

CHALMERS



Arbetsätt för maskininvesteringar

Genom att utföra en utvärdering av en maskinersättning i processindustrin

Examensarbete vid mekatronikingenjörers programmet

Rahand Nawzar
Sami Karlsson Sheik

Teknikens ekonomi och organisation
Operations management
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige, 2013
Rapport nr: E2013:068

Abstract:

The project's aim is to develop a methodology for evaluating a machine replacement for the company Santa Maria AB, where the reader will be able to compare different solutions and vendors. This is done by in practice carry out a financial analysis of a machine replacement in a production line. The economic analysis is based on investment calculations for replacement investments.

The report discusses the different types of investment calculations that can be used for machine replacement. It describes how the risk of an event that may occur during the life of a solution shall be treated in an investment calculation. It also deals with how the productivity of a solution relates to labor cost and how this is implemented in an investment calculation. Here, the focus lies on reducing the cost of labor per unit of output. The report also describes how an investment calculation can be adapted to determine the future cash flows generated by the investment and the future monetary value over the life of the investment. This means that the decision taker for an investment only needs to determine the change in labor cost, for various solutions based on today's prices. The report also discusses how an inquiry should be designed and which demands are placed on suppliers, in order to simplify the communication between customer and supplier.

The conclusion of this report describes a model for a standardized methodology which the company may use in the evaluation of future machine replacements. The design of this model is based on experiences from the economic analysis. It takes account of how much impact the various parts of the economic analysis had in relation to time-consumption.

Sammanfattning:

Projektets syfte är att utforma ett arbetssätt för utvärdering av maskinbyten för företaget Santa Maria AB, där man ska kunna jämföra olika lösningsalternativ och leverantörer. Detta görs genom att i praktiken utföra en ekonomisk analys av en maskinersättning i en produktionslinje. Där den ekonomiska analysen baseras på investeringskalkyler för ersättningsinvesteringar.

Rapporten behandlar olika typer av investeringskalkyler som kan användas vid maskinbyten. Där beskrivs hur risk för händelser som kan ske under lösningsalternativets livslängd skall behandlas i en investeringskalkyl. Dessutom behandlas det hur produktiviten av ett lösningsalternativ förhåller sig till arbetskostnad samt hur detta implementeras i en investeringskalkyl. Här ligger det fokus på att minska arbetskostnaden per producerad enhet. I rapporten finns det också beskrivet hur en investeringskalkyl kan anpassas för att bestämma framtida betalningsströmmar, som skapas av investeringen och det framtida penningvärdet under investeringens livslängd. Detta innebär att beslutstagaren för investeringen endast behöver fastställa förändringen i arbetskostnad, för olika lösningsalternativ utifrån dagens penningvärde. Rapporten behandlar också hur offertförfrågan bör utformas och vilka krav som ställs på leverantörer, detta för att förenkla kommunikationen mellan kund och leverantör.

Rapportens slutsats beskriver en mall för ett standardiserat arbetssätt som företaget skall kunna använda vid utvärdering av framtida maskinbyten. Utformningen baseras på erfarenheter som den ekonomiska analysen givit. Där det tagits hänsyn till hur stor inverkan de olika delar i den ekonomiska analysen hade i förhållande till hur tidskrävande.

Innehållsförteckning

| | |
|---|----|
| 1. Inledning | 1 |
| 1.1 Bakgrund | 1 |
| 1.2 Syfte | 1 |
| 2. Teoretisk referensram | 2 |
| 2.1 Produktion | 2 |
| 2.2 Produktivitet & effektivitet | 2 |
| 2.3 Investeringar | 3 |
| 2.3.1 Ersättningsinvesteringar | 3 |
| 2.4 Investeringskalkyler | 5 |
| 2.4.1 Inparametrar | 5 |
| 2.4.2 Kapitalvärdesmetoder | 6 |
| 2.5 Risk | 7 |
| 2.5.1 Leontief nyttofunktion | 8 |
| 2.5.2 Linjär nyttofunktion | 8 |
| 2.5.3 EU nyttofunktion..... | 8 |
| 3. Frågeställning | 10 |
| 3.1 Avgränsningar..... | 10 |
| 3.2 Preciserad frågeställning | 10 |
| 4. Metod | 11 |
| 4.1 Val av metod..... | 11 |
| 4.2 Praktiskt genomförande | 11 |
| 4.2.1 Förarbete..... | 11 |
| 4.2.2 Utförande | 11 |
| 4.2.3 Sammanställning | 12 |
| 5. Resultat..... | 13 |
| 5.1 Förarbete..... | 13 |
| 5.1.1 Allmänna lösningsalternativ | 13 |
| 5.1.2 Offertförfrågan för nyinköp av maskin | 13 |
| 5.1.3 Offertförfrågan för ombyggnad av maskin | 14 |
| 5.1.4 Generell FAT & SAT..... | 14 |
| 5.1.5 Behandling av inparametrar | 15 |
| 5.2 Utförande..... | 16 |
| 5.2.1 Framtagna lösningsalternativ..... | 17 |

| | |
|--|----|
| 5.2.2 Offert-förfrågan..... | 17 |
| 5.2.3 Specifika inparametrar för alla lösningsalternativ | 17 |
| 5.2.4 Investeringskalkyler | 20 |
| 5.2.5 Rekommendation av lösningsalternativ | 22 |
| 6. Sammanställning av erfarenheter | 23 |
| 6.1 Offertförfrågan | 23 |
| 6.1.1 Generell offertförfrågan vid nyinköp..... | 23 |
| 6.1.2 Generell offertförfrågan vid ombyggnad..... | 25 |
| 6.2 Inparametrar och investeringskalkyl..... | 26 |
| 6.2.1 Betalningsöverskott | 26 |
| 6.2.2 Grundinvestering..... | 27 |
| 6.2.3 Kalkylränta | 27 |
| 6.2.4 Ekonomisk livslängd..... | 27 |
| 7. Slutsats | 28 |
| 7.1 Generell arbetsätt..... | 28 |
| 8. Diskussion | 31 |
| 9. Källförteckning | 33 |
| Bilaga I – Referat av intervju med produktionsansvarig | A |
| Bilaga II - Referat av intervju med teknisk chef..... | B |
| Bilaga III - Beräkningar | D |
| Arbetskostnad per producerad enhet | D |
| Kostnad för en nedlagd produktionsdag | D |
| Bilaga IV - Offertförfrågan nyinköp..... | E |
| Bilaga V - Offertförfrågan ombyggnad..... | G |

1. Inledning

Santa Maria är en välkänd svensk livsmedelsproducent som i många generationer försett kunder över hela världen med kryddor och andra matillbehör av kvalitet. De har ett utbrett sortiment med smaker från hela världen, från det mexikanska till det asiatiska köket och allt däremellan. Allt började som en enkel kryddhandel i Göteborg i början av 1900-talet. Idag är de nordens största smaksättningsföretag med över 1400 anställda och en del av den finska livsmedelskoncernen Paulig.

1.1 Bakgrund

I produktionen på Santa Maria finns en produktionslina vars uppgift är att blanda, fylla, etikettera och paketera kryddförpackningar.

I den del av produktionslinan som fyller förpackningarna finns en fyllmaskin som tillverkades av ett italienskt företag som nyligen gått i konkurs. Mjukvaran för styrenheten till maskinen skapades av det konkurslagda bolaget och programkoden är näst intill omöjligt att tolka av ett annat företag för att undersöka eventuella fel som kan uppstå. Många av hårdvarans komponenter i fyllmaskinen är av specialdelar, som inte längre kan köpas in. Alla dessa faktorer leder till att produktionen kan bli nerlagd under en längre period, om de skulle uppstå något fel på maskinen. Dessutom närmar sig maskinen slutet av sin ekonomiska livslängd.

Företaget har idag ingen tydlig metod då man ska göra ett nyköp eller ombyggnad av maskiner. Vid en oförutsedd händelse kan man ta ett förhastat beslut för att snabbt åtgärda eventuella fel hos maskinen. Vid en sån händelse är ett snabbt och ej genomtänkt beslut inte det mest lämpade. Då man påverkar produktionens framtid.

1.2 Syfte

Projektet består av att utforma ett arbetssätt för utvärdering av maskinbyte för företaget. Detta görs genom att utvärdera ett maskinbyte i praktiken, där man sedan analyserar den empiri som det praktiska arbetet tillhandahåller. Arbetssättet hanterar maskinbytet ur ett ekonomiskt perspektiv. Här behandlas hela den ekonomiska livslängden av maskinbytet, där man tar hänsyn till produktivitet, risk och investeringskapital.

Projektet kommer att utformas på ett sådant sätt att man skall kunna använda det som underlag för framtida situationer vid maskinbyten i produktionslinor.

2. Teoretisk referensram

2.1 Produktion

Teorin om produktionsekonomi är annorlunda i förhållande till vanlig teoretisk ekonomi då begränsningarna av det ekonomiska beteendet definieras utifrån den tekniska produktionens möjligheter. Produktionsteknik är den avgörande faktor för mängden som produceras och hur man producerar det. Därav är en stor del av teorin om produktionsekonomi en beskrivning av produktionsteknik, som definierar ramverket för det ekonomiska beteendet (Rasmussen et al. 2012).

Produktionsteknik är generellt sett en beskrivning av relationen mellan inmatning och utmatning av produktionen. Beskrivningen av denna relation är baserad på empiriska observationer mellan inmatning och utmatning. Se exempel nedan.

IN:

UT:

Gödsel 30 kg/hektar \longrightarrow Spannmålsavkastning 25 enheter/hektar

Ett produktionssystem kan beskrivas utifrån det syfte man har av beskrivningen. Detta kan till exempel vara flödesschema, beroendeförhållanden, produktionstyp. När man studerar beroendeförhållande syftar detta till att skapa förståelse kring hur olika delar beror av varandra. I produktionsindustrin brukar detta vara hur olika produkter passerar bearbetningsstationer innan det blir en slutprodukt. En beskrivning av produktionssystem är processtillverkning, detta är den typ av produktionssystem som bland annat bilindustrin använder sig av. Vid sådana produktionssystem är nyckelorden produktivitet och effektivitet, där det inom processindustri strävas efter att maximera effektiviteten av produktionslinors resurshantering samtidigt som det hålls en hög produktivitet av producerade varor i relation till tid.

2.2 Produktivitet & effektivitet

En ändring av produktivitet eller effektivitet vid en investering i en produktionslina påverkar ett företags ekonomi, i form av bland annat en ökad produktionsmängd eller effektiviserad resurshantering. Enligt Löfsten (2002) beskriver Taylor i sin artikel från 1923 att produktionens enhetskostnad ska minimeras. Denna enhetskostnad associeras direkt med produktivitet och effektivitet genom att en ökning av respektive ger lägre enhetskostnad.

Effektivitet kan definieras som den aktuella produktionen i jämförelse med den teoretiska produktionen (Rasmussen et al. 2012). För att förtydliga, om man producerar 800 enheter där produktionen egentligen ska producera 1000 enheter vid samma förutsättningar blir effektiviteten av produktionen 0.8 eller 80 %. Den maximala produktionen beskrivs av funktionen $y = f(x)$, där y är resultatet av inmatningen x . Om y_0 är den aktuella produktionens resultat och den aktuella inmatade kvantiteten i produktionen definieras som x_0 blir per definition effektiviteten uttryckt som:

Effektivitet: $\frac{y_0}{f(x_0)}$

Produktivitet är en ekonomisk benämning som syftar till kvoten av produktion per resursenhet, då förutsättningen är att man har en oförändrad kvalitet av produktionen. Då man tar hänsyn till alla resursenheter för produktionen benämns detta som ett totalproduktivitetmått. Vid behandling av enstaka resursenheter benämns detta istället som partiell produktivitet. Till exempel kan detta vara kapitalets- eller arbetskraftens produktivitet. Produktiviteten kan ökas genom att till exempel ha bättre arbetsmetoder, teknologi, resursutnyttjande och kompetens (Olsson & Skärvad et al 1997).

Produktivitet: $\frac{y_0}{x_0}$

Ovan ses en formel som kan användas för att beräkna produktivitet av en produktionslina. Där y_0 representerar den totala produktionen av produktionslinan. x_0 beskriver den totala mängden av den valda resursenheten. En maskininvestering strävar ofta mot att öka produktiviteten och/eller effektiviteten av en produktionslina.

