man problematiken med att påsarna kan vara svåra att greppa speciellt då kaffepåsens material är glatt som

vid kombinerad luftfuktighet kan ställa till problem. En maskinlösning med en robotarm istället för skjutfunktion blir därför mer komplicerad då fler parametrar måste hållas i åtanke, såsom luftfuktighet samt materialet av produkterna samtidigt som det inte skapar något större värde för själva förpackningsprocessen i detta fall.

4.3 Befintliga systemet

Det befintliga systemet består av produktionsmiljön samt alla nuvarande moment i produktionslinje fyra, vars krav och betingelser måste tas hänsyn till när en sekundärförpackningsmaskin skall integreras i detta system.

- Dimensioner
- Plats för en extra PME bredvid den befintliga, 5.034x3.65m
- Inflöde
- Utflöde
- Måste kunna transporteras in i produktionen vid installationen genom en yta om 2.440x3.000 meter. Om palleteraren inte förflyttas blir minsta yta att transportera in sekundärförpackningsmaskinen i produktionen vid installation: 2.150x2.350 meter
- Tillgång till tryckluft och el
- Skall klara en temperatur som varierar mellan +20°C – +30°C
- Skall klara av variationen i luftfuktigheten under året

5 Framtida utvecklingsmöjligheter

I följande kapitel utreds kaffepåsarnas och kartongernas format för att ta reda på vilka packmönster samt sekundärförpackningar en förpackningsmaskin måste kunna hantera. Ett förslag till systemintegrationen ges samt hur produktionen kan tänkas se ut med de olika sekundärförpackningsmaskinerna på plats. Utifrån besparingarna skapades en nollpunktsanalys för maskinerna för att se vid vilken brytpunkt en eventuell investering börjar gå med vinst.

5.1 Förpackningsmaskinsleverantörer

När en kravspecifikation fastställts gjordes en utvärdering av marknaden för att granska vilka förpackningsmaskinsleverantörer som kunde vara intressanta gentemot de krav sekundärförpackningsmaskinen skulle kunna hantera. Valet föll på de tre maskinleverantörerna NOR-REG, Somic och Spitze. Då erfarenheten från Finax var att en tysk eller italiensk maskin skulle vara optimalt ur många hänseenden, valdes Somic till jämförelsen, då just denna leverantör förespråkats. Spitze valdes som alternativ då Rockwell rekommenderat deras förpackningsmaskiner. NOR-REG presenterade bra förpackningsmaskinslösningar, varför även den maskintillverkaren valdes att ha med i jämförelsen.

Tabell 5.1: Jämförelse av sekundärförpackningsmaskiner

Egenskaper	NOR-REG	Somic	Spitze
Maskinnamn	WP GL LE18	424 W3	WA 11043
Höjd för inflöde (mm)	1584	800+/-25	700-800
Höjd för utflöde (mm)	482	860+/-25	700-800
Dimensioner (mm) (längd x bredd x höjd)	3700x3200x24 00	4800x2640x2 800	3903x1956x24 65
Kapacitet (kartonger/minut)	18	25	20
PLC	Siemens S7	Siemens	Rockwell
Temperatur	+0°C -+30°C	+15°C - +28°C	-

Luftfuktighet (%)	30-60	40-70	-
Tillförlitlighet (%)	96	97	98
Strömtilförsel	3x400 V AC, PE + N 32 A	3x400 V AC, 50 Hz, 35 A	3x400 V AC, 50 Hz, 20 A
Omställningstid mellan format (minuter)	10	-	-
Minsta kartongstorlek, mm (längd x bredd x höjd)	198x120x80	270x120x150	200x150x100
Största kartongstorlek, mm (längd x bredd x höjd)	400x400x300	450x300x280	400x300x300
Pris (Totala kostnaden för maskin, transport samt installation) SEK	2 929 540	3 393 678	2 030 000
Underhållskostnader/år (SEK)	50 000	50 000	50 000
Elförbrukning (kW/h)	7	9	4
Garanti (månader)	12	12	24
Land	Norge	Tyskland	Sverige

Fördelarna med maskin WP GL LE18 från NOR-REG är att den har en kort omställningstid mellan de olika formaten, klarar av det temperaturintervall som angetts i kravspecifikationen samt har en hög tillförlitlighet.

Fördelarna med maskin 424 W3 från Somic är att den har en hög kapacitet, då den kan hantera 25 kartonger/minut. Den har även en hög tillförlitlighet. En nackdel med maskinen är att den endast har ett temperaturintervall mellan +15°C - +28°C, vilket innebär att maxtemperaturen kommer överstigas under sommarmånaderna.

Fördelarna med maskin WA 11043 från Spitze är att den har en garanti på två år, har hög tillförlitlighet och produceras i närområdet. En fördel är även att

Spitze har en mindre organisation och därigenom ej ett dyrt säljteam. Vidare kan maskinen om önskas beställas till ett lägre pris med mindre kapacitet för att senare kunna modifieras för att uppnå en högre kapacitet.

En nackdel är att temperaturen samt luftfuktigheten ännu inte har specificeras för vad själva förpackningsmaskinen ska klara av (enligt muntlig uppgift från tillverkaren ska detta dock ej vara ett problem). En annan nackdel kan även vara att man som skandinavisk maskintillverkare inte har en lika stor marknad såsom exempelvis den tyska maskintillverkaren Somic. Risk finns då att maskinen inte blir lika avancerad. Detta bör dock ses som väldigt generaliserat.

5.2 Kartongmått

Kartongens mått är viktigt att specificera i en kravspecifikation för en sekundärförpackningsmaskin eftersom kartoneringen är maskinens huvudsyfte. Mönstret kaffepåsarna skall ha är därför betydelsefullt då det lägger grunden för vilken storlek kartongen kommer att ha, varför ett förslag på packmönster arbetades fram.

Efter möten med marknadsavdelningen, kartongansvarig, säljare samt leverantören av kartonger bestämdes tre olika förslag på mönster för primärförpackningarna. De olika kombinationerna av kaffepåsar per kartong bestämdes ur ett kundperspektiv att antingen ha ett packmönster om ett face 1x4, två face om 2x3 eller 2x4 (se tabell 5.3). För 225-gramspåsarna fastslogs att packmönstret bibehålls om 2x6 förpackningar, vilket således innebär att kartongmåttan förblir i princip som de är i nuläget.

5.2.1 Butikshyllans utformning

EU standarden för en butikshylla har måttet 400 mm i djup, vilket medför att kartongens optimala djup bör vara 400mm om man vill utnyttja hyllan maximalt. För de olika mönstren av kaffepåsar; 1x4, 2x3 samt 2x4 innebär djupet antingen 255 mm för mönstren 2x3 respektive 340 mm för 1x4 samt 2x4. Det innebär att en kombination där fyra kaffepåsar placeras efter varandra erhålls en utnyttjandegrad av hyllan på 85 %, jämfört med 64 % i det fall man väljer att placera tre kaffepåsar efter varandra.

5.2.2 Packmönster på pall

Då kartongerna ska staplas på en pall för att transporteras vidare i logistikkedjan från leverantören till kunden är packmönstret en central del. Det är viktigt att man får en pall som är stabil och hanteringsvänlig samt att arean på pallen utnyttjas optimalt med det valda packmönstret.

Programvaran Cape användes för att illustrera vilket packmönster som var mest optimalt, ur en logistisk synvinkel, vid de tre olika kombinationerna ett enkelface 1x4, ett dubbelface 2x4 och ett dubbelface 2x3 för 500-gram samt 750-gramspåsarna. Figur 5.1 visar ett dubbelface med 2x3 kaffepåsar. Här erhåller man en total utnyttjandegrad av pallen på 73.6 %. Figur 5.2 illustrerar packmönstret för ett dubbelface med 2x4 kappesåsar. Med nämnd kombination uppnår man en utnyttjandegrad av 89.6% av arean. Figur 5.3 åskådliggör packmönstret för ett enkelface 1x4, där en utnyttjandegrad av arean uppgår till 90.8%. Kartongernas tjocklek vid ovannämnda mönster sattes till två millimeter och var exakt anpassade till förpackningarnas mått med inget spelrum i djup eller bredd.