2.3 Investeringar

Med en investering avses kapitalanvändning som får konsekvenser på betalningsströmmar. Dessa betalningsströmmar är i form av inbetalning och utbetalning. Då man tar ett investeringsbeslut har man ett långsiktigt perspektiv. Enligt Olsson & Skärvad (1997) kan en investeringskalkyl besvara frågorna nedan.

- Ska vi bygga ut tillverkningsprocessen?
- Vilken maskin ska vi köpa?
- När ska vi byta ut maskin?
- Ska vi ersätta arbetskraft med maskiner?

Det finns olika typer av avseenden för investeringar (Olsson & Skärvad et al 1997). Några exempel är miljö, anläggnings- och finansiella investeringar. Där anläggningstillgångar innefattar fastigheter, maskiner och inventarier. Vid anläggningsinvesteringar används bland annat ersättningsinvesteringar som avser att byta produktionsutrustning utan att markant öka produktionsmängden. Dessa investeringar används främst inom produktionsteknik och är relaterade till produktionskapacitet (Olsson et al 2005). Nedan behandlas ersättningsinvesteringar mer ingående, där man går igenom bakgrund och användning för olika situationer.

2.3.1 Ersättningsinvesteringar

Ersättningsinvesteringar, också benämnt som reinvesteringar, har sitt ursprung i teorin om investeringar som formulerades på 1920-talet. Vid denna tidpunkt var de främst tre olika grupper som intresserade sig av begreppet; företagsekonomer, nationalekonomer och ingenjörer. Enligt Löfsten (2002) återfinns ursprunget av reinvesteringar från två artiklar av Taylor och Hotelling. Båda antog att man hade en kostnad för underhåll som var konstant och sökte den livslängd på investeringen som maximerade nuvärdet. Vid denna tidpunkt användes främst nuvärdesmetoden, som även kända ekonomer som Fischer och Taylor föredrog att använda. Enligt Löfsten (2002) ansåg Taylor att produktionens enhetskostnad skall

minimeras. Artiklarna skrivna av Hotelling och Taylor har gett uppkomst till ytterligare utvecklingar av ersättningsinvesteringar.

MAPI-metoden är en välkänd metod som tar hänsyn till den tekniska utvecklingen då man ska bedöma om en investering är lönsam. MAPI står för ”Machinery and Allied Product Institute” som enligt Löfsten (2002) utvecklades av Terborgh. Metoden härstammar från näringslivet där den först enbart tillämpades för maskinbyten, på senare tid har man även utvecklat användningsområdet. Metoden är lämpligast för ersättningsinvesteringar som är återkommande. Enligt Löfsten (2002) har MAPI-metoden omdiskuterats flitigt, där Smith och Massé bland annat framförde kritik, som baserades på att Terborgh beskriver teknisk utveckling som ett linjärt fenomen.

De kapitalvärdesmetoder som främst används inom ersättningsinvesteringar är nuvärdesmetoden och annuitetsmetoden. Då man gör en rangordning av olika investeringsalternativ gäller i allmänhet att resultatet av investeringskalkylen inte är avgörande, istället baseras rangordningen på inparametrarna till investeringskalkylen. Utöver detta kan man vid rangordning även ta hänsyn till de betalningskonsekvenser som skiljer lösningsalternativen åt. (Löfsten et al 2002)

Vidare kan man konstatera att det finns investeringar av olika karaktär, där man skiljer på engångsinvesteringar och återkommande investeringar. Engångsinvesteringar avser de investeringar som inte återkommer då livslängden upphört. Om en investering är en engångsinvestering eller en återkommande investering beslutas huvudsakligen vid den initiala investeringen. Dock kan detta innebära en viss problematik då man har svårt att förutse framtida marknader. Vid engångsinvesteringar kan både nuvärdesmetoden och annuitetsmetoden användas, den senare används främst då livslängden för investeringsalternativen är olika. En återkommande investering har en viss påverkan utöver investeringens livslängd. För att förtydliga kan man som exempel anta att en maskins ekonomiska livslängd är fem år där man efter fem år gör en ersättningsinvestering. Detta leder till att det första beslutet att göra en investering leder till återkommande investeringar i framtiden. Vid denna sorts investeringar kan man använda sig av annuitetsmetoden för att förenkla beräkningsprocessen då den ekonomiska livslängden av investeringarna är lika långa. För att jämföra olika investeringsalternativ som är återkommande finns det en möjlighet att redan vid det första investeringstillfället jämföra de olika annuiteter som ges. Detta leder till att man får en skälig rangordning av investeringsalternativen. (Löfsten et al 2002).

Det finns investeringsalternativ som har ett beroendeförhållande, där betalningsöverskottet av en viss investering påverkas av om ytterligare en investering sker. När investeringsbeslut tas vid sådana situationer har investeringskalkylen en mer komplex analys då villkoren av kalkylens inparametrar inte är densamma.

Enligt Löfsten (2002) har man att välja mellan två olika metoder för beroendeförhållande mellan investeringsalternativ:

- Det investeringsalternativ som har högst lönsamhet prioriteras, vilket innebär att de andra investeringsalternativen måste dimensioneras om och därmed är beroende av det första investeringsalternativets betalningsöverskott.
- Man tar hänsyn till alla investeringsalternativs lönsamhet så att summan av denna ska maximeras.

I de fall då det inte existerar ett förhållande mellan investeringsalternativen är investeringarna oberoende. Detta är dock relativt då det i praktiken inte finns ett totalt oberoende eftersom ett företags finansiella resurser inte är obegränsade. Vid så kallad totalt oberoende investeringar är en rangordning sinsemellan inte betydelsefull då det inte finns ett beroendeförhållande. Beroendeförhållandet mellan investeringsalternativ kan vara av två olika typer, då det finns beroenden mellan betalningsöverskotten och då det finns beroenden som baseras på kapitalknapphet (Löfsten et al 2002).

2.4 Investeringskalkyler

Investeringskalkyler används för att undersöka om en grundinvestering är berättigad med hänsyn till den fördelning av inbetalningsöverskottet som skapas över en tid. Vilka inparametrar som används kan vara väldigt varierande men nedan är de vanligaste förekommande (Olsson & Skärvad et al 1997).

2.4.1 Inparametrar

Grundinvesteringen (G) är den utbetalningen som ges i samband med investeringstillfället. Vid investeringstillfället, enligt Andersson (2001), räknas samtliga kostnader t.ex. investeringsobjekt, installationskostnad, transportkostnad etc.

Inbetalningsöverskott (a) är skillnaden mellan inbetalningar och utbetalningar. Inbetalningarna fås genom de framtida positiva betalningströmmar som medförs vid en investering. Utbetalningarna innefattar de utgifter som tillkommer då man gör en investering. Vid maskininvesteringar är syftet att sträva efter en minskning av utbetalningar och ökning av inbetalningar. För att sänka utbetalningar är det vanligt vid en maskininvestering att sänka kostnaden som relateras till tillverkning. Detta kan göras genom att till exempel sänka energiförbrukning eller kostnader i tillverkning. En ny maskin kan även tillföra mervärde i produktionen genom att ge en bättre tolerans och högre kvalitet, som därmed ökar inbetalningar (Aniander et al 1998).

Restvärde (R) är de värde maskinen antar efter att den ekonomiska livslängden är förbrukad. Denna kan båda vara positiv och negativ beroende på kostnaden för nedmontering i förhållande till skrotvärde eller andrahandsvärde (Olsson et al 2005).

Ekonomisk livslängd (n) är den tid som investeringen är ekonomiskt gynnsam att bruka. Detta är den tid som gått då man uppnått den största lönsamheten av investeringen. Här skiljer man på teknisk livslängd som endast avser den tid som man kan använda investeringen.

Därmed är alltid den ekonomiska livslängden lika med eller kortare än den tekniska. Att den är kortare kan bero på faktorer såsom att underhållskostnaderna blivit för höga eller att betydligt högre effektivitet på nya investeringar erbjuds på marknaden (Olsson & Skärvad et al 1997).

Kalkylränta (r) är den avkastning som krävs på investerat kapital. Kalkylräntans storlek är svår att fastställa men kan göras genom att ta hänsyn till, den ränta som kapitalet belånades till, den förväntade avkastningen på alternativa investeringar och risken som associeras med investeringen (Olsson & Skärvad et al 1997). När en belåning görs för en maskin är en vanlig ansatts att bestämma kalkylräntan som ett snitt av företagets och långgivarens avkastningskrav. Det är viktigt att kategorisera vad investeringen avser. I det fall då företaget gör en basinvestering kan man förvänta sig en lägre avkastning, detta kan till exempel vara en maskininvestering. Vid maskininvesteringar bestäms kalkylräntan på liknande sätt som för andra anläggningsinvesteringar. Här använder man tidigare liknande maskininvesteringar som en vägledning för att sätta sitt avkastningskrav (Löfsten et al 2002).

2.4.2 Kapitalvärdesmetoder

Från tidigare avsnitt fastställdes att investeringskalkyler används vid beslut av ersättningsinvesteringar som bland annat avser maskininvesteringar. Nedan beskrivs de mest förekommande och väsentliga kapitalvärdesmetoder för investeringskalkyler, hämtat från Olsson et al 2005. Dessa bygger på de inparametrar som togs upp i föregående avsnitt.

Nuvärdesmetoden

Denna metod jämför alla in- och utbetalningar vid investeringstillfället. De framtida inbetalningsöverskott diskonteras, räknas om till nuvärde genom den valda kalkylräntan. Genom denna metod kan man se om en investering är lönsam om dess netto nuvärde är större än noll. Detta är en metod som används ofta i investerings sammanhang och har få nackdelar. Det är värt att nämna att det kan bli missvisande resultat, för inbetalningar som ligger långt fram i tiden. Då kalkylräntan har stor inverkan på långsiktiga inbetalningar.

$$\text{Nuvärdeformel:} \quad \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{a_i}{(1+r)^i} \right\} + \frac{R}{(1+r)^n}$$

$$\text{Netto nuvärde:} \quad \text{Nuvärde} - \text{Grundinvestering}$$

Paybackmetoden

Detta är en av de mest lättanvända metoderna, som tar reda på hur lång tid som måste fortskrida tills det att investeringsbeloppet är intjänat. Metoden tar inte hänsyn till ränteeffekter och dessutom bortser man från det inbetalningar som sker efter betalningstiden. För att avgöra om en investering är lönsam måste betalningstiden vara mindre än den maximalla återbetalningstiden som kan accepteras av företaget. Dock är denna metoden främst ett verktyg för att bestämma hur länge det investerade kapitalet är bundet. Den belönar kortsiktiga investeringar och är svår att använda vid jämförelser av olika investeringsalternativ, då grundinvesteringarna skiljer sig.

$$\text{Paybackformel:} \quad G - \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{a_i}{(1+r)^i} \right\} = 0$$

Annuitetsmetoden

Resonemanget för denna metod är det omvända gentemot nuvärdesmetoden. Där man tar nettonuvärdet och delar upp i årliga ekvivalenta betalningar. En investering är lönsam om investeringsannuiteten är större eller lika med noll. Till skillnad från nuvärdesmetoden är denna mer lämpad för jämförelser av investeringar med olika ekonomiska livslängder.

a lika varje år

a inte lika varje år

Annuitetsformel:

$$a - \frac{G}{\sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{(1+r)^i} \right\}} \qquad \frac{\text{Nuvärde}}{\sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{(1+r)^i} \right\}}$$

Internräntemetoden

Den procentuellt årliga avkastningen som genereras av en investering kallas internränta. Metoden går ut på att jämföra internräntan med det avkastningskrav som ställs från företaget. På så sätt får man reda på hur investeringen förhåller sig till den förväntade avkastningen. Tillvägagångssättet för metoden är att fastställa den kalkylränta som ger ett nuvärde lika med noll. Alltså är internräntan den kalkylränta som fås då nuvärdet är lika med noll. Nackdelen med denna metod är att den kan tendera att överdriva avkastningen för lönsamma projekt och underskattar lönsamheten för olönsamma projekt. Detta på grund av att metoden utgår från att de frigjorda inbetalningsöverskotten kan investeras till internräntans krav.

r är variabeln som uppfyller villkoret

Internränteformel:

$$G - \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{a_i}{(1+r)^i} \right\} - \frac{R}{(1+r)^n} = 0$$

Tillväxträntemetoden

Denna metod är den samma som internräntemetoden, där man istället antar att det frigjorda inbetalningsöverskottet förräntas till den förväntade kalkylräntan. Därför anses denna metod vara mer realistisk än interräntemetoden. Kalkylräntan bestäms utifrån den ränta som alternativa investeringar eller amorteringar förväntas tillhandahålla. Eftersom kalkylräntan kan ses som företagets förväntade avkastning gäller att investeringen är lönsam då tillväxträntan är lika med eller större än kalkylräntan.

Slutvärdeformel:

$$\text{slutvärde} = \sum_{i=1}^n a_i * (1+r)^{n-i}$$

Där man sedan löser ut tillväxträntan, r_t från nedanstående ekvation.

$$\text{slutvärde} = G * (1+r_t)^n$$

2.5 Risk

En investering kan innebära en risk på grund av oförutsägbara händelser. När man fattar beslut under ovisshet kan man använda sig av en nyttofunktion. Denna ger ett nyttovärde som tar hänsyn till sannolikheten av att en händelse sker och dess finansiella konsekvens. Nyttofunktionen kan variera beroende på vem som är beslutstagare. Just därför är det naturligt att teorin om risk har störst fokus på nyttofunktioner. Det finns ingen allmänt accepterad nyttofunktion som kan ta hänsyn till alla beslutstagares preferenser. (Rasmussen et al. 2012)

Olika nyttofunktioner har olika variabler som måste bestämmas, allmänt gäller att det finns ett antal alternativa beslut samt ett antal händelser eller naturliga situationer $\{1, 2, \dots, S\}$ vid dessa beslut. Där man har en uppsättning av sannolikheter π som associeras med att händelsen inträffar. Slutligen måste man bestämma det finansiella resultatet y som associeras med beslutet och händelsen. Dessa variabler används för att få fram ett nyttovärde $U(y)$. Resultaten av denna beror på vilken nyttofunktion som används. (Rasmussen et al. 2012)

Nedan tar vi upp, enligt Rasmussen (2012), dem mest välkända metoderna för att ta fram nyttofunktionen.

2.5.1 Leontief nyttofunktion

Detta är en mer extrem nyttofunktion. Då beslutstagaren endast tar hänsyn till det värsta möjliga utfallet, oavsett om det har en hög eller låg sannolikhet att inträffa. Alltså är sannolikhet i detta special fall en exogen variabel som inte spelar roll för beslutet. Dessa faktorer gör att beslutstagaren väljer det projekt som maximerar den minsta möjliga inkomsten.

$$U(y) = \min\{y_1, y_2 \dots y_s\}$$

2.5.2 Linjär nyttofunktion

Nyttofunktionen nedan beskriver den statistiskt förväntade inkomsten för det valda projektet. Denna nyttofunktion beskriver ett riskneutralt beteende. Detta betyder att ett säkert projekt med en förväntad inkomst får samma nyttovärde som ett osäkert projekt med samma förväntade inkomst. Alltså bryr sig beslutstagaren endast det projekt som maximerar den förväntade inkomsten.

$$U(y) = \pi_1 y_1 + \pi_2 y_2 + \dots + \pi_s y_s = \sum_{s=\theta} \pi_s y_s$$

2.5.3 EU nyttofunktion

Denna nyttofunktion är den mest välkända och tar hänsyn till beteendet av beslutstagaren genom von Neumann-Morgenstern [NM] funktionen också kallat $V(y)$, som enligt Rasmussen (2012) utvecklades och beskrevs av John von Neumann och Oscar Morgenstern i deras bok från 1944, ”Theory of Games and Economic Behavior”.

En EU nyttofunktion används på samma sätt som en linjär nyttofunktion men tar dessutom hänsyn till beslutstagarens risk preferens genom $V(y)$, där beteendet kan vara allt från risktagande till riskavvikande. Nedan kan man se EU nyttofunktionen.

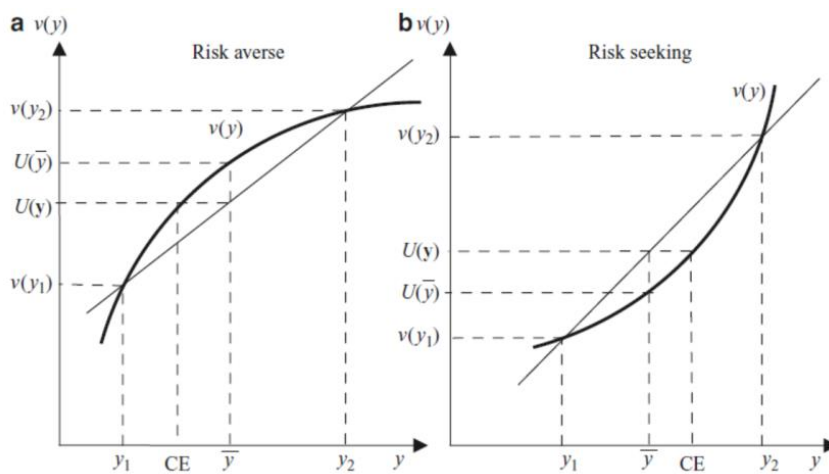
$$U(y) = \pi_1 v_1(y_1) + \pi_2 v_2(y_2) + \dots + \pi_s v_s(y_s) = \sum_{s=\theta} \pi_s v_s(y_s)$$

$V(y)$ tar hänsyn till beslutstagarens risk preferens. Denna har genom tiderna beskrivits på ett par olika sätt. Enligt Rasmussen (2012) föreslog Daniel Bernouilli, som är den sanna grundaren av NM-funktionen, år 1738 att funktionen skulle vara logaritmisk.

$$v(y) = \ln(y)$$

En mer populär och utvecklad form av NM-funktionen som tillämpas idag ses nedan. Där λ är en konstant som beslutstagaren bestämmer utifrån sin risk preferens.

$$v(y) = 1 - e^{-\lambda y}$$



Källa: Rasmussen (2012)

Figur 1: **a** påvisar ett lågt risk tagande, **b** påvisar ett risk sökande, i båda grafer jämförs de med den linjära nyttofunktionen som är risk-neutral. För att förtydliga graferna är horisontalaxeln det finansiella resultatet y av ett beslut och vertikalaxeln NM värdet som beskriver beslutstagarens risk beteende. Här kan man se att graf **b** prioriterar händelser som ger högt finansiellt resultat och maximerar NM värdet. Medans graf **a** missgynnar händelser med lågt finansiellt resultat och minimerar NM värdet.

3. Frågeställning

3.1 Avgränsningar

Projektet avgränsas till att genomföra investeringskalkyler på olika lösningsalternativ. Investeringen skall tolkas som en realinvestering och bedömas utifrån ett långsiktigt perspektiv.

3.2 Preciserad frågeställning

Huvudfråga:

Då Santa Maria i dagsläget inte har en arbetssätt för maskinbyte är det viktigt att fastställa hur företaget ska arbeta i framtiden vid utvärdering och beslut om ett maskinbyte. Där arbetssättet ska innehålla hela tillvägagångssättet. Denna ska beskriva hur inparametrarna för lösningsalternativen tas fram och hur de ska behandlas i investeringskalkylerna. Dessutom ska arbetssättet behandla hur investeringskalkylerna och dess inparametrar ska tolkas, för att ta ett beslut om vilken maskininvestering som är mest lämpad.

- Hur ska det framtida arbetssättet se ut för utvärdering av ett maskinbyte i en produktionslina?

Delfrågor:

För att kunna besvara ovanstående huvudfråga delas denna upp i flertal delfrågor som beskrivs nedan. Vid olika lösningsalternativ för maskinbytet krävs offerter från leverantörer, då dessa innefattar viktiga inparametrar för investeringskalkylerna. På grund av detta är det viktigt att bestämma vilken information som är relevant att ta fram om maskinen.

Dessutom måste man fastställa hur kommunikationen ska se ut med dessa leverantörer. Detta för att snabbt och effektivt få de sökta inparametrar som krävs för investeringskalkylerna.

Då inparametrarna i en investeringskalkyl är av stor betydande roll är det relevant att fastställa hur dessa tas fram och vad de ska innefatta. Samt hur risk, produktivitet och effektivitetsfaktorer påverkar inparametrarna.

För att göra en genomtänkt rekommendation av ett investeringsbeslut, krävs det att man utöver resultatet av investeringskalkylerna tar hänsyn till dess inparametrar och kringliggande faktorer. På grund av detta är det relevant att ta reda på hur dessa ska tolkas för att fatta beslut om vilken lösning som är mest lämpad.

- Vilken information är relevant att ta fram för att få offerter från leverantörer?
- Hur ska kommunikationen se ut med leverantörer för att tillhandahålla offerter?
- Hur kommer inparametrarna för investeringskalkylen tas fram och implementeras?
- Hur tolkas investeringskalkylen och dess inparametrar för att ta beslut om vilken lösning som är mest lönsam?

4. Metod

4.1 Val av metod

Projektet använder sig av en kvalitativ metod eftersom analysen innefattar en förståelse kring hur ett maskinbyte ska ske och en normativ ansats då syftet med projektet är att utveckla och förbättra ett arbetssätt som företaget kan använda sig av.

Projektet skulle kunna använda en kvantitativ metod genom att utföra undersökningar och studier. Detta hade kunnat göras genom att föra statistik av tidigare maskinbyten i företaget. En positivistisk ansats hade används som forskningsunderlag, men detta hade varit svårare att genomföra då maskinbyten för liknande situationer inte är ett vanligt förekommande inom företaget.

För att besvara frågeställningarna genomförs en utvärdering av ett maskinbyte på den fyllmaskin som beskrivs i bakgrunden. Metoden för att genomföra detta delas upp i två delar, förarbete och utförande. Förarbetet består av att bestämma den information som krävs för utförandet. Denna information bestäms utifrån företagets behov, hur företaget tidigare gjort vid maskinbyten och den teoretiska referensramen. Utförandet består av att göra en utvärdering av maskinbytet, med hänsyn till den information som togs fram i förarbetet. Båda delar kommer att sammanställas och på så sätt fås ett mer utarbetat och preciserat arbetssätt för framtida maskinbyte. Därmed kan denna rapport användas som en mall, där slutsatsen beskriver tillvägagångssättet för utvärdering av framtida maskinbyten.

4.2 Praktiskt genomförande

I förarbetet sker kontakt med intern och extern expertis genom ostrukturerade intervjuer. Anledningen till att dialoger sker genom ostrukturerade intervjuer är på grund av att det söks information om företagets situation och behov. Därför anses det mer lämpligt att respondenterna får tala fritt inom ämnet. I utförandet sker kontakt genom strukturerade intervjuer eftersom empirisk data samlas in genom respondenterna.

4.2.1 Förarbete

Genom studier av tidigare maskinbyten i företaget fastställs vilka typer av lösningsalternativ som är förekommande. Med hjälp av studier av tidigare offerter för liknande lösningsalternativ och ostrukturerade intervjuer med teknisk personal bestäms vilken information som skall samlas om maskinen och hur offertförfrågan bör se ut, samt vad de skall innehålla. För att bestämma vilka faktorer som påverkar inparametrarna hålls en dialog med den tekniska chefen. Genom detta fastställs hur faktorerna påverkar inparametrarna utifrån den teoretiska referensramen. Dessutom bestäms utifrån den teoretiska referensramen hur kalkylräntan skall behandlas.

4.2.2 Utförande

Genom att hålla en intervju med den tekniska chefen fastställs vilka lösningsalternativ som är relevanta att undersöka. Vid utförandet sammanställs information om maskinen för att utforma en offertförfrågan utifrån förarbetet. Denna skickas ut till leverantörer som i sin tur ger respons. Genom respons från leverantörerna utvärderas vilken information som ytterligare

krävs för att få en offert. Från leverantörernas offerter fås investeringskapitalet som är en del av inparametern, grundinvestering.

Storleken på faktorerna som påverkar inparametrarna bestäms utifrån intervjuer med relevant personal på företaget. På samma sätt bestäms även värdet på resterande inparametrar för de olika lösningsalternativen.

Vidare utförs investeringskalkyler, utifrån den teoretiska referensramen används först paybackmetoden. Detta för att göra en jämförelse av olika leverantörer med samma lösningsalternativ. Sedan används annuitetsmetoden för att jämföra olika lösningsalternativ.