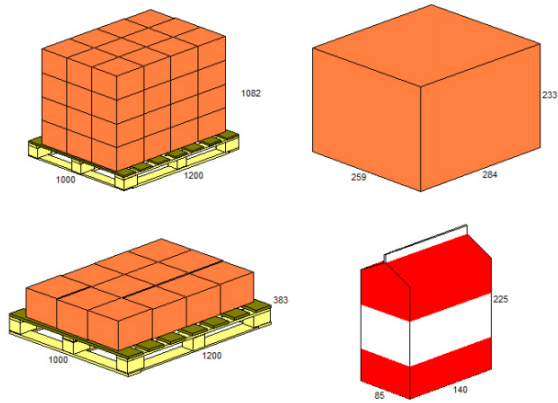
Tabell 5.2: Jämförelse av packmönster

	1x4	2x3	2x4
Utnyttjandegrad på pall (%)	90.8	73.6	89.6
Utnyttjande av djupet för hyllan i butik (%)	85	64	85

De bör nämnas att mönstret som Cape räknat fram skall kunna hanteras av palleteraren. Om kartongerna staplas konventionellt jämte varandra blir utnyttjandegraden av pallen mindre och ännu mer luft kommer att transporteras.

Load Ref.	3 C	6	Gable End / Carton
Cube Used	72,2 %	288	Gable End / Load
Area Used	73,6 %	12	Carton / Layer
Pallet type	UKSTD	4	Layer / Load
		48	Carton / Load

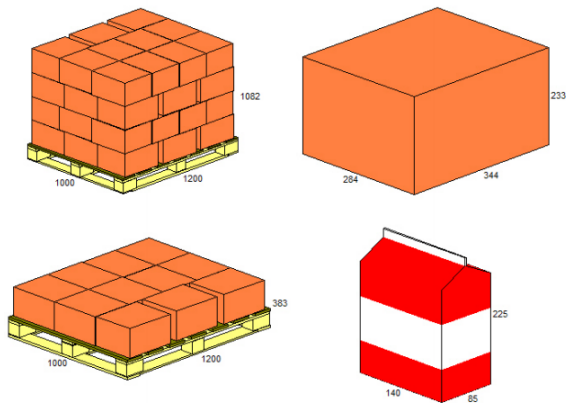
	Length	Width	Height	Net	Gross
Gable En(OD)	140,0	85,0	225,0 mm	0,4800	0,5000 Kg
Carton (OD)	284,0	259,0	233,0 mm	3,0000	3,0005 Kg
Product	1136,0	777,0	932,0 mm	144,0000	144,0240 Kg
Load	1200,0	1000,0	1082,0 mm	144,0240	149,0240 Kg



Figur 5.1: Packmönster för 2x3

Load Ref.	1 I	8	Insert / Carton
Cube Used	83,5 %	352	Insert / Load
Area Used	89,6 %	11	Carton / Layer
Pallet type	UKSTD	4	Layer / Load
		44	Carton / Load

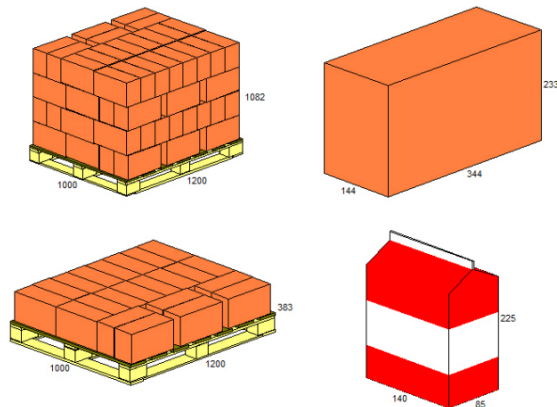
	Length	Width	Height	Net	Gross
Insert (OD)	140,0	85,0	225,0 mm	0,4800	0,5000 Kg
Carton (OD)	344,0	284,0	233,0 mm	4,0000	4,0006 Kg
Product	1136,0	972,0	932,0 mm	176,0000	176,0264 Kg
Load	1200,0	1000,0	1082,0 mm	176,0264	201,0264 Kg



Figur 5.2: Packmönster för 2x4

Load Ref.	3 I	4	Insert / Carton
Cube Used	84,6 %	352	Insert / Load
Area Used	90,8 %	22	Carton / Layer
Pallet type	UKSTD	4	Layer / Load
		88	Carton / Load

	Length	Width	Height	Net	Gross
Insert (OD)	140,0	85,0	225,0 mm	0,4800	0,5000 Kg
Carton (OD)	344,0	144,0	233,0 mm	2,0000	2,0004 Kg
Product	1152,0	976,0	932,0 mm	176,0000	176,0352 Kg
Load	1200,0	1000,0	1082,0 mm	176,0352	201,0352 Kg



Figur 5.3: Packmönster för 1x4

5.2.3 Kostnad och materialåtgång

Ju färre kaffepåsar som paketeras per kartong, desto större blir kostnaden per produkt. Det är därför en viktig aspekt att se över den totala kostnaden att paketera och transportera en kaffepåse ut till kunden. Materialåtgången blir också större då färre påsar paketeras i kartongen än vad som skulle få plats, vilket påverkar miljön negativt.

5.2.4 Basmodulprincipen


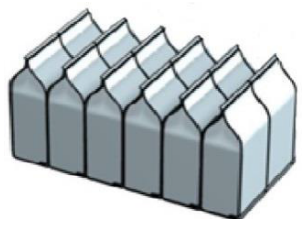




Måtten antogs att vara 390x190x220 mm för 225-gramspåsarna, 390x290x220 mm för 500-gram samt 390x290x280 mm för 750-gramspåsarna enligt basmodulprincipen för hur kartongmått bör vara på pall (Balzano et al. 2012). Basmodulprincipen gör gällande för ett antal basmoduler som är optimala för att packas på en EU-pall om 800x1200mm. För att anpassa ytterförpackningen, basmodulen, till lastpallens mått bör ytterförpackningen minskas med 10 mm i längd samt djup. En basmodul på 600x400 mm bör då ha yttermått 590x390 mm (Balzano et al. 2012) Därav har kartongmått uppskattats till 390 mm på djupet för att på så sätt kunna utnyttja butikshyllan maximalt.

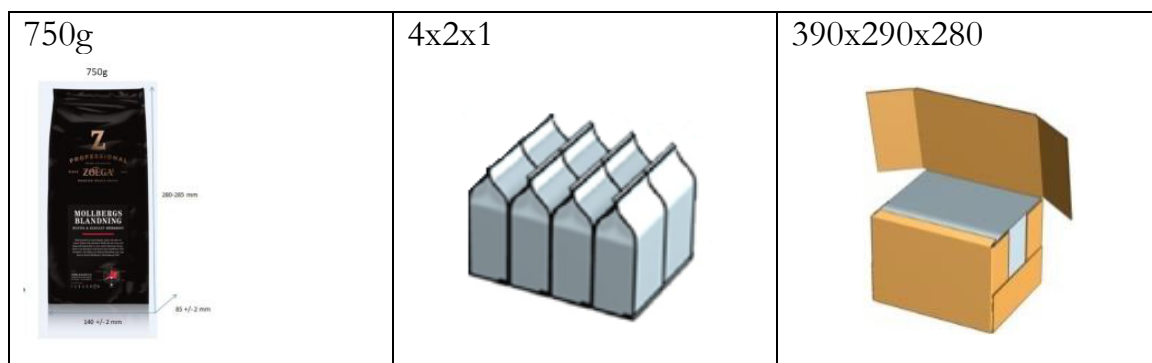
Vidare antogs att kartongen fylls med kaffeförpackningar i ett mönster om 2x4. Vid ett mönster om 2x4 utnyttjas 340 mm av kartongens 390 mm längd. Detta innebär att påsarna kommer ha 50 mm till godo i djupet av kartongen. Under kaffepåsarnas transport trycks dock kaffet ner i påsen vilket medför att påsen blir en aning bredare än de är vid tillverkning. Genom att minska höjden på kartongen kan då mindre luft transporteras. En utredning bör göras huruvida kaffepåsarnas format ska bibehållas eller formateras om för att transportera så lite luft som möjligt.

5.2.5 Antaganden angående kartongstorlek

Produkten, dess valda packmönster samt det antagna mått på wrap around kartongen illustreras i tabell 5.3.