Slutligen beskrivs hur investeringskalkylerna och dess inparametrar bör tolkas för att besluta om vilket lösningsalternativ som är mest lämpad för företaget. Utöver resultatet av investeringskalkylerna baseras tolkningen på erfarenheter av förarbetet, teoretiska referensramen och diskussion med den tekniska chefen.

4.2.3 Sammanställning

Resultatet av de olika delarna, förarbete samt utförande, kommer att sammanställas och analyseras utifrån de erfarenheter som uppnåtts under projektets gång. Här kommer det att undersökas om de kan vidareutvecklas, förenklas och standardiseras. Det tas hänsyn till hur stor inverkan de olika delarna hade i förhållande till hur tidskrävande. Det bestäms även vilka delar som kan uteslutas av användaren till arbetssättet. Offertförfrågans utformning kommer att analyseras utifrån den information som skickades ut och komplettering av informationen som leverantörerna efterfrågade. Det kommer även behandlas huruvida empiri framtagandet för inparametrarna kan vidareutvecklas och förenklas. Målet med sammanställningen är att utveckla ett arbetssättet, som slutligen kommer att presenteras i slutsatsen. Det generella arbetssättet utformas på ett sådant sätt att den ska kunnas tillämpas på alla typer av maskinbyten i produktionslinjer.

5. Resultat

5.1 Förarbete

Kapitlet innehåller resultatet av första delen för metoden, här fastställs den information som krävs för att genomföra den andra delen av metoden, utförande. Nedan beskrivs bland annat vilka lösningsalternativ som kan tänkas vara lämpliga, hur offertförfrågan bör se samt hur inparametrarna till investeringskalkylerna ska behandlas.

5.1.1 Allmänna lösningsalternativ

Genom studier av företagets tidigare maskinbyten vid liknande situationer togs nedanstående allmänna lösningsalternativ fram.

- Köpa in ny maskin
- Bygga om befintlig maskin
- Köpa in reservdelar för befintlig maskin

5.1.2 Offertförfrågan för nyinköp av maskin

Utifrån företagets tidigare offertförfrågningar för nyinköp och dialog med den tekniska chefen togs en standardiserad mall för offertförfrågan fram. I företagets tidigare offertförfrågningar ingick factory acceptance test [FAT] och site acceptance test [SAT]. Dessa är tester som utförs på maskinen utifrån de krav man ställer som kund. En FAT genomförs i leverantörens lokaler och en SAT utförs hos kunden då maskinen blivit installerad. Genom att utföra en FAT och SAT säkertställer företaget maskinens funktionallitet. Nedan ses den standardiserade offertförfrågan samt vad den ska innehålla.

- Produkt specifikation:
Här beskrivs vilka produkter maskinen ska hantera samt i vilken mängd.
- Krav för drifttimmar och tillgänglighet:
Beskriver vilka krav man ställer på hur mycket drifttid maskinen ska klara.
- Hastighetskrav på maskin:
Här ställs det krav på maskinens hastighet för att producera enheter.
- Formatbyte:
Beskriver företagets krav på hur många produktbyten maskinen ska hantera samt vilken tid det ska ta för att genomföra ett produktbyte.
- FAT & SAT krav:
Här ställer företaget krav på maskinen för en godkänd FAT och SAT.
- Installations krav:
Här beskrivs krav på maskinens installationskostnad.
- Krav på teknisk dokumentation:
Ställer krav på vilken teknisk dokumentation som ska medföljer maskinen.
- Betalningskrav:
Beskriver det som företaget kräver för en genomförd betalning. Oftast sätts det till en godkänd FAT och SAT.
- Krav vid fördröjning av arbete:
Innefattar straffavgifter vid fördröjning av installationsarbetet.

- Garantikrav:
Här beskrivs vilka krav som ställs för den garanti leverantören ska tillhandahålla.
- Reservdels- och service- krav:
Här ställer företaget krav på tillgänglighet och omfattning av reservdelar och service.

5.1.3 Offertförfrågan för ombyggnad av maskin

Vid ombyggnader och inköp av reservdelar för maskiner finns inga offertförfrågningar hos företaget. Företaget låter maskinen undersöks på plats av extern expertis, detta då dessa leverantörer oftast finns i närområdet. Genom diskussion med den tekniska chefen fastställdes vilken information som kan tänkas vara relevant för leverantörer av lösningsalternativet, detta kan ses nedan.

- Grafisk beskrivning av styrenhetens uppbyggnad
- Bilder av maskinens styrenhet och dess olika funktionella delar.
- Elschema
- Komponentstandard som används av det egna företaget

5.1.4 Generell FAT & SAT

Då företaget inte använder en standardiserad utformning för FAT och SAT krav utvecklades hur en generell FAT och SAT bör se ut. Detta gjordes genom dialog med den tekniska chefen och undersökningar av tidigare FAT och SAT krav inom företaget. Denna delen anses inte vara nödvändigt att utföra fullständigt för en första offertförfrågan men ska utformas fullständigt då ett inköp ska ske. Betalningskraven som finns i offertförfrågan beskriver hur mycket av betalningen som genomförs då FAT och SAT kraven uppfyllts. I och med detta måste dessa krav uppfyllas för att leverantören skall få fullständig betalning. Om de finns delar som inte kan uppfyllas kan dessa betalningar diskuteras mellan parterna för att hitta en lösning.

Nedan ses den generella utformningen av FAT och SAT som togs fram.

Factory Acceptance Tests (FAT)

En FAT genomförs på tillverkarens anläggning där det ska utföras ett test av systemet. Nedan ses en detaljerad lista på vilka krav som en FAT kan innefatta.

- FAT måste bevitnas av systemets ägare, projektledare eller tekniker.
- Maskinen och kringgående utrustning ska vara testad i förväg av leverantören innan bevitnat FAT.
- All utrustning för FAT tillhandahålls på försäljarens bekostnad.
- Tillverkaren skall av köparen tillhandahållas en tidsplan för FAT som visar tidpunkter och sekvenser för testning.
- Säljaren ska förbereda en testanläggning som effektivt kan användas för att utföra FAT tester, där inkluderas kalibrerad testutrustning och ytterligare speciell testutrustning.
- Säljaren ska sammanställa ett dokument som kan stödja testning och tjäna som ett referens till testresultatet, här ska inkluderas:
 - Kopior på kravspecifikation och kundens krav för godkänd test körning.

- Alla ritningar för projektet, inklusive ritningar från andra leverantörer som beskriver gränssnitt.
- Detaljerad checklista för tester, inklusive godkänd/icke-godkänd kriterier.
- Vid utförande av FAT ska kunden inspektera följande:
 - Om problem kan uppstå vid installation eller användning av maskinen, till exempel, lyftpunkter och säker tillgång till komponenter för underhåll, etc.
 - Att maskinen och ritningar överensstämmer med kravspecifikationen.
 - Notera programvara och firmware-versioner i utrustningen som testas.
 - Kontrollera att säljaren har och kommer att leverera uppgifter om hårdvara och mjukvarans källa och spårbarhet.
 - Kontrollera säljarens schema för att slutföra all dokumentation.
 - Att maskinen tillfredsställer de hygienkrav som ställs av produktionen.

Site Acceptance Tests (SAT)

En SAT genomförs hos kunden. Där maskinen installeras på det planerade läget i fabrikslokalen. Vid en SAT återupprepas samma test som utfördes vid FAT och här tas det även hänsyn till samma aspekter som vid den utförda FAT:en.

5.1.5 Behandling av inparametrar

Den tekniska chefen ansåg att lösningsalternativen har en risk som kan orsakas av fördröjt installationsarbete, där det ska tas hänsyn till den förlorade produktionsmängd. På grund av detta måste företaget kompensera den förlorade produktionsmängden genom ökad arbetskostnad. Därmed ansågs det att riskfaktorn ska implementeras på grundinvesteringsbeloppet. Risk bedöms normalt sett genom en känslighetsanalys, detta analytiska verktyg kan även ses som en Leontief nyttofunktion. Denna tar hänsyn till det värsta möjliga utfallet. Vid en sådan riskanalys beräknas det ekonomiska resultat av det värsta möjliga utfallet för varje händelse och lösningsalternativ. Vid känslighetsanalyser tas det även fram det bästa möjliga utfallet, vilket leder till att det blir relativt många beräkningar och därmed fler annuiteter att tolka och jämföra. Projektet avser att på ett enkelt och effektivt sätt jämföra olika lösningar, detta anses vara en stor svaghet hos känslighetsanalyser. Att genomföra en känslighetsanalys innebär även att det till stor del undersöks om det egna företaget har möjlighet att hantera det ekonomiska resultatet av ett värsta utfall. Då lösningsalternativens värsta möjliga utfall inte har särskilt stor påverkan i förhållande till investeringsbeloppet. På grund av dessa orsaker anses detta analytiska verktyg inte vara lämpligt att använda. I den teoretiska referensramen beskrivs dessutom ytterligare nyttofunktioner som kan användas vid risk. En linjär nyttofunktion tar hänsyn till en beslutstagare som är riskneutral och strävar efter högsta möjliga avkastning. Denna beräknar ett snitt på risken för en eller flera händelser och dess respektive ekonomiska resultat. Det nyttovärde som beräknas fram beskriver det ekonomiska resultatet för det mest sannolika utfallet. Detta innebär att alla händelse tas med i beräkningen och samtidigt ger ett enkelt och effektivt sätt att jämföra olika lösningsalternativs annuiteter. Därmed anses denna vara mest användbar vid framtagning av grundinvesteringsbeloppet.

I det aktuella företaget ansågs det att arbetskostnad har störst inverkan på betalningsöverskottet. Denna skall beräknas med hänsyn till de betalningskonsekvenser som skiljer lösningsalternativet mot den befintliga produktionslinan. Det ansågs också att arbetskostnad är i direkt proportion till ökad eller minskad produktivitet. När betalningsöverskott skall beräknas kommer denna därmed att innefatta en produktivitetfaktor. Produktivitetfaktorn beräknas som en partiell produktivitet där det tas hänsyn till arbetskostnad per producerad enhet. Då arbetskostnad bestäms utifrån dagens penningvärde, måste det tas hänsyn till ökning av arbetskostnaden med tiden. För att kunna översätta framtida arbetskostnader valdes det att låta betalningsöverskottet påverkas av en kalkylränta. Denna bestäms till den förväntade årliga reala löneökningen.

Därmed kommer annuitetsmetoden som skall användas påverkas av två olika kalkylräntor. En som påverkar nuvärdet av betalningsöverskottet och en som påverkar nettonuvärdet när den görs om till en annuitet. För att besluta kalkylräntan som påverkar nettonuvärdet är det avgörande att bestämma kalkylräntan på ett korrekt sätt. Detta gäller framförallt vid nyinköp av maskiner då dess kalkylränta har en stor inverkan på investeringskalkylens resultat, eftersom maskinen oftast har en längre livslängd. Normalt sätt bestäms kalkylräntan utifrån företagets avkastningskrav på det investerade kapitalet. Då detta inte kunde fastställas genom dialog med den tekniska chefen söktes alternativa metoder att bestämma kalkylränta. Här undersöktes företagets avkastning på liknande investeringar, dock fanns inget underlag för detta. Därmed togs det hänsyn till långivarens avkastningskrav vid belåning för investeringskapitalet vid nyinköp av maskiner. Vid en sådan situation kan långivarens avkastningskrav tolkas som den ränta kapitalet belånades till. Detta ansågs vara den mest lämpade lösning i förhållande till det bristande beslutsunderlaget och kommer att vidare användas i utförandet. Nedan ses den modifierade annuitetsmetoden som tar hänsyn till två olika kalkylräntor.