Tabell 5.3: Kartongstorlekar (Graef 2015)

Produkt	Packmönster (antal påsar per rad x antal rader x antal lager)	Kartong (längd x bredd x höjd)
200-225g 	6x2x1 	390x190x220 
500g 	4x2x1 	390x290x220 



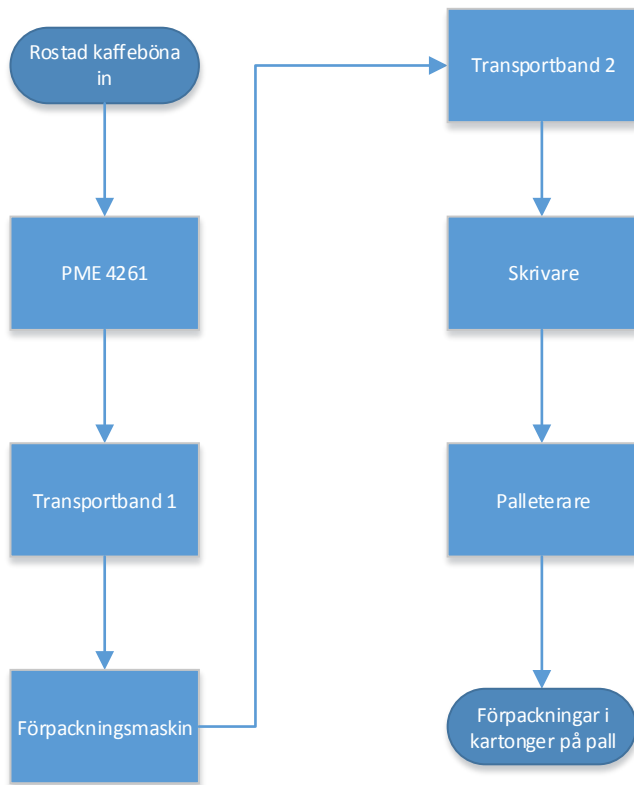
5.3 Förslag på systemintegration

Ett förslag på systemintegrationens kommunikation ges eftersom ett flertal fördelar finns såsom att säkerheten ökar, återställningstiden tar kortare tid (om ett fel har inträffat) och att produkterna hanteras varsammare. Dessa fördelar beror främst på att produkternas inflöde till det felaktiga momentet upphör och att den efterföljande uppstädningen av produkter tar kortare tid. Anledningen till att säkerheten ökar beror t.ex. på om en person utsätter sig själv för fara kan en iakttagande person stänga av hela produktionslinjen genom att trycka på nödstopp.

Produktionslinjen har i nuläget en obefintlig kommunikation. Förslaget som ges till Zoégas är att kommunikationen bör ske via t.ex. EtherNet IP eller ProfiNet så att varje delmoment kan kommunicera sinsemellan i realtid. EtherNet IP och ProfiNet bygger på Ethernet standarden och möjliggör dessutom informationsutbyte i realtid. Med andra ord kan tiden bestämmas för ett datapaket att anlända (Advantech 2011).

5.3.1 Logiska villkor

Efter egna reflektioner samt evaluering av hur andra livsmedelsproducenter valt att låta delmomenten i produktionslinjerna att kommunicera utformades följande logiska villkor för när delmomenten, se figur 5.4, ska vara aktiva.



Figur 5.4: Delmoment som skall förstås kommunicera

Palleterare,

- !Nödstop

Skrivare

- !Nödstop

And

- Palleterare fungerar

Transportband 2

- !Nödstop

And

- Palleterare fungerar

And

- Skrivare fungerar

Förpackningsmaskin

- INödstop

And

- Palleterare fungerar

And

- Skrivare fungerar

Transportband 1

- INödstop

And

- Palleterare fungerar

And

- Skrivare fungerar

And

- Förpackningsmaskin fungerar

PME

- INödstop

And

- Palleterare fungerar

And

- Skrivare fungerar

And

- Förpackningsmaskin fungerar

Ur ovanstående logik utläses att om ett delmoment inte fungerar så stängs samtliga moment av som befinner sig före delmomentet som ej fungerar. Rapporteringen om att ett delmoment slutat fungera sker antingen genom kövakt eller en scanner (som läser av om etiketten är läsbar), se tabell 5.4.

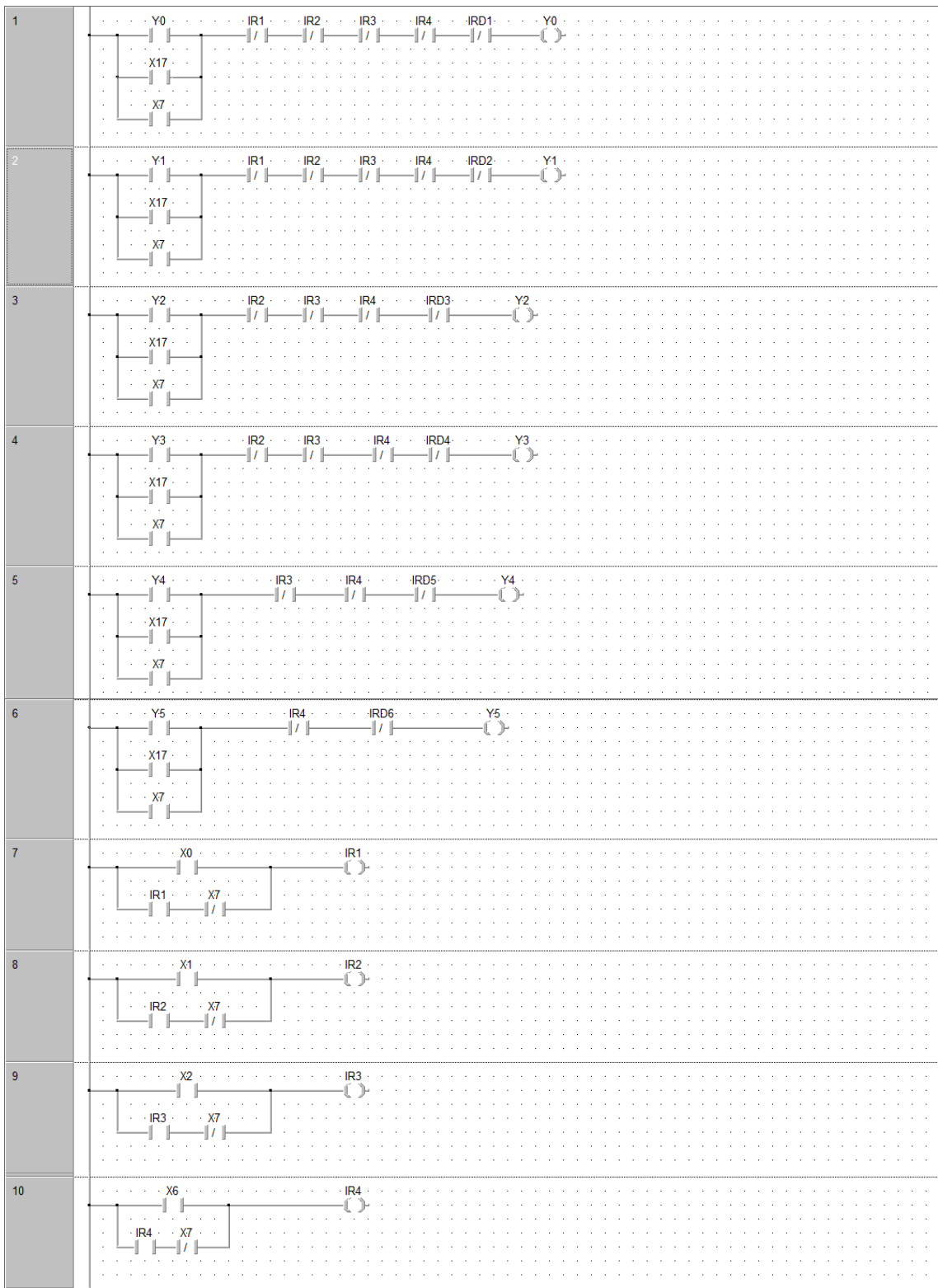
Tabell 5.4: Signaler

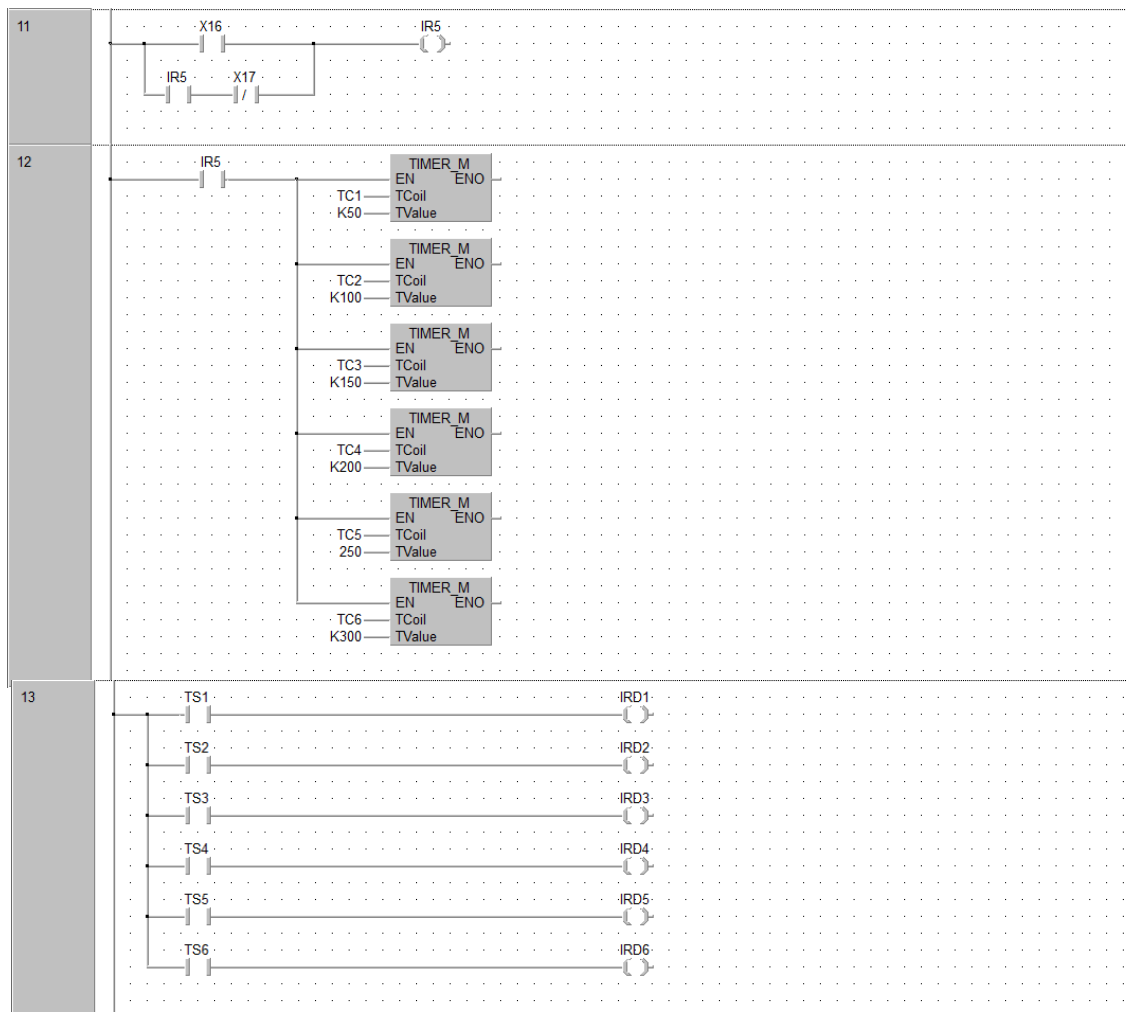
Delmoment	Signal från
Palleterare	Kövakt
Skrivare	Scanner
Förpackningsmaskin	Kövakt
Nödstopp	Knapp

Kövakterna bör placeras ut på ett rimligt avstånd från palleteraren respektive förpackningsmaskinen för att så snabbt som möjligt upptäcka problem men samtidigt tolerera en naturlig köbildning. Scannern bör placeras direkt efter skrivaren så att etiketten skannas av direkt efter att kartongen har etiketterats när lådan fortvarande är rättvänd. Signalerna kommer att skickas till en masterenhet som lämpligtvis kommer ha två knappar, en för stopp och en för återställning. Masterenheten kommer att vara kopplad till samtliga delmoment och är ansvarig för att behandla mottagna signaler samt skicka ut signaler för att stänga av delmoment eller återställa momenten.

5.3.2 Simulering med PLC

En simulering utfördes med hjälp av styrsystemet Mitsubishi MELSEC FX-32MR. Denna PLC har 16 in-och utgångar. Programvaran som användes var GX IEC Developer, där man med hjälp av ladderdiagram konstruerade de önskade villkoren, se figur 5.5.

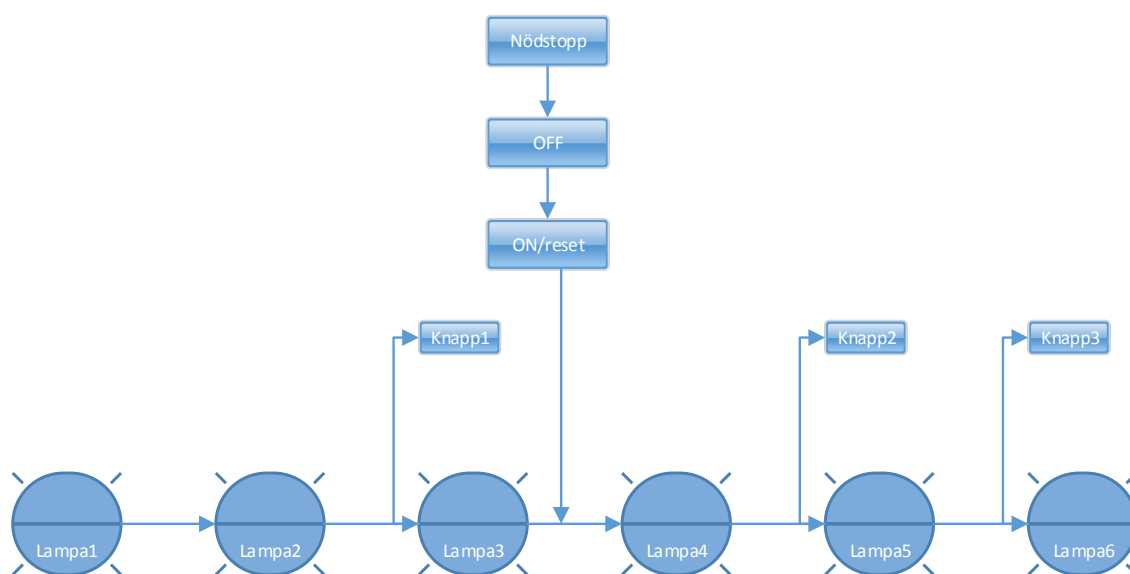




Figur 5.5: Ladderdiagram över styrsystemet

Tabell 5.5: Globala variabler

	Class	Identifier	MIT-Addr.	IEC-Addr.	Type	Initial
0	VAR_GLOBAL	IR1	M2	%MX0.2	BOOL	False
1	VAR_GLOBAL	IR2	M3	%MX0.3	BOOL	False
2	VAR_GLOBAL	IR3	M4	%MX0.4	BOOL	False
3	VAR_GLOBAL	IR4	M5	%MX0.5	BOOL	False
4	VAR_GLOBAL	IR5	M6	%MX0.6	BOOL	False
5	VAR_GLOBAL	IRD1	M7	%MX0.7	BOOL	False
6	VAR_GLOBAL	IRD2	M8	%MX0.8	BOOL	False
7	VAR_GLOBAL	IRD3	M9	%MX0.9	BOOL	False
8	VAR_GLOBAL	IRD4	M10	%MX0.10	BOOL	False
9	VAR_GLOBAL	IRD5	M11	%MX0.11	BOOL	False
10	VAR_GLOBAL	IRD6	M12	%MX0.12	BOOL	False



Figur 5.6: Modell över den fysiska representationen

Tabell 5.6: In och utgångar på PLC för de fysiska samt tänkta momenten

Fysisk representation	Tänkt representation	In/utgångar på PLC
Lampa1	PME 4261	Y0
Lampa2	Transportband1	Y1
Lampa3	Förpackningsmaskin	Y2
Lampa4	Transportband2	Y3
Lampa5	Skrivare	Y4
Lampa6	Palleterare	Y5
Knapp1	Kövakt	X0
Knapp2	Scanner	X1
Knapp3	Kövakt	X2
Knapp4(OFF)	OFF	X16
Knapp5 (Nödstopp)	Nödstopp	X7
Knapp6 (ON)	ON	X17
Knapp7 (Reset)	Reset	X6

5.3.3 Förklaring till kod

Se kod figur 5.5.