Utvecklad annuitetsmetod

$$\text{Nettonuvärde} = \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{a * (1 + r_1)^i}{(1 + r_2)^i} \right\} - G$$

$$\text{annuitet} = \frac{\text{Nettonuvärde}}{\sum_{x=1}^n \left\{ \frac{1}{(1 + r_2)^x} \right\}}$$

Ordinär annuitetsmetod

$$\text{Nettonuvärde} = \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{a_i}{(1 + r_2)^i} \right\} - G$$

$$\text{annuitet} = \frac{\text{Nettonuvärde}}{\sum_{x=1}^n \left\{ \frac{1}{(1 + r_2)^x} \right\}}$$

5.2 Utförande

Kapitlet innefattar utförandet av utvärderingen för maskinbytet som beskrevs i inledningen. Här genomförs utförandet utifrån den information som togs fram genom första delen av metoden. I ovanstående kapitel ses vilken information som togs fram. Nedan ses bland annat vilka specifika lösningsalternativ som utvärderas och hur offertförfrågan för dessa lösningsalternativ ser ut. Dessutom beskrivs de specifika inparametrarna och de genomförda investeringskalkylerna för de olika lösningsalternativen. Slutligen behandlas hur investeringskalkylerna och dess inparametrar ska tolkas för att besluta om vilken lösning som är mest lämpad för företaget.

5.2.1 Framtagna lösningsalternativ

Genom intervju med den tekniska chefen (se Bilaga II) och de allmänna lösningsalternativen som togs fram i tidigare kapitel, beskrivs nedan de framtagna lösningsalternativen.

- Köpa in ny fyllmaskin
- Köpa in ny fyllmaskin och ytterligare maskin för ökad produktivitet på hela linan
- Bygga om styrenheten av befintlig fyllmaskin
- Köpa in reservdelar för befintlig fyllmaskin och dess styrenhet

5.2.2 Offert-förfrågan

Genom en iterativ kommunikation med leverantörer kom det fram att ytterligare information krävdes. Denna ursprungliga information som sammanställdes för offertförfrågan till leverantörerna var ej tillräcklig. Eftersom de ursprungliga offertförfrågan inte innefattade en detaljerad beskrivning av vilka omgivning och produkter maskinen hanterar. Därtill krävdes bland annat diverse teknisk specifikation. Nedan ses en mer detaljerad lista på offertförfrågningarnas komplettering. Eftersom leverantörerna skulle tillhandahålla fullständiga offerter krävde de nedanstående ytterligare information. Vilket var nödvändigt för leverantörerna då detta ger en större uppfattning av företagets behov och situation.

Nyinköp av maskin

Den information som ytterligare krävdes av leverantörerna för att tillhandahålla en offert var nedanstående.

- Bilder av maskinen och dess omgivning
- Ritningar av objekten som maskinen hanterar
- Ritningar av produktionslokal
- Komponentstandard som används av det egna företaget

Ombyggnad av maskin

Den information som ytterligare krävdes av leverantörerna för att tillhandahålla en offert var nedanstående.

- Bilder på de olika gränssnitt av operatörspanel
- Specifik effekt av servomotorer
- Tillverkare och modell av styrenhetens givare
- Cykeltid av maskinen

5.2.3 Specifika inparametrar för alla lösningsalternativ

För att ta reda på riskfaktorn för de olika lösningsalternativen, undersöktes hur stor procentuell sannolikhet som finns för fördröjning av arbetet för de olika lösningarna samt hur stor fördröjningen är. Dessa undersökningar gjordes genom att hålla en strukturerad intervju med den tekniska chefen, (se Bilaga II). För att få en ökad produktivitet på hela produktionslinan undersöktes det vilken del i produktionslinan som har lägst produktivitet, detta genom intervju med den tekniska chefen, (se Bilaga II). Resultatet blev att det var etikettmaskinen som hade lägst produktivitet och är även den maskinen i produktionslinan som är närmast sin ekonomiska livslängd. Därmed gavs ytterligare ett lösningsalternativ, köpa

in ny fyllmaskin och ny etikettmaskin. Vid samma intervju (se Bilaga II) undersöktes också kostnad för ny etikettmaskin.

Betalningsöverskottet beroende på lösning påverkas av en produktivitetsändring och den valda resursenheten, arbetskostnad. Kostnaden av resursenheten togs fram genom en strukturerad intervju med produktionschefen, (se Bilaga I). Vid samma intervju bekräftades hur mycket av produktionens produkter som kan produceras på annan ort samt hur länge försäljning kan fortgå. Dock hade dessa två faktorer försumbar inverkan. Dessutom undersöktes vad produktiviteten är på den aktuella linan, vad bemanning av produktionslinan kostar och hur många utbetalda arbetstimmar som ges per månad genom intervju med produktionschef, (se Bilaga I).

Kalkylräntan som påverkar betalningsöverskottet sattes till den förväntade årliga reala löneökningen som var en och en halv procent. Den kalkylränta som påverkar nettonuvärdet valdes till fem procent då detta anses vara en rimlig belåningsgrad för företaget.

Investeringskapitalet togs fram utifrån leverantörernas offerter. Alla kostnader såsom transport- och installationskostnader är inkluderade. I de fall då detta inte ingick togs dessa kostnader fram genom undersökningar av tidigare offerter för liknande inköp. Grundinvesteringen bestämdes sedan utifrån investeringskapitalet och riskfaktorn.

Den ekonomiska livslängden för de olika lösningsalternativen togs fram genom intervju med den tekniska chefen, (se Bilaga II).

Betalningsöverskottet beräknades med hänsyn till de betalningskonsekvenser som skiljer investeringsalternativen åt, detta ansågs förenkla och effektivisera arbetetiden. Att utföra studier på samtliga inbetalningar och utbetalningar anses vara överflödigt och skulle inte ha någon större inverkan på resultatet.

Aktuell produktionslina

Kostnaden för maskinoperatörer vid den angivna produktionslinan per månad är 117 600 SEK. Effektiviteten beräknas enligt nedan. Där y_0 är den aktuella produktionen per arbetad timma, här räknas även in raster, produktbyte, städning etc. $f(x_0)$ är den maximala produktionen under en timma bortsett avbrott, dessa siffror togs fram utifrån en intervju med produktionschefen (se Bilaga I). x_0 är den sammanlagda arbetstiden för tre maskinoperatörer under en timma.

$$\text{Effektivitet} = \frac{y_0}{f(x_0)} = \frac{1100}{80 * 60} = 22,9\%$$

$$\text{Produktivitet} = \frac{y_0}{x_0} = \frac{1100}{3} = 367 \text{ enheter/arbetstimme}$$

Enligt beräkningar (se bilaga III) är arbetskostnaden för en producerad enhet 0,57 SEK.

Köpa in reservdelar till befintlig styrenhet

Leverantör A

Det investeringskapital som krävs för denna lösning är 8000 € vilket motsvarar 68 000 SEK. Den ekonomiska livslängden är två år och produktionen förväntas ligga nere i två produktionsdagar. Transportkostnader och arbetskostnader är inkluderade. Den procentuella risk som finns för fördröjning av arbetet ligger på 10 % och orsakar en fördröjning på en produktionsdag. Produktiviteten och effektiviteten av denna lösning är den samma som den befintliga produktionslinan. Då det inte gjorts några förändringar i produktionen.

Köpa in ny styrenhet

Leverantör B

Det investeringskapital som krävs för denna lösning är 345 000 SEK. Den ekonomiska livslängden är tre år och produktionen förväntas ligga nere i tio produktionsdagar. Transportkostnader och arbetskostnader är inkluderade. Den procentuella risk som finns för fördröjning av arbetet ligger på 50 % och orsakar en fördröjning på fem produktionsdagar. Produktiviteten och effektiviteten av denna lösning är den samma som den befintliga produktionslinan. Då det inte gjorts några förändringar i produktionen.

Leverantör C

Ingen offert tillhandahölls på grund av bristande kommunikation av företaget och tidsramen för projektet.

Köpa in ny fyllmaskin

Leverantör D

Det investeringskapital som krävs för denna lösning är 275 000 £ vilket motsvarar 2 773 000 SEK. Den ekonomiska livslängden är tolv år och produktionen förväntas ligga nere i fem produktionsdagar. Transportkostnader och arbetskostnader inkluderades inte i den ursprungliga offerten, men genom studier av tidigare inköp av liknande maskin kunde det totala investeringskapitalet fastställas. Den procentuella risk som finns för fördröjning av arbetet ligger på 30 % och orsakar en fördröjning på tio produktionsdagar.

Effektiviteten av produktionslinan är oförändrad. Produktiviteten på fyllmaskinen blir 200 enheter per minut. Produktiviteten för hela produktionslinan vid denna lösning är 120 enheter per minut som baseras på den del med lägst produktivitet. Med samma effektivitet ger detta en produktion (y_0) på 1650 enheter per timma. x_0 är den sammanlagda arbetstiden för tre maskinoperatörer under en timma.

$$\text{Produktivitet} = \frac{y_0}{x_0} = \frac{1650}{3} = 550 \text{ enheter/arbetstimme}$$

Enligt beräkningar (se bilaga III) är arbetskostnaden för en producerad enhet 0,39 SEK.

Leverantör E

Ingen offert tillhandahölls på grund av bristande kommunikation av företaget och tidsramen för projektet.

Köpa ny fyllmaskin (leverantör D) och ny etikettmaskin

I produktionslinan är det denna maskinen som ansågs vara den största flaskhalsen efter fyllmaskinen (se Bilaga I). Det investeringskapital som behövs för en ny etikettmaskin är 2 050 000 SEK. Därtill är arbets- och transportkostnaderna inkluderade. Den nuvarande etikettmaskin har en produktivitet på 120 enheter per minut, genom ett ny köp blir den nya produktiviteten 180 enheter per minut. Då andra delar av produktionslinan har samma produktivitet som den nuvarande etikettmaskinen kommer inte en produktivitetsökning ske av hela produktionslinan vid utbyte av denna del. Därmed kommer inte detta lösningsalternativ att analyseras vidare.

5.2.4 Investeringskalkyler

På grund av att teknologerna inte fått in offerter från leverantör B och C kan ingen jämförelse av samma lösning ske. Detta leder till att investeringskalkylen endast baseras på annuitetsmetoden, då denna är mest lämpad för att jämföra olika lösningsalternativ.

π_1 är sannolikheten att inget går fel vid grundinvesteringen, där y_1 är den totala grundinvesteringen där kostnaden för nedlagd produktion är inräknad. π_2 är sannolikheten att det sker en fördröjning vid grundinvesteringen y_2 , som är den totala grundinvesteringen där kostnaden för nedlagd produktion inklusive fördröjning är inräknad.

Konsekvensen av en nedlagd produktionsdag är att företaget måste kompenseras genom att lägga till ett kvällsskift. Kostnaden för detta är, (enligt bilaga III) 4120 SEK.

Kalkylräntan r_1 som påverkar betalningsöverskottet fås från den förväntade årliga reala löneökningen som sätts till en och en halv procent. Den kalkylräntan r_2 som påverkar nettonuvärdet fås från den belåningsgrad som företaget kan låna till som sätts till fem procent

Investeringskalkyl för leverantör A

Grundinvesteringen (G) är:

$$U(y) = \pi_1 y_1 + \pi_2 y_2 = 0,9 * (68\ 000 + 2 * 4120) + 0,1 * (68\ 000 + 3 * 4120) = 76\ 700 \text{ (kr)}$$

Totala inbetalningsöverskottet (a) per år är:

$$\begin{aligned} \text{skillnad i arbetskostnad per producerad enhet} * \text{producerade enheter per år} \\ = 0 * 2\ 750\ 000 = 0 \end{aligned}$$

Ekonomisk livslängd (n) för lösningen är:

2 år

Investering annuitet:

$$\text{Nettonvärde} = \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{a * (1 + r_1)^i}{(1 + r_2)^i} \right\} - G = \sum_{i=1}^2 \left\{ \frac{0 * (1 + 0,015)^x}{(1 + 0,05)^i} \right\} - 76\ 700 = -76\ 700$$

$$\text{annuitet} = \frac{\text{Nettonvärde}}{\sum_{x=1}^n \left\{ \frac{1}{(1+r_2)^x} \right\}} = \frac{-76\ 700}{\sum_{x=1}^2 \left\{ \frac{1}{(1+0,05)^x} \right\}} \approx -41\ 250$$

Investeringskalkyl för leverantör B

Grundinvesteringen (G) är:

$$U(y) = \pi_1 y_1 + \pi_2 y_2 = 0,5 * (345\,000 + 10 * 4120) + 0,5 * (345\,000 + 15 * 4120) \\ = 396\,500(kr)$$

Totala inbetalningsöverskottet (a) per år är:

$$\text{skillnad i arbetskostnad per producerad enhet} * \text{producerade enheter per år} \\ = 0 * 2\,750\,000 = 0$$

Ekonomisk livslängd (n) för lösningen är:

3 år

Investering annuitet:

$$\text{Nettonuvärde} = \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{a * (1 + r_1)^i}{(1 + r_2)^i} \right\} - G = \sum_{i=1}^3 \left\{ \frac{0 * (1 + 0,015)^x}{(1 + 0,05)^i} \right\} - 396\,500 = -396\,500$$

$$\text{annuitet} = \frac{\text{Nettonuvärde}}{\sum_{x=1}^n \left\{ \frac{1}{(1+r_2)^x} \right\}} = \frac{-396\,500}{\sum_{x=1}^3 \left\{ \frac{1}{(1+0,05)^x} \right\}} \approx -145\,600$$

Investeringskalkyl för leverantör D

Grundinvesteringen (G) är:

$$U(y) = \pi_1 y_1 + \pi_2 y_2 = 0,7 * (2\,773\,000 + 5 * 4120) + 0,3 * (2\,773\,000 + 15 * 4120) \\ = 2\,805\,960(kr)$$

Totala inbetalningsöverskottet (a) per år är:

$$\text{skillnad i arbetskostnad per producerad enhet} * \text{producerade enheter per år} \\ = (0,57 - 0,39) * 2\,750\,000 = 495\,000(kr)$$

Ekonomisk livslängd (n) för lösningen är:

12 år

Investering annuitet:

$$\text{Nettonuvärde} = \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{a * (1 + r_1)^i}{(1 + r_2)^i} \right\} - G = \sum_{i=1}^{12} \left\{ \frac{495\,000 * (1 + 0,015)^i}{(1 + 0,05)^i} \right\} - 2\,805\,960 = 1\,991\,980$$

$$\text{annuitet} = \frac{\text{Nettonuvärde}}{\sum_{x=1}^{12} \left\{ \frac{1}{(1+r_2)^x} \right\}} = \frac{1\,991\,980}{\sum_{x=1}^{12} \left\{ \frac{1}{(1+0,05)^x} \right\}} \approx 224\,746$$

5.2.5 Rekommendation av lösningsalternativ

Allmänt gäller att företaget skall använda sig av lösningsalternativet med högst annuitet. Detta värde inkluderar alla tolkningsbara kostnader vid investeringstillfället, samt den besparing som ges av en ökad produktivitet. Det tas även hänsyn till avkastningskravet och löneökningarna som blir över tid. Det finns andra faktorer som företaget bör ta hänsyn till vilket innebär att annuiteten inte skall vara helt avgörande vid beslut. Det bör undersökas hur de enskilda parametrarna påverkar företaget, framförallt grundinvesteringen. Här rekommenderas det att undersöka hur mycket kapital som företaget klarar av att binda. Detta kan ibland innebära att lösningsalternativ med höga investeringskapital kan uteslutas. Man behöver även studera hur företaget skulle klara av den risk som innebär det sämsta ekonomiska resultat för lösningsalternativen. Det finns andra faktorer som påverkar inparameterna som inte arbetssättet tar hänsyn till. Detta kan framför allt vara faktorer som påverkar betalningsöverskottet utöver arbetskostnad. Däribland ändrad underhållskostnad eller andra driftkostnader som kan förändras. Det finns möjlighet att vidare studera hur olika lösningsalternativ påverkar risker under dess ekonomiska livslängd såsom risken för haveri etc.

6. Sammanställning av erfarenheter

Det generella arbetssättet utformas på ett sådant sätt att den ska kunna tillämpas på alla typer av maskinbyten. Sammanställningen omfattar vilka delar som bör användas av utförandet och vad som bör läggas till. Det tas hänsyn till hur stor inverkan de olika delarna hade i förhållande till hur tidskrävande. Det bestäms även vilka delar som kan uteslutas av användaren av arbetssättet. Det anses att stora delar av det framtagna arbetssättet är användbart, då denna gav resultat för alla lösningsalternativ. Bortsett de som inte tillhandahölls på grund av bristande kommunikation.

Arbetssättet för att undersöka lösningsalternativ och leverantörer av dessa kan vara mer utarbetad. Detta kan göras genom att kontakta ett flertal leverantörer och sedan undersöka de lösningar och leverantörer som är mest lämpade. På grund av bristande tid valdes att använda sig av företagets rekommendationer, detta innebär att det kan ha uteslutit mer lämpade lösningsalternativ och leverantörer.

6.1 Offertförfrågan

Genom erfarenheter i detta projekt fastställs att det bör läggas upp en tidsplan för när offerterna ska tillhandahållas av leverantörerna. Detta påvisas genom de uteblivna offerter av leverantör D och leverantör E, detta på grund av att ingen tidsplan sattes upp.

Att ha en tydlig mall för offertförfrågan underlättar kommunikationen med leverantörer. Genom att använda sig av detta förmedlingssätt kan det på ett enkelt och strukturerat sätt hållas en god kontakt och samtidigt förmedla det som efterfrågas hos leverantören. Det anses att den ursprungliga offertförfrågan som togs fram för nyköp av maskiner inte är tillräcklig, då leverantörerna krävde mer information för att kunna ge en fullständig offert. Då företaget inte hade tidigare offertförfrågan som kunde studerats för ombyggnader av maskiner, togs det fram information om den befintliga maskinen som kan tänkas vara relevant för leverantörer. Denna information fick också kompletteras, därmed kunde nedanstående generella offertförfrågan för ombyggnader utvecklas. Vid en offertförfrågan är det dessutom viktigt att arbets- och transportkostnader för maskinen eller ombyggnaden blir inkluderad i offerten.

I en offertförfrågan bör det finnas FAT och SAT krav, dessa beskriver vad det egna företaget kräver av leverantörens maskin för att genomföra en fullständig betalning. Det företaget använder sig av idag är inte komplett och tar inte hänsyn till flertal viktiga faktorer. Därav bör de framtagna generella FAT och SAT kraven utnyttjas vid bestämning av dessa krav.

6.1.1 Generell offertförfrågan vid nyinköp

Den generella offertförfrågan är för nyinköp av maskin och togs fram genom studier av företagets tidigare offertförfrågan. Ytterligare innefattar den generella offertförfrågan dessutom den information som efterfrågades av de olika leverantörerna. Det lades även till krav när offertförfrågan ska tillhandahållas av leverantörerna. Nedan ses den generella offertförfrågan som togs fram.

1. Produkt specifikation:

Här beskrivs vad maskinen ska göra samt vilka krav man ställer som kund. Bland annat kan det beskrivas vilken typ av produkt och mängd som maskinen ska hantera.

2. Drifftid och tillgänglighet:

Här definieras inom vilken tidsram som produkten ska användas. Dessutom ställs krav på att produkten ska ha en viss produktions tillgänglighet under sin garantitid.

3. Hastighet:

Beskriver hastigheten på produktionen för de bästa respektive sämsta flödet av produkter. Dessutom ställs krav på maskinens hastighet såsom lägsta produktiviteten.

4. Format byte:

Då man har olika format eller produkter som ska hanteras av maskinen, ställs här krav på den tid som maximalt ska förflyta vid ett byte. Här kan ytterligare krav ställas såsom att bytet ska ske utan verktyg.

5. Installation:

Här bestäms kostnaden för installationsarbetet. Detta innehåller kostnaden för transport, FAT och SAT.

6. Teknisk dokumentation:

Sätter krav för den tekniska dokumentationen som skall ingå vid leverans av maskinen. Bland annat elschema, användarmanual, planritningar, reservdelslista och backup av mjukvara.

7. Betalning:

Beskriver krav för betalning samt hur betalningen skall ske.

8. Försening:

Sätter villkoren vid försening. Exempelvis straffavgift.

9. Garanti:

Vad garantin skall innefatta och hur länge den gäller.

10. Reservdelar och service:

Vilka krav som sätts på leverantörens respons vid fel av maskinen.

11. FAT & SAT:

Beskriver kraven för en godkänd site och factory acceptance test.

12. Komponentstandard:

Här beskrivs vilken komponentstandard som används av det egna företaget.

13. Bilder och ritningar:

Denna del innefattar bilder av maskinen och dess omgivning, ritningar av objekten som maskinen hanterar och ritningar av produktionslokal.

14. Tidsplan:

Här ställs krav för när offerten skall föreses.

15. Arbets- och transportkostnader:

Här ställs krav på att arbets- och transportkostnader skall inkluderas i offerten.

6.1.2 Generell offertförfrågan vid ombyggnad

Utifrån teknologernas iterativa kommunikation med leverantörer och de ursprungliga offertförfrågningar togs nedanstående generella offertförfrågan. Denna gäller för ombyggnad av maskin och nedan ses vad den innehåller.

1. Produkt specifikation:

Här beskrivs vad maskinen ska göra samt vilka krav man ställer som kund. Bland annat kan det beskrivas vilken typ av produkt och mängd som maskinen ska hantera. Dessutom kan det ingå vilka effekter servomotorerna har.

2. Installation:

Här bestäms kostnaden för installationsarbetet. Här innefattas dessutom kostnaden för transport och SAT.

3. Teknisk dokumentation:

Sätter krav för den teknisk dokumentation som skall ingå vid leverans av maskinen. Bland annat el schema, användarmanual, planritningar, reservdelslista och backup av mjukvara.

4. Betalning:

Beskriver krav för betalning samt hur betalningen skall ske.

5. Försening:

Sätter villkoren vid försening. Exempelvis straffavgift.

6. Garanti:

Vad garantin skall innefatta och hur länge den gäller.

7. Reservdelar och service:

Vilka krav som sätts på leverantörens respons vid fel av maskinen.

8. SAT:

Beskriver kraven för en godkänd site acceptance test.

9. Komponentstandard:

Här beskrivs vilken komponent standard som används av det egna företaget.

10. Bilder och ritningar:

Denna del innefattar el schema på den befintliga maskinen, bilder av maskinens styrenhet och dess olika funktionella delar och bilder på de olika gränssnitt av operatörspanelen. Här kan även ingå en grafisk beskrivning av styrenhetens uppbyggnad.

11. Tidsplan:

Här ställs krav för när offerten skall föreses.

12. Arbets- och transportkostnader:

Här ställs krav på att arbets- och transportkostnader skall inkluderas i offerten.

6.2 Inparametrar och investeringskalkyl

De inparametrar som implementeras i investeringskalkylen är, för alla de olika lösningsalternativen, följande:

- Betalningsöverskott
- Grundinvestering
- Kalkylränta
- Ekonomisk livslängd

Genom att studera den utförda investeringskalkylen ses hur stor inverkan de olika inparametrarna har på annuiteten. Annuitetsmetoden som används har få nackdelar gentemot andra metoder och är mest lämpad för att jämföra olika investeringsalternativ. Till skillnad från nuvärdesmetoden är denna mer lämpad för jämförelser av investeringar med olika ekonomiska livslängder.

6.2.1 Betalningsöverskott

Det anses även, liksom Taylor, att produktionens enhetskostnad ska minimeras. Vilket innebär att produktivitetsändring bör behandlas i betalningsöverskottet för olika lösningar. Denna produktivitetsändring är i förhållande till andra faktorer enklast att beräkna. Andra viktiga faktorer som påverkar betalningsöverskottet skulle kunna vara driftstop, underhåll, resursförbrukning etc. dock är dessa faktorer i förhållande till produktivitetsändring svårare att ta fram och beräkna. Enligt teorin påverkas produktivitet av en eller flera resursenheter. Resursenheten kan väljas fritt till det som är mest lämpad för användaren.

På grund av de intervjufrågor som ställdes blev beräkningen av betalningsöverskottet en förlängd process. Detta eftersom empirin som tillhandahölls skulle översättas och implementeras i inparametern. Istället rekommenderas det att ta reda på den totala kostnaden för resursenhet per år. På så sätt görs en enklare beräkning på hur produktivitetsändringen påverkar betalningsöverskottet. Där resursenheten måste väljas på ett sånt sätt att den relateras linjärt till produktiviteten. Nedan ses den framtagna formeln som förenklar beräkningen av betalningsöverskottet.

$$\left(1 - \frac{\text{aktuell produktivitet}}{\text{ny produktivitet}}\right) * \text{total kostnad för resursenhet per år} = \text{betalningsöverskott}$$

Från ovanstående formel ses vilken information som krävs för att kunna beräkna betalningsöverskottet. Variabeln ny produktivitet bestäms av den del av produktionslinan som har lägst produktivitet vid lösningen.