Koden fungerar enligt följande:

Då man trycker på ON slås PME, transportband1, förpackningsmaskin, transportband2, skrivare samt palleterare på.

Om kövakt1 ger utslag stängs PME samt transportband1 av.

Om scannern ger utslag stängs PME, transportband1, förpackningsmaskin samt transportband2 av.

Om kövakt2 ger utslag stängs PME, transportband1, förpackningsmaskin, transportband2 samt skrivare av.

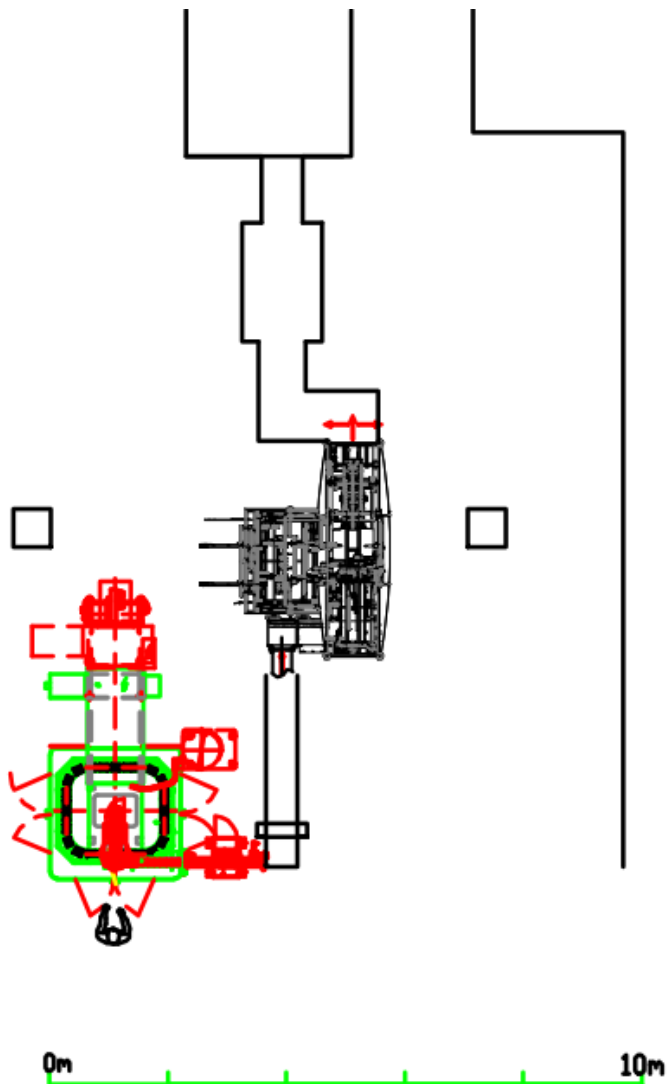
Om man trycker på nödstopp stängs samtliga moment av.

Om man trycker på reset återställs alla moment.

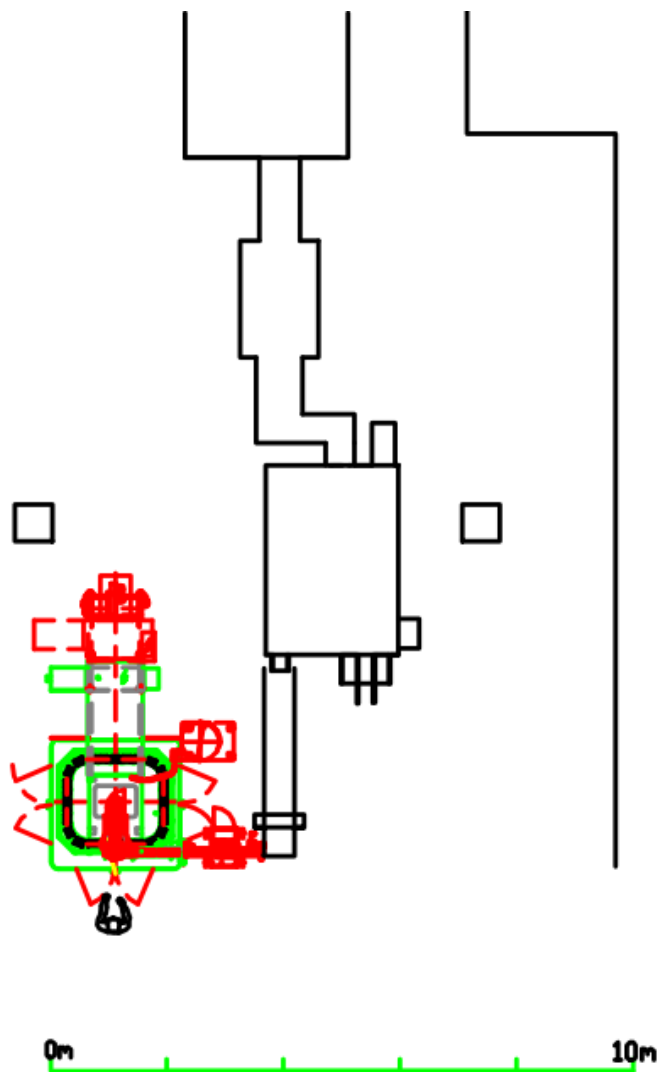
Om man trycker på OFF stängs samtliga moment av med en fördröjning på 5 sekunder.

5.4 Ritning av sekundärpackare i produktionslinje fyra

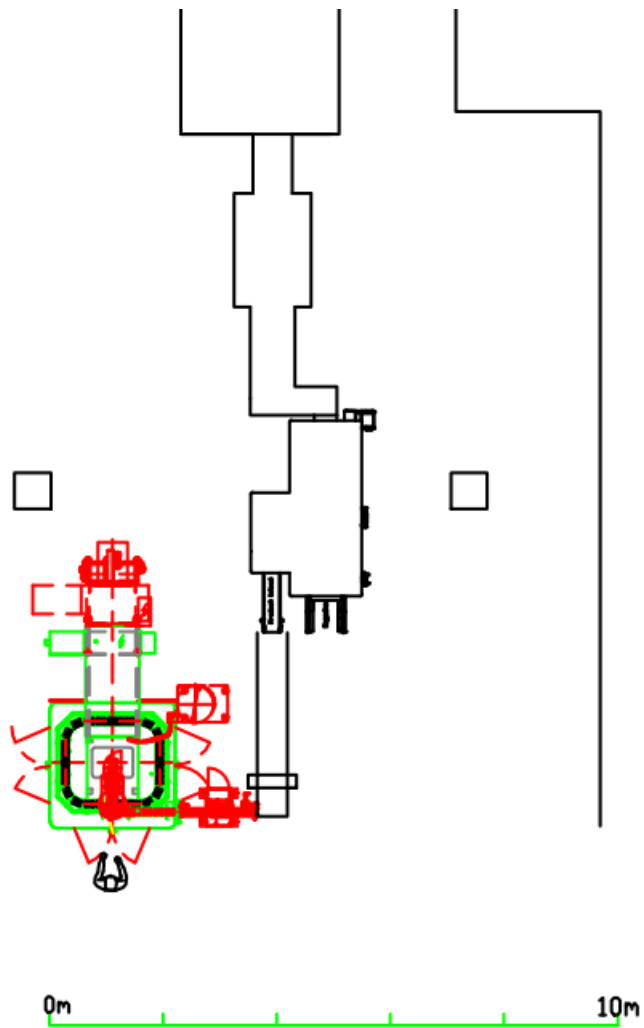
Här nedanför följer ritningar som gjordes i AutoCad för att se hur platsen utnyttjas med de olika sekundärförpackningsmaskinerna.



Figur 5.7: 2D ritning över linje fyra med maskin WP GL LE18 från NOR-REG



Figur 5.8: 2D ritning över linje fyra med maskin 424 W3 från Somic



Figur 5.9: 2D ritning över linje fyra med maskin WA11043 från Spitze

5.5 Nollpunktsanalys

Kostnaderna i nuläget samt potentiella kostnader och besparingar i framtiden sammanställdes. Utifrån dessa räknades en produktionskostnad per kartong ut för dagsläget samt i framtiden om kartoneringen automatiserats, se tabell 5.7. Besparingarna som kan göras med en sekundärförpackningsmaskin är att öka hastigheten på produktionen eftersom operatörerna är flaskhalsen (OPL, 2014). Andra besparingar är att de framtida kartongerna kan förpackas i en wrap around kartong samt att operatörskostnader försvinner.

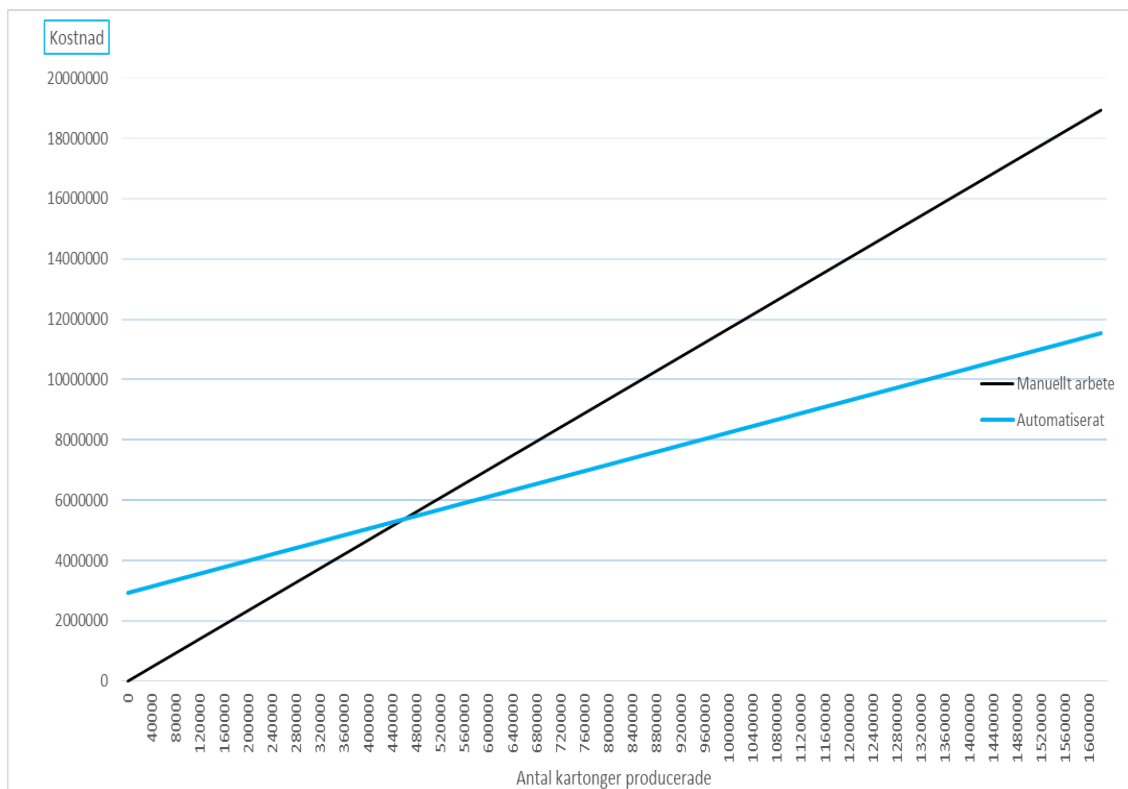
Totala antalet kartonger som producerades år 2014 uppgick till en volym av 331 494 stycken med en total kostnad om 1 655 472 kronor. Med en wrap around kartong hade kostnaden istället blivit 1 262 284 kronor om kartongens format samt antalet påsar i den bibehålls. Vilket innebär en minskad kostnad med 393 188 kronor.

En kostnad som tillkommer vid automatisering är underhållskostnader för sekundärförpackningsmaskinen som uppskattades (enligt flertal samstämmiga muntliga källor) till 50 000 kr per år samt elkostnad som uppskattades till runt 5000 kr. Elkostnaderna räknades ut baserat på priset per kWh multiplicerat med produktionslinjens drifttimmar under 2014.

Tabell 5.7: Kostnad per kartong

Kostnadsfaktorer (kr)	Manuellt arbete	Automatiserat
Kartonger	1 655 472	1 262 284
Operatörer	2 220 000	740 000
Hastighet	0	-295 000
Underhållskostnad maskin	0	50 000
Elpris	0	5000
Total	3 875 472	1 762 284
Kostnad per kartong	11.69	5.32

Ur tabell 5.7 utläses att kostnaden för att producera en kartong var 11.69 kronor för 2014 samt att om produktionslinjen varit automatiserad hade kostnaden blivit 5.32 kronor. I nollpunktsanalysen antogs att antalet kartonger som produceras i framtiden kommer vara samma som för 2014.



Figur 5.10: Nollpunktsanalys för WP GL LE18/NOR-REG

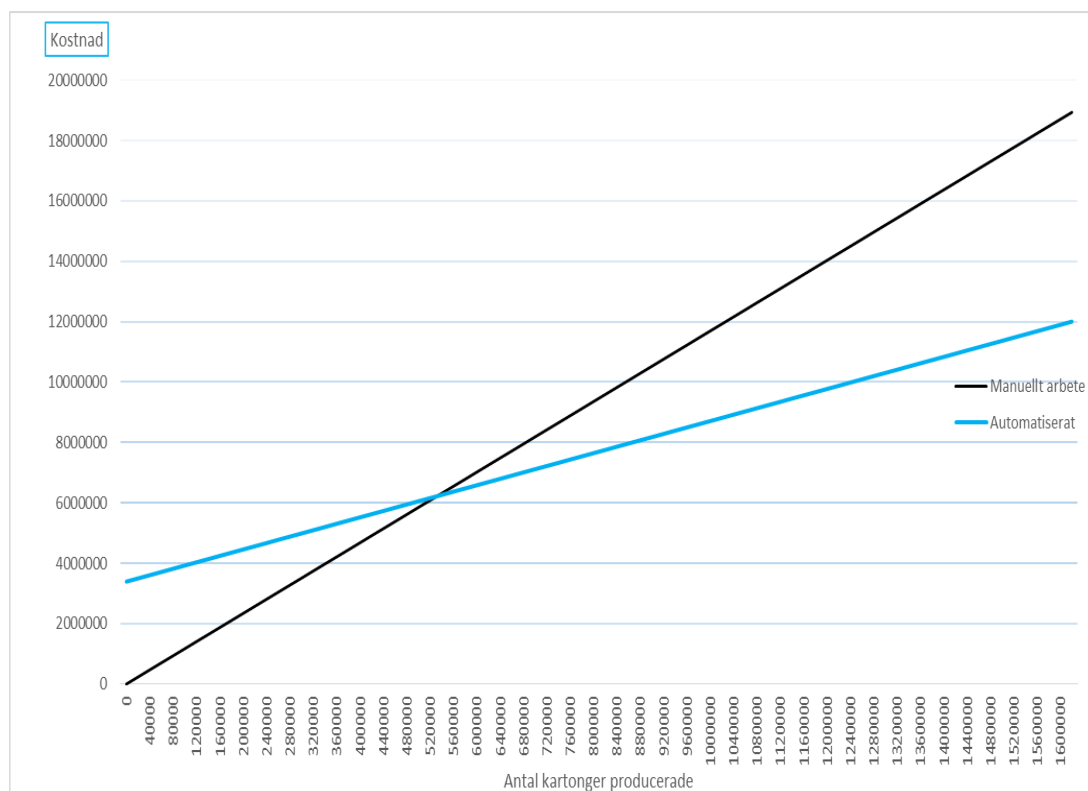
Nollpunkten för maskinen WP GL LE18 räknades ut enligt följande:

$$\begin{aligned}
 x &= \text{antalet kartonger} \\
 11.691x &= 5.316x + 2\,929\,540 \\
 x &= 459\,555
 \end{aligned}$$

Förpackningsmaskinen kommer därmed vara återbetald när 459 555 kartonger producerats.