Då det inte utfördes en vidare ekonomisk analys av lösningsalternativet som innefattade ytterligare ett maskinbyte för en ökad produktivitet av hela produktionslinan. Leder detta till

att det först bör undersökas om lösningsalternativet ger en ökad produktivitet av hela produktionslinan, innan det tas fram information som berör betalningsöverskottet. Eftersom i det fall då den delen/delar av produktionslinan som har lägst produktivitet inte påverkas av lösningsalternativet ger detta att betalningsöverskottet blir lika med noll. Detsamma gäller då inget av lösningsalternativen påverkar produktiviteten på maskinen. Därmed är även detta det första som skall undersöka vid betalningsöverskottet.

6.2.2 Grundinvestering

Inparameter valdes att påverkas av en riskfaktor som baserades på en linjär nyttofunktion. Denna nyttofunktion kan väljas fritt utifrån teoretiska referensramen. Beroende på vilken nyttofunktion som väljs krävs det att mer eller mindre variabler måste bestämmas. Dock påverkar detta inte arbetstiden för beräkningar av grundinvesteringen avsevärt. Nyttofunktionen kan användas i andra inparametrar för investeringskalkylen på samma sätt, detta beror på vad den största risken anses vara. För att få ett mer exakt och tillförlitligt värde av inparametern rekommenderas det att ta hänsyn till flera aspekter som påverkar riskfaktorn, ur ett kostnadsperspektiv.

Beroende på hur de egna företaget tolkar vad en grundinvestering innehåller påverkar detta investeringskalkylen på olika sätt. Det anses att en grundinvestering ska innefatta det initiala investeringskapitalet för lösningsalternativet. Det rekommenderas att ta med alla engångskostnader såsom transport- och installationskostnader. Oavsett vad som väljs att göra bör det användas ett homogent tillvägagångssätt för alla lösningsalternativ. Det är fritt att välja vilka händelser som innefattar risk, exempelvis kan detta vara risk för fördröjning vid installation eller risk för maskinhaveri under den ekonomiska livslängden. När det har bestämts vilka händelser som ska ingå ska nedanstående fastställas.

- Procentuell sannolikhet för varje enskild händelse
- Kostnad för det egna företaget vid varje enskild händelse

6.2.3 Kalkylränta

Kalkylräntan som inparameter ska generellt sett bestämmas som det avkastningskrav företaget ställer på grundinvesteringen. Detta är ett sätt för företag att jämföra andra investeringsmöjligheter med den tänkta maskininvesteringen. Då denna information kan vara svår att fastställa finns det möjlighet att sätta kalkylräntan till den belåningsgraden som krävs för investeringskapitalet. Vid mer långsiktiga investeringar är det lämpligt att undersöka vad det egna företags avkastningskrav är. Då kalkylräntan i det fall har en större inverkan på investeringskalkylen. Den kalkylränta som påverkar betalningsöverskottet bestämdes till den förväntade årliga reala löneökningen och anses vara ett rimligt antagande. Som gav en mer tillförlitlig annuitet samtidigt som beräkningarna inte tog allt för lång tid.

6.2.4 Ekonomisk livslängd

Det rekommenderas att ta fram den tekniska livslängd genom de leverantörer som tillhandahåller ett lösningsalternativ. Utifrån detta kan den ekonomiska livslängden fastställas inom det egna företaget. Här kan det tas hänsyn till vad garantitiden är på lösningsalternativet, vad reservdelar kostar och tidigare ekonomisk livslängd för liknande lösningsalternativ. Detta ger en mer tillförlitlig och preciserad inparameter.

7. Slutsats

Utifrån projektets resultat och sammanställning togs nedanstående generella arbetssätt fram. Denna kan användas av företag som vill utvärdera olika lösningar och leverantörer för att sedan ta beslut om ett maskinbyte.

7.1 Generell arbetssätt

1. Sätt upp en tidsram för projektet som besvarar följande; när ska projektet vara färdigt och när ska offerterna vara inne.
2. Bestäm vilka lösningsalternativ som är relevanta för vidare analys. Detta kan göras genom diskussion med tänkta leverantörer eller genom en intern diskussion med relevant personal i det egna företaget. Vid intresse av att hitta fler lösningar som ger en ökad produktivitet av produktionslinan, kan det undersökas hur ett lösningsalternativ kan kombineras med andra maskinbyten i produktionslinan. Detta leder till ytterligare lösningsalternativ.
3. Samla relevant information och data som ska sammanställas i de generella offertförfrågan beroende på lösning (se Bilaga IV och Bilaga V). Dessa skickas sedan ut till tänkta leverantörer som i sin tur skickar tillbaka en offert. Vid kontakt med leverantörer skall det efterfrågas investeringskapitalet som lösningen kräver inkl. arbetskostnad, teknisk livslängd och produktivitet av lösning. Här är det viktigt att försöka hålla sin tidsplanering, då leverantörer kan behöva ytterligare information som inte finns med i den ursprungliga offertförfrågan.
4. Bestäm inparametrarna för investeringskalkylen beroende på lösningsalternativ. Dessa består av följande:
 - Grundinvestering (G)
 - Betalningsöverskott (a)
 - Kalkylränta (r)
 - Ekonomisk livslängd (n)

Grundinvestering (G) är den utbetalningen som ges i samband med investeringstillfället. Vid investeringstillfället räknas samtliga kostnader t.ex. investeringsobjekt, installationskostnad, transportkostnad etc. Denna inparameter kan påverkas av en riskfaktor. Denna faktor bör tas med i dem fall då det kan ses en uppenbar risk vid lösningsalternativet. Det är fritt att välja vilka händelser som innefattar risk, exempelvis kan detta vara risk för fördröjning vid installation eller risk för maskinhaveri under den ekonomiska livslängden. När det har beslutats om vilka händelser som ska ingå ska nedanstående besvaras.

- Procentuell sannolikhet för varje enskild händelse (π_s)
- Kostnad för det egna företaget vid varje enskild händelse (y_s)

Samtliga händelser för ett lösningsalternativ skall ge att π är 100 procent. Detta innebär att om samtliga händelser inte sker är detta en händelse i sig. Då alla variabler har bestämts används nedanstående formel, för beräkning av grundinvestering för det specifika lösningsalternativet. Variabeln y skall bestå av den totala kostnaden vid en händelse. Här inkluderas bland annat investeringskapitalet som krävs för det lösningsalternativet och transport- och installationskostnader samt den specifika kostnaden som är signifikant för händelsen.

$$\text{Grundinvestering} = \pi_1 y_1 + \pi_2 y_2 + \dots + \pi_s y_s = \sum_{s=\theta} \pi_s y_s$$

Betalningsöverskottet (a) beräknas genom följande formel:

$$\left(1 - \frac{\text{aktuell produktivitet}}{\text{ny produktivitet}}\right) * \text{total kostnad för resursenhet per år} = \text{betalningsöverskott}$$

Först undersöks om lösningsalternativen ger en ökad produktivitet av hela produktionslinan, innan det tas fram information som berör betalningsöverskottet. Eftersom i det fall då den delen/delarna av produktionslinan som har lägst produktivitet inte påverkas av lösningsalternativen ger detta att betalningsöverskottet blir lika med noll. Detsamma gäller då ingen av lösningsalternativen påverkar produktiviteten på maskinen.

Om ovanstående fall inte gäller tas det reda på den aktuella produktiviteten av produktionslinan och den totala kostnaden för den valda resursenheten. Här väljs fritt vilken resursenhet som ska analyseras. Där resursenheten måste väljas på ett sånt sätt att den relateras linjärt till produktiviteten. I många fall kan detta vara arbetskostnaden vid produktionslinan, elförbrukning eller minskad reparationskostnad. Slutligen bestäms variabeln ny produktivitet som är produktiviteten av den del som har lägst produktivitet vid lösningsalternativet. Det finns möjlighet att även använda sig av flera resursenheter, då summeras betalningsöverskottet för varje enskild resursenhet för att ge det totala betalningsöverskottet.

Kalkylränta (r) är två olika variabler, där r_1 påverkar betalningsöverskottet och r_2 påverkar nettonuvärdet. Generellt sett bestämmas r_2 som det avkastningskrav företaget ställer på grundinvesteringen. Då denna information kan vara svår att fastställa finns det möjlighet att sätta kalkylräntan till den belåningsgrad som krävs för investeringskapitalet. Vid mer långsiktiga investeringar är det lämpligt att undersöka vad det egna företags avkastningskrav är. Då kalkylräntan i det fall har en större inverkan på investeringskalkylen. r_1 skall sättas till den förväntade årliga reala löneökningen.

Ekonomisk livslängd (n) tas fram genom den tekniska livslängden. Utifrån detta kan man inom det egna företaget fastställa vad den ekonomiska livslängden blir. Här tas det hänsyn till vad garantitiden är på lösningsalternativet, vad reservdelar kostar och tidigare ekonomisk livslängd för liknande lösningsalternativ.

- Vid jämförelse av olika leverantörer för samma lösningsalternativ används paybackmetoden. Denna skall användas för de lösningsalternativ där den ekonomiska livslängden är samma. Vid formeln nedan är n återbetalningstiden och skall betraktas som en variabel som skall lösas ut.

$$G - \sum_{x=1}^n \left\{ \frac{a_i}{(1+r_2)^x} \right\} = 0$$

Om återbetalningstiden är lägre än den ekonomiska livslängden anses investeringen vara lönsam. Det lösningsalternativ som anses vara bäst är då återbetalningstiden är lägst. Denna formel kan beskrivas likt nedan vid användning av beräkningsprogram, till exempel i Wolframalpha:

$$(G - (\text{sum of } (a/(1+r_2)^n) \text{ from } n=1 \text{ to } x))=0 \text{ solve } x$$

Vid jämförelse av olika lösningsalternativ används annuitetsmetoden, som kan ses nedan.

$$\text{Nettonuvärde} = \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{a * (1+r_1)^i}{(1+r_2)^i} \right\} - G$$

$$\text{annuitet} = \frac{\text{Nettonuvärde}}{\sum_{x=1}^{12} \left\{ \frac{1}{(1+r_2)^x} \right\}}$$

Om annuiteten är större eller lika med noll är det en lönsam investering och det lösningsalternativ med störst annuitet anses vara den bästa investeringen. Denna formel kan beskrivas likt nedan vid användning av beräkningsprogram, till exempel i Wolframalpha:

$$((\text{sum of } ((a*(1+r_1)^x)/(1+r_2)^x) \text{ from } 1 \text{ to } n) - G) / (\text{sum of } (1/((1+r_2)^x) \text{ from } 1 \text{ to } n))$$

- Det resultat som fås av investeringskalkylerna skall inte betraktas som en absolut sanning. Istället rekommenderas det att genom en iterativ process diskutera de saker som inte har tagits hänsyn till i investeringskalkylerna. Såsom storleken på inparametrarna och dess inverkan på de egna företaget. Genom detta skaffas en helhetsuppfattning av vad de olika lösningsalternativen innebär och därigenom kan ett beslut tas.

8. Diskussion

Rapporten har i syfte att utforma ett arbetssätt för Santa Maria vid maskinbyte i produktionslinor. Detta har vi, enligt slutsatsen, lyckats med och dessutom utvecklat ytterligare begrepp som är viktiga att hantera vid ett maskinbyte. Såsom att man utformat generella offertförfrågan som kan användas vid kontakt med leverantörer för ombyggnader och nyinköp. Dessa togs fram då vi insåg hur viktigt det var med en korrekt och effektiv kontakt med leverantörer. Eftersom detta är den del av arbetssättet som tog mest tid. På så sätt har vi bidragit till ekonomisk hållbarhet, då denna avser att skapa en ekonomisk tillväxt utan att utarma människans tid. Detta kan vi motivera genom att vi effektiviserat kommunikationsprocessen mellan företaget och leverantörer med hjälp av de framtagna generella offertförfrågan.

Rapporten behandlar dessutom en utvärdering av det resultatet som arbetssättet gav. Detta gjordes för att, enligt metoden, förbättra och utveckla arbetssättet. Där man i analysen behandlar utvärdering av bland annat inparametrarna för investeringskalkylen. Här valde man att inparametrarna behandlas utifrån att minimera arbetstid för arbetssättet och samtidigt bibehålla reliabilitet av arbetssättet. Genom detta har man ytterligare bidragit till den ekonomiska hållbarheten.