Efter 506 dagar uppnås nollpunkten enligt uträkningen:

$$506 \text{ dagar} = \frac{459\,555 \text{ kartonger}}{331\,494 \text{ kartonger} / 365 \text{ dagar}}$$



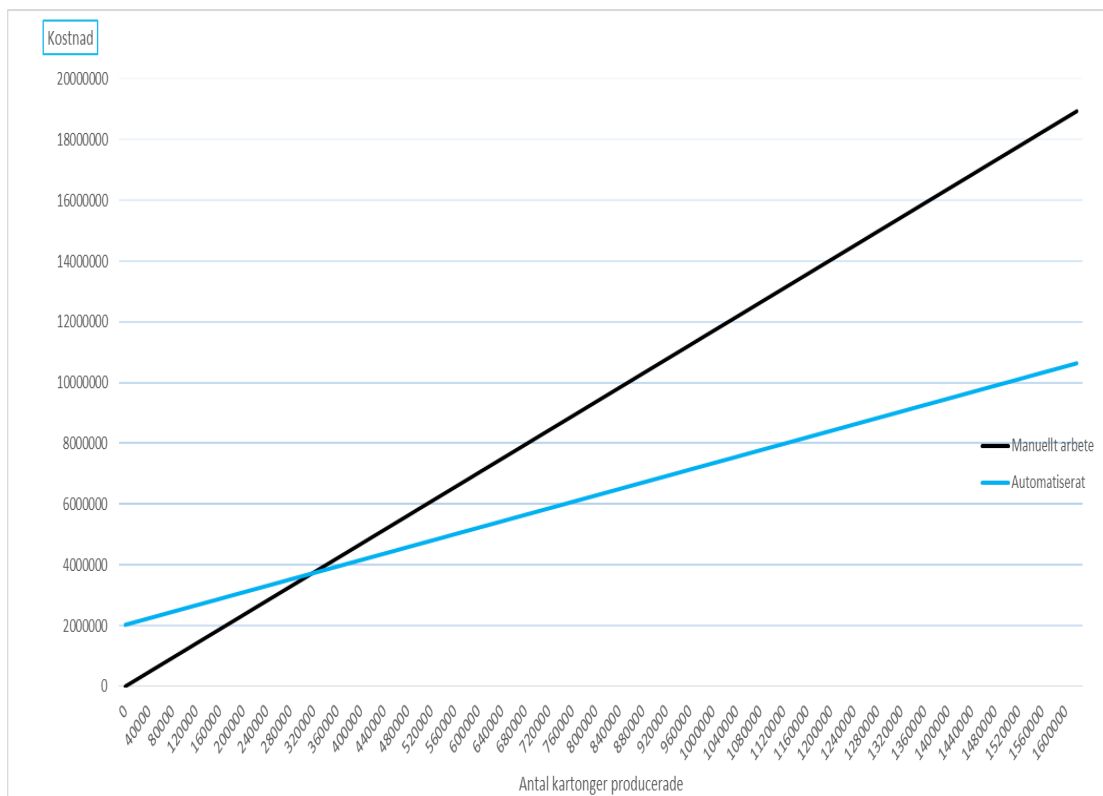
Figur 5.11: Nollpunktsanalys för 424 W3/Somic

Nollpunkten för maskin 424 W3 räknades ut enligt uträkningen:

$$\begin{aligned}
 x &= \text{antalet kartonger} \\
 11.691x &= 5.316x + 3\,393\,678 \\
 x &= 532\,363
 \end{aligned}$$

Med andra ord kommer förpackningsmaskinen vara återbetald när 532 363 kartonger producerats. Efter 586 dagar uppnås nollpunkten enligt följande formel:

$$586 \text{ dagar} = \frac{543\,946 \text{ kartonger}}{331\,494 \text{ kartonger} / 365 \text{ dagar}}$$



Figur 5.12: Nollpunktsanalys för WA 11043/Spitze

Nollpunkten för maskin WA 11043 räknades ut enligt uträkningen:

$$\begin{aligned}
 x &= \text{antalet kartonger} \\
 11.691x &= 5.316x + 2\,030\,000 \\
 x &= 318\,444
 \end{aligned}$$

Med andra ord kommer förpackningsmaskinen vara återbetald när 318 444 kartonger producerats. Efter 351 dagar uppnås nollpunkten enligt följande formel:

$$351 \text{ dagar} = \frac{318\,444 \text{ kartonger}}{331\,494 \text{ kartonger} / 365 \text{ dagar}}$$

6 Resultat

Här beskrivs det resultat som uppnåtts med de maskinkrav som tagits fram för sekundärförpackningsmaskinen samt en rekommendation på åtgärder och förslag på en sekundärförpackningsmaskin som kan komma att passa produktionslinje fyra på Zoégas.

6.1 Maskinkrav

Maskinkraven är uppdelade i två underrubriker, förpackningsmaskin samt gynnsamma egenskaper för att få en bra bild över de krav och egenskaper maskinen skall erhålla för att passa produktionslinje fyra.

6.1.1 Förpackningsmaskin

Från kundens, Zoégas och det befintliga systemets behov sammanställs följande krav för maskinen:

- Kunna paketera 8 kaffepåsar i ett packmönster om 2x4 för 500 g samt 750-gramspåsarna samt paketera 12 kaffepåsar i ett mönster om 2x6 för 200-225- gramspåsarna
- Klara av att hantera kartongmått: 390x190x220, 390x290x220 samt 390x290x280 mm
- Maxstorlek för förpackningsmaskinen, anges i figur 3.4.
- Högsta höjd på maskinen: < 4 meter
- Wrap-around maskin
- Kapacitet: 100 förpackningar/minut
- Skjutfunktion på maskin
- Kommunikation mellan förpackningsmaskinen och övriga delmoment
- Rimlig maxomställningstid mellan de olika formaten maskinen skall kunna hantera.
- Klara av fabriken temperaturintervall mellan +20°C – +30°C.
- Klara av att hantera wellpappen i det luftfuktighetsintervall som finns på Zoégas.
- Om kaffepåsarna är i behov av att tryckas ihop i en framtid kartong ska sekundärförpackningsmaskinens ihopfällningsmekanism vara kapabel

att fälla ihop kartongen och limmet måste ha lämplig hållbarhet samt få tillräckligt med tid att torka.

- Måste kunna transporteras in i produktionen vid installationen genom en yta om 2.440x3.000 meter. Om palleteraren inte förflyttas blir minsta yta att transportera in sekundärförpackningsmaskinen i produktionen vid installation: 2.150x2.350 meter.

Figur 3.4 illustrerar dimensionerna för produktionslinje fyra, där förpackningsmaskinen kan ritas in för att kontrollera att den får plats i produktionen. Då takhöjden är fyra meter, får denna höjd ej överskridas.

En viktig parameter att ta hänsyn till är luftfuktigheten. Man bör ta fram ett maximum och minimum mått för hur wellpappen kommer att påverkas under de olika luftfuktighetsvärden som uppstår under de olika säsongerna. Då Zoégas inte har någon dokumentation över luftfuktigheten i produktionen under de senaste åren vet man ej hur luftfuktigheten legat historiskt.

6.1.2 Gynnsamma egenskaper

Med fördel uppfyller maskinen följande punkter i så god utsträckning som möjligt:

- Inflöde, höjd 1.00 - 1.09 meter
- Högre kapacitet än antal förpackningar
- Flexibel
- En rimlig återbetalningstid

Det kan ses som fördelaktigt om inflödet till maskinen är på en höjd av 1.00 - 1.09 meter. Inflödet till maskinen behöver då inte byggas om utan den befintliga transportbanan kan användas om förpackningarna kan åka liggandes fram till maskinen. Om inflödet till den nya maskinen är annorlunda än ovan nämnt går det dock att kapa benen på transportbandet med en metallsåg för att uppnå önskad höjd alternativt sätta styltor på dess befintliga ben (det bör dock hållas i åtanke att ju högre inflödet är desto större risk finns att kaffepåsarna kasar ner).

Om maskinen innehar en högre kapacitet än vad som krävs kommer maskinen få en mjukare maskinrörelse som inte blir lika ryckig. Man kan då förebygga onödiga stopp i linjen och uppnå ett högre OE tal.

6.2 Rekommendation

1. Eftersom kartongformatet skall erhålla nya mått samt ändras till en wrap-around kartong bör kaffepåsens optimala format bestämmas. En utredning bör här göras om det är lönsamt att genomföra ett formatbyte på kaffepåsen för att passa kartongen och därmed hyllan samt EU-pall bättre.
2. Installera en luftfuktighetsmätare där wellpappen lagras. Genom att mäta luftfuktigheten under de olika årstiderna, kan kartongens styvhet samt elasticitet specificeras för vad en framtida förpackningsmaskin skall klara av.
3. Om beslutet fastställs att minska antalet kaffeförpackningar per kartong måste palleteraren ersättas.
4. En framtida förpackningsmaskin bör ha en högre kapacitet än antalet förpackningar den ska klara av då maskinen får en mjukare gång vilket resulterar i lägre underhållskostnaden samt färre oplanerade stopp i produktionslinjen.
5. Det är en fördel om styrsystemen är enhetliga, så att det kommer från samma tillverkare, eftersom personalen då bara behöver behärska ett system för att lättare kunna serva och göra ändringar i styrsystemet vid behov.

6.2.1 Rekommenderad förpackningsmaskin

I jämförelsen, se sektion 4.3, kan olika hänseenden som skiljer de olika maskintillverkarna beskådas. Ur ett platsperspektiv, garanti samt kostnadsperspektiv anses Spitze vara ett bättre alternativ.

Att maskintillverkaren inte har ett kostsamt säljteam och endast ligger 70 km från Zoégas är två fördelar. Den har även en hög tillförlitlighet om 98 %.

Vid ett val av maskinbyggaren Spitze bör följande hållas i åtanke;

- Temperaturintervallet bör specificeras
- Luftfuktighetsintervallet bör anges

- Styvheten samt luftfuktighetens påverkan av wellpappen bör bestämmas
- Sekundärförpackningsmaskinens ihopfällningsmekanism måste vara kapabel att fälla ihop kartongen och limmet måste ha lämplig hållbarhet samt få tillräckligt med tid att torka speciellt om kaffepåsarna kommer att tryckas ihop lite i kartongen.
- Hur inflödet till maskinen bör se ut borde diskuteras med Spitze. Högst troligt kan man kapa benen på inflödets transportband för att därmed nå gränssnittets önskade höjd.

7 Slutsats

De maskinkrav som satts upp är tagna från såväl de yttre krav som ställs såsom temperatur, luftfuktighet och dimensioner, för att sekundärförpackningsmaskinen skall klara av att utföra sitt arbete i den miljö den placerats i. Även de krav som rör själva maskinens utförande i form av vilka sorters förpackningar den skall kunna förpacka, hur den utför själva förpackningen, dess kapacitet och andra tekniska detaljer såsom omställningstid som ställs på maskinen för att kunna utföra de uppgifter den är ämnad att utföra. Även ekonomiska krav ställs, där en nollpunktsanalys utförs, för att se vid vilken brytpunkt investeringen av förpackningsmaskinen börjar ge vinst.

Huvudsyftet för Zoégas var med hjälp av det här examensarbetet att få ett förslag på den sekundärförpackningsmaskin som lämpar sig bäst i deras produktion med hänseende till olika aspekter såsom kapacitet, design och kostnad. Då Spitzes maskin WA 11043, har en kapacitet av 20 kartonger/minut, se avsnitt 5.1, uppfyller de kraven om kapaciteten då det kommer produceras 6.25 kartonger per minut till en början. Maskinen kommer därmed att gå med mindre än hälften av sin kapacitet vilket är önskvärt. Det finns även möjlighet till en fördubblad kapacitet, vilket var specificerat i kravspecifikationen, se avsnitt 4, då den ska klara av knappt 13 kartonger i minuten med det valda packmönstret.

Maskin WA 11043 är inte så skrymmande sett till sina dimensioner, se avsnitt 5.1, då den är mindre i storlek jämfört med andra förpackningsmaskiner. Det finns gott om utrymme för den i produktionslinjen, se figur 5.9. Då 318 444 kartonger producerats efter 351 dagar enligt 2014 års räkenskaper når man brytpunkten i nollpunktsanalysen och maskinen börjar gå med vinst.

Vidare skulle ett förslag på systemintegrationen utformas, då alla delmoment skall kommunicera med varandra. För detta gjordes en simulering med PLC i programvaran GX IEC Developer, se avsnitt 5.3, där simuleringen programmerades med ladderdiagram. Där alla moment bakom det delmoment som inte skulle fungera stängs av. Denna rapportering sker via en kövakt eller scanner, som skickar signalerna till en masterenhet som behandlar och sammanställer alla signaler för att skicka ut kommandon om att stänga av de olika delmomenten.

Slutligen skulle examensarbetet se över vilka problem som inträffar vid en implementering i produktionslinjen då en förpackningsmaskin skall

implementeras, samt att ge förslag på åtgärder för dessa problem. Ur avsnitt 3.3 framgår det att palleterarens maxkapacitet inte kan behandla mer än 4.35 kartonger per minut, och måste därför bytas ut vid en kommande implementering av förpackningsmaskin då det räknas med att färre kaffepåsar skall förpackas per kartong än vad som görs i nuläget och ha en kapacitet om 6.25 kartonger per minut.

8 Referenser

8.1.1 Litteratur

Advantech, 2011, *Real-Time Ethernet IP – ProfiNet Technology*, Advantech

Balzano M., Håkansson S., Köhler M., Jönsson P., Harsanji Karolin., Sjöberg J., Rosenqvist B., Hellström L., Yrlid C., Henfeldt T., Heikkinen S., Dittrich M., Selin M. 2012 *Förpackningsguiden ECR Sverige Efficient Consumer Response*. ECR Sverige

Bosch, 2012, *PME 4261 BG Paketeringsmaskin*, Bruksanvisning Nestlé Sverige AB, Helsingborg/Sweden

Graef M, *Budget Estimation and Concept* (2015-05-11), N14NES129_a Somic Budget Offer 424 W3_VKK , Somic

Graef M, 2014, *Maschinenlayout_3113786*, Somic

Groover, M. P. 1987 *Automation, production systems and computer-integrated manufacturing*, Upper Saddle River, N.J., Prentice Hall International, Inc.

Kotonya, G., Sommerville, I. 1997 *Requirements Engineering – processes and techniques*, Lanchester, John Wiley & Sons Ltd.

Kurose J., Ross K. 2013 *Computer Networking A Top-Down Approach*, international edition, 6 uppl, PEARSON.

Lööv, H., Sköld, O. 2011 *Svenska matvanor och matpriser prisutvecklingen de senaste åren*. Jordbruksverket

Markem Corporation, 2015, *5200 case printer*, Markem
<https://www.mymarkem.com/products/specification.jsp;jsessionid=1CBFA1561B5B474C641BD161C946F847?productid=88> (hämtad 2015-05-19)

Patel, R. och Davidsson, B. 2003 *Forskningsmetodikens grunder*, Lund, Studentlitteratur

Rørvik R, *Equipment Design Specification – WAP Greenline*, NOR-REG

Salander T, *SM WA_11043eng_REV1*, Spitze

Wikström, L. 2011. *Kvalitet driver kaffemarknaden*, Svenska Livsmedel
<http://www.svenskalivsmedel.se/Start/tabid/1209/ctl/Details/mid/2868/ItemID/550/Default.aspx> (hämtad 2015-05-19)

Zoégas, *Budget 2014*

8.1.2 Muntliga källor

Matz Bengtson, Finax

Ola Nilsson, Zoégas

Rasmus Persson, Underhållstekniker Zoégas

Rickard Lindström, Produktionschef Zoégas

Tobias Benktander, Maintenance Manager Zoégas

Åke Axelsson, Zoégas