Detta arbetssätt som rekommenderats i rapporten ger utrymme för tolkning av vilka faktorer om skall påverka. Detta för att den skall vara anpassningsbar till olika förutsättningar vid maskinbyte. Dock är vissa delar av arbetssättet begränsat till de faktorer som vi ansåg ha störst inverkan på beslutet. Där man huvudsakligen koncentrerat sig på maximera produktiviteten, vilket även det har en bidragande faktor på den ekonomiska hållbarheten. Pågrund av den valda faktorn lämpar sig arbetssättet bäst för företag inom tillverknings- och processindustrin. Där man söker ett verktyg för att analysera ett maskinbyte i en produktionslina. Arbetssättet utvecklades utifrån en produktionslina vars olika maskiner är direkt beroende av varandra. Därmed inser vi att arbetssättet är mest tillämpligt för liknande produktionslinor, men den kan även användas för produktionslinor var olika maskiner är oberoende av varandra. Vid ett sådant fall kan man förenkla den del av arbetssättet som behandlar en ökad produktivitet av ett lösningsalternativ.

Att riskfaktorn behandlas i grundinvestering innebär att de avseenden som kan göras blir begränsade. Att den används på detta sätt gör att den är anpassningsbar till händelser som påverkar kassaflödet under hela livslängden och vid investeringstillfället. Däremot ges inte möjlighet att låta riskfaktorn implanteras i andra inparametrar som inte är relaterade till kostnad för händelser. Riskfaktorn skulle kunna användas i kalkylräntan eller den ekonomiska livslängden då det finns osäkerhet i att bestämma storleken på dessa. Då beslutstagaren bestämmer kostnaden för en händelse som kan ske under hela livslängden efter investeringstillfället kommer detta att göras utifrån kostnaden för denna i dagsläget. Då kapitalvärdesmetoden omvandlar dessa kostnader, med hjälp av kalkylräntan, till framtida annuiteter kommer detta inte vara något som påverkar. Därmed kan framtida risker implanteras i grundinvesteringen som vanligtvis endast hanterar kostnader som sker vid investeringstillfället. Genom att göra på detta sätt, görs antagandet att risken för händelsen är lika stor under hela investeringens livslängd. Inverkan från kalkylräntan som är fem procent

kan anses vara för stor då detta är en högre nivå än ändringen i penningvärdet. Därmed rekommenderas det att denna används med försiktighet framför allt vid höga kostnader. Vid vidare utveckling av arbetssättet bör det studeras hur framtida risker bör implementeras i betalningsöverskottet, på liknande sätt som på grundinvesteringen. På så sätt fås en lägre påverkan från kalkylränta.

Det framtagna arbetssättet anses vara enkelt att tillämpa. I den litteratur som studerats finns mer omfattande och komplex förståelse kring hur ett maskinbyte ska utvärderas. Detta kan vara svårt om inte oanvändbart för företag, då man inte har tid för sådana studier. Det kan även vara svårt för företag att tillämpa och anpassa den litteratur som finns till deras situation eller behov. Därmed är rapportens slutsats ett enkelt och effektivt verktyg som kan användas av företag inom tillverknings- och processindustrin för att göra en utvärdering av ett maskinbyte.

9. Källförteckning

Alpenberg, J. & Karlsson, F. (2005). *Investeringar i mindre och medelstora tillverkande företag*. Lund: Lund Business Press

Andersson, G. (2001). *Kalkyler som beslutsunderlag*. Lund: Studentlitteratur.

Aniander, M., Blomgren H., Engwall M., Gessler F., Gramenius J., Karlson B., Lagergren F., Storm P. & Westin P. (1998). *Industriell ekonomi*. Denmark: Studentlitteratur

Grubbström, R. W. & Lundquist, J. (1996). *Investering och finansiering – Metodik och tillämpningar*. Lund: Academic Adacta AB

Karlsson, I. (2003). *Kalkylering – Lönsamhetsbedömning, investeringar och resultatplanering*. Trelleborg: Liber AB

Löfsten, H. (2002). *Investeringsprocessen - kalkyler, strategier och finansiering*. Lund: Studentlitteratur.

Olsson, U.E. (2005). *Kalkylering för produkter och investeringar*. Lund: Studentlitteratur.

Olsson, J. & Skärvad, P.H. (1997). *Företagsekonomi 99*. Malmö: Liber.

Rasmussen, S. (2012). *Production Economics: The Basic Theory of Production Optimisation*.

Bilaga I – Referat av intervju med produktionsansvarig

Respondent: Tomas Blomstrand – Produktions ansvarig, Santa Maria AB

Jan Anders Carlsson – Produktions chef, Santa Maria AB

Hur länge kan försäljning fortgå vid nerlagd produktion?

Svar: 1 vecka

Hur mycket kan man stöd köra av samma produkter vid nerlagd produktion?

Svar: 1500 burkar per produktionsdag

Vad är produktiviteten av den specifika linan?

Svar: 1100 enheter/maskintimme

25 % effektivitet

80 enheter/min (teoretisk)

Vad kostar bemanningen av produktionslinan idag?

Svar: 97 000 per månad (dag skift) – 4 veckor

20 600 per månad (kväll skift) – 1 vecka

Hur många utbetalda arbetstimmar ges per månad vid produktionslinan?

Svar: 188 timmar

Hur stor är den maximala inmatningen av råvara i produktionslinan?

Svar: Ingen begränsning

Var ligger den största flaskhalsen i produktionslinan?

Svar: Efter fyllmaskinen är det etikettmaskinen.

Bilaga II - Referat av intervju med teknisk chef

Respondent: Nicklas Asker – Teknisk chef, Santa Maria AB

Vilka lösningsalternativ kan tänkas passa för den specifika fyllmaskinen?

- Svar:
- Köpa ny fyllmaskin
 - Köpa ny fyllmaskin och ytterligare maskin för ökad produktivitet på hela linan
 - Bygga om styrenheten av befintlig fyllmaskin
 - Köpa in reservdelar för befintlig fyllmaskin och dess styrenhet

Vad är den förväntade livslängden för de olika lösningsalternativen?

- Svar:
- Ny fyllmaskin – 12 år
 - Bygga om styrenhet – 3 år
 - Köpa in reservdelar – 2år

Hur länge förväntas produktionen ligga nere för olika lösningsalternativ?

- Svar:
- Ny fyllmaskin – 5 produktionsdagar
 - Bygga om styrenhet – 10 produktionsdagar
 - Köpa in reservdelar – 2 produktionsdagar

Hur stor procentuell risk är det för fördröjning av installationsarbetet?

- Svar:
- Ny fyllmaskin – 30 %
 - Bygga om styrenhet – 50 %
 - Köpa in reservdelar – 10 %

Hur stor är fördröjningen i genomsnitt?

- Svar:
- Ny fyllmaskin – 10 produktionsdagar
 - Bygga om styrenhet – 5 produktionsdagar
 - Köpa in reservdelar – 1 produktionsdagar

Hur hög produktivitet är det på nuvarande etikettmaskin?

Svar: 120 enheter per minut

Hur mycket kostar inköp och installation av en ny etikettmaskin och vad blir dess produktivitet?

Svar: 2 050 000 SEK med produktivitet på 180 enheter per minut

Var ligger flaskhaler utöver etikettmaskinen och fyllmaskinen och vad är produktivitet på den del?

Svar: Burkvändare – 140 enheter per minut

Paketering – 120 enheter per minut

Bilaga III - Beräkningar

Arbetskostnad per producerad enhet

Arbetskostnad per timma ges enligt nedanstående beräkning.

$$\text{arbetskostnad per timma} = \frac{\text{total arbetskostnad}}{\text{total arbetstid}} = \frac{117600}{3 * 188} = 208 \text{ kronor per timma}$$

Arbetskostnad per producerad enhet för aktuell produktionslina.

$$\frac{\text{arbetskostnad per timma}}{\text{producerad enheter per timma}} = \frac{208}{367} = 0,57 \text{ arbetskostnad per producerad enhet}$$

Arbetskostnad per producerad enhet för inköp av ny fyllmaskin (Företag D).

$$\frac{\text{arbetskostnad per timma}}{\text{producerad enheter per timma}} = \frac{208}{550} = 0,39 \text{ arbetskostnad per producerad enhet}$$

Kostnad för en nedlagd produktionsdag

$$\frac{\text{Arbetskostnad per vecka (kvällsskift)}}{\text{antal arbetsdagar per vecka}} = \frac{20600}{5} = 4120 \text{ kr per arbetsdag (kvällsskift)}$$

Bilaga IV - Offertförfrågan nyinköp

1. Produkt specifikation:

Här beskrivs vad maskinen ska göra samt vilka krav man ställer som kund. Bland annat kan det beskrivas vilken typ av produkt och mängd som maskinen ska hantera.

2. Drifftid och tillgänglighet:

Här definieras inom vilken tidsram som produkten ska användas. Dessutom ställs krav på att produkten ska ha en viss produktions tillgänglighet under sin garantitid.

3. Hastighet:

Beskriver hastigheten på produktionen för de bästa respektive sämsta flödet av produkter. Dessutom ställs krav på maskinens hastighet såsom lägsta produktiviteten.

4. Format byte:

Då man har olika format eller produkter som ska hanteras av maskinen, ställs här krav på den tid som maximalt ska förflyta vid ett byte. Här kan ytterligare krav ställas såsom att bytet ska ske utan verktyg.

5. Installation:

Här bestäms kostnaden för installationsarbetet. Detta innehåller kostnaden för transport, FAT och SAT.

6. Teknisk dokumentation:

Sätter krav för den teknisk dokumentation som skall ingå vid leverans av maskinen. Bland annat el schema, användarmanual, planritningar, reservdelslista och backup av mjukvara.

7. Betalning:

Beskriver krav för betalning samt hur betalningen skall ske.

8. Försening:

Sätter villkoren vid försening. Exempelvis straffavgift.

9. Garanti:

Vad garantin skall innefatta och hur länge den gäller.

10. Reservdelar och service:

Vilka krav som sätts på leverantörens respons vid fel av maskinen.

11. FAT & SAT:

Beskriver kraven för en godkänd site och factory acceptance test.

12. Komponentstandard:

Här beskrivs vilken komponent standard som används av det egna företaget.

13. Bilder och ritningar:

Denna del innefattar bilder av maskinen och dess omgivning, ritningar av objekten som maskinen hanterar och ritningar av produktionslokal.

14. Tidsplan:

Här ställs krav för när offerten skall föres.

15. Arbets- och transportkostnader:

Här ställs krav på att arbets- och transportkostnader skall inkluderas i offerten.

Bilaga V - Offertförfrågan ombyggnad

1. Produkt specifikation:

Här beskrivs vad maskinen ska göra samt vilka krav man ställer som kund. Bland annat kan det beskrivas vilken typ av produkt och mängd som maskinen ska hantera. Dessutom kan det ingå vilka effekter servomotorerna har.

2. Installation:

Här bestäms kostnaden för installationsarbetet. Här innefattas dessutom kostnaden för transport och SAT.

3. Teknisk dokumentation:

Sätter krav för den teknisk dokumentation som skall ingå vid leverans av maskinen. Bland annat el schema, användarmanual, planritningar, reservdelslista och backup av mjukvara.

4. Betalning:

Beskriver krav för betalning samt hur betalningen skall ske.

5. Försening:

Sätter villkoren vid försening. Exempelvis straffavgift.

6. Garanti:

Vad garantin skall innefatta och hur länge den gäller.

7. Reservdelar och service:

Vilka krav som sätts på leverantörens respons vid fel av maskinen.

8. SAT:

Beskriver kraven för en godkänd site acceptance test.

9. Komponentstandard:

Här beskrivs vilken komponent standard som används av det egna företaget.

10. Bilder och ritningar:

Denna del innefattar el schema på den befintliga maskinen, bilder av maskinens styrenhet och dess olika funktionella delar och bilder på de olika gränssnitt av operatörspanelen. Här kan även ingå en grafisk beskrivning av styrenhetens uppbyggnad.

11. Tidsplan:

Här ställs krav för när offerten skall föras.

12. Arbets- och transportkostnader:

Här ställs krav på att arbets- och transportkostnader skall inkluderas i offerten